

MEJORAR LOS APRENDIZAJES DE ESTUDIANTES ADULTOS TRABAJADORES, UTILIZANDO UN ENFOQUE EN LA RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS EN CÁLCULO DIFERENCIAL E INTEGRAL.

Teresa del Carmen Aguilar González - Universidad de las Américas - taguilar@udla.cl

RESUMEN

La Universidad de las Américas recibe a un gran número de estudiantes adultos que son a su vez trabajadores. Una cantidad importante de ellos presentan dificultades en las asignaturas de matemática, especialmente en Cálculo. En UDLA, se definen como asignaturas críticas aquellas que presentan una tasa de reprobación superior al 40% y/o una tasa de abandono superior al 20%. Por tanto, es de gran interés trabajar en metodologías y acciones que permitan avanzar a los estudiantes adultos en el logro de los resultados de aprendizaje de las distintas asignaturas y del mismo modo disminuir los indicadores que conducen a la categoría de crítica a una asignatura.

Las aulas virtuales son un sello de la institución y ellas están orientadas al apoyo del proceso de aprendizaje de nuestros estudiantes, con especial enfoque en los estudiantes adultos trabajadores. De esta forma, se analizó el impacto del uso de los elementos disponibles en el aula virtual. El material diseñado para intervenir a la sección de la asignatura tuvo un enfoque en la resolución de problemas, para posteriormente medir el impacto respecto de los porcentajes de aprobación de los estudiantes expuestos v/s los que no al material de aprendizaje. Se utilizó la prueba estadística T que permite detectar si existen diferencias significativas entre las medias de los distintos grupos.

PALABRAS CLAVES: Estudiantes adultos, aprendizajes, material de estudio, resolución de problemas.

INTRODUCCIÓN

El aumento sostenido de estudiantes adultos trabajadores que ingresan a la educación superior, en busca de perfeccionamiento, trae consigo grandes desafíos, entre ellos, replantearse la enseñanza considerando el individuo que la recibe. De esta forma, cobra gran importancia el concepto de Andragogía. La enseñanza en adultos, debe ofrecer elementos diferenciadores y complementarios a la Pedagogía. Malcom Knowles (1980), conocido como el padre de la Andragogía, propone varios elementos esenciales que se deben considerar en la enseñanza de adultos, entre ellos: “El aprendizaje de adultos está centrado en la problemática de la situación, más que en los contenidos”. Malcom Knowles (1980). “Los adultos necesitan conocer la razón por la que se aprende algo”.

Una habilidad que se desea alcanzar en los estudiantes, independiente del área o ciclo académico de estudio, es la resolución de problemas. Parra (1990) propone que: “Un problema es aquel que, a quien se le plantee puede comprender, pero no dispone de un sistema que le permita identificar directamente la solución”, así un problema propone un desafío intelectual más allá de la aplicación de un algoritmo rutinario. En definitiva, la resolución de problemas es una metodología activa de aprendizaje que propicia el trabajo en equipo y la discusión entre pares, con el objeto de dar respuesta a lo planteado.

Junto a lo anterior, el uso de herramientas como aulas virtuales con materiales y actividades que promuevan el aprendizaje en estudiantes es fundamental, ya que al incorporar elementos tecnológicos

que faciliten cálculos rutinarios, abren paso a la construcción de conocimiento a partir del enfoque en la problemática misma y la comprensión del fenómeno en estudio.

Los estudiantes adultos tienen ventajas respecto de su experiencia y motivación por aprender. Sin embargo, el docente que trabaja con estudiantes adultos debe incorporar distintas metodologías y herramientas que promuevan el aprendizaje. La asignatura Cálculo Diferencial e Integral presenta un gran desafío desde el punto de vista de los aprendizajes por parte de los estudiantes. Así, una propuesta para avanzar en el logro de los resultados de aprendizaje de los estudiantes es el uso del aula virtual como un medio que contiene materiales asociados a la resolución de problemas que motiva a los estudiantes a indagar en la solución de lo planteado y una vez resueltos los cálculos numéricos, dar sentido a la solución encontrada en el contexto planteado inicialmente. De esta forma, la propuesta de innovación plasmada en la creación de materiales de estudio que apoyen y fomenten el aprendizaje de la asignatura de cálculo, surge como una propuesta en busca de disminuir las tasas de criticidad que ha presentado históricamente la asignatura.

Los efectos de la innovación se estudiaron desde una perspectiva cualitativa, a través de encuestas de percepción aplicadas a los estudiantes, respecto del uso de los materiales construidos bajo la orientación de la resolución de problemas. Junto con lo anterior, cuantitativamente, se contrastaron los promedios en la asignatura cálculo diferencial e integral y el porcentaje de abandono de la asignatura. El análisis consideró técnicas estadísticas descriptivas e inferenciales, respecto de los resultados obtenidos en la sección intervenida v/s las que no contaron con el material de estudio.

DESARROLLO

El trabajo es una innovación didáctica, que busca a partir del planteamiento del problema, trabajar en el logro de resultados académicos en la asignatura de cálculo diferencial e integral. Junto con lo anterior, se busca indagar respecto del impacto en el aprendizaje de los estudiantes, a partir del uso sistemático de recursos basados en la resolución de problemas apoyados con tecnología dispuestos en el aula virtual de la asignatura.

- La metodología considera aspectos cualitativos y cuantitativos. Los primeros enfocados en el instrumento de percepción de los estudiantes respecto del material trabajado durante la asignatura, material que ha sido entregado a la sección participante de la innovación cuyo enfoque es la resolución de problemas. El instrumento de apreciación busca indagar en el grado de valor que entregan tanto los estudiantes como el profesor y su percepción del impacto en los resultados obtenidos en las cátedras y también en la dinámica de las clases. Mientras que el análisis cuantitativo, está asociado al análisis de la prueba estadística T de comparación de medias.
- Revisión de bibliografía y diversas investigaciones y/o innovaciones que den cuenta del apoyo en distintos recursos ya sean metodológicos o herramientas como plataformas virtuales que contribuyan al logro de aprendizaje, con especial enfoque en estudiantes adultos.
- Construcción de instrumento de percepción que fue aplicado a los estudiantes y docente, respecto del material dispuesto en el aula virtual y que busca también recoger necesidades declaradas por los estudiantes para enfrentar la asignatura. La construcción de los instrumentos aplicados, pasó por un proceso de validación que se encuentra debidamente documentado. Además, la información entregada por los estudiantes para su posterior análisis contó con los resguardos éticos necesarios y la declaración de su parte, a través de un consentimiento informado.

Descripción de las secciones participantes:

El levantamiento de la información relacionada con el rendimiento e impacto de la innovación se dará a partir de tres secciones de Cálculo Diferencial e Integral (MAT333) que se dictaron el semestre 201810. Las tres secciones corresponden al régimen ejecutivo y los docentes involucrados tienen características similares. Si bien lo ideal, habría sido que fuese un mismo profesor dictando la asignatura para las secciones con y sin la intervención, esto no es posible de manejar, ya que la asignación de cursos no es algo sencillo en los campus y lo que prima en la asignación es lograr las cuotas de los profesores planta (número de módulos de clase que deben dictar en el semestre). Debido a lo anterior, se consideran para el estudio a tres profesores que tienen características similares en términos de años de experiencia dictando docencia y específicamente años de experiencia dictando la asignatura en estudio, cálculo diferencial e integral (MAT333) en UDLA.

El profesor que llevó a cabo el acompañamiento de los estudiantes de la sección del curso, Cálculo Diferencial e Integral (MAT333) utilizó los materiales construidos, es un docente del campus de Viña del Mar que tiene gran experiencia en la institución y específicamente en el régimen ejecutivo trabajando con estudiantes adultos. Los docentes de las secciones con las que se comparan los resultados son docentes con características similares, es decir con experiencia en el trabajo con estudiantes adultos. Junto con la similitud existente entre los docentes, los instrumentos de evaluación también son equivalentes por tablas de especificaciones.

Cada uno de los instrumentos de evaluación a aplicar ha sido validado y construido en base a la tabla de especificaciones abreviada disponible en el aula virtual de la asignatura.

Una vez rendidas las cátedras (evaluaciones) 1 y 2, se procedió a contrastar a través de la prueba estadística T las diferencias entre grupos.

Junto a lo anterior, se aplicó un instrumento que permita medir la percepción de los estudiantes del grupo que dispone del nuevo material alojado en el aula virtual de la asignatura. El objeto de aplicar un instrumento que mida la percepción de los estudiantes, respecto de los recursos disponibles en el aula virtual facilitó las orientaciones relacionadas a las mejoras del mismo y como medio de detección de necesidades no advertidas hasta el momento en los procesos de enseñanza aprendizaje de los estudiantes.

La escala Likert, es muy utilizada en encuestas que miden grados de valoración, frecuencia o intensidad de una tarea o niveles de aceptación. La escala fue diseñada por Rensis Likert (1932). Esta escala es muy utilizada en diversos análisis psicométricos y su uso se ha diversificado a muchos ámbitos. La escala de Likert consta de cinco niveles, siendo dos positivos, dos negativos y el central neutro. Respecto de este último, varios investigadores han estudiado la distorsión que se producen de las opiniones, por la existencia de este nivel neutro. Según Espejo y González-Romá (1999), indican que las personas tienen pensar que la categoría central es un equilibrio entre las otras y podrían no estar refiriéndose en realidad a su percepción respecto de la afirmación presentada.

Para las encuestas consideradas en el presente análisis, se seleccionó una escala de Likert forzado que contiene sólo cuatro niveles, dejando fuera el nivel neutro o sin posición respecto a lo planteado. Se espera que cualquier observación que no pueda ser recogida en la escala se plasme en las respuestas abiertas dispuestas al final de la encuesta.

En la sección intervenida se trabajó con los estudiantes construyendo su aprendizaje apoyados por el material basado en resolución de problemas. Este material fue trabajado por un total de 8 semanas de clases en las que se aborda por completo las primeras dos unidades de la asignatura "Cálculo Diferencial en una variable" y "Cálculo Diferencial en dos variables". Posteriormente, una vez aplicados los instrumentos de evaluación correspondiente a las cátedras 1 y 2 de la asignatura se procedió al

análisis de resultados. El análisis contempló el estudio de resultados de la cátedra, considerando métodos estadísticos tanto descriptivos como inferenciales (prueba de igualdad de medias T). Además de los instrumentos de percepción que se analizaron descriptivamente, una vez tabuladas las respuestas.

Para la construcción de los instrumentos de percepción se considera una encuesta para el profesor y otra para cada uno de los estudiantes participantes de la innovación.

La encuesta que fue aplicada contó con la validación de tres expertos que consignaron sus observaciones respecto del instrumento y firmaron, acreditando su participación en el proceso. Junto a la encuesta de percepción, se entregó a los estudiantes una carta de consentimiento informado que permite el análisis de la información que ellos proporcionaron en la encuesta.

RESULTADOS

Análisis de criticidad por NSP (no se presenta a la evaluación).

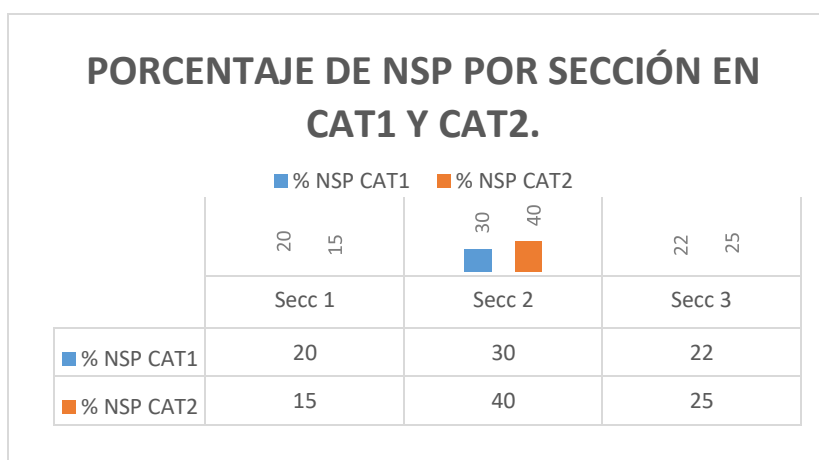


Figura 1: Porcentaje de NSP por sección en CAT1 y CAT2. Fuente: Sistema de información institucional BI (Business Intelligence).

La sección 1, corresponde a la sección que fue expuesta a la innovación respecto de contar para el desarrollo de la asignatura con el material de apoyo para el desarrollo de las clases y también para el estudio autónomo de los estudiantes. En el gráfico se puede observar que la sección 1, inicialmente crítica, lo es marginalmente al poseer exactamente el límite inferior de la categoría que define esta condición. Sin embargo, ella es la única que logra bajar el porcentaje y salir de esta condición al reducir 5 puntos porcentuales y obtener sólo un 15% de NSP en la cátedra 2.

Análisis de criticidad por rendimiento.

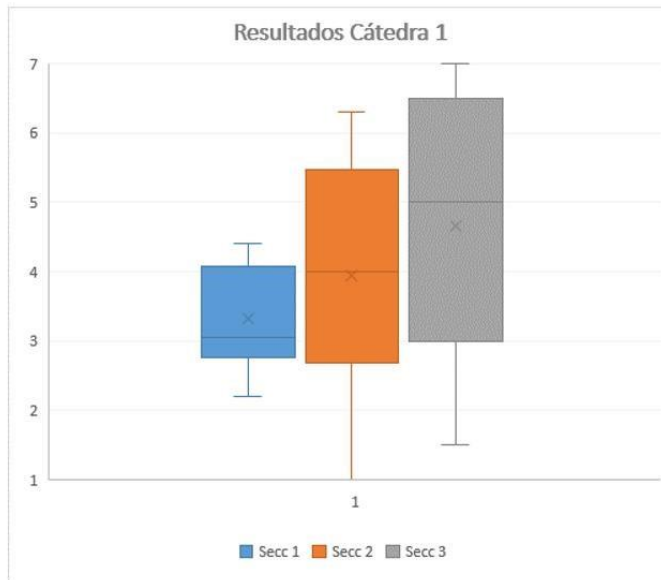


Figura 2: Resultados Cátedra 1 por sección. Fuente: Sistema de información institucional BI (Business Intelligence).

En la primera cátedra de la asignatura, se observa que la mediana de la sección 1 es la más baja respecto de las tres secciones presentadas. Sin embargo, la dispersión que se aprecia también es la menor en la sección 1, este hecho se aprecia por el tamaño de la caja y tampoco se observan valores extremos como los apreciados en la sección 2 que muestra una nota en el valor mínimo (uno), valor que se ubica en el bigote inferior.

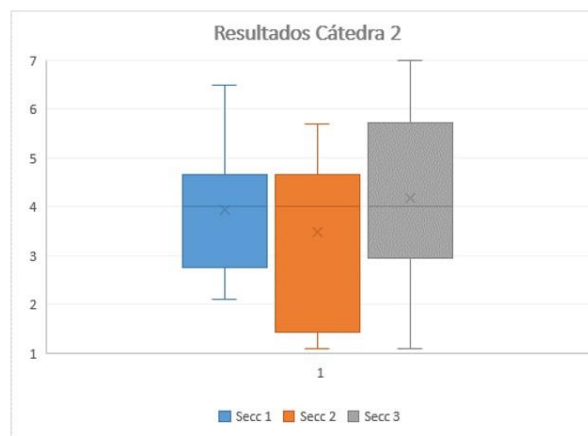


Figura 3: Resultados Cátedra 2 por sección. Fuente: Sistema de información institucional BI (Business Intelligence).

Los resultados obtenidos en la cátedra 2, son particulares en el sentido que la mediana es cuatro, idéntica para las tres secciones. Es decir, el 50% de los estudiantes en cada sección aprobó y el otro 50% reprobó la cátedra 2.

Resultados de encuesta de apreciación aplicada a los estudiantes.

La encuesta fue diseñada para conocer la percepción de los estudiantes, respecto de lo que significó para ellos disponer de los materiales trabajados en la asignatura y dimensionar si esto contribuyó o no a su aprendizaje, contenía las siguientes afirmaciones:

Tabla 1, afirmaciones contenidas en la encuesta de apreciación aplicada a los estudiantes.

N°	Afirmación
1	El uso del “material” potencia mi aprendizaje en la asignatura.
2	El uso del “material” facilita el trabajo en grupo en la clase.
3	El uso del “material” me permite aclarar dudas respecto de los procedimientos aplicados en los problemas.
4	El uso del “material” me permite una comprensión más profunda de los conceptos estudiados en clase.
5	El uso del “material” permitió que estuviese más preparado para la evaluación.

Fuente: Instrumento construido para recoger información cualitativa de la innovación.

Al inicio de la encuesta, se define “material” como las guías con problemas propuestos y resueltos entregados por el profesor durante el desarrollo de la asignatura. En cada pregunta, se consultó por el grado de acuerdo respecto de la afirmación dada (Tabla 1). En cada afirmación entregada, se presentaron cuatro niveles de apreciación frente a lo declarado.

Tabla 2, niveles de acuerdo presentados para cada afirmación declarada previamente.

MA: Muy de acuerdo
A: De acuerdo
D: En desacuerdo
MD: Muy en desacuerdo

Fuente: Instrumento construido para recoger información cualitativa de la innovación.

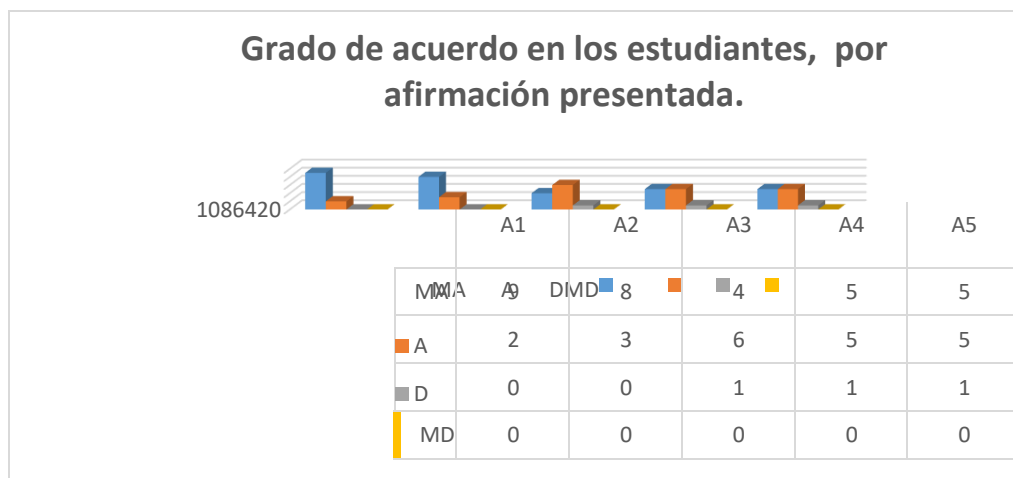


Figura 4: Grado de acuerdo en los estudiantes, por afirmación presentada.

En el gráfico se encuentra el consolidado de las respuestas entregadas por los estudiantes para cada una de las afirmaciones declaradas en la **Tabla 1** y sus respectivos niveles de acuerdo establecidos en la **Tabla 2**. Se observa que en general los estudiantes, respecto de las afirmaciones planteadas relacionadas con su percepción del uso de los materiales entregados se inclinan mayoritariamente por los dos primeros niveles que corresponden a los niveles positivos o bien en acuerdo frente a la afirmación presentada.

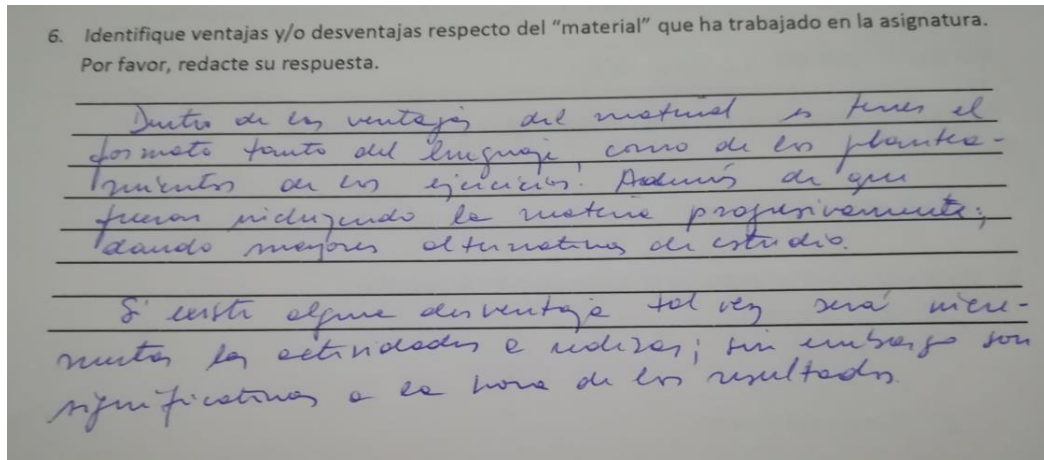


Figura 5: Ejemplo de las respuestas abiertas entregadas por los estudiantes. Análisis estadístico inferencial.

A continuación, se presenta el análisis inferencial, respecto de la prueba estadística T para dos poblaciones. Se realizaron las comparaciones por pares de grupos, identificando las secciones 1, 2 y 3. La sección 1, corresponde a la que participó de la innovación académica. Las comparaciones se realizaron separadamente por cátedra, de la siguiente forma: sección 1 v/s sección dos, sección 1 v/s sección 3.

Tabla 3: Resumen análisis estadístico inferencial referente a la cátedra 1, sección intervenida (1) v/s sección 2 y 3 respectivamente.

	Secc. 1 v/s Secc. 2	Secc. 1 v/s Secc. 3
Prueba de hipótesis	$H_0: \mu_1 = \mu_2$ $H_1: \mu_1 < \mu_2$	$H_0: \mu_1 = \mu_3$ $H_1: \mu_1 < \mu_3$
Estadístico de prueba	-1,3660476	-
Valor - p	0,0913982	2,711806155
Significancia (α)	0,05	0,05

Para la primera prueba el p-valor es mayor que el nivel de significancia $\alpha = 0.05$. Es decir, no se rechaza H_0 . De esta forma, no existe suficiente evidencia estadística que la media de la sección 1 sea inferior a la de la sección 2, con una significancia del 5%. Mientras que, en la segunda prueba el valor-p es levemente menor que la significancia, de esta se rechaza H_0 . Es decir, existe suficiente evidencia estadística para indicar que la media de la sección 3 supera a la media de la sección 1, con una significancia al 5%.

Tabla 4: Resumen análisis estadístico inferencial referente a la cátedra 2, sección intervenida (1) v/s sección 2 y 3 respectivamente.

	Secc. 1 v/s Secc. 2	Secc. 1 v/s Secc. 3
Prueba de hipótesis	$H_0: \mu_1 = \mu_2$ $H_1: \mu_1 > \mu_2$	$H_0: \mu_1 = \mu_3$ $H_1: \mu_1 < \mu_3$
Estadístico de prueba	0,85371649	-0,677113
Valor - p	0,79961347	0,25056098
Significancia (α)	0,05	0,05

En ambas pruebas estadísticas, el valor-p supera el nivel de significancia, lo que indica que no se rechaza H_0 . Así se concluye que a un nivel de significancia del 5%, existe suficiente evidencia estadística para indicar que las notas promedio de la sección 1 no difieren significativamente de la sección 2.

CONCLUSIONES

Respecto a la innovación implementada se aprecian indicios positivos sobre la sección intervenida (**sección 1**) respecto de las otras dos secciones. En términos del primer indicador de criticidad la sección 1 muestra el mejor comportamiento, es más es la única que deja de ser crítica y reduce su porcentaje de inasistencia a la evaluación. Se podría considerar que el material en forma conjunta con el trabajo de acompañamiento realizado por el docente pudiese haber incidido en el compromiso con el estudiante a rendir sus cátedras y también la percepción de ellos al considerar que tienen opciones reales de obtener buenos resultados al ser expuestos desde el inicio a problemas en línea con lo que será consultado en la instancia evaluativa.

En relación a los resultados obtenidos en las cátedras los análisis descriptivo e inferencial muestran que, en la primera no existen grandes indicios del impacto de los materiales trabajados, excepto por la dispersión que es la menor entre los grupos que indica mayor homogeneidad en la sección 1. Sin embargo, ya en la cátedra 2 se observan mejoras considerables de la sección 1 al ser comparada con ella misma en la anterior evaluación y también se aprecian aspectos positivos respecto a las otras secciones ya que continúa manteniendo la menor dispersión entre las secciones consideradas. Además, en esta cátedra la sección 1 deja de ser crítica por concepto del porcentaje de reprobación, ya que es inferior al 50%.

Claramente en términos de los resultados académicos, ellos no son los esperados, ya que no existe evidencia estadística significativa que dé cuenta del avance en los resultados en la sección intervenida.

Si bien no es lo esperado, se debe reflexionar respecto de los elementos que quizás estuvieron descendidos y que deberían ser potenciados para avanzar en el logro de mejores resultados y por consiguiente mayores aprendizajes.

Además, la encuesta de apreciación aplicada a los estudiantes muestra que ellos valoran positivamente el trabajo que se ha desarrollado en la asignatura apoyado por los materiales y comentan mayoritariamente de las ventajas que ha significado para ellos, la incorporación de estos recursos a la asignatura. Este aspecto es positivo y evidencia que los estudiantes valoran el uso del material y apoyo durante el desarrollo de la asignatura. Se deben analizar las sugerencias mencionadas por los estudiantes, con el objetivo de mejorar los productos y la metodología utilizada.

Finalmente, respecto de la extensión de la innovación y uso de los materiales construidos a todas las secciones del MAT333, considero que ello es posible y sería favorable para los estudiantes. Se podría disponer el material en el aula virtual de la asignatura, pero en forma conjunta con ello, para garantizar la utilización de este recurso se puede incluir en el programa de asignatura. Lo anterior, dejando como indicación las guías a tratar en cada unidad. Por supuesto que es necesario someter el material a revisión y validación para hacer extensivo su uso. Además, se debe incluir solucionarios de los problemas y eventualmente un número de ellos resueltos, ya que fueron algunas de las inquietudes expresadas por los estudiantes en la encuesta. De igual manera, se puede aprovechar de mejor forma las potencialidades del aula virtual, ya sea para el desarrollo de trabajo formativo como para fomentar una retroalimentación inmediata, considerando el uso de herramientas tecnológicas.

Bibliografía

Barbera, E.; Badía, A. (2005). "El uso educativo de las aulas virtuales emergentes en la educación superior". *Revista de Universidad y Sociedad del Conocimiento (RUSC)* (vol. 2, n° 2). UOC.

Bautista, G.; Borges, F.; Forés, A. (2006). *Didáctica universitaria en entornos virtuales de enseñanza-aprendizaje*. Narcea Ediciones.

Barajas, M. (2003). *La tecnología educativa en la enseñanza superior: entornos virtuales de aprendizaje*. McGraw-Hill Madrid. España.

Brousseau, G., 1981. *Problèmes de didactique des décimaux*, *Recherches en Didactique des Mathématiques*, Vol. 2, pp. 37-127.

De Zubiría, J. (2006). *Los Modelos Pedagógicos. Hacia una pedagogía dialogante (2ªed.)*. Bogotá, Colombia: Cooperativa Editorial Magisterio.

Espejo, B. y González-Romá, V. (1999). El significado de las categorías centrales en las escalas tipo Likert. Trabajo presentado al VI Congreso de Metodología de las CC. Sociales y de la Salud. Oviedo, España.

Henschke, J. (2010). *Beginnings of the History and Philosophy of Andragogy. Integrating Adult learning and Technology for Effective Education*.

Hitt F. (1996). *Sistemas semióticos de representación del concepto de función y su relación con problemas epistemológicos y didácticos*. *Investigaciones en Educación Matemática*, Vol. I (pp. 245-264). Grupo Editorial Iberoamérica, México.

Iglesias, N. & Alonso, I. (2017). Estudio exploratorio sobre la importancia de la matemática para las carreras de ingeniería civil en la Universidad de Oriente. *Revista electrónica de formación y calidad*