

## VISIÓN ONTOLÓGICA DEL CÁLCULO MATEMÁTICO EN LA CARRERA INGENIERÍA CIVIL DE LA UNELLEZ VIPI

Betzabeth López

MSc. en Docencia Universitaria (UNELLEZ). Docente Asistente de la UNELLEZ – San Carlos, Cojedes. Venezuela. Betzanavic19@gmail.com 0416-9779275 / 0258-2524980

**Recibido:** 09/03/2022 **Aprobado:** 10/04/2022

**Correo Electronico Envio:** Betzanavic19@gmail.com

### RESUMEN

En el Programa de Ciencias Básicas y Aplicadas (PCBA) del Vicerrectorado de Infraestructura y Procesos Industriales (VIPI) de la Universidad Nacional Experimental de los Llanos Occidentales "Ezequiel Zamora" (UNELLEZ), se oferta la carrera ingeniería civil, la cual contempla en su pensum de estudio cuatro subproyectos vinculados al cálculo matemático: Cálculo I, Cálculo II, Cálculo III y Cálculo IV. Con el propósito de presentar una visión ontológica del cálculo matemático en la carrera ingeniería civil de la UNELLEZ VIPI, se formulan las interrogantes: ¿Cuál es la forma y la naturaleza del cálculo matemático en esta carrera? y ¿qué es lo que podemos conocer de ella? La respuesta a las interrogantes planteadas se aborda desde fundamentos teóricos, percepción docente y perspectiva estudiantil, concluyendo que la forma del cálculo matemático viene dada por los objetivos y contenidos establecidos en el Diseño Curricular (2008) de la carrera ingeniería civil; la naturaleza, corresponde a la valoración de las matemáticas como herramienta en el campo de acción del ingeniero y como formativa de su carácter intelectual; se puede conocer de ella en el lapso de tiempo 2018-2021 que existen situaciones problema que limitan el alcance de su razón de ser en la ingeniería civil.

**Palabras clave:** Cálculo matemático, ingeniería civil, visión ontológica.

### ABSTRACT

In the Program of Basic and Applied Sciences (PCBA) of the Vice President for Infrastructure and Industrial Processes (VIPI) of the Experimental National University of the Western Plains "Ezequiel Zamora" (UNELLEZ), the civil engineering career is offered, which includes in its study curriculum four subprojects linked to mathematical calculation: Calculus I, Calculus II, Calculus III and Calculus IV. With the purpose of presenting an ontological vision of mathematical calculation in the civil engineering career of UNELLEZ VIPI, the questions are formulated: What is the form and nature of mathematical calculation in this career? And what can we know about her? The answer to the questions raised is approached from theoretical foundations, teacher perception and student perspective, concluding that the form of mathematical calculation is given by the objectives and contents established in the Curriculum Design (2008) of the civil engineering career; nature, corresponds to the assessment of mathematics as a tool in the field of action of the engineer and as formative of his intellectual character; It can be learned from her in the time period 2018-2021 that there are problem situations that limit the scope of her reason for being in civil engineering.

**Keywords:** mathematical calculation, civil engineering, ontological vision.

## INTRODUCCION

La Universidad Nacional Experimental de los Llanos Occidentales “Ezequiel Zamora” (UNELLEZ), está constituida por cuatro vicerrectorados que se encuentran ubicados en cuatro estados de Venezuela: Barinas, Cojedes, Apure y Portuguesa. El Vicerrectorado de Infraestructura y Procesos Industriales (VIPI) tiene su sede en la carretera vía Manrique, Km 4, apartado N° 30 de la ciudad de San Carlos, municipio Ezequiel Zamora, estado Cojedes. Es allí donde se centra el desarrollo del presente artículo.

La UNELLEZ VIPI a través de su oferta académica de pregrado comprendida en los Programas: Ciencias Básicas y Aplicadas; Ciencias del Agro y del Mar; Ciencias de la Educación y Humanidades; Ciencias de la Salud; Ciencias Jurídicas y Políticas; Ciencias Sociales y Económicas; brinda oportunidades de estudio a las masas sin exclusión de ninguna índole y contribuye al desarrollo de la sociedad promoviendo “los recursos humanos que en el campo científico, tecnológico y humanístico, se requieren para el desarrollo integral de la región y del país” Dirección de Tecnología y Sistemas de Información de la UNELLEZ (2019).

## VISIÓN ONTOLÓGICA

En el Programa de Ciencias Básicas y Aplicadas (PCBA), se facilita la carrera ingeniería civil, definida por Iglesias, Alonso y Gorina (2018) como:

Una rama de la ingeniería que aplica conocimientos de Física, Matemática, Química, Mecánica, Hidráulica, Topografía y Geología para la elaboración de infraestructuras, principalmente edificios, obras hidráulicas y de transporte (en general de gran tamaño), haciendo uso de materiales que cumplen con los objetivos constructivos, como el concreto, acero, suelo, etc.

Al respecto, el Diseño Curricular de la carrera Ingeniería Civil de la UNELLEZ (2008:29), establece como misión de esta carrera:

La formación de profesionales integrales... con principios éticos, conocimientos científicos y tecnológicos que responda a las necesidades de la comunidad y del país en materia de construcción de obras civiles, para los diferentes sectores que lo demanden en la sociedad venezolana, con amplio sentido de conciencia social y humana.

Durante esa formación integral, los estudiantes de la carrera ingeniería civil cursan subproyectos relacionados con las ciencias básicas, incluida entre ellas la matemática, pues “contribuye al desarrollo de su pensamiento lógico y algorítmico, aportándole fundamentos básicos para realizar representaciones técnicas y científicas en términos matemáticos, con las cuales puede reflejar rasgos cuantitativos y cualitativos de fenómenos proyectivo-estructurales” Iglesias y otros (2018).

En el pensum de estudio (2008) de la carrera ingeniería civil de la UNELLEZ, entre los subproyectos vinculados a la matemática, específicamente relacionados con el cálculo matemático, se destacan cuatro subproyectos: Cálculo I, Cálculo II, Cálculo III y Cálculo IV, los cuales forman bases conceptuales sólidas en esta área de la matemática que son claves para la resolución de problemas ingenieriles. Aportando, además, herramientas para el desempeño eficiente del ingeniero civil en su campo de acción.

De lo descrito anteriormente, surgen las siguientes interrogantes: ¿Cuál es la forma y la naturaleza del cálculo matemático en la carrera ingeniería civil de la UNELLEZ VIPI? y ¿qué es lo que podemos conocer de ella?

Para dar respuesta a estas interrogantes, se especificará en principio, los contenidos sinópticos de cada uno de los subproyectos orientados al cálculo matemático. Luego, desde la experiencia docente de la autora, se detallará una percepción sobre algunas situaciones problema apreciadas en los estudiantes, en unidades curriculares que guardan relación directa con el cálculo matemático, así como también, la realidad que evidencian las actas de notas de estos subproyectos durante los años 2018-2021. Posteriormente, se relatará la perspectiva de algunos estudiantes de ingeniería civil que ya aprobaron los cuatro subproyectos de cálculo, sobre su concepción de una clase de

cálculo perfecta. Finalmente, se realizará una contrastación con el aporte a la ciencia de investigadores que previamente han abordado temáticas afines a la aquí presentada.

El subproyecto Cálculo I, de acuerdo al Diseño Curricular (ob. cit.), se cursa en el primer semestre de la carrera ingeniería civil y tiene como contenidos sinópticos, los siguientes:

**Inecuaciones y funciones:** teoría de conjunto. Coordenadas cartesianas. Intervalos. Inecuaciones. Valor Absoluto. Funciones, tipos y aplicaciones. Algebra de funciones. **Límite de funciones:** límite de funciones. Propiedades. Límites indeterminados. Límites unilaterales. Continuidad. Aplicaciones. **Derivada de una función:** Interpretación geométrica. Derivada de funciones. Teoremas. Derivadas implícitas y paramétricas. Derivada de orden superior. Derivadas de funciones inversas. Diferencial y su interpretación. Límites indeterminados y su manejo analítico. **Máximos y mínimos de una función:** Trazados de curva. Punto Crítico (máximo – mínimo). Crecimiento. Asíntotas. Punto de inflexión. Concavidad. Graficas. Aplicaciones a la solución de problemas de ingeniería. (p.93)

Con respecto a los contenidos sinópticos del subproyecto Cálculo II, perteneciente al segundo semestre de la carrera ingeniería civil, el Diseño Curricular referido, detalla:

**Integrales Indefinidas:** Aplicar los métodos de integración en la solución de problemas. Antiderivada. Integrales Indefinidas. Definición. Propiedades. Tablas de integrales indefinidas. Métodos de integración. Sustitución por parte. Recurrencia de funciones trigonométricas. Fracciones parciales. **Integrales Definidas:** Calcular el área de figuras planas y el volumen de sólidos por medios del método integral. Integración definida. Área bajo la curva. Teorema fundamental del cálculo. Propiedades: Teorema del valor medio. Cambio de variable. Integrales propias. Integrales impropias. **Integrales definidas y aplicadas:** Áreas de regiones planas usando diferentes sistemas de coordenadas. Volúmenes de sólidos de revolución. Integración numérica: Reglas y métodos. (p.99)

Los contenidos sinópticos del subproyecto Cálculo III, correspondiente al tercer semestre de la carrera ingeniería civil, en el Diseño Curricular (ob. cit.), equivalen a:

**Derivada en el espacio n-dimensional:** Funciones de  $n$  variables.  $R^n$ . Funciones compuestas. Dominio. Cónicas  $R^3$ . Límite y continuidad. Diferenciabilidad. Diferencial total. Derivadas parciales. Interpretación geométrica. Derivadas parciales de orden superior. Regla de la cadena. Funciones implícitas. Sistema de funciones implícitas. Valores extremos de funciones  $R^n$ : Máximos y mínimos. Multiplicadores de la Lagrange. Funciones inversas. Jacobiana. Derivadas y diferenciales de orden superior. **La integral en el espacio**

**n-dimensional:** Integrales dobles sobre rectángulos y sobre no rectángulos. Integrales dobles reiteradas. Integrales dobles en coordenadas polares. Integrales triples en coordenadas cartesianas. Integrales triples en coordenadas cilíndricas y esféricas. Interpretación geométrica. Integrales triples reiteradas. Cambio de coordenadas. **Espacio vectorial y transformaciones lineales:** Funciones vectoriales de una o más variables Derivadas de un vector. Derivadas parciales. Diferencial de un vector. Geometría diferencial. Derivada direccional. Gradiente. Integración en el campo vectorial: Integrales de línea (curvilíneas), integrales de superficie, integrales de volumen. Teorema de Green, Teorema de Gauss, Teorema de Stokes. (p.105)

Por último, los contenidos sinópticos del subproyecto Cálculo IV, ubicado en el cuarto semestre de la carrera ingeniería civil, especificados en el Diseño Curricular mencionado, corresponden a:

**Ecuaciones Diferenciales:** Derivada en el espacio  $n$ -dimensional. Ecuaciones Diferenciales. Definición, Demostración. Ecuaciones Diferenciales. De primer orden variables. Separables Homogéneas. Lineales Ecuación de Bernoulli. Ecuación Diferencial. Exacta Factor Integral. Ecuación de Riccati. **Ecuaciones Diferenciales y sus Diferentes Aplicaciones:** Ecuaciones Diferenciales. No resuelta con respecto a la derivada Ecuación de LAGRANGE y de CLAIRAUT. Ecuaciones Diferencial de orden superior, sistemas de ecuaciones

diferenciales lineales. Ecuaciones Diferenciales lineales de segundo orden con coeficientes constantes y variables. **Series:** Definición criterios de convergencia y divergencia. Series Geométricas series de términos positivos y negativos. Series armónica. Series de Potencia Serie de funciones intervalos de convergencia. Series de Taylor. **Series de Transformaciones:** Series y transformaciones. Series de Fourier. Integral de la Ecuación Diferencial de segundo Orden. Aproximaciones numéricas trigonométricas. **Transformación de Laplace:** Definición. Teorema de Existencia Operador Lineal Tabla de Transformaciones inversa, Transformaciones Derivadas e Integrales. Funciones Gama, Euler Bessel. Función Delta de Dirac. (p.113)

Del Diseño Curricular (ob.cit.) tenemos que el objetivo de estos subproyectos y sus respectivos contenidos en la carrera Ingeniería Civil de la UNELLEZ VIPI, se resume en capacitar a los estudiantes en el manejo del cálculo diferencial (Cálculo I); establecer, resolver e interpretar problemas relacionados con el cálculo integral (Cálculo II); suministrar herramientas necesarias para desarrollar la habilidad de aplicar los conceptos vinculados al cálculo vectorial (Cálculo III); orientar en el uso de las ecuaciones diferenciales (Cálculo IV); fortalecer conocimientos matemáticos fundamentales para el desarrollo de cursos siguientes que conforman el perfil profesional y valorar la importancia de las matemáticas como

herramienta del ingeniero y como formativa de su carácter intelectual.

Ahora, la experiencia docente de la autora como facilitadora de los cuatro subproyectos de cálculo, le ha permitido observar deserción, apatía y desmotivación por parte de los estudiantes en unidades curriculares que guardan relación directa con el cálculo matemático. Esta realidad, en el subproyecto Cálculo I, debe sus razones al proceso de adaptación a la universidad y a la debilidad en los conocimientos previos. En el caso de Cálculo II, la no comprensión del contenido desarrollado en el subproyecto Cálculo I, el desarrollo incompleto de ese contenido motivado a situaciones adversas emergidas durante el semestre académico y la carencia de buenos hábitos de estudio, son causales de abandono y reprobación del curso.

En lo que a Cálculo III refiere, el poco desarrollo del pensamiento abstracto, la no visualización del plano cartesiano en tres dimensiones y la debilidad en conocimientos previos, son generadores de conflictos cognitivos y bloqueos mentales que los estudiantes no logran resolver, propiciando así desconfianza en sí mismos y desmotivación, los cuales conducen a la deserción o reprobación.

Con relación a Cálculo IV, la no comprensión de los subproyectos anteriores, cursar la asignatura fuera del semestre que corresponde, no ver su utilidad o aplicabilidad

durante la carrera, promueve el abandono del curso o su reprobación. A todas estas causas se le suman las estrategias de enseñanza y aprendizaje empleadas o no por el profesor, así como factores económicos, familiares, sociales e institucionales que vivencia cada estudiante.

Por otro lado, analizando estadísticamente las actas de notas consignadas por los docentes de los subproyectos Cálculo I, Cálculo II, Cálculo III y Cálculo IV de la carrera Ingeniería

2018-2021 bajo la modalidad regular, se observa que el promedio de estudiantes reprobados en estos subproyectos es mayor o igual que 49%.

Como forma de evidenciar esta problemática, se presentan a continuación, cuatro figuras que indican la tasa de reprobación y la tasa de reprobación promedio entre los años 2018-2021 para los periodos en los cuales se ofertaron los subproyectos Cálculo

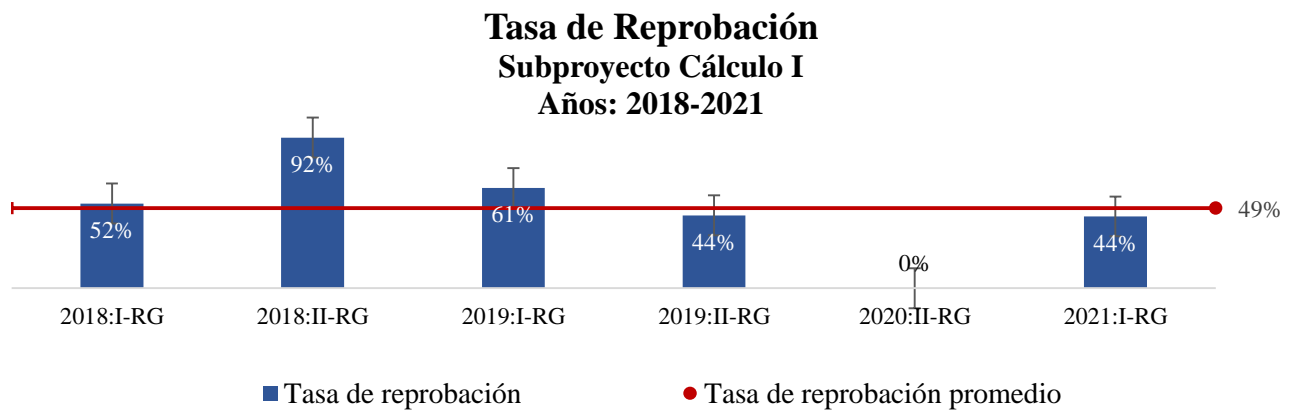


Figura 1. Tasa de reprobación del subproyecto Cálculo I, años 2018-2021  
Elaboración Propia

Civil, ante la jefatura del Programa de Ciencias Básicas y Aplicadas (PCBA), entre los años

La figura anterior muestra una tasa de reprobación por encima del promedio en los periodos 2018:I-RG, 2018:II-RG y 2019:II-RG, por debajo del promedio en los periodos 2019:II-RG y 2021:I.RG, sin tasa de

I, Cálculo II, Cálculo III y Cálculo IV bajo la modalidad regular en la carrera Ingeniería Civil. reprobación en el periodo 2020:II-RG. Cabe destacar que, en este último periodo, la cantidad de estudiantes inscritos fue uno (01) a diferencia de los otros periodos donde el promedio de estudiantes inscritos es sesenta y seis (66).

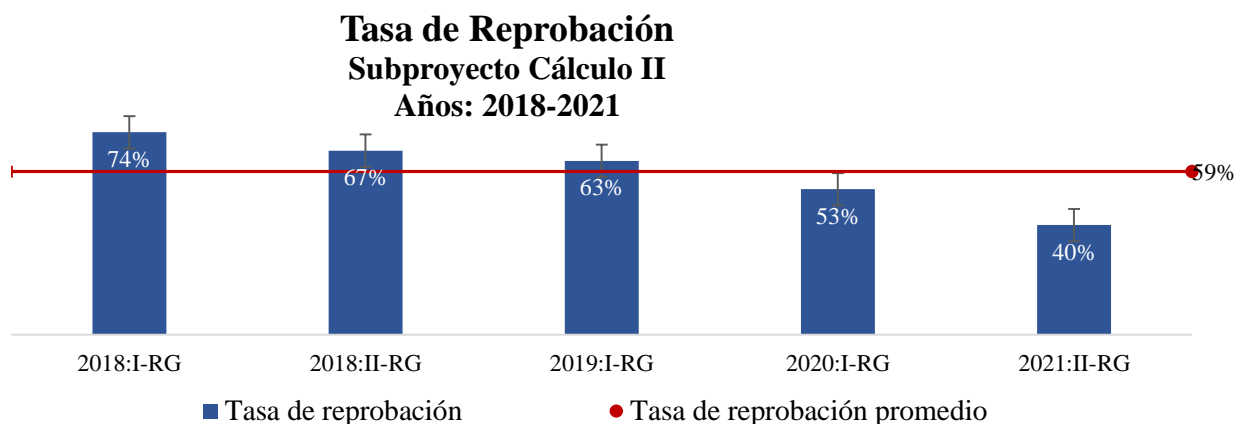


Figura 2. Tasa de reprobación del subproyecto Cálculo II, años 2018-2021  
Elaboración Propia

Se observa en la figura presentada, una tasa de reprobación decreciente que supera el promedio en los primeros tres periodos y disminuye con relación a él, en los dos últimos.

La figura mostrada indica una tasa de reprobación por debajo del promedio en los periodos 2019:I-RG y 2019:II-RG, por encima del promedio en los periodos 2018:II-RG y 2020:II-RG, con un elevado crecimiento para este último periodo.

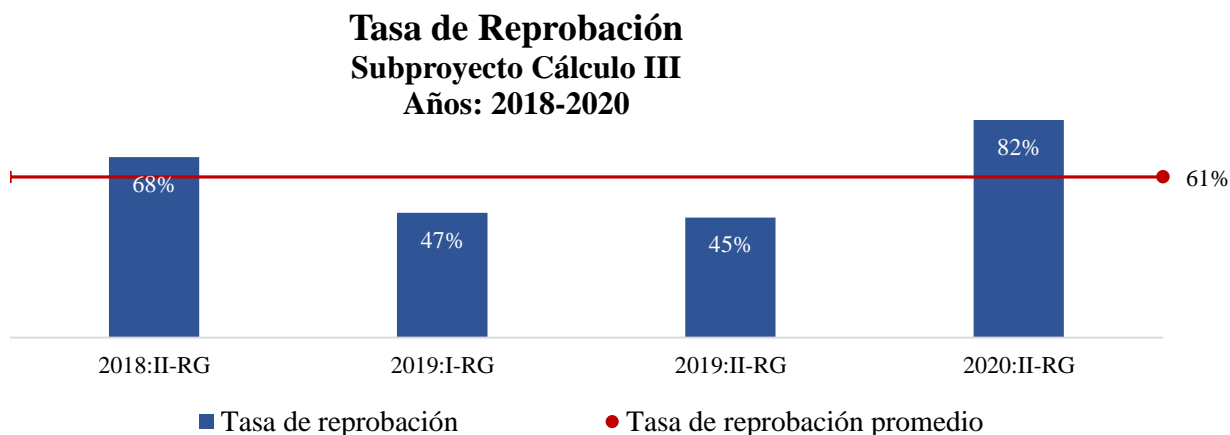


Figura 3. Tasa de reprobación del subproyecto Cálculo III, años 2018-2020  
Elaboración Propia

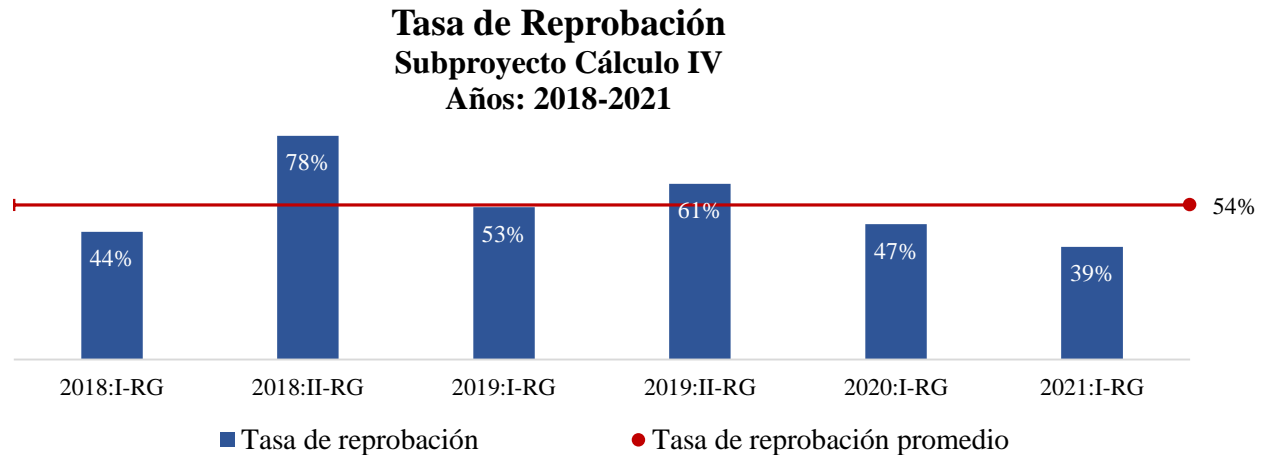


Figura 4. Tasa de reprobación del subproyecto Cálculo IV, años 2018-2021  
Elaboración Propia

La figura anterior permite apreciar una tasa de reprobación por encima del promedio en los periodos 2018:II-RG y 2019:II-RG, por debajo del promedio en los periodos 2018:I-RG, 2019:I-RG, 2020:I-RG y 2021:I-RG, disminuyendo decrecientemente en los dos últimos periodos.

Las cuatro figuras presentadas indican la tasa de reprobación promedio alcanzada por los estudiantes de la carrera Ingeniería Civil al cursar los subproyectos Cálculo I, Cálculo II, Cálculo III y Cálculo IV. La cual tiene un porcentaje de 49%, 59%, 61% y 54%, respectivamente. Siendo Cálculo III el subproyecto con mayor tasa de reprobación, a quien le sigue Cálculo II, Cálculo IV y Cálculo I.

Lo anterior, evidencia la existencia empírica de las situaciones problema percibidas por la autora en su experiencia docente. Por ello, en aras de buscar soluciones a esta problemática, se formuló a estudiantes que ya cursaron los cuatro subproyectos de cálculo, la siguiente interrogante: ¿cómo sería, desde tu punto de vista, una clase de cálculo perfecta? De allí, emergió la narrativa que a continuación se relata:

Con ejercicios, ejercicios y más ejercicios, pues cada ejercicio propuesto a los alumnos es una nueva oportunidad para incrementar su capacidad de resolución de problemas matemáticos; terminar o iniciar alguna clase con una historia o palabras motivacionales; iniciar las clases con una especie de dinámica o juego corto que necesite el uso del pensamiento; en el momento de dar clases tratar de vincular o dar ejemplos más relacionados con el área de estudio de los alumnos; utilizar la



tecnología, software para graficar funciones en 3D o 2D, porque esto puede hacer que las clases sean más dinámicas; es importante la pedagogía de los profesores, ¿de qué sirve que un profesor tenga tanto conocimiento si no sabe cómo transmitirlo?; sonreír y aprenderse los nombres de los alumnos es un buen punto a favor, te hace sentir considerado por el profesor, te motiva.

Contrastando la narrativa anterior con los aportes a la ciencia de investigadores que previamente han estudiado contextos y situaciones similares a la aquí desarrollada, se tiene que: “la enseñanza tradicional, mecanicista, descontextualizada y técnica, obstaculiza la comprensión de los significados de los objetos matemáticos de estudio y sus vínculos con otras ciencias” Costa, Arlego y Otero (2014:2). Se unen a ellos, (Hernández, García y Mendivil, 2015:5) para expresar que:

Un estudiante razona mucho más y comprende mejor un aspecto matemático cuando es capaz de llevarlo a su propio contexto, lo cual es fundamental en las formas de enseñar y aprender que hoy en día se trabajan, dado que se debe llevar al estudiante de lo declarativo a lo procedimental y viceversa, pero teniendo en cuenta desde lo didáctico, cuándo o cuáles estrategias utilizar.

En palabras de Morales y Peña (2013), “sólo cuando los estudiantes se enfrentan a situaciones que les son propias a su quehacer profesional, comienzan a reconocer la necesidad y la importancia de sus cursos de

ciencias básicas” (p.2). Entonces, de lo expresado por los autores, detallamos que la descontextualización de los problemas planteados obstaculiza la comprensión de los contenidos matemáticos mientras que el desarrollo de ellos, contextualizados desde la didáctica con estrategias motivacionales y tecnológicas, propicia el razonamiento y la comprensión; si el estudiante ve la significancia y utilidad del contenido desarrollado se producen en él, experiencias de aprendizajes satisfactorias que dan lugar a la motivación por aprender. Si bien el docente sigue los lineamientos establecidos en el diseño curricular de la carrera para el desarrollo de sus prácticas pedagógicas, también debe considerar “la utilización de estrategias didácticas y pedagógicas que potencien la reflexión procedimental y actitudinal que se requiere por parte de los estudiantes para comprender los conceptos matemáticos por aprender” (Calderón y Camacho, 2014, p.4).

## CONCLUSIÓN

De lo hasta aquí presentado, se concluye que la forma del cálculo matemático en la carrera ingeniería civil de la UNELLEZ VIPI viene dada por los objetivos y contenidos establecidos en el Diseño Curricular (2008) de la carrera. Su naturaleza, corresponde a la valoración de las matemáticas como herramienta en el campo de acción del ingeniero y como formativa de su carácter

intelectual. Lo que podemos conocer de ella en el lapso de tiempo 2018-2021 es que existen situaciones problema que limitan el alcance de la razón de su existencia en la carrera ingeniería civil.

### REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Calderón, C. y Camacho, M. 2014. Mediación pedagógica en el área de la geometría en séptimo año: estudio en Costa Rica. *InterSedes*, Volumen 15, N°32. Pág. 177-193 [En línea] <https://revistas.ucr.ac.cr/index.php/intersede/s/article/view/17802/17353>[Consulta: 2022, marzo 27]
- Costa, V., Arlego, M. y Otero, M. 2014. Enseñanza del Cálculo Vectorial en la Universidad: propuesta de Recorridos de Estudio e Investigación. *Revista de formación e Innovación Educativa Universitaria*, Volumen 7, N°1. Pág. 20-40 [En línea] [http://refiedu.webs.uvigo.es/Refiedu/Vol7\\_1/REFIEDU\\_7\\_1\\_3.pdf](http://refiedu.webs.uvigo.es/Refiedu/Vol7_1/REFIEDU_7_1_3.pdf) [Consulta: 2022, marzo 27]
- Hernández, L., García, M. y Mendivil, G. 2015. Estrategia de enseñanza y aprendizaje en matemáticas teniendo en cuenta el contexto del alumno y su perfil de egreso. *Asesoría* entre pares: ¿un método para aprender a aprender a enseñar matemáticas? *Boletín Redipe*, Volumen 4, N°12. Pág. 45-58 [En línea]. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6232364> [Consulta: 2022, marzo 27]
- Iglesias, N., Alonso, I. y Gorina, A. 2018. La dinámica interdisciplinar del proceso de enseñanza- aprendizaje del Cálculo Diferencial e Integral en la carrera Ingeniería Civil. *Transformación*, 14 (2). Pág. 214- 225 [En línea] xxxx [Consulta: 2022, marzo 27].
- Morales, J. y Peña, L. 2013. Propuesta metodológica para la enseñanza del cálculo en ingeniería, basada en la modelación matemática. VII Congreso Iberoamericano de Educación Matemática. Montevideo, Uruguay. [En línea] <http://cibem.semur.edu.uy/7/actas/pdfs/942.pdf> [Consulta: 2022, marzo 27] 577 p.
- UNELLEZ, 2008. Diseño curricular de la carrera Ingeniería Civil. San Carlos, Venezuela. Pp. 29, 93, 99, 105, 113.
- UNELLEZ DTSI, 2019. Sobre la universidad. Portal UNELLEZ. [En línea]. <http://unellez.edu.ve/portal/index.php?unellez=1&mu=a> [Consulta: 2022, marzo 27]