

¿LAS ESTRATEGIA MEDIADAS POR TIC DESARROLLAN APRENDIZAJE PROFUNDO EN ESTUDIANTES DE ANÁLISIS MATEMÁTICO I?

DO ICT MEDIATED STRATEGIES DEVELOP DEEP LEARNING IN STUDENTS OF MATHEMATICAL ANALYSIS I?

Presentación: 22/10/2022

Sandra C. Ramirez

Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Santa Fe, Santa Fe, Argentina.
scramirez@frsf.utn.edu.ar

Olga E. Scagnetti

Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Santa Fe, Santa Fe, Argentina.
oscagnetti@frsf.utn.edu.ar

Eva S. Casco

Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Santa Fe, Santa Fe, Argentina.
ecasco@frsf.utn.edu.ar

Resumen

Resulta un gran desafío para los docentes encontrar estrategias que incentiven el uso de capacidades complejas e integradas que propicien el aprendizaje profundo de los tópicos medulares del cálculo. En el presente trabajo, se propone una alternativa de enseñanza asistida por tecnología, para que los alumnos que cursan la asignatura del ciclo básico, Análisis Matemático I, puedan apropiarse del conocimiento. Se evalúan los resultados de aprendizaje mediante cuestionarios de preguntas y la taxonomía Structured of the Observed Learning Outcomes (SOLO). En base a la teoría Students Approaches to Learning (SAL) y la taxonomía SOLO, el 52% de los alumnos obtuvo un aprendizaje profundo o estratégico y el 48 % aprendizaje superficial.

Palabras clave: Resultados de aprendizaje -Evaluación taxonómica - Estrategias de enseñanza con tecnología.

Abstract

It is a great challenge for teachers to find strategies that encourage the use of complex and integrated skills that promote deep learning of the core topics of calculus. In the present work, a technology-assisted teaching alternative is proposed, so that students who take the basic cycle subject, Mathematical Analysis I, can appropriate knowledge. Learning outcomes are assessed using question questionnaires and the Structured Taxonomy of the Observed Learning Outcomes (SOLO). Based on the Students Approaches to Learning (SAL) theory and the SOLO taxonomy, 52% of the students obtained deep or strategic learning and 48% superficial learning.

Keywords: : Learning outcomes - Taxonomic evaluation - Teaching strategies with technology.

Introducción

Como docentes de Análisis Matemático I es un gran desafío para nosotros que los alumnos puedan apropiarse del conocimiento e incentiven sus capacidades. Desde hace varios años nuestro tema de investigación es analizar el impacto del uso de las tecnologías en el proceso de enseñanza y aprendizaje. En particular, desde el año 2020 en el marco del proyecto de investigación “Análisis de los procesos de enseñanza y de aprendizaje: La utilización de tecnologías emergentes y su contribución en el desarrollo de competencias en los alumnos del ciclo básico de la UTN- FRSF” analizamos el impacto que realizan en este proceso las tecnologías emergentes.

Hoy en día cuando nos referimos al proceso de enseñanza y aprendizaje, y en particular, a los resultados del aprendizaje coincidimos con autores como Lopez y Lopez [1] en que este proceso no depende sólo al modo en que el profesor presenta la información sino también al modo en que el alumno la adquiere, procesa y recupera, es decir, su enfoque de aprendizaje.

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 autopercepción que tiene de sus habilidades y estrategias de aprendizaje y estudio en su propio contexto.[2]

Existen diferentes enfoques de aprendizaje, dentro de la teoría de SAL, que dependen de la forma en que los estudiantes afrontan una tarea de aprendizaje, interrelacionan las características personales y las reacciones inducidas por las situaciones de aprendizaje.

El concepto de enfoque describe un aspecto cualitativo del aprendizaje. Se refiere a cómo el estudiante experimenta y organiza los contenidos de una tarea, y sobre qué y cómo aprende, más que sobre cuánto recuerda.

En ese sentido Biggs plantea el modelo 3P de aprendizaje. “El modelo 3P de aprendizaje, analiza los tres tipos de variables implicadas (presagio, proceso, producto) que inciden sobre la calidad del aprendizaje tanto a nivel cuantitativo, relacionado con el constructo "estructura-hechos", como cualitativo, implicación afectiva del estudiante: satisfacción/insatisfacción” (Citado por Maquilón 2003, en López y López).

Se propone una estrategia pedagógica mediada por tecnología (Proceso) y se evalúan los resultados de aprendizajes (Producto). Actuar sobre el proceso con estrategias motivadoras que colaboren con el enfoque del estudiante para lograr aprendizajes profundos en él.

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 (AMI) de la Facultad Regional Santa Fe.

Desarrollo

Participantes

La experiencia fue realizada en una comisión de 39 alumnos de AMI de la carrera Ingeniería en Sistema de Información (ISI) del año lectivo 2022.

Estrategia de enseñanza y evaluación

Desde hace un tiempo un grupo de docentes investigadores de la cátedra hemos diseñado “Mini Unidades de Aprendizaje” (MUA) (Casco et al, 2018) [3]. El término hace referencia a un anteproyecto de los Objetos de Aprendizajes, dado que no cumplen con la totalidad de los criterios demandados. Sin embargo, esto no invalida que los alumnos puedan utilizar una MUA, en el proceso enseñanza- aprendizaje.

En este caso los docentes crearon una MUA con la herramienta “Libros de GeoGebra”. Esta potencial herramienta se caracteriza por ser un medio ágil para crear libros interactivos y permite trabajar con textos en línea ilustrados y dinámicos. En cada hoja de trabajo o construcción dinámica, se puede incorporar textos, aplicaciones GeoGebra, videos e imágenes, además, su acceso es libre y gratuito desde la Web.

Se realizó la MUA a partir del contenido Integral Definida, tema medular de la materia AMI. El tratamiento del tópico fue desarrollado bajo la contextualización de una situación problema a resolver y con una secuencia determinada. La misma está constituida por el desarrollo teórico del concepto, el problema aplicado y la resolución de este de forma estática y dinámica. La misma está disponible en el campus de la cátedra.

La presentación de contenidos, las actividades que refuerzan el aprendizaje y la coherencia presente en el material didáctico elaborado, son fundamentales para que los mismos puedan ser aprehendidos por los estudiantes. En ese sentido la MUA juega un papel importante debido a su forma de presentar contenidos y de transferir conocimientos. Esta herramienta de aprendizaje posee contenido interactivo, es indivisible e independiente de otras MUAs, puede ser utilizada en distintos contextos (clases virtuales o clases presenciales) pudiendo ser favorecedora de los procesos internos que motivan a los estudiantes hacia el aprendizaje de un tema. Resulta una guía en el proceso de aprendizaje y propicia el rol del docente facilitador en la enseñanza.

La propuesta didáctica comienza invitando a los alumnos la lectura del material en forma individual o grupal, en una suerte de aula invertida como actividad extra-áulica, debían trabajar con la MUA antes de la clase indicada. Luego en el aula se hace una exposición conjunta de los temas principales donde los alumnos construyen el concepto de integral definida: aproximaciones de áreas y teorema fundamental del cálculo integral y se realizan ejercicios.

Para evaluar los resultados de aprendizajes en clase se les da un cuestionario de respuestas cortas, es una prueba de lápiz y papel de 5 ítems (tabla 1). Se calificó con 1 punto la respuesta correcta y 0 las respuestas parcialmente correctas o erróneas.

Bajo este criterio el 79,7% de los alumnos obtuvo nota mayor o igual a 60%. Luego se procede al análisis de los textos argumentativos.

Pregunta	Objetivo
1. Calcular de manera aproximada el área bajo la curva definida por $y=\text{sen}(x)$ en el intervalo $[0, \pi]$, utilizar una partición de 4 intervalos.	Realizar la aproximación cálculo de áreas mediante suma de Riemann
2. Evaluar la integral $\int_0^{\pi} \text{sen}(v)dv$.	Realizar el calcula de una integral en este caso sencilla.

<p>3. Enumerar tres propiedades de la integral definida dar ejemplo de cada propiedad.</p>	<p>Describir propiedades. Aplicar conocimiento teórico.</p>
<p>4. Justificar la igualdad</p> $\int_0^3 (x^3 - 6x) dx = \lim_{n \rightarrow \infty} \sum_{i=1}^n \left[\left(\frac{3i}{n} \right)^3 - 6 \left(\frac{3i}{n} \right) \right] \frac{3}{n}$ explicando sus componentes.	<p>Aplicar mediante un ejemplo en particular la definición de integral definida y sus componentes. Teorizar contenidos.</p>
<p>5. La gráfica de $y = x-1$ es la recta con pendiente 1 que se presenta en la figura. Calcular la integral $\int_0^3 (x - 1) dx$ base al grafico (sin usar métodos de integración). (sin utilizar Barrow).</p>	<p>Interpretar el concepto de integral definida para funciones no necesariamente positiva.</p>

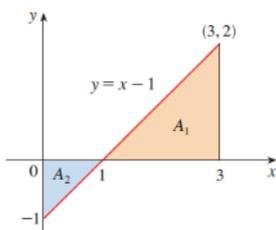


Tabla 1:

Cuestionario Integral definida (ejercicio elaboración propia y libro cálculo de una variable. J. Stewart) [4]

Procedimiento de análisis de las respuestas al cuestionario (textos argumentativos).

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.

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.

Biggs y Collins 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.

Por otro lado, consideramos la teoría SAL, para autores como Romero [6] esta teoría 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 [7] [8].

El enfoque estratégico 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. Las respuestas a las preguntas fueron clasificadas según la taxonomía SOLO.

En la tabla 2 se describen algunos criterios usando SOLO las respuestas permiten discriminar los niveles taxonómicos.

Niveles	Algunos Criterios
PE	No da respuesta Incoherencia en la respuesta
UE	No Identifica definición de integral.

	Resuelve una integral sencilla con error
ME	Realiza una integral simple. Enumera propiedades, pero no ejemplifica o no lo hace correctamente. Presenta dificultades en interpretar los elementos en la definición de integral definida.
R	Aplica correctamente aproximación de área. Explica correctamente Integral de funciones no positivas.
A+	Explica correctamente la definición de integral definida, especificando sus elementos para este caso en particular. Realiza gráficos explicativos de la situación cuando no son requeridos. Presenta trabajo prolijo y ordenado.

Tabla 2. Rubrica para evaluación por taxonomía SOLO.

Sobre un total de 39 alumnos, se presenta en la tabla 3 por cada pregunta la cantidad de respuestas correspondientes a cada nivel taxonómico utilizando la rúbrica de la tabla 2.

Pregunta	PE	UE	ME	R	A+
1	5	4	8	20	2
2	4	3	7	24	1
3	4	4	11	20	0
4	10	9	10	8	2
5	5	3	6	22	3
	28	23	42	94	8
	<i>Aprendizaje Superficial</i>			<i>Aprendizaje Profundo</i>	<i>Aprendizaje estratégico</i>

Tabal 3: Respuestas por cada nivel taxonómico utilizando la rúbrica de la tabla 2.

En figura 2 Puede observarse que la mayor frecuencia de las respuestas obtenidas se encuentra en un nivel racional, más precisamente un porcentaje del 48%. El 4% obtiene un nivel abstracto ampliado (Figura 2).

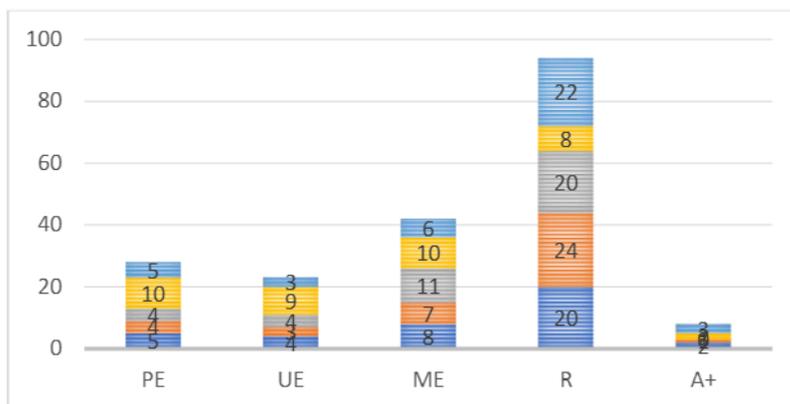


Figura 1: Respuestas por niveles Taxonomía SOLO

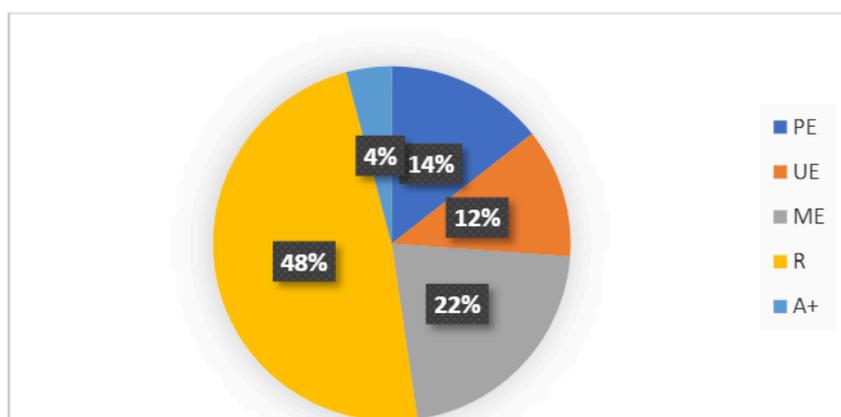


Figura 2: Porcentajes Taxonomía SOLO

En general 52% de las respuestas muestra un aprendizaje profundo o estratégico y 48% un aprendizaje superficial. Estando concentradas la mayor cantidad de respuestas 48% y 22% en los niveles III y IV respectivamente.

Conclusiones

- Nuestra experiencia en años anteriores denotaba un bajo porcentaje de alumnos que lograba demostrar comprensión en el tópico estudiado y generalmente mediante resolución de ejercicios rutinarios, es decir lograban resolver integrales pero sin interpretar la idea teórica detrás de ese cálculo, como por ejemplo la aproximación del cálculo de integrales definidas y el teorema fundamental. En ese sentido, este trabajo con la metodología de enseñanza mediadas por tecnología y basada en el aprendizaje centrado en el alumno favoreció el aprendizaje profundo en este tópico.
- El 79,7% de los alumnos aprobó el cuestionario, de sus respuestas el 52% pertenecían a la categoría de un aprendizaje profundo o abstracto ampliado.
- El uso de la taxonomía SOLO nos permitió a los docentes conocer el nivel real del alumnado y a los alumnos tener una retroalimentación de sus resultados que les permite avanzar en sus aprendizajes.

Referencias

[1] López Aguado, Mercedes y López Alonso, Ana Isabel. Los enfoques de aprendizaje. Revisión conceptual y de investigación: Revisión teórica y de investigación. Revista Colombiana de Educación, (64), 131-153. (2013). Recuperado el 03 de octubre de 2022, de

http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-

39162013000100006&lng=en&tlng=es.

[2] 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.

[3] Casco, E., De Santis, E., Verrengia, M., Tibaldo, A. "El uso de tecnologías, la comprensión y la evaluación". IPECyT: VI jornadas nacionales y II latinoamericanas de ingreso y permanencia en carreras científico-tecnológicas (págs. 658-662). (2018).

[4] James Stewart, Cálculo de una variable. Trascendentes y Tempranas, sexta edición (edición revisada), CENGAGE learnig, (2008).

[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] 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)

[7] Pozo, J.I. Aprendices y maestros. La nueva cultura del aprendizaje. Alianza. (2008).

[8] Romero, A.: Aprendizaje cognitivo y/o complejo. En A. Puente (Ed.), Psicología contemporánea básica y aplicada. pp. 320-345. Pirámide. (2011).