



NARRATIVAS APLICADAS COMO ESTRATEGIA PARA LA ENSEÑANZA DE LA GEOLOGÍA Y GEOMATERIALES EN INGENIERÍA CIVIL

Orlando Rincón Arango, Sandra E. Ospina Lozano,

**Universidad de La Salle
Bogotá, Colombia**

Resumen

La transferencia y apropiación del conocimiento particular de una disciplina son pilares fundamentales de los planes curriculares de los programas de pregrado. En Ingeniería civil son muchos los saberes que definen al profesional, algunos de los cuales son primordiales para el desarrollo de otros saberes. La geología y ciencia de materiales, son temáticas que permiten al ingeniero entender cómo procesos a diferentes escalas en la naturaleza generan un modelado diferente del paisaje sobre los estratos aflorantes de la corteza terrestre, y diferentes propiedades mecánicas. La apropiación de este conocimiento llevará a una clara comprensión de la respuesta posible de los depósitos de suelo y/o roca, a macro, meso y micro-escala, respuestas que varían dependiendo si son generadas por la construcción de infraestructura, o por fenómenos geo-ambientales. En fin, son muchos escenarios a ser modelados desde las diferentes áreas disciplinares de la ingeniería civil, que requieren del planteamiento de modelos geológicos y geomecánicos, que solo pueden plantearse, si se surtió apropiación de los saberes de estas temáticas.

En la Universidad de La Salle, en la asignatura “Geología para ingenieros”, los docentes, han planteado estrategias buscando que los estudiantes se conecten con el conocimiento, sintiéndose parte de su generación; es aquí donde las narrativas desde sus perspectivas epistemológica y transformadora, han aparecido como una alternativa de formación dentro y fuera del aula, debido a que han sido esenciales en otras áreas de la enseñanza, y que resultan benéficas para la geología, ya que se instruyen gran cantidad de conceptos teóricos que son más fáciles de aprender si el estudiante genera una historia en su mente ligada a procesos creativos, desarrollando sentimientos por el conocimiento impartido y considerándolo propio. Lo anterior se ve reflejado en un cambio duradero en la percepción de los conceptos estudiados. El

presente trabajo expone las experiencias adquiridas en el proyecto de aplicación de Narrativas para la enseñanza mediante técnicas como narración de historias y cuentos, relatos de viaje, generación de material audiovisual como historietas, cine foros, infografías, desarrollo de juegos y demás actividades que permitan integrar el conocimiento con procesos de disfrute facilitando la difusión entre los estudiantes.

Palabras clave: geología; narrativas; enseñanza

Abstract

The transfer and appropriation of the particular knowledge of a discipline are fundamental pillars of the curricular plans of the undergraduate programs. In Civil Engineering there are many knowledges that define the professional, some of which are primordial for the development of other knowledge. Geology and material science are themes that allow the engineer to understand how processes at different scales in nature generate a different modeling of the landscape on the outcrops of the Earth's crust and different mechanical properties. The appropriation of this knowledge will lead to a clear understanding of the possible response of soil and / or rock deposits to macro, meso and micro-scale, responses that vary depending on whether they are generated by infrastructure construction or by geo phenomena -environmental. Finally, there are many scenarios to be modeled from the different disciplinary areas of civil engineering, which require the approach of geological and geomechanical models, which can only be considered if the knowledge of these subjects was appropriated.

At the University of La Salle, in the subject "Geology for engineers", teachers, have proposed strategies seeking to connect students with knowledge, feeling part of their generation; It is here that the narratives from their epistemological and transformative perspectives have appeared as an alternative of formation inside and outside the classroom, because they have been essential in other areas of the teaching, and that they are beneficial for the geology, since they are instructed A lot of theoretical concepts that are easier to learn if the student generates a story in his mind linked to creative processes, developing feelings for the knowledge imparted and considering it own. This is reflected in a lasting change in the perception of the concepts studied. The present work presents the experiences acquired in the project of application of Narratives for teaching through techniques such as narration of stories and stories, travel stories, generation of audiovisual material such as cartoons, cinema forums, infographics, game development and other activities that allow Integrate knowledge with processes of enjoyment facilitating the dissemination among students.

Keywords: geology; narratives; teaching

1. Introducción

Uno de los retos actuales en la enseñanza en la ingeniería civil específicamente en las áreas de geociencias radica en poder llevar al ingeniero en formación a una sinergia

entre la percepción de la naturaleza, su abstracción y conceptualización y el planteamiento de un modelo de análisis, teniendo en cuenta que en la actualidad cada vez es mayor el uso de modelos de computador buscando simular la naturaleza en todas las ramas de la ciencia, esta tendencia podría ubicarse dentro de la corriente impetuosa e irresistible referida por Dessauer (1964); la ingeniería civil y más específicamente la geología y geotecnia como uno de sus campos principales ha sido parte de dicha dinámica. Es así como actualmente los diseños geotécnicos se apoyan cada vez más en el uso de software especializado que día a día adquiere un mayor grado de sofisticación, proceso que ha sido impulsado por el avance acelerado del poder de cómputo de los ordenadores, dejando de lado modelos constitutivos básicos y ha incluido modelos de alta complejidad alimentados por parámetros que demandan el uso de ensayos de mayor sofisticación para poderlos alimentar.

Estos modelos generalmente se basan en el comportamiento mecánico de los geomateriales, sin incluir variables basadas en el desempeño de los mismos debido a las condiciones del entorno en que se encuentran. Variables que fueron incluidas en los diseños históricamente por el ingeniero apoyado en su criterio o buen juicio, que fue la principal fuente para la obtención de parámetros desde el momento en que el hombre comenzó a edificar sobre el terreno. La tendencia de que el diseño se fundamentara mayoritariamente en el criterio del ingeniero comenzó a cambiar con el nacimiento de la geotecnia¹, que para muchos coincide con la aparición de la mecánica de suelos, una de sus dos partes primarias; si bien siempre el hombre interpretó el comportamiento de los suelos en obras civiles, solo fue hasta cuando Terzaghi², ordenó las leyes naturales que lo gobiernan y trajo los conceptos necesarios al mundo real que se pudo hablar de la mecánica de suelos (DiBiagio, 2000, p. 6). Desde los años veinte a medida que se divulgó el trabajo de Terzaghi, el aporte del criterio o juicio del diseñador en la definición de los parámetros de proyecto se ha reducido, siendo desplazado cada vez más por la inclusión de técnicas de laboratorio, de modelos analíticos y probabilísticos, esta tendencia fue identificada por Laccase en 1998.

Considerando lo anterior, hoy se cuenta con diversos software, que permiten obtener soluciones de manera confiable y rápida, que suelen presentarse de forma gráfica coloridos y sofisticados pero a su vez desabridos, debido a que le falta el sabor que le imprime el criterio y el conocimiento de las variables que pueden afectar el desempeño de los materiales, difíciles de incluir en los modelos sin el uso del sentido común y la experiencia, pero la carencia de sabor ha sido suplida por muchos ingenieros con la satisfacción casi embriagante de la "exactitud" que ofrece el uso de un software avanzado que le entrega resultados de muchas cifras decimales; perdiendo de vista que dichas cifras no resultan creíbles debido a la heterogeneidad que tiene un suelo o roca dependiendo de las condiciones de su génesis y que para ser modelada computacionalmente requiere de múltiples simplificaciones o idealizaciones, lo que lleva a una paradoja, y es que la respuesta que se da como

¹ Todas las aproximaciones y procesos científicos dedicados al estudio de propiedades de suelos y de macizos rocosos en términos de proyectos de construcción de estructuras de ingeniería civil, de edificios etc.(Kurtz, 2004, p. 575)

² Karl Terzaghi, se reconoce como el padre de la mecánica de suelos.

cierta por provenir de un modelo avanzado, tan solo puede ser uno de las posibles soluciones del problema, y que puede que coincida con el comportamiento real o no de los materiales, la cercanía o no de la respuesta con la realidad, dependerá de la forma en que se aborde el problema con respecto a la naturaleza del fenómeno a analizar.

Es así, como en espacios académicos donde se enseñan conocimientos de geología para ingenieros y materiales de construcción, existe un gran desafío y es devolverle al futuro ingeniero la habilidad de desocultar y de usar la naturaleza como un objeto de investigación (Heidegger, 1997, p. 128), ya que cada vez es menor la necesidad de interrogar al terreno para obtener repuestas y así poder validar el diseño propuesto, conformándose con la obtención de un reporte numérico a partir de una solución preestablecida dejando de lado la interpretación de las condiciones entorno, lo que ha reducido la habilidad de la observación e interpretación del entorno elemento fundamental para el desarrollo del criterio geológico-geotécnico. Este proceso fue definido como una de las cinco plagas actuales de la geoingeniería por Lombardi en su discurso Academia Nacional de Ingeniería en Buenos Aires Argentina en el 2000 (Rocca, 2009), denominándola como fanatismo computacional y atribuyéndosela a la falta de espíritu crítico, credulidad e ignorancia de las nociones básicas por parte de los ingenieros geotécnicos. Dicha carrera por la sofisticación que tiene origen en la tensión entre lo real y lo dado (F. Dessauer, 1964, p. 159), ha producido un efecto contrario a lo esperado, una separación del ingeniero geotecnista del ambiente natural; alejándolo de la investigación y comprensión de los elementos ordenadores y leyes naturales que gobiernan el comportamiento del terreno. Concentrando su interés en el uso de modelos constitutivos avanzados, basados en análisis de laboratorio de muestras cada vez menos representativas del todo; dejando a un lado la observación del entorno como parte del proceso de diseño y de la toma de decisiones; lo que dificulta el proceso de interpretación de la naturaleza, hecho bosquejado por Ortega y Gasset (Mitcham, 1989, p. 62). La interpretación de la naturaleza por parte de un ingeniero puede explicarse como el acto de develar y comprender los diferentes procesos a los que ha estado sometido un material que conforma un depósito a lo largo de su historia geológica, lo anterior se logra mediante la observación en campo del modelado actual del paisaje, y un análisis de la litología y cambios físicos de los materiales. Esta interpretación es un elemento muy importante para lograr un buen diseño geotécnico. La geología y la geotecnia comparada con otras disciplinas de la ingeniería civil trabaja con materiales térreos de los cuales el ingeniero intenta comprender sus elementos ordenadores y leyes espirituales que los gobiernan con un importante proceso de abstracción y raciocinio. El anterior aspecto fue planteado por Terzaghi en 1961 de la siguiente forma:

"A diferencia de los ingenieros estructurales que pueden diseñar con los libros de texto, los ingenieros de suelos necesitan una gran cantidad de trabajo cerebral original antes de poder aplicar los conocimientos de los libros".

Es así como este proyecto presenta la experiencia de la implementación de *narrativas* como estrategia complementaria de la geología y la ciencia de materiales, buscando

facilitar en los estudiantes una mejor abstracción y compenetración con los contenidos de las asignaturas, ya que el proceso de apropiación de varios de los conceptos fundamentales se ha visto comprometido debido a las condiciones del modelo educativo actual de los ingenieros civiles, en el que se han generado reducciones importantes de las horas asignadas de clase a espacios académicos en los que se requiere una combinación entre lo teórico y lo práctico como en el caso de geología y materiales. Dichas reducciones han sido realizadas privilegiando el componente teórico y sacrificando la componente práctica, buscando en un menor tiempo cubrir los mismos contenidos que antes de la reforma de créditos abordan en un tiempo mayor y se complementaban con diferentes prácticas en laboratorio en campo y en el aula. Estos cambios se han realizado para cumplir con el formulado básico del sistema de créditos, que busca una reducción de las horas de presenciales de los alumnos cambiándolas por un mayor trabajo independiente.

Dicha reducción de tiempo pone a los profesores en una carrera por transmitir la información de forma acelerada donde las prácticas ya sean de campo o laboratorio, se vuelven un elemento que, a pesar de ser importantes, no pueden ser usados a profundidad pues consumirían mucho tiempo de la asignatura. Por este afán, los profesores han introducido sus clases en la rutina de la máquina (Mumford, 1998, p. 304) mediante el uso de proyectores de imágenes y dispositivas que les permiten incrementar la velocidad de la clase y cumplir con el plan trazado en un menor tiempo; por ejemplo en la asignatura de geología si bien las imágenes digitales permite la explicación más clara de fenómenos y estructuras geológicas, respecto al uso de un tablero para dibujarlas, como se dictaban las clases hace muchos años, esto resulta insuficiente para compensar el tiempo extra que se destinaba para salidas de campo de varios días para afianzar el aprendizaje, aspecto que hoy no se tiene en cuenta en muchos de los cursos de geología donde a lo sumo se realiza una salida de un día o dos, tiempo que resulta escaso para que el estudiante pueda observar diferentes estructuras, procesos y practicar en campo técnicas de toma de información competencia importante cuando se aborde cualquier proyecto geotécnico.

2. Métodos, experiencias y relatos

Teniendo en cuenta que como se expuso anteriormente, los temas que se abarcan en el aula son bastante extensos para estas asignaturas, y aunada esta situación con la reducción del tiempo presencial dándole mayor importancia al trabajo independiente del estudiante, y teniendo en cuenta que al ser asignaturas que están localizada en el núcleo básico del formación del programa, los estudiantes cuando acceden a ellas aún son muy jóvenes alrededor de los 17 años, lo que implica que la visión de este tipo de espacios académicos con un gran componente teórico es determinada por un marcado desinterés por los contenidos presentados, buscando aferrarse a los mínimos requeridos para conseguir la aprobación del curso, privándose de la adquisición de muchos de los contenidos fundamentales para poder develar, conceptualizar y modelar los diferentes procesos de los geomateriales. Lo anterior, le plantea un gran desafío al docente para motivarlos y despertar en ellos una avidez por el conocimiento. Es así como en los programas de pregrado de la Universidad de La

Salle, en los espacios académicos “Geología para ingenieros” y “Materiales de construcción”, con el objetivo de fomentar esta apropiación de saberes. Los docentes del área de geotecnia del Programa de Ingeniería civil, han planteado diferentes estrategias con el fin de que los estudiantes se conecten con el conocimiento, sintiéndose parte de su generación.

La estrategia *Narrativas de la geología y los geomateriales*, se concentra en la unificación de métodos de enseñanza, donde existen contextos fuertes dominados por la rutina de la maquina (Mumford, 1998, p. 304); lo que puso de presente la necesidad de incorporar este tipo de saberes por otra vía que permitiera no solo la transferencia de conocimientos si no la recuperación de quehaceres y destrezas básicas para ser aplicados de forma conjunta con las herramientas tecnológicas que se vienen aplicando, en otras palabras recuperar elementos como el dibujo a mano alzada, la elaboración manual de modelos de artefactos para representar condiciones del entorno, y el uso de relatos y la crónica, como herramientas para describir los fenómenos, ya que las destrezas implícitas en estos procesos ayudarán profundamente al desarrollo de unas habilidades básicas para develar la naturaleza. Lo anterior condujo a una búsqueda de estrategias aplicadas exitosamente en otras áreas de la enseñanza como la historia y literatura, y es aquí donde las narrativas desde sus perspectivas epistemológica y transformadora fueron seleccionadas como una alternativa para la formación en el aula y por fuera de esta. Dentro de este contexto se diseñaron varias estrategias formativas para su incorporación al proceso formativo, a continuación, se presentan brevemente algunas de las más relevantes y algunos los resultados obtenidos después de su aplicación.

3. Resultados

Una de las estrategias iniciales, tuvo su origen en las experiencias personales de los docentes, para los cuales uno de los recuerdos más significativos y grato de los cursos tomados durante su periplo universitario eran las experiencias vividas durante las salidas de campo, donde en se hacían recorridos parando en múltiples estaciones y lugares, donde siempre había expectativa por observar a plenitud lo que el docente quería revelar, y se requería de una gran destreza para poder capturar lo que se estaba viendo y lo que el profesor estaba hablando, labor que en muchos casos no era fácil y que fue facilitándose cuando además de la cartera de campo de implemento la grabadora a los elementos usados, lo que comenzó a generar desconexiones con el fenómeno que se estaba presentando, sin embargo, a pesar de las extenuantes jornadas que muchas veces llevaban a la distracción, hubo algunos aspectos de estos viajes,(tipos de rocas vistas, modelados del paisaje, algunas de sus características o agentes generadores) que quedaron estampados en las memorias de los participantes, como una marca indeleble en su memoria, en la cual la tinta usada estuvo conformada por los sentimientos gratos que se generaron debido a la mezcla de conceptos teóricos que se materializan más allá de un tablero, con las vivencias fuera del aula (persónales y colectivas). De esta manera, la primera estrategia se enfocó en el fortalecimiento de las salidas de campo de geología y geotecnia, (Figura. 1), actividades que si bien aún se vienen desarrollando,

experimenta dificultades derivadas de la logística requerida y de los costos, que limitan su alcance espacial y temporal, sumado a que no todos los estudiante pueden participar plenamente de ellas.



Figura. 1 Ejemplo de Salida de campo geología vía Bogotá-Desierto de la Tatacoa (Huila)

Surge como un resultado de la salida de campo la *Bitácora de un viaje*, que pretende documentar utilizando herramientas como el geoposicionamiento (GPS) en campo y software de uso libreo como Google maps, google earth y Street view, para la identificación geoespacial de los lugares que se hacían reconocimiento, además el registro fotográfico (Figura 2), la recuperación de muestras, complementando todo esto con las vivencias personales; toda esta información muy valiosa debía estructurarse apropiadamente, y se da inicio a la bitácora, que consiste en un diario de campo que dispone de los espacios y formas para diligenciar toda la información necesaria para documentar desde diferentes perspectivas el viaje, que debe ser en una material apropiado que permita el trabajo en campo, y de muy buen acabado que permita conservarlo y presentarlo como evidencia de un trabajo que abarca el de oficina y el de campo.

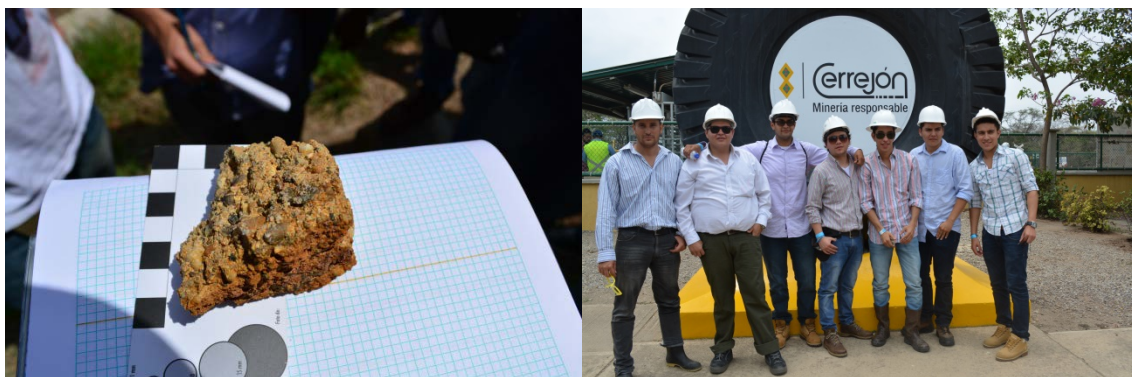


Figura. 2 Registro fotográfico de muestras de suelo/roca y de los estudiantes para sus recuerdos

Historietas: Con el fin de entender el comportamiento de los materiales pétreos, surge el personaje "particulín", que representará una partícula de suelo o roca, y que debe atravesar obstáculos y victorias, conocer fenómenos y procesos que lo llevarán a un autodescubrimiento de quien es y para qué sirve (Figura 3). Particulín ha sido una

herramienta bastante interesante que ha permitido explorar la imaginación de los estudiantes al tratar de explicar ensayos de laboratorio para la determinación de propiedades geomecánicas de los materiales, haciendo alusión por ejemplo en el caso de la determinación del equivalente de arena a un día de spa de Particulín.



Figura. 3 Muestra de los trabajos Las aventuras de Particulín

Crucigramas, sopas de letras: En esta iniciativa la idea consiste en construir como lo se dice en el nombre, crucigramas, sopas de letras, laberintos, juegos de escalera, datos curiosos, etc., pero dispuestas en un formato tamaño A3 o A4, impresos en papel bond o reciclado, de muy fácil solución, de manera que pueda ser implementado como un individual de mesa en el comedor (Figura 4), con temas de geología y geotecnia, a partir de los temas vistos en clase.



Figura. 4 Muestra de Individuales de papel

CineForo: Por disponibilidad de tiempo, esta actividad es una herramienta valiosa, y además agradable, se les programa a los estudiantes fines de semana de cine, en el cual se les recomienda ver películas o series de televisión donde se evidencien fenómenos geológicos, y ellos deben luego de ver las películas responder preguntas

como: identificó el evento geológico?, es posible que suceda?, Cómo cambiaría el guion de la película?, con esto hacen una crítica de la película y deben entregar un informe con estructura de artículo.

En el momento el proyecto se encuentra en la Fase 1, consistente en el planteamiento y construcción de las herramientas. Todas las herramientas se están desarrollando y se validarán con la aplicación de encuestas, de manera que se pueda evidenciar su utilidad y se puedan implementar en espacios diferentes al aula de clase, y a la universidad.

4. Conclusiones

El reto fundamental se concentró en integrar dos realidades y dos formas de ver y hacer las cosas, una primera que se enmarca en los elementos de la enseñanza tradicional de estos saberes bajo la cual la mayoría de los docentes actuales fueron formados e integrarlos con la realidad y necesidades de formación de los alumnos de hoy.

Se propusieron herramientas didácticas de apoyo en la que todos los estudiantes pudieran participar, cómo las que se mencionan a continuación.

El proyecto, además de procurar generar la apropiación del conocimiento propio de los saberes de la geología y los geomateriales, les ha permitido a los estudiantes explorar otras facetas, como las de dibujantes, pintores, escritores, comediantes, artesanos, etc., y que a los docentes que lideran el proyecto les ha resultado de gran agrado y sorpresa al descubrir estas competencias en ellos.

5. Referencias

Libros

- Dessauer, F. (1964). *Discusión sobre la Técnica*. Madrid: Ediciones Rialp.
- Dessauer, F. U. (1964). *Discusión sobre la técnica*. Madrid: Rialp.
- DiBiagio, E. (2000). *Ralph B. Peck Engineer Educator A Man of Judgement* Oslo: Norges geotekniske institutt.
- Heidegger, M. (1997). *Filosofía, ciencia y técnica*. (3a ed.). Santiago de Chile: Editorial Universitaria.
- Kurtz, J.-P. (2004). *Dictionary of civil engineering : English-French*. New York: Kluwer Academic/Plenum Publishers.
- Mitcham, C. (1989). *¿Qué es la Filosofía de la Tecnología?* Barcelona: Anthropos. Promat, S. Coop. Ltda.
- Mumford, L. (1998). *Técnica y civilización*. Madrid Alianza Editorial.

- Rocca, J. R. (2009). La evolución a largo plazo de la ingeniería geotécnica. *Revista internacional de desastres naturales, accidentes e infraestructura civil*, 9(1), 23.

Los puntos de vista expresados en este artículo no reflejan necesariamente la opinión de la Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería.

Copyright © 2017 Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería (ACOFI)