

EXPERIENCIA DE ENSEÑANZA EN CLASES AUXILIARES DE VUELTA AL CONTEXTO PRESENCIAL CON LA INCORPORACIÓN DE METODOLOGÍAS ACTIVAS

Kimie Suzuki, Universidad de Chile, ksuzuki@uchile.cl

Sebastián Samur, Universidad de Chile, sebastian.samur@ug.uchile.cl

RESUMEN

En una disciplina como la mecánica de rocas, es fundamental el trabajo aplicado y las actividades en que los alumnos aprenden cometiendo errores. Las condiciones en que se desarrolla la enseñanza universitaria cambiaron significativamente debido a la pandemia, y actualmente, existen complicaciones para los estudiantes por el cambio abrupto en las metodologías de aprendizaje. Los estudiantes, en general, han manifestado sobre todo problemas en el manejo de sus tiempos y con conceptos que podrían no tener claros de cursos pasados. En este contexto, el siguiente trabajo presenta las reflexiones recogidas del curso de pregrado Mecánica de Rocas I, el cual combina contenidos de mecánica de materiales y mecánica de rocas, al implementar cambios en la metodología en que se enseñan las clases auxiliares de resolución de problemas. Dadas las dificultades del semestre, solo se pudieron realizar dos actividades piloto con miras de implementar los cambios en siete clases el próximo semestre. Este trabajo presenta los resultados preliminares obtenidos en el primer semestre de vuelta a la presencialidad de estudiantes que estuvieron dos años estudiando en formato remoto, por lo cual estas experiencias serán claves en mejoras que se implementen en próximos semestres.

PALABRAS CLAVES: Metodologías Activas, Vuelta a la Presencialidad, Mecánica de Materiales, Mecánica de Rocas

INTRODUCCIÓN

La mecánica de rocas es una ciencia teórica y aplicada que estudia el comportamiento mecánico de las rocas. Lamentablemente, solo luego de grandes desastres se ha discutido la relevancia de esta disciplina en términos prácticos de la ingeniería (Hoek, 1966). En el estudio de la mecánica de rocas, se deben combinar los principios de la mecánica del continuo y de la mecánica de fracturas para cuantificar el efecto de someter una roca a un campo de esfuerzos. Es por lo anterior que la disciplina ha sido fundamental en el diseño de proyectos tanto civiles como mineros. En cursos de pregrado, se pueden encontrar cursos de mecánica de rocas en carreras como ingeniería de minas, ingeniería civil y, en algunos casos, geología.

El siguiente artículo comparte la experiencia de incorporar metodologías activas en el curso de pregrado Mecánica de Rocas I, impartido en la Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas (FCFM) de la Universidad de Chile, durante el semestre de otoño 2022. Este curso es de tercer año de la carrera de Ingeniería de Minas. Los contenidos se dividen en tres unidades: una de introducción, y otras dos que estudian el comportamiento de los materiales y de las rocas, respectivamente. Este curso es necesario en la carrera de Ingeniería de Minas, dado que es fundamental que los estudiantes comprendan la relación existente entre la mecánica de rocas y disciplinas afines como la geología y la mecánica de materiales, con su respectivo objeto de estudio, considerando que la roca es un material geológico complejo de estudiar y que puede ser abordado desde múltiples perspectivas. Se espera que este proyecto aporte directamente a uno de

los resultados de aprendizaje del curso que apunta a que los estudiantes expliquen, a partir de la observación de ensayos de mecánica de materiales, las etapas de un procedimiento de laboratorio donde metodológicamente se recogen, analizan, contrastan e interpretan datos que representan las propiedades mecánicas de diferentes materiales.

Este curso tiene la particularidad de que en general el número de estudiantes varía significativamente semestre a semestre. En la Figura N°1 se puede observar que en otoño 2020, el curso tuvo 2 estudiantes, y en otoño 2021, 21 estudiantes. Esto ha permitido implementar pequeños cambios gradualmente, los cuales se han ido validando a partir de los comentarios recogidos por los estudiantes. Durante el año 2021, por ejemplo, se implementó un proyecto en el cual se adaptó el trabajo de laboratorio a modalidad remota (Suzuki et al. 2021). En este periodo, las clases auxiliares se dividieron en dos tipos a lo largo del semestre: las clases en que se desarrollaba presencialmente el proyecto que anteriormente era remoto, y las clases auxiliares expositivas para enseñar a los alumnos como enfrentar problemas. Estas últimas son las que se buscan mejorar con este trabajo, las cuales fueron mencionadas como puntos débiles del curso por los alumnos durante el 2021.

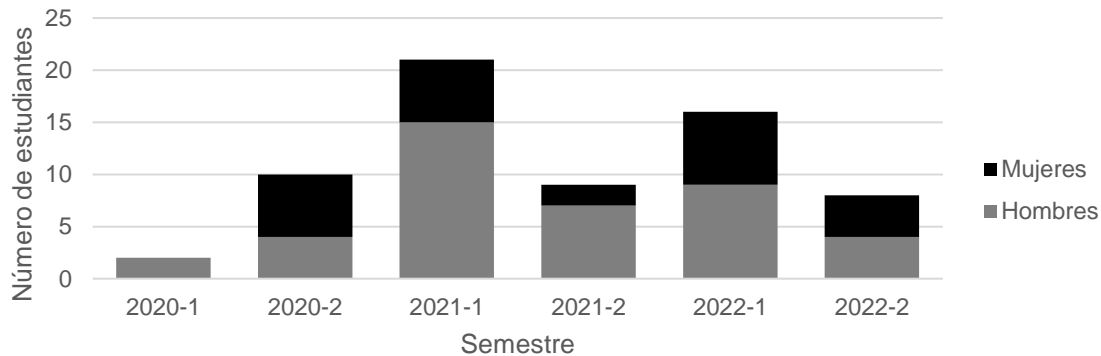


Figura N° 1 Caracterización del curso

El semestre de otoño 2022 fue un semestre marcado por la vuelta a la presencialidad. Si bien el curso fue mejorando en el tiempo, los estudiantes cambiaron este año. La principal diferencia observada es que el 75% de los estudiantes del curso tomó todos los cursos anteriores a este semestre en formato online, y esto es relevante porque la mayoría de los estudiantes recién este año se enfrentó realmente a la universidad. En preguntas de metacognición incluidas en las evaluaciones durante el semestre, los alumnos destacaron que entre las principales dificultades de la transición de la docencia online a la presencial se encuentra el tema del manejo del tiempo durante las evaluaciones, problemas de concentración en clases presenciales, falta de redes de apoyo en casos de estudiantes que este semestre se trasladaron a Santiago, entre otras cosas. Esto también se ve reflejado en el número de créditos que tomaron los estudiantes: este semestre un estudiante promedio tomó 27,2 créditos, mientras que un estudiante que tomó el curso un año atrás tomó en promedio 34,3 créditos.

Este semestre se implementaron cambios que permitieron evaluar el impacto de realizar actividades presenciales. El curso consideró dos experiencias de laboratorio, una en el Laboratorio de Ensayos en Materiales (DIMEC) y otra en el de Mecánica de Rocas (DIMIN), ambas con el objetivo de que los estudiantes conocieran los procedimientos de laboratorio para ensayar muestras de distintos materiales ingenieriles y rocas. Ambas experiencias fueron guiadas por técnicos de laboratorio, por lo que los estudiantes solo debían observar y recopilar la información que fuese

relevante para realizar un informe de laboratorio (Figura 2 (a) y (b)). Estas experiencias fueron de gran valor, ya que reemplazaron clases que anteriormente se dictaban en una sala de clases con imágenes y videos. Además, el curso incorporó clases auxiliares de resolución de ejercicios presenciales, las cuales se reformularon para incluir metodologías activas de aprendizaje (Figura 2(c)). Estas sesiones fueron útiles para ver si los alumnos se interesaban en las dinámicas y para determinar tiempos que toma desarrollar ciertos tipos de actividades. Estas actividades consideraron el uso de elementos que permitieran a los alumnos acercarse a conceptos básicos del curso relacionados a fuerzas, esfuerzos, deformaciones y equilibrio estático.

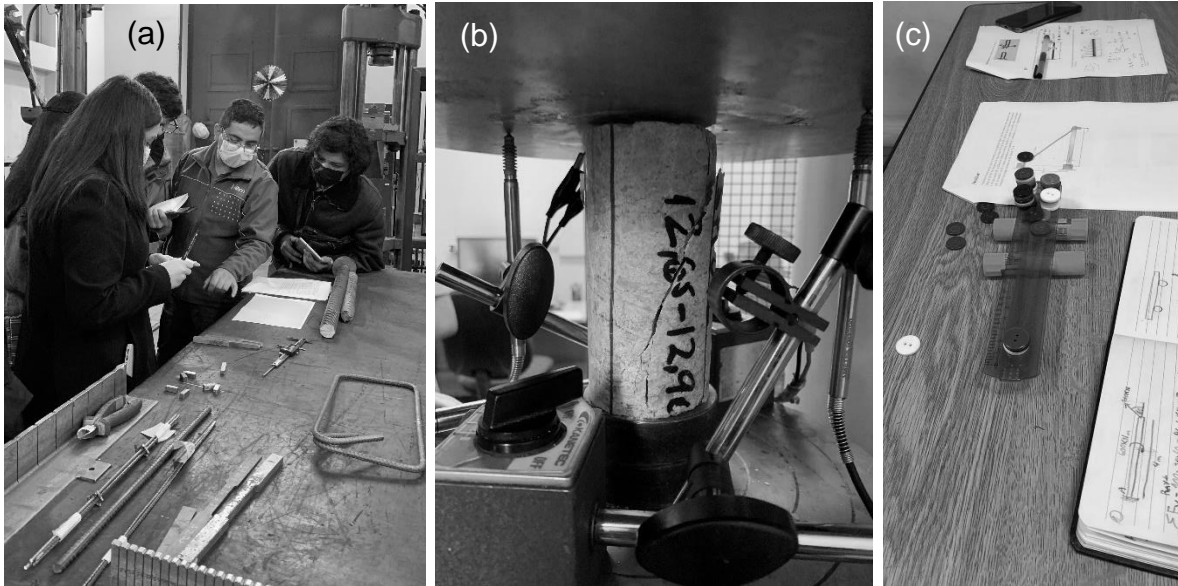


Figura N° 2 Actividades prácticas desarrolladas en el laboratorio de ensayos mecánicos en aceros (a) y en el de rocas (b) y en la sala de clase (c)

Para la implementación de actividades en la unidad de mecánica de materiales se revisan experiencias en la literatura. Para esta unidad, existe un mayor número de trabajos publicados debido a que son conceptos utilizados en distintas disciplinas, destacando ejemplos de metodologías aplicadas en cursos de mecánica de sólidos (Zhu, 2016) y de estructuras (Khodadadi 2015), metodologías para enseñar conceptos de estática (Dollár & Steif, 2006) y de mecánica de materiales (George et al. 2016), y metodologías específicas para ciertos temas, como, por ejemplo, construir un círculo de Mohr (Karunamoorthy, 2014). Estos autores presentan ejemplos simples que pueden ser útiles para que los alumnos realicen experiencias sencillas, antes de resolver problemas guiados.

Por otro lado, respecto a referencias sobre mecánica de rocas, destacan trabajos como los de Gratchev (2019) y Musso & Behak (2019), que presentan ejemplos sobre aprendizaje basado en proyectos y sobre metodologías activas, respectivamente. También es interesante revisar metodologías de trabajo colaborativo para motivar a estudiantes a aprender geología (de Soto García, 2018), y el uso de recursos digitales para enseñar conceptos de mecánica de rocas (Tomás et al 2013). Lamentablemente en esta área aún queda mucho por investigar sobre cuales son las mejores metodologías para enseñar conceptos relacionados a las rocas. Por esta misma razón, este curso considera enseñar conceptos de mecánica de materiales en general, y luego aplicarlos en rocas, dado que es mucho más fácil entender ciertos conceptos con materiales que usamos el día a día. En general, los estudiantes que toman este curso hacen en paralelo cursos de geología,

lo que es fundamental para que se familiaricen con la composición de las rocas antes de estudiar su comportamiento mecánico.

DESARROLLO

Este proyecto, que se desarrolló durante un semestre de otoño de 2022, consideró la planificación de clases de resolución de ejercicios y la implementación de clases piloto. Se pilotearon dos clases auxiliares en la segunda parte del semestre para evaluar los cambios propuestos. Para desarrollar este proyecto, uno de los profesores auxiliares del curso tuvo dedicación completa, y otros profesores auxiliares apoyaron en la adecuación de las otras actividades del curso. Las evaluaciones relacionadas con los contenidos vistos en las clases auxiliares de resolución de ejercicios fueron tres ejercicios cortos, similares a los resueltos en clases, y un control.

Las clases auxiliares de resolución de problemas consideraron la siguiente estructura, en módulos de una hora y media: (1) resolución de problemas en grupos, (2) actividad demostrativa, y (3) clase de resolución de ejercicios tradicional. La parte de resolución de problemas tiene como objetivo que los estudiantes fortalezcan sus habilidades de trabajo de equipo y se puedan enfrentar al desafío de resolver un problema por ellos mismos. La metodología considera que el profesor a cargo entregue un problema a estudiantes divididos en grupos pequeños de dos o tres integrantes. En caso de que algún grupo se quede estancado le puede preguntar al profesor, y este, debe ayudarlos a encontrar la respuesta sin resolver el problema. Esta metodología es utilizada en otros cursos iniciales en la Facultad (Felmer, 2018). Se sugiere empezar la sesión con esta actividad con los estudiantes que se encuentren en la sala, mientras que los que lleguen atrasados se pueden unir a uno de los grupos ya formados para no perjudicar la planificación.

Luego, se realiza una actividad demostrativa que tiene como objetivo que el estudiante pueda visualizar los conceptos aprendidos en el auxiliar en un experimento cotidiano. Para esto se proponen experimentos muy sencillos como el utilizado en una demostración para estudiantes de colegio por Schroeder (2020). Los experimentos seleccionados deben ser relativamente sencillos y tomar como máximo 20 min. Finalmente, se propone terminar las clases con la resolución de ejercicios en el formato tradicional en que el profesor a cargo explica paso a paso. Este ejercicio tiene que ser más complejo que los otros, y se resuelve en 30 min. En caso de no terminar en el tiempo estipulado, se considera dejar el ejercicio propuesto, y luego, publicar su solución detallada. En futuras realizaciones del curso, se considera generar una compilación de ejercicios que puedan usarse en los distintos semestres basados en la revisión bibliográfica aquí presentada.

RESULTADOS

La implementación de este proyecto fue planificada con anticipación, se contó con el apoyo de todo el equipo docente al curso y también con el apoyo del Área para el Aprendizaje de Ingeniería y Ciencias (A2IC) de la FCFM para su financiamiento e implementación. Sin embargo, es importante indicar que existieron problemas en su desarrollo debido a que el semestre de implementación fue el primero en formato presencial luego de cuatro semestres online. Lamentablemente, el programa del curso no pudo cumplirse debido a distintos motivos, tales como temas médicos, paros estudiantiles y terrenos en otros cursos. Debido a estas dificultades, sólo se pudieron realizar tres de las cuatro actividades planificadas de resolución de ejercicios, y una de las dos visitas a laboratorio consideradas.

Si bien el semestre de otoño 2022 no considera la implementación completa de los cambios propuestos, se evalúan positivamente las pocas actividades que se realizaron y se recogen importantes reflexiones sobre no solo el uso de metodologías activas, sino que también sobre el contexto actual de los estudiantes. El impacto de la realización del proyecto se determinó en dos instancias. La primera es a través de resultados de la encuesta docente final del curso, y la segunda, reflexiones que compartieron los estudiantes sobre el semestre.

En la encuesta docente hay criterios que evalúan el curso y también comentarios sobre aspectos por mejorar. La Figura N° 3 presenta los resultados sobre si la docente utilizó metodologías de enseñanza que promovieron la participación, el cual es el principal objetivo de las actividades incorporadas en este proyecto. Desde ahí se extrae que el 56% de los estudiantes del curso están totalmente de acuerdo con esta afirmación, el cual es un porcentaje considerablemente menor si es que se compara con otros semestres. Incluso, considerando que hay otras actividades prácticas en el curso, hay dos estudiantes que indican que están bastante desacuerdo con esta afirmación. Esto denota que existen estudiantes que, probablemente, recién se están enfrentando a este tipo de cursos, el cual al ser de especialidad tiene un formato muy distinto al de los cursos anteriores. Lo anterior sugiere que debe explicarse mejor el formato del curso a comienzos de semestre para generar expectativas más realistas.

Respecto a la aplicación del proyecto, destacan dos comentarios relacionados a la implementación de metodologías activas. Ambos indican que sería beneficioso tener más clases de este estilo. El primer estudiante recomienda “realizar más clases auxiliares dentro de lo posible (que pueda el calendario), y hacer ejercicios tipo control o similar, para tener una mejor forma de abordarlos”. El segundo estudiante indica que “en relación a los auxiliares, lamentablemente la pérdida de estas instancias por feriados y la paralización fueron un factor importante en las dificultades vistas en nuestro aprendizaje y personalmente creo que se necesitaba una mayor interacción por parte del equipo auxiliar para planificar las clases y ver cómo abordarlas en base a nuestros errores previos, lo cual eventualmente fue difícil para ellos por las pocas clases”. En base a este comentario, se identifica la necesidad de evaluar en cada actividad cuales fueron los errores típicos de los estudiantes.

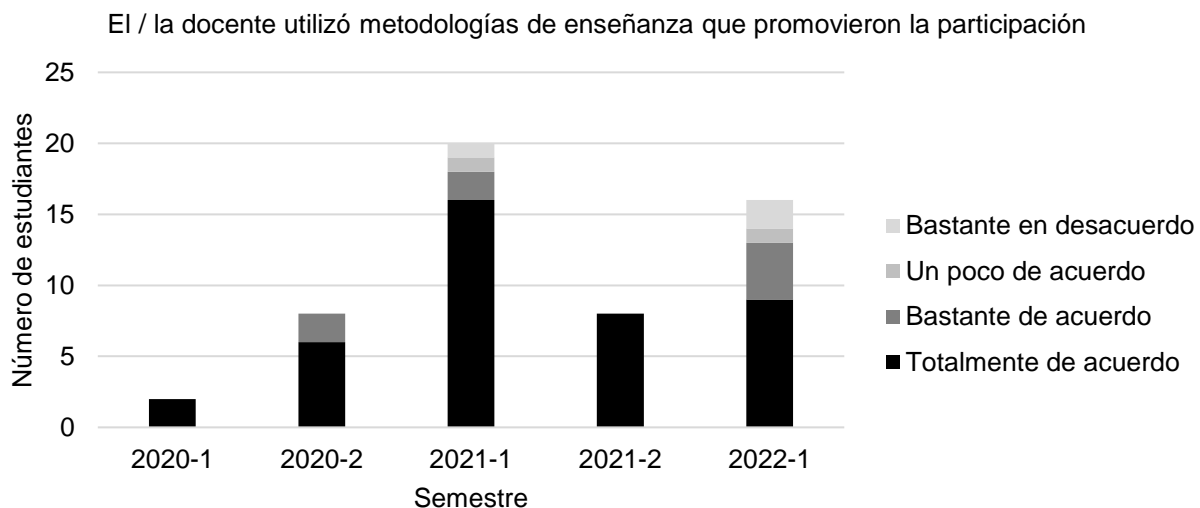


Figura N° 3 Resultado indicador sobre proceso de enseñanza y aprendizaje

En el foro del curso, se solicitó a los estudiantes que reflexionaran sobre cuáles han sido las principales enseñanzas que le ha traído el semestre dada la transición a la presencialidad. Uno de los comentarios dice que “[...] hay que reconocer que el adaptarse a asistir presencialmente tiene grandes ventajas, como compartir con tus compañeros y realizar vida universitaria en comunidad, poder interactuar mejor y más rápido con los cuerpos docentes, y un punto que me parece relevante es que uno vuelve a sentir que se está aprendiendo realmente. Dados estos puntos, me queda grabado que siempre hay que valorar el tener la oportunidad de asistir a la universidad, de poseer un espacio donde podemos desarrollarnos académicamente en un entorno social y colaborativo.” En este comentario es posible apreciar que existe un cambio de percepción sobre los ambientes virtuales y presenciales de aprendizaje.

En otro de los comentarios, un grupo de alumnos y alumnas dice “que la vuelta a la presencialidad nos ha golpeado fuerte, principalmente porque para la mayoría de nosotros es primera vez que nos enfrentamos a las clases presenciales en este ambiente universitario. [...] puede que un semestre no sea suficiente para acostumbrarse del todo a esta normalidad o para garantizarnos indefinidamente esta presencialidad de la forma en que la hemos vivido hasta ahora, principalmente porque la pandemia si bien ha estado controlada, aún no ha terminado, y eso nos deja vulnerables ante lo que pueda ocurrir.” Este tipo de comentarios indica que para los estudiantes ha sido muy significativa la vuelta a la presencialidad, y es necesario que como docentes entendamos estas dificultades, que pueden también tener un impacto en la percepción de ciertos cambios que se implementen en los cursos.

Los estudiantes también comentaron sobre otros temas relevantes que pueden tener impactos en los cursos, como lo son la organización de sus tiempos y el trabajo en grupo. Lo anterior se ve reflejado en el siguiente comentario: “La transición a la presencialidad ha traído numerosas enseñanzas. Las principales tienen que ver con la organización y distribución de los tiempos. Así, un poco a la fuerza, hemos tenido que aprender a cumplir con plazos mucho más acotados que los que existían durante el período de clases a distancia, [...] las tareas contaban con varias semanas de plazo y los informes o trabajos solían tener plazos más flexibles. [...] Por otra parte, hemos aprendido nuevamente a convivir con nuestros pares. [...] De esta manera, la comunicación entre docentes y estudiantes ha resultado más efectiva que los años anteriores, permitiendo encontrar soluciones adecuadas a las distintas problemáticas que surgen en el quehacer académico.” En base a estas dificultades encontradas, es fundamental apoyarlos con planificaciones y reglas claras desde un comienzo, con el fin de disminuir la incertidumbre sobre las actividades del curso.

Respecto al desempeño académico de los estudiantes, se observa en la Figura N° 4 que en el primer semestre de vuelta a la presencialidad (2022-1) hubo una baja en el promedio de los promedios finales de los estudiantes aprobados en comparación a los semestres anteriores. Por otro lado, también se observan variaciones en la tasa de aprobación, la cual se mantuvo similar en el primer semestre de vuelta a la presencialidad en comparación con los dos últimos semestres remotos. Considerando las experiencias recogidas de los estudiantes, se considera que no es posible determinar el impacto de las pocas clases realizadas con metodologías activas dado el contexto que presentó muchas otras dificultades a los estudiantes. Es esperable que en el segundo semestre de 2022 se pueda hacer una medición real de impacto de la implementación de metodologías activas esperando que los estudiantes se hayan adaptado nuevamente a la presencialidad.

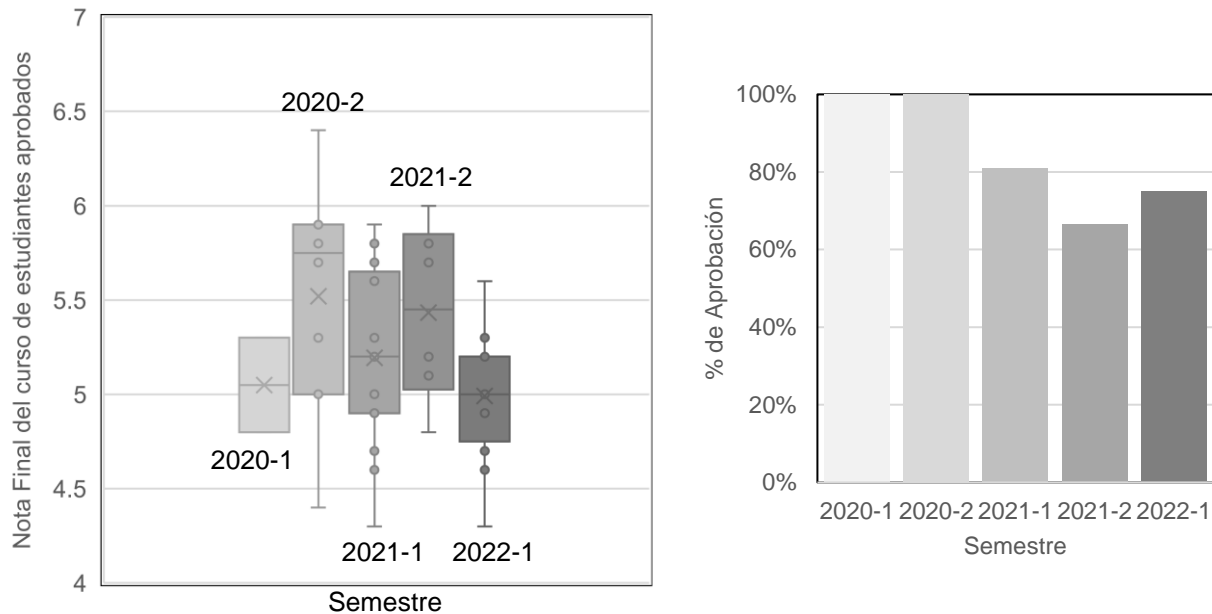


Figura N° 4 Desempeño académico de los estudiantes. En (a) se muestra un boxplot con las notas finales de los estudiantes aprobados y en (b) la tasa de aprobación en los últimos 5 semestres del curso

Por último, también se detectó en el curso que los estudiantes en su mayoría se conocían antes de comenzar el curso, y que interactuaban a través de redes sociales en contextos no necesariamente académicos. Esto es importante destacarlo, ya que los canales de comunicación tradicionalmente usados antes de la pandemia no son los mismos que usan los estudiantes hoy en día. Esto generó problemas en el curso dado que ellos continuaron comunicándose a través de los canales que usaron durante la pandemia, y no lograron hacer muchas consultas al equipo docente por los canales formales.

CONCLUSIONES

La experiencia presentada en este trabajo se considera positiva, sobre todo al considerar las reflexiones de los estudiantes en este periodo de transición entre la docencia online y la presencial. En general, los alumnos valoraron bastante las actividades prácticas realizadas, a pesar de haber existido ciertas dificultades externas al curso que les impidieron dedicar al curso el mismo tiempo que dedicaban otros estudiantes en el contexto online. A lo anterior también debe sumarse que el cuerpo docente tampoco logró cumplir con el programa planificado a comienzos de semestre. Por esta razón, se proyecta que el próximo semestre debería tener menos complicaciones para los estudiantes, quienes ya conocen mejor el contexto presencial, y, por lo tanto, debería haber un impacto en los resultados de la encuesta docente y en las notas de los alumnos una vez que se implementen los cambios aquí propuestos a un mayor número de clases. En una disciplina como la mecánica de rocas, es fundamental el trabajo aplicado y las actividades en que los alumnos aprenden cometiendo errores. Consecuentemente, es esperable que el uso de metodologías activas tenga un impacto en cómo los alumnos se enfrentan a problemas relacionados con distintos materiales, y en particular en rocas, en cursos futuros.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen principalmente a los estudiantes del curso por haber participado activamente y por haber destacado los aspectos fuertes del proyecto y los aspectos por mejorar para próximos semestres.

REFERENCIAS

- Dollár, A., & Steif, P. (2006). Learning modules for statics. *International Journal of Engineering Education*, 22(2), 381.
- George C., et al. (2016). A New Approach to Teach Mechanics of Material Through Touching Experience. *American Journal of Civil Engineering*, 4(4), 143-148.
- Gratchev, I. (2019). *Rock Mechanics Through Project-based Learning*. CRC Press.
- Hoek, E. (1966). Rock mechanics—an introduction for the practical engineer. *Mining Magazine*, 114(4), 236-255.
- Felmer, P (2018). Formación Inicial de Profesores en Resolución de Problemas Matemáticos. Iniciativa ARPA. Recuperado de: https://www.youtube.com/watch?v=vroeighr-giry&ab_channel=iniciativaarpa
- Karunamoorthy, S. (2014). A Rule Based Method to Construct the Mohr's Circle for Plane Stress. *Global Journal of Engineering Sciences*, 4(2).
- Khodadadi, A. (2015). *Active learning approach in teaching structural concepts to architecture students*. Proceedings de IASS Annual Symposia, 2015(19), pp. 1-11.
- Musso, M., & Behak, L. (2019). *Active Learning Teaching in Geotechnical Courses in Uruguay*. Proceedings de IAEG/AEG Annual Meeting, 2018—Volume 6, 41-43. San Francisco, California.
- Schroeder, T (2020). Static Equilibrium Lab Setup. Recuperado de: https://www.youtube.com/watch?v=4WzwuhyQIUg&ab_channel=TracieSchroeder
- de Soto García, I. S. (2018). *Flipped Classroom como herramienta para fomentar el trabajo colaborativo y la motivación en el aprendizaje de geología*. Edutec. Revista Electrónica De Tecnología Educativa, (66), 44-60.
- Suzuki, K., et al. (2021). Lab a domicilio: adaptación de un laboratorio de ensayos en materiales a modalidad remota. *En XXXIII Congreso Chileno de Educación en Ingeniería*.
- Tomás, R., et al. (2013). *On-line interactive digital resources for soil and rock mechanics lab practices teaching and learning on Erasmus Mundus Masters Programmes*. Proceedings de 2013 International Conference on Information, Business and Education Technology, 1017-1020.
- Zhu, H. (2016). *A flipped solid mechanics course designed based on the interactive, constructive, active, and passive (ICAP) framework*. En 2016 ASEE Annual Conference & Exposition. New Orleans, LA.