



XVI
Congreso Nacional de
Investigación Educativa
CNIE-2021

Problemas del cálculo aplicados a la agronomía en estudiantes de ingeniería

Audon Gómez Mendoza

Instituto Tecnológico de Cd. Altamirano
mendoza45640@outlook.es

José De Jesús Duran Luciano

Instituto Tecnológico de Cd. Altamirano
mendoza45640@outlook.es

Área temática 07. Prácticas educativas en espacios escolares.

Línea temática: Prácticas institucionales de acompañamiento.

Tipo de ponencia: Reporte final de investigación.



Resumen

La enseñanza tradicional en el cálculo integral es una de los principales problemas de reprobación en estudiantes de nivel superior, se refiere a las clases magistrales que desarrolla el docente frente al grupo, el cual explica los contenidos temáticos del programa de estudios de la asignatura, lo que genera en los estudiantes una deficiente apropiación y desarrollo de competencias. Ante esta situación problemática se abordó la realización de un diagnóstico para conocer las causas principales de la reprobación cuyo resultado fue la falta de la vinculación de los contenidos de la asignatura con el contexto agronómico y deficientes conocimientos previos. En este sentido se desarrolló la investigación para evaluar el ABP (Aprendizaje Basado en Problemas) sobre las variables dependientes rendimiento académico y desarrollo de competencias en estudiantes de ingeniería en agronomía bajo un diseño cuasiexperimental con un grupo experimental y uno control. Los resultados arrojan la efectividad del ABP sobre el rendimiento académico y desarrollo de competencias, sin embargo, es recomendable extender validar los resultados en otros contextos.

Palabras clave: *Problemas, cálculo, ABP, reprobación.*

Introducción

En México el 80% de los estudiantes de universidades públicas y privadas reprueban asignaturas relacionadas con las ciencias exactas como el cálculo, lo que provoca el incremento en la deserción de estudios. Nuestro país se encuentra por debajo de los países africanos en cuanto a la calidad en enseñanza del cálculo (Cuevas Vallejo, 2010). En este contexto se ubica el Instituto Tecnológico de Cd. Altamirano, la cual es una institución que está integrado al Tecnológico Nacional de México y que tiene la misión de formar capital intelectual a nivel superior, capaz de participar e impulsar el desarrollo científico y tecnológico del país y oferta las carreras de ingenierías, las cuales se conciben como las profesiones en la que los conocimientos matemáticos y las ciencias naturales obtenidas a través de la experiencia y la práctica se aplican con juicio para desarrollar diversas formas de utilizar, de manera económica las fuerzas y materiales de la naturaleza en beneficio del ser humano.

La problemática de la reprobación del cálculo se debe en parte a la enseñanza tradicional que desarrolla el docente frente al grupo, en donde explica los contenidos temáticos de la asignatura plasmados en el programa de estudios, lo cual genera en los estudiantes una deficiente apropiación y aplicación en contexto en este caso de la agronomía. Algunos investigadores; en sus resultados de investigación concluyen que a pesar de enseñar a los estudiantes a resolver problemas estándar de cálculo diferencial de forma mecánica, para que comprendan satisfactoriamente los conceptos y los apliquen en contexto con fines de resolver diversos problemas, aún están muy lejos de tener una comprensión de los conceptos y su aplicación. La mayoría de las veces los alumnos plantean los algoritmos del cálculo integral como un conjunto de fórmulas complejas que memorizan y las utilizan para aprobar la asignatura. También se visualiza la situación anómala que los profesores a través de los libros, abordan las definiciones de los objetos matemáticos y los refuerzan con ejemplos, lo que genera en el alumno la memorización del mecanismo repetitivo. Se agrega también que los alumnos no presentan las competencias previas para comprender los objetos matemáticos.

De esta manera, para fomentar que los estudiantes se adjudiquen los conceptos de la aplicación de la integral en contextos agronómicos, se debe fomentar el aprendizaje significativo a través de la resolución de situaciones problema y que el alumno se enfrente a ellos.

Este panorama es reforzado por el estudio de Gómez M. A. y Avellaneda A. D. (2020), en el cual a través de un diagnóstico con las técnicas de tormenta de ideas y diagrama de Pareto encontraron que las causas principales de la reprobación son: “Falta de la vinculación de la asignatura con el contexto agronómico”, “No tienen conocimientos previos”, “No les gusta la materia”, “Técnica de exposición del profesor”, “su trabajo no le permite estudiar”, “falta de tiempo para el estudio”, y “la forma de enseñar del profesor”,

Por esta situación, la estrategia de Aprendizaje Basado en Problemas (ABP) se postula como una metodología afín a los cambios planteados en los planes docentes, por el hecho de que se usan problemas reales como estímulo para desarrollar competencias de solución de problemas reales y adquisición de conocimientos. En esta dirección se evaluó el efecto del Aprendizaje Basado en Problemas del cálculo aplicado en estudiantes del nivel superior.

Desarrollo

La investigación se realizó con dos grupos de estudiantes de segundo semestre de Ingeniería en agronomía del turno matutino del Instituto Tecnológico de Cd. Altamirano, el grupo 2 A1 con 18 estudiantes y el 2B1 con 23 estudiantes. bajo el paradigma cuantitativo con enfoque empírico analítico con un diseño cuasi experimental con un grupo experimental, como variable independiente se implementó el Aprendizaje Basado en Problemas (ABP) de cálculo integral aplicados a la agronomía durante un semestre escolar, y un grupo control que consistió en la metodología tradicional basada en la exposición de conocimientos acabados, se les aplicó un pretest al inicio del curso, después de desplegar el ABP en estudiantes, se evaluó con posttest aplicado a ambos grupos.

La estrategia cuasi experimental que se aplicó fue la transversal, que consiste en llevar a cabo comparaciones de tipo intra-sujeto, es decir, registrar la misma respuesta al inicio del semestre y al final después de aplicar el ABP. Para evaluar las variables rendimiento académico y desarrollo de competencias se aplicó el estadístico no paramétrico U de Mann Whitney y para definir la diferencia entre dos grupos a un mismo instrumento de medida, se usó la estadística descriptiva para representar por medio de gráficos los resultados. La fiabilidad se evaluó con el Coeficiente de Cronbach. Así mismo el pretest se le aplicó la prueba de confiabilidad de Kuder-Richarson 20. El estudio se realizó en el segundo semestre escolar enero-julio de 2020, en el cual inicio de manera presencial en el periodo enero-marzo y se continuó hasta el mes de julio en la modalidad on line debido a la contingencia por COVID.19. Las actividades se realizaron en un horario asignado por el jefe del departamento de Ingenierías. Durante cinco horas pedagógicas por semana distribuidas en una hora por día de lunes a viernes y que corresponden a la asignatura de cálculo integral. Los temas abordados fueron sumas de Riemann, integrales indefinidas e integral definida. Al terminar cada tema a través de los problemas abordados se llevaron a cabo evaluaciones tomando en consideración las evidencias de aprendizaje valorándose de acuerdo a la rúbrica de cada evidencia. Así en ambos grupos se elaboraron: ensayos, problemario, una plenaria, reporte de práctica, resumen, asistencia y pruebas escritas.

En el espacio destinado a la plenaria, los estudiantes organizados en equipos plantearon con base en el ABP, un compendio de planteamientos problemáticos contextuales en agronomía para aplicar la suma de Riemann, integrales indefinidas e integrales definidas con énfasis en prácticas agronómicas tales como modelación de crecimiento de plántulas, cálculo de sólidos de revolución en prototipo de huerto vertical, así como aplicación de software Geogebra, que fueron resueltos, con la intención de inducir a la comprensión, apropiación y la aplicación de los objetos matemáticos, asimismo promover la integración teórico-práctica.

Para la medición del rendimiento académico se generó la información a partir de un cuestionario con 21 ítems de opción múltiple aplicado a ambos grupos abordándose los temas de sumas de Riemann, integrales indefinidas e integrales definidas. Las competencias se valoraron a partir de las evidencias de aprendizaje declaradas en la instrumentación didáctica y de acuerdo con las rúbricas definidas.

Establecimiento de la metodología en el espacio áulico

La acción en el aula del ABP consistió en la definición de equipos de trabajo de manera aleatoria. Con base en los equipos definidos se estableció un trabajo de colaboración. Se plantean a cada equipo el abordaje de un problema del contexto agronómico el cual debe ser resuelto con la aplicación del cálculo integral y siguiendo la metodología de ABP. Posteriormente los estudiantes plantean una hipótesis con base en los conocimientos previos. Los estudiantes se documentaron con información que el profesor les proporciono a través de link de revistas electrónicas de prestigio, con enfoque científico agronómico que los estudiantes consultaron. Esta situación género en los estudiantes el protagonismo de su aprendizaje. Teniendo como soporte la teoría investigada así como consulta en el área agrícola con expertos y agricultores, plantean la solución del problema y generalizan resultados. En la plenaria exponen su trabajo, y realizan la autoevaluación teniendo como referencia la rúbrica.

Los problemas planteados a los estudiantes por cada tema fueron:

1. Cálculo de área foliar en hojas de mango (*Mangifera indica* L.).
2. Calculo de volumen de abono orgánico a utilizar en un huerto vertical.
3. Cálculo de la presión de compuerta en un canal de riego.
4. Cálculo de crecimiento de plántulas de chile serrano. (*Capsicum annum* L.).

Para abordar los problemas planteados con un enfoque de ABP y desarrollar los contenidos temáticos del programa de estudios de cálculo integral, se explica cada problema y las actividades de aprendizaje.

Problema. Cálculo de área foliar en hojas de mango (*Mangifera indica* L.).

Un fruticultor tiene un huerto de cultivo de mango (*Mangifera indica* L.), de una edad de un año, en el cual observa que los arboles presentan diversidad de formas y tamaños de hojas. Sospecha que el genotipo no es uniforme y que el viverista no le vendió el material vegetal uniforme. Recurre a la asesoría de un ingeniero agrónomo para conocer su recomendación. ¿Qué dictamen realizará el ingeniero agrónomo en relación a la diversidad de los genotipos presentes en el huerto?

Los estudiantes se plantean un cuestionario

¿Cuándo una planta de *Mangifera indica* L. se observa a simple vista, el fruticultor sabe las características de la variedad? Se busca explicar ¿Qué características fenotípicas presentan las variedades comerciales de mango?, ¿Qué información debe obtener?, ¿Qué estrategias de cálculo integral tiene usted para buscar una solución al problema planteado por el fruticultor? ¿Desde cuándo cultiva mango a nivel comercial? ¿Qué ventajas tiene un de mango con cultivar uniforme?

Finalidad de aprendizaje

Los estudiantes al responder los cuestionamientos identificaron los contenidos que deben aprender para resolver el problema.

Inducción de la resolución por parte del profesor

El profesor se reunió con los estudiantes para establecer los conocimientos previos, los conocimientos nuevos que se requieren, así como los aprendizajes comunes a los equipos.

- Diseño, gestión y control de tareas.

Los equipos de trabajo definen su estructura asignando funciones a cada miembro con la finalidad de generar la interacción si como el intercambio de teorías e ideas para el desarrollo de la competencia definida. Los integrantes del equipo deben asumir su aprendizaje y colaborar con los otros miembros.

- Acciones de aprendizaje.

Los estudiantes deberán realizar las siguientes actividades de aprendizaje:

- Buscar información sobre el desarrollo histórico del cálculo integral. (2 resúmenes) (Ensayo).
- Calcular áreas aproximadas de funciones simples. (práctica).
- Calcular sumas de Riemann utilizando TIC's. (Practica).
- Aplicar el teorema del valor intermedio y el teorema fundamental del cálculo para evaluar integrales definidas. (Problemario).
- Calcular integrales definidas diversas y asociar cada integral con su interpretación geométrica. (Practica de Aprendizaje Basado en Problemas).

Según (Coello T.A., Fernández G., D. y Galán S,V, s/f) los cultivares de Mango (*Mangifera indica* L.) presentan diferentes tamaños de superficie foliar, lo que es un indicador que es útil para identificar un árbol desde etapa de vivero hasta la fase adulta. Con la finalidad de que el estudiante se familiarice con el cálculo de áreas, se plantea el siguiente ejercicio.

- Cálculo aproximado de área foliar

Se divide la hoja en figuras geométricas y se aplican las respectivas formulas. En este caso particular se calculará el área foliar de una hoja de cultivo de *Mangifera indica* L. Se dividió en figuras geométricas: rectángulos y triángulo.

Procedimiento de cálculo de forma geométrica con integrales.

Se divide la hoja en figuras geométricas y se aplican las respectivas formulas. En este caso particular se calculará el área foliar de una hoja de cultivo de *Mangifera indica* L. Se dividió en dos figuras geométricas: una elipse y un triángulo.

Para el cálculo del área total se aplica la formula

$$\text{Área total} = \text{área de la elipse} + \text{área del triángulo.}$$

$$\text{área del triangulo} = \frac{b * h}{2}$$

En donde

$$b = \text{base}$$

$$h = \text{altura}$$

$$\text{Área del triángulo} = \frac{1\text{cm} * 2.5\text{cm}}{2} = 1.25\text{ cm}^2$$

¿Cuál es el á con la aplicación de integrales?

Acciones de aprendizaje para insertar las variables

Con el equipo de trabajo se busca información en diversas fuentes de prestigio, relacionada con el cálculo de área foliar en especies vegetales y cálculo de área bajo una curva con el uso de integrales definidas.

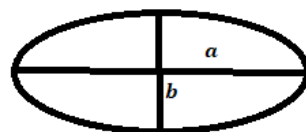
1. Determinar el conjunto de temas que son indispensables para resolver el planteamiento, así mismo el problema del cálculo del área foliar en plantas de mango.
2. Realizar un resumen del conjunto de temas.

Acciones de aprendizaje de aplicación en contexto

De una plantación de árboles de mango se seleccionó uno para determinar el área foliar, la hoja tiene una forma de elipse, se debe calcular el área con la aplicación de integrales. Las dimensiones de la hoja son:

$$a = \text{semieje mayor} = 5.5\text{ cm}$$

$$b = \text{semieje menor} = 1.7\text{ cm}$$



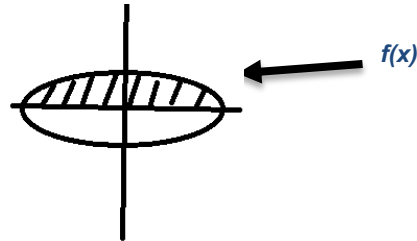
b= semieje menor

a=semieje mayor

Se aplica la función de la elipse:

$$\frac{x^2}{a^2} + \frac{y^2}{b^2} = 1$$

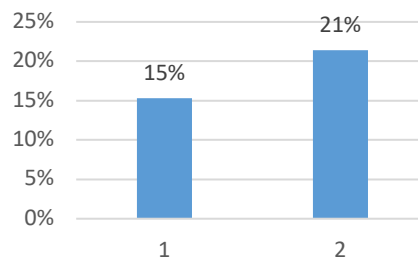
Pero se considera el área bajo la curva de la parte :



Resultados

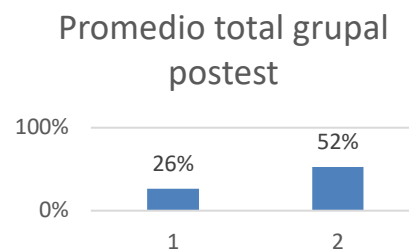
La prueba de fiabilidad d Kuder-Richarson 20 (K-R 20) genero un valor de 0.773, el cual se considera confiable para el grupo 2 B1 de ingeniería en agronomía y 0.845 para el grupo 2 A1. l pretest mostro una diferencia aritmética de 15% para l grupo B y 21% para el grupo A (Fig. 1)

Fig. 1. Comparativo de total porcentual del pretest de los grupos 2 B1(1) y 2 A 1(2)



La prueba de U Mann-Whitney en el postest determina que los rangos promedio del grupo de estudiantes que no recibió el ABP (grupo 1) fue de 26 mientras que el mayor rango promedio le correspondió al grupo 2 que manejo la estrategia de Aprendizaje Basado en Problemas aplicados al cálculo integral con 52..

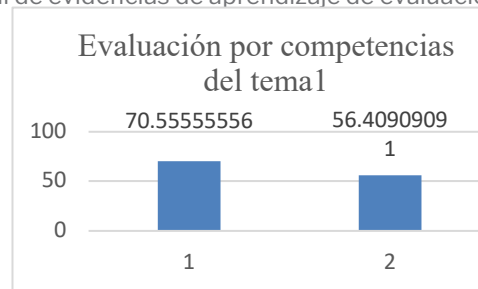
Fig. 2 Comparativo de total porcentual del postest de los grupos 2 B1(1) y 2 A 1(2)



Los resultados del desarrollo de las competencias por cada tema se expresan a partir de la evaluación de las evidencias de aprendizaje: ensayo (10%), plenaria (10%), problemario (10%), reporte de practica (10%), resumen (10%), asistencia (10%) y examen o postest (40%).

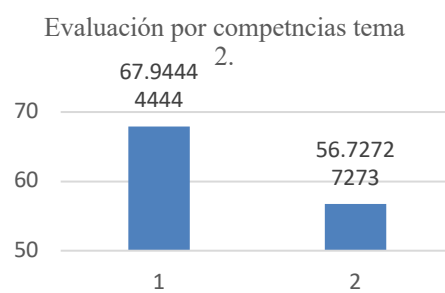
En el tema 1. Suma de Riemann se presenta el comparativo del promedio del grupo control contra el experimental, en él se observa una diferencia aritmética (Figura 3), el grupo 1 de grupo experimental de Ingeniería en agronomía A con un promedio de 70.55 contra un 56.40 del grupo control de ingeniería en agronomía B. Con la aplicación de la prueba de U de Mann-Whitney se observa un valor de 500 y el valor de p (Sig. asintót. (bilateral)) es 0,000 (menor que 0,05) por lo que se rechaza la hipótesis nula y se concluye que hay evidencias suficientes para afirmar que la estrategia de ABP (Aprendizaje Basado en Problemas) desarrollo de competencias en el tema 1 suma de Riemann con un nivel de significación del 5%.

Fig.3. Comparación de suma total de evidencias de aprendizaje de evaluación por competencias del tema 1



En el tema 2. Integrales indefinidas se presenta el comparativo del promedio del grupo control contra el experimental, en él se observa una diferencia aritmética (Figura 4), el grupo 1 de grupo experimental de Ingeniería en agronomía A con un promedio de 67.94 contra un 56.72 del grupo control de ingeniería en agronomía B. Con la aplicación de la prueba de U de Mann-Whitney se observa un valor de 48,500 y el valor de p (Sig. asintót. (bilateral)) es 0,000 (menor que 0,05) por lo que se rechaza la hipótesis nula y se concluye que hay evidencias suficientes para afirmar que la estrategia de ABP (Aprendizaje Basado en Problemas) desarrollo de competencias en el tema 2 de cálculo de integrales indefinidas con un nivel de significación del 5%.

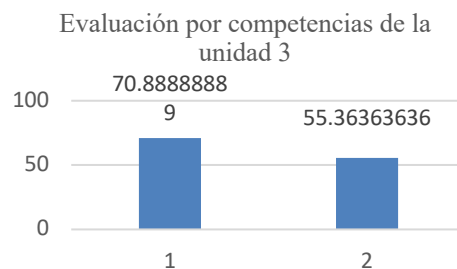
Figura 4. Grafica comparativa de suma total de evidencias de aprendizaje de evaluación por competencias del tema 2 integrales indefinidas



En el tema 3. Integrales definidas. se presenta el comparativo del promedio del grupo control contra el experimental, en él se observa una diferencia aritmética (Figura 5) ,el grupo 1 experimental de Ingeniería en agronomía A con un promedio de 70.8 contra un 55.3 del grupo control de ingeniería en agronomía B. Con la aplicación de la prueba de U de Mann-Whitney se observa un valor de

48,500 y el valor de p (Sig. asintót. (bilateral)) es 0,000 (menor que 0,05) por lo que se rechaza la hipótesis nula y se concluye que hay evidencias suficientes para afirmar que la estrategia de ABP (Aprendizaje Basado en Problemas) desarrollo competencias en el tema 3 de cálculo de integrales definidas con un nivel de significación del 5%.

Figura 5. Grafica comparativa de suma total de evidencias de aprendizaje de evaluación por competencias del tema integral definida



Discusión

Los estudiantes del grupo experimental del grupo 2 A1 de ingeniería en agronomía desarrollaron los planteamientos de los problemas con enfoque agronómico, apegándose estrictamente a la metodología del ABP en la que abordaron la aplicación del cálculo integral, los datos de la variable dependiente relacionados con las competencias y el rendimiento académico muestran una diferencia estadística a favor de la estrategia que según Ceballos Z.M.C; Alcaraz M.M. y Aguilar C. Z., (2017) ratifican su efecto en el área de matemáticas.

Los resultados de la propuesta de ABP del cálculo integral aplicado a la agronomía indican la promoción del desarrollo de competencias en estudiantes de nivel superior la cual es avalado por Landa, (2004) , porque el aprendizaje se centra en el estudiante y lo hace significativo, asimismo se promueve el aprendizaje colaborativo y autonomo a traves de las competencias profesionales los cuales son indispensables para un buen desempeño en el campo laboral del futuro agronomo.

El problema principal de la puesta en marcha de la estrategia es el rechazo a su adopción, el coordinar los equipos en los horarios determinados bajo la modalidad virtual, exceso de trabajo en la implementación de la metodología, así como adecuar constantemente el programa de estudios y consecuentemente en un mayor tiempo, situación que coincide con González-H., Martín-V,C , P. G., Souza,A.M., Martín-D, N., López-P, S, (2016) que argumenta una mayor carga de trabajo con los estudiantes y mayor cantidad de tiempo para implementar la estrategia.

Conclusiones

Los estudiantes de ingeniería en agronomía, desarrollaron competencias de cálculo de integrales a través de la aplicación de la estrategia activa Aprendizaje Basado en Problemas (ABP), En un inicio se mostraron reacios debido a que los directivos académicos privilegian el aprendizaje tradicional con miras a darle cumplimiento a los contenidos de manera literal como lo establece el programa de estudios, sin embargo se adaptaron a la estrategia por el abordaje de tópicos propios de la especialidad agronómica. Esta situación generó un cambio en la postura de los estudiantes en el sentido de ser activos, participar de manera verbal y buscar información para resolver el planteamiento propuesto por el profesor.

El ABP provocó en los estudiantes en un principio una actitud pasiva, sin embargo, con la insistencia del profesor, los estudiantes asumieron la metodología y consecuentemente la adquisición de competencias del cálculo integral.

Un aspecto que el profesor debe considerar para el desarrollo de las competencias es la administración del tiempo, debido a que la puesta en marcha del ABP, requiere de tiempo extra para que los estudiantes construyan el conocimiento y lo socialicen en el contexto áulico.

Esta metodología activa, es posible experimentarse en todas las asignaturas debido a que existe la cultura muy arraigada en los profesores de las clases magistrales en donde el profesor es el actor protagonista del proceso enseñanza aprendizaje y el estudiante activa de manera pasiva.

Referencias

- Ceballos Z.M.C; Alcaraz M.M. y Aguilar C. Z. (2017). Aprendizaje Basado en Problemas , estrategia que moviliza competencias matemáticas y mejora el rendimiento académico en el nivel básico de primaria en Colima. *COMIE*, 13. Obtenido de <http://www.comie.org.mx/congreso/memoriaelectronica/v14/doc/2792.pdf>
- Coello T.A., Fernández G., D. y Galán S.V. (s/f). *Guía Descriptiva de Cultivares de Mango*. Canarias España.: Departamento de Fruticultura Tropical. Instituto Canario de Investigaciones Agrarias. Obtenido de https://www.icia.es/icia/download/fruticulturatropical/Guia%20descriptiva%20de%20cultivares%20de%20mango_optimized.pdf
- Cuevas V., C. (14 de Septiembre de 2014). Es grave en México el problema de reprobación en matemáticas, advierte investigador. *Vanguardia,mx*, pág. 1.
- González-H., Martín-V,C , P. G., Souza,A.M., Martín-D., N., López-P., S. (2016). Ventajas e inconvenientes del aprendizaje basado en problemas percibidos por los estudiantes de Enfermería. *FEM: Revista de la Fundación Educación Médica*, 19(1), 47-53. Obtenido de http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2014-98322016000100009&lng=es&tlng=es.
- V.M.P., L. (2004). Aprendizaje Basado en Problemas. *Theoría*, 145-157. Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/299/29901314.pdf>