

Evaluación de los Resultados del Aprendizaje Mediado por Tecnología

Sandra C. Ramirez¹, Olga E. Scagnetti¹, Eva S. Casco¹

¹ Departamento Materias Básicas, Facultad Regional Santa Fe, Universidad Tecnológica Nacional
Lavaise 610. Santa Fe. Argentina.
{scramirez, oscagnetti, ecasco}@frsf.utn.edu.ar

Resumen. Este trabajo tiene como objetivo evaluar estrategias mediadas con tecnología, para promover un mejor desempeño académico en estudiantes del curso de Análisis Matemático I de la Facultad Regional Santa Fe. Se apuesta en este caso al aprendizaje colaborativo mediante el trabajo en grupos con resolución de problemas y su defensa con coloquios distribuidos a lo largo de la cursada. Se evalúa taxonómicamente los resultados mediante Structured of the Observed Learning Outcomes (SOLO). La experiencia fue muy satisfactoria esto se evidenció en cada una de las instancias de evaluación desarrolladas y en los resultados finales obtenidos por los alumnos. En base a la teoría Students Approaches to Learning (SAL) y la taxonomía SOLO el 71% de los alumnos obtuvo un aprendizaje profundo y el 29% aprendizaje estratégico.

Palabras Clave: Resultados de aprendizaje, Evaluación taxonómica, Estrategias de enseñanza con tecnología.

1 Introducción

Argumentar y modelar son habilidades que deben ser promovidas desde los primeros años de ingeniería en todas las materias básicas y en particular en matemática. El desarrollo del pensamiento matemático comprende, entre otros, el desarrollo de habilidades cognitivas que promueven el pensamiento, en particular, la argumentación y la modelación, entendiendo que argumentar es formular opiniones fundamentadas, verbalizando sus intuiciones y concluyendo correctamente, así como detectar afirmaciones erróneas o generalizaciones abusivas; y modelar se refiere a construir una versión simplificada y abstracta de un sistema más complejo, que involucra una variedad de representaciones de datos seleccionando y aplicando métodos apropiados y herramientas para resolver problemas.[1]

Los nuevos diseños curriculares nos interpelan a adecuar la forma de evaluar, las recomendaciones del Consejo Federal de Decanos de Facultades de Ingeniería (CONFEDI) se basan en obtener resultados de aprendizaje por competencias, tanto genéricas como específicas, este tipo de perspectiva promueve capacidades autónomas en el estudiante que no solo debe saber, sino también saber hacer, para incorporar esto son necesarias metodologías y técnicas activas.

Para enfrentarse a los retos que se plantean se requieren nuevas formas de funcionamiento por parte de profesores y estudiantes. En relación con los alumnos, no basta con ser experto en una determinada materia, ya que se deben desarrollar múltiples competencias fundamentales entre las que destacan la capacidad de resolver problemas, la capacidad de trabajo en equipo, las habilidades comunicativas, las habilidades de aprendizaje autónomo, el pensamiento crítico y la toma de decisiones [2].

Así mismo en la actualidad uno de los principios básicos del CONFEDI consiste en centrarse más en la perspectiva del aprendizaje del alumno que en la del profesor que enseña. Teniendo una tendencia más contextual autores como Entwistle o Biggs proponen un nuevo concepto, los “enfoques de aprendizaje de los estudiantes” (Student Approaches to Learning, SAL). Con metodologías inicialmente cualitativas y después cuantitativas basadas en cuestionarios, la teoría SAL explora el aprendizaje y su contexto a partir de la propia experiencia de aprendizaje del estudiante, universitarios en nuestro caso, es decir, de la auto percepción que tiene de sus habilidades y estrategias de aprendizaje y estudio en su propio contexto.[3]

El objetivo de este trabajo es evaluar estrategias mediadas con tecnologías, para promover un mejor desempeño académico en estudiantes del curso de Análisis Matemático I de la Facultad Regional Santa Fe.

Se pretende desarrollar competencias cognitivas y habilidades matemáticas en nuestros alumnos y lograr una evaluación de los resultados del aprendizaje. Se brinda una estrategia de enseñanza y un método de evaluación. Cambiar la clase expositiva y el modo de evaluación tradicional que produce resultados poco satisfactorios evidenciados en los altos índices de aplazos, repitencia, dilación en el tiempo de aprobación, uso deficiente de los recursos que la materia proporciona, entre otros desajustes.

2 Metodología

2.1 Participantes y contexto

La experiencia se realiza en una comisión de cursado cuatrimestral de la asignatura Análisis Matemático I (AMI) del año 2021 de la FRSF. Los alumnos de este curso, un grupo de 40 estudiantes recursantes de todas las especialidades y con al menos un aplazo en la materia, con nota mayor que 3, teniendo así un conocimiento previo de la materia.

2.2 Estrategia de enseñanza y evaluación

Desde el inicio de la pandemia por COVID-19, la educación como la conocíamos ha tomado una perspectiva diferente forzando a instituciones de todo el mundo y de todos los niveles a desarrollar nuevas metodologías que incluyan la educación en línea, utilizando todas las herramientas tecnológicas con el fin de mantener vigente la enseñanza en sus estudiantes [4].

Es por ello que en el 2021 atravesando aún la pandemia en nuestra cátedra se consideraron diferentes estrategias de enseñanza y evaluación acordes a la situación, mediadas por tecnologías.

En esta experiencia la estrategia de enseñanza se basó en clases sincrónicas y asincrónicas, las clases asincrónicas consistieron en videos disponibles en el campus de la materia junto con material de lectura. En los videos se desarrollaron los temas teóricos de cada tópico de la asignatura, ejemplos de ejercicios prácticos y problemas resueltos. En las clases sincrónicas se realizaron consultas donde se despejaron dudas de los alumnos y se desarrollan ejercicios de las guías prácticas y ejercicios integradores juntamente con los estudiantes. Dada la modalidad en línea con que se desarrollan las actividades universitarias este año, las clases sincrónicas fueron a través de la plataforma en Microsoft Teams.

En los años anteriores la evaluación en la cátedra de AMI fue mediante exámenes teóricos-prácticos. En la presencialidad eran exámenes escritos mientras que en la virtualidad los alumnos debían aprobar tres instancias de evaluación. En la primera se evaluaba la teoría con ejercicios tipo verdaderos/falso o múltiple opción. En la segunda parte práctica se planteaba la resolución de ejercicios y la tercera instancia fue oral donde se les hacía preguntas sobre errores cometidos o para profundizar en algún tema. Ambas modalidades acordes a un estilo más tradicional de enseñanza y evaluación.

En esta experiencia la evaluación de los desempeños de los alumnos en cada uno de los tópicos de la asignatura se aborda desde la evaluación formativa. Se realizan coloquios cada quince días que abordan los tópicos desarrollados en ese período. Esta instancia de evaluación, oral y en grupos, consiste en 7 coloquios distribuidos a lo largo de todo el cuatrimestre. En la tabla 1 se detallan los temas evaluados en cada coloquio de acuerdo con la planificación de la asignatura.

Tabla 1. Temas evaluados por coloquio.

Coloquio	Tema
1	Funciones
2	Límite y continuidad
3	La derivada y sus aplicaciones
4	La integral y sus métodos
5	Aplicaciones de la integral
6	Sucesiones y Series
7	Series de Taylor

En cada coloquio se entregó tres ejercicios por grupo contando con cinco días para resolverlos para luego exponer su resolución. Uno de los ejercicios era un problema de aplicación. Para la exposición oral se promueve el uso de herramientas tecnológicas como powerpoint, y el software matemático Geogebra. Con el objeto de fomentar la adaptación a distintos grupos de trabajo, se eligieron cada dos coloquios los grupos al azar. La virtualidad posibilitó grabar los coloquios lo que permitió revisar las exposiciones.

El rol de los docentes fue actuar como guía. Sus interacciones con el estudiante se centraron en facilitar el papel activo del alumno, y de ayudarlo a descubrir por sí mismo cómo se realiza la tarea para obtener una producción final que lo conduzca paulatinamente a los resultados de aprendizajes esperados.

2.3 Procedimiento de análisis de las respuestas a los ejercicios

La taxonomía SOLO de Biggs y Collis [5] describe el incremento de la complejidad en el desempeño de tareas de aprendizaje, lo que brinda un enfoque para categorizar el rendimiento cognitivo teniendo en cuenta la estructura del resultado de aprendizaje observado, de modo que una respuesta viene a ser un resultado de aprendizaje que puede observarse, la cual es provocada por una pregunta. En ese sentido, la taxonomía SOLO postula cinco niveles ascendentes:

- *Preestructural (PE)*: el nivel más bajo, la respuesta que no ha captado la pregunta;
- *Uniestructural (UE)*: la respuesta dada al ítem capta solo una parte de la tarea;
- *Multiestructural (ME)*: la respuesta es solo una descripción cualitativa de la situación;
- *Relacional (R)*: la respuesta da cuenta que integra la descripción cualitativa con un aspecto cuantitativo;
- *Abstracto ampliado (A+)*: la respuesta integra lo cualitativo.

En la tabla 2 se describen de manera más desarrollada los niveles jerarquizados PE, UE, ME, R y A+.

Tabla 2. Niveles jerarquizados de la taxonomía SOLO. Nota: Elaboración Vidal-Estrella [6].

Nivel	Descripción
(PE) Preestructural	Es el nivel más bajo, la respuesta da cuenta que el individuo no ha captado la pregunta. En otras palabras, se utiliza un dato o proceso incorrecto de forma simplista que puede llevar a una conclusión irrelevante. El individuo puede incluso no comprometerse con el problema, por lo que no hay ningún tipo de cierre en la respuesta.
(UE) Uniestructural	Es el nivel en que la respuesta dada a la pregunta atiende a solo una parte de la tarea. Un único proceso o concepto se aplica al menos a un dato. Se extrae una conclusión, pero a menos que el proceso único junto con los datos seleccionados sean suficientes para la correcta solución del problema, la conclusión no será válida del todo.
(ME) Multiestructural	Es el nivel en que la respuesta tiene una descripción cualitativa de la situación. Se utiliza una serie de procesos o conceptos sobre uno o más datos, pero sin síntesis de la información ni conclusiones intermedias. Esta falta de síntesis puede ser aceptable en el caso de una de una pregunta sencilla, o puede indicar un rendimiento cognitivo inferior que se requiere para resolver el problema con éxito.
(R) Relacional	Es el nivel en que la respuesta integra la descripción cualitativa con un aspecto cuantitativo. Una respuesta relacional se caracteriza por la síntesis de información, procesos y resultados intermedios. Para llegar a la conclusión, se aplican conceptos a algunos de los datos, dando resultados intermedios que luego se relacionan con otros datos y/o procesos.
(A+) Abstracto ampliado	Es el nivel más alto en que las respuestas abstractas ampliadas son estructuralmente similares a las respuestas relacionales, pero en este caso los datos, conceptos y/o procesos (más habitualmente los dos últimos) se extraen de fuera del dominio de conocimiento y experiencia que se supone, hipotéticamente, en la pregunta.

Es importante observar que el grado de complejidad en la respuesta depende tanto de la capacidad cognitiva del individuo como de la dificultad de la pregunta.

En Biggs y Collins se aportan ejemplos aplicables a diversas disciplinas, mostrando la manera en que los cinco niveles de la taxonomía se localizan en los productos alcanzados por los estudiantes, después de la realización de tareas. El nivel preestructural es simple, indica que no ha habido comprensión. En los niveles uniestructural y

multiestructural, se concibe comprender como un incremento cuantitativo de los resultados alcanzados. Las respuestas construidas en torno al más alto nivel incluyen los más bajos y un poco más. El poco más, en el caso del nivel relacional sobre el multiestructural, implica una reestructuración conceptual de los componentes y el reconocimiento de un sistema que los integra. El último nivel supone que el alumno se implica profundamente con el material, relaciona los contenidos con los conocimientos previos y generaliza sobre aspectos no presentados en el material original. La principal línea divisoria esta entre los niveles III y IV. En los niveles IV y V, las respuestas dan evidencia de comprensión, en el sentido de estructurar e integrar las partes del material.

Para autores como Romero [7] la teoría SAL propone tres enfoques principales de aprendizaje y estudio: los enfoques *superficiales*, *profundo* y *estratégico*. En el contexto universitario, el enfoque profundo consistiría en estudiar comprendiendo el significado del material que se quiere aprender y, por tanto, buscando relaciones entre las ideas, reflexionando sobre los conceptos obtenidos en las clases, cuestionando lo que se lee, examinando los detalles para apoyar los argumentos que se hacen, etc. El enfoque superficial supondría estudiar lo mínimo necesario para ser meramente capaz de reconocer y reproducir los materiales con objeto de superar la evaluación académica, lo cual a veces suele llevar consigo consecuencias negativas tales como sensación de “estar perdidos” en el material de estudio y con problemas para darle sentido o ver las relaciones entre las ideas. Conceptualmente los enfoques superficial y profundo tienen su base en distinciones tales como aprendizaje superficial y aprendizaje significativo de Ausubel o asociativo y constructivo [8] [9].

El enfoque estratégico podría no incluirse en todos los cuestionarios, y es más bien una dimensión de control del procedimiento, que lleva al estudiante a organizar cuidadosamente su tiempo, mantenerse motivado, no distraerse, poner mucho esfuerzo en su trabajo y estar determinado a hacerlo bien con arreglo a las demandas, aplicando enfoques profundos o superficiales según el contexto.

De lo anterior:

- *Aprendizajes superficiales*: I) Preestructural: Las respuestas son erróneas o realizan tautologías que no dan prueba de un aprendizaje relevante. II) Uniestructural: las respuestas se enfocan en el dominio relevante y toma sólo un aspecto para trabajar. Dejan de lado atributos importantes. No se llega al resultado. III) Multiestructural: En las respuestas se evidencian cada vez más aspectos relevantes o características correctas, pero no los integra. “Cuenta un conocimiento” apabulla con información, pero no los estructura como debiera.
- *Aprendizajes Profundo*: IV) Relacional: La respuesta integra cada aspecto relevante con los otros, de manera que el todo tiene una estructura coherente y significado. Este es el primer nivel en el que se puede utilizar adecuadamente el término “comprensión” en un sentido académicamente relevante. Se logra relacionar información vieja con la nueva, reorganizar el conocimiento, generar respuesta a diversas situaciones.
- *Aprendizajes estratégicos*: V) Abstracto Ampliado: la respuesta trasciende lo dado. El todo se conceptúa en un nivel superior de abstracción. Se logra aplicar conocimiento, encontrar un propósito, criticidad, solucionar problemas, autorregulación, creatividad.

Para organizar la información, valorar las respuestas de los estudiantes y ofrecer una retroalimentación luego de calificar se utilizó una rubrica. Además de calificar el resultado, permite calificar las estrategias que utilizó el estudiante.

En la tabla 3 se describen los criterios usando SOLO las respuestas permiten discriminar los niveles taxonómicos. Dada la naturaleza de la evaluación se agruparon categorías.

Tabla 3. Rubrica para evaluación por taxonomía SOLO.

Categoría SOLO	Criterio	Valoración Máxima
I, II y III	- Resolución Matemática.	3
IV	- Planteo y resolución de problemas. - Relaciona información vieja con la nueva. - Reorganiza el conocimiento. - Genera respuestas a diversas situaciones	3
V	- Uso de recursos tecnológicos para justificar resolución. - Búsqueda de resoluciones no tradicionales.	1

En cada coloquio las respuestas a los ejercicios se clasificaron por medio de la taxonomía SOLO, puesto que permite examinar las soluciones por nivel para describirlas y caracterizarlas de acuerdo con la manifestación de los conocimientos detallados en los criterios de la tabla 3.

3 Resultados y Conclusiones

Se muestra en a figura 1 el promedio de notas obtenidos en cada coloquio.

De acuerdo con los resultados observados por coloquio el tema 2, límite y continuidad, es en el que se evidenció mayor dificultad promedio 4,5. Se observa el pico más alto, promedio 5,6 en el tema aplicaciones del integral tema central en las carreras de ingeniería. Y una línea de tendencia en alta en los coloquios 3,4 y 5 que corresponden a los temas derivadas e integrales, tópicos medulares de la asignatura.

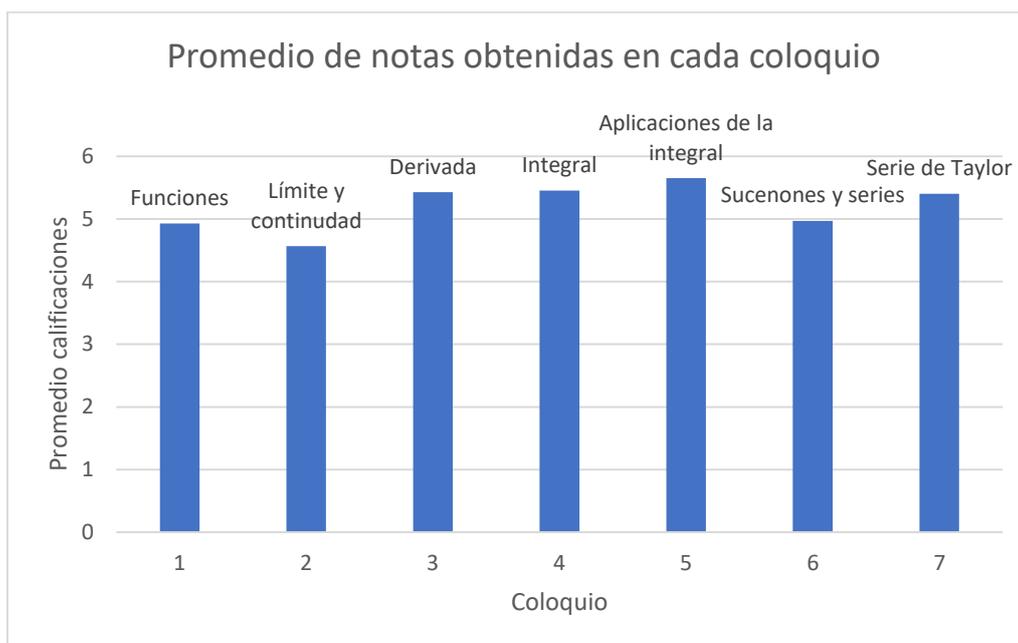


Fig. 1. Promedio de notas obtenidas en cada uno de los 7 coloquios.

Con un promedio general en todos los coloquios fue de 5,2 y la mediana 5,4 la nota máxima 7. Las respuestas se concentraron en la categoría IV racional de la taxonomía SOLO, los estudiantes mostraron un aprendizaje profundo.

En base a la teoría SAL y la taxonomía SOLO, el 71% de los alumnos obtuvo un aprendizaje profundo y el 29% aprendizaje estratégico.

Se puede concluir que con la taxonomía de SOLO los alumnos pudieron profundizar en el conocimiento y en su autopercepción sobre sus saberes con la ventaja que el profesor conoce el nivel real del alumnado. Se dio la taxonomía de evaluación a usar para que, en forma complementaria, se pudiera cuantificar y clasificar tanto el aprendizaje como las competencias puestas en juego.

Es posible que los resultados se hayan visto descentrados dado la naturaleza del grupo, recursantes y con aplazo en la asignatura, pero consideramos que esta experiencia fue favorecedora para los resultados de aprendizajes, en especial para este grupo que trae conceptos y concepciones sobre sus saberes erróneos. Mejorando la autopercepción que tienen estos estudiantes de sus habilidades y estrategias de aprendizaje y estudio.

Referencias

1. Estrella, S.; Alvarado, H.; Olfos, R.; Retamal, L.: Desarrollo de la alfabetización probabilística: textos argumentativos de estudiantes (según niveles de razonamiento de la taxonomía SOLO). *Revista Paradigma*, Vol.40, No 1, pp. 280-304. (2019).
2. Cortez, C.; Nussbaum, M.; Woywood, G.; Aravena, R.: Learning to collaborate by collaborating: a face-to-face collaborative activity form easuring and learning basics abouteam work. *Journal of Computer Assisted Learning*, Vol. 25, pp. 126-142. (2009).

3. Carrascal Torres, N., Alvarino Bettín, G., Díaz Buitrago, E.: *Estrategias mediadas por TIC para el desarrollo de enfoque de aprendizaje profundo en estudiantes universitarios*.
http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0123-48702009000100001&lng=en&tlng=es (2009).
Accedido 14 de Mayo de 2022.
4. Valero-Cedeño, N.; Castillo-Matute, A.; Rodríguez-Pincay, R.; Padilla-Hidalgo, M.; Cabrera-Hernández, M.: Retos de la educación virtual en el proceso enseñanza aprendizaje durante la pandemia de Covid-19. *Dominio de las Ciencias*.
<https://dominiodelasciencias.com/ojs/index.php/es/article/view/1530> (2020). Accedido 03 sep. 2022.
5. Biggs J; Collis K.: Hacia un modelo de desarrollo y evaluación del plan de estudios basado en la escuela utilizando la taxonomía SOLO. *Revista australiana de educación*, Vol. 33, No 2, pp151-163. (1989).
6. Vidal-Szabó, P.; Estrella, S.: Conocimiento Estadístico Especializado en Profesores de Educación Básica, basado en la taxonomía SOLO. *Revista Chilena De Educación Matemática*, Vol. 13, No 4, pp134-148. (2021).
7. Romero Medina, A.; Hidalgo Montesinos, M. D.; González Javier, F; Carrillo Verdejo, E.; Pedraja Linares, M. J.; García Sevilla J.; Pérez Sánchez, M. A.: Enfoques De Aprendizaje En Estudiantes Universitarios: Comparación De Resultados Con Los Cuestionarios ASSIST Y R-SPQ-2F. *Revista De Investigación Educativa*, Vol. 31, No 2, pp. 391 (2013)
8. Pozo, J.I. *Aprendices y maestros. La nueva cultura del aprendizaje*. Alianza. (2008).
9. Romero, A.: Aprendizaje cognitivo y/o complejo. En A. Puente (Ed.), *Psicología contemporánea básica y aplicada*. pp. 320-345. Pirámide. (2011).