

CONCEPTUALIZACIÓN DE IDEAS MATEMÁTICAS EN INGENIERÍA

Arnaldo Mendible, José Ortiz

Universidad Nacional Experimental de la Fuerza Armada Nacional, Venezuela

Universidad de Carabobo

arnmen2005@yahoo.com, ortizjo@cantv.net

Campo de investigación: Modelización matemática

Nivel: Superior

Resumen. *El desarrollo del lenguaje y sus funciones asociadas en el pensamiento están ligados con la conceptualización, tal como lo establece Vygotsky. Se considera la ingeniería como una disciplina que aplica conocimientos científicos para resolver necesidades sociales. El reto para el docente de matemática en Ingeniería, es contextualizar las situaciones didácticas, para la construcción y la apropiación, por parte de sus alumnos, de conceptos físicos y matemáticos presentes en problemas de ingeniería. A tal efecto se realizó un estudio de caso en el cual se hizo un análisis de datos cualitativos a partir de las producciones de alumnos de matemáticas de Ingeniería Mecánica de una Universidad en Venezuela. Se plantearon algunas situaciones problema para que los alumnos la resolvieran en equipos de trabajo, en la modalidad de talleres. Se concluye, en la investigación, que en estos ambientes contextualizados de aprendizaje el alumno desarrolla procesos de pensamiento deductivo que le dan significación a su esfuerzo. Además, se mejora, en los estudiantes, las estrategias para resolver problemas con un uso apropiado de variables, parámetros y constantes.*

Palabras clave: Modelación matemática, conceptualización, pensamiento matemático, competencias matemáticas en ingeniería

Introducción

Ante la creciente actividad técnica y científica que aumenta la brecha entre los países avanzados y los países menos desarrollados, la necesidad de los pueblos latinoamericanos de encontrar maneras efectivas de resolver problemas prácticos, en especial en ingeniería, y, además por la importancia que la Universidad posee en la búsqueda y construcción del conocimiento; se hace necesario lograr la armonía entre los resultados de esa búsqueda y su aplicación, teniendo en cuenta su impacto social, económico, político y ambiental.

Por otro lado, la formación profesional, en el campo de la ingeniería, posee condiciones especiales que se traducen en competencias, que al ser empleadas o demostradas por los egresados, les permite resolver problemas de ingeniería de manera eficiente, con un alto contenido social y crítico. En resumen, el compromiso del ingeniero con la sociedad, debe comprender la naturaleza de los proyectos que él aborda. Tal comprensión tiene una importante carga semántica, ya que los elementos de la naturaleza que están presentes en sus proyectos, tienen estructuras que deben

ser manejadas conceptualmente, a partir de la interpretación que el ingeniero hace de las diferentes interrelaciones, con la ayuda de sus experiencias en distintos contextos y del análisis crítico de sus modelos y resultados. En esto, el lenguaje tiene un papel eminentemente conciliador y con él se construyen enlaces, él motiva al pensamiento lógico deductivo, sustenta la creatividad y al pensamiento matemático.

El problema

La descripción de los hechos naturales y la construcción de modelos matemáticos que los explican y quizás hasta los reproduzcan, es la vía y anhelo natural de la ciencia. El acercamiento a esos hechos se logra, cuando esos conocimientos y conceptos que se derivan se tornan manejables, es decir cuando se establecen relaciones entre sus elementos, y cuando de ellos se reconocen sus funciones y sus propiedades. Para esto se requiere mecanismos de representación, pero los elementos, las relaciones, funciones, y sus representaciones, sólo son comprensibles al intelecto humano y permiten su comunicación a otras personas, a través del lenguaje. El mecanismo consiste en activar procesos de pensamiento que hagan conscientes al significado y el significante, dentro del código que se comunica, para representar un concepto o una relación entre conceptos.

Esta dinámica realidad requiere un esquema, de producción y de participación entre interlocutores, para ser adquirida y desarrollada. Tal esquema que debe ser científico con carácter social. Pero estos procesos se ven interrumpidos o desvirtuados por problemas de comunicación o por la descontextualización de las ideas y conceptos que se desean transmitir. Los conceptos y sus relaciones deben ser tratados con técnicas que permitan al alumnos construir significativamente otros conceptos asociados con los elementos que se desean tratar didácticamente (Martínez, Verdú y Gil, 2005).

En consecuencia, siendo la ingeniería una disciplina que estudia la aplicabilidad de los conocimientos científicos, para resolver necesidades sociales, para producir cambios en la naturaleza, medio ambiente u organización, se hace indispensable pensar y aplicar modelos didácticos que introducidos como innovación en el currículo, puedan brindar la oportunidad al docente de matemáticas en ingeniería, de contextualizar situaciones problema, en las que se contemplen la naturaleza de los objetos que intervienen en su solución para que el estudiante de

ingeniería interprete de manera eficaz los aspectos que desea y conviene cambiar. En ese sentido, debe tratar adecuadamente los conceptos involucrados en cada situación problema.

Sin embargo, tradicionalmente, se dictan parcelas de conocimiento no interconectadas, con las que el alumno aprende algunas herramientas conceptuales de uso, y no por el desarrollo de habilidades y competencias integradoras, que permitan resolver problemas de ingeniería con apoyo en lo conceptual. Para lo cual se asume que, la habilidad para comprender esa integración es el reflejo de la actitud y vocación del estudiante, que se logrará cuando aumente su experiencia y conocimientos en el área.

Por otro lado, es común el planteamiento de problemas sin contexto y sin carga semántica alguna, para que los alumnos los resuelvan aplicando alguna regla, fórmula o procedimiento “tipo”, con escasas herramientas conceptuales, que deja palabras o ideas sin conceptos asociados, con el peligro de usar preconceptos, con los errores de un concepto mal definido o mal redactado. Lo que obliga al estudiante a interpretar el problema, de alguna forma, dejando la responsabilidad al docente. Evitando, de esta forma, que los alumnos se acerquen al tratamiento conceptual de los problemas que desean resolver.

Tomando en consideración lo antes expuesto, en la presente investigación se persigue analizar las competencias que, desde una perspectiva conceptual, permiten al estudiante de ingeniería formular modelos, diseñar mecanismos físicos y resolver problemas contextualizados. En tal sentido, resulta de interés, analizar, caracterizar y evaluar la construcción de conceptos en un ambiente de clase de un curso inicial de cálculo de varias variables.

Consideraciones teóricas

Un objeto en el contexto puede ser aproximado a través de palabras, y su esencia se describe verbalmente sólo cuando el alumno se apropia de ese objeto en abstracto. El pensamiento se hace próximo a esa realidad a ser descrita (Vygotsky, 1995). Es así como, en el momento en el que se realiza tal apropiación, el docente, debe estar atento, para acercar al estudiante a la realidad y para consolidar el concepto.

En ese sentido, el proceso comienza con la construcción de la palabra. El pensamiento orienta la percepción, es decir, se muestra como un reflejo de la realidad, y se culmina designándole un

significado. En este momento, y en un ambiente contextualizado, el docente debe ayudar para que el alumno construya ese significado. Con el añadido de que es la construcción de esos conceptos lo que permite la comunicación parcial o total de la idea que se consolida en el estudiante.

Lo anterior se logra si se incorporan tareas y actividades, en un ambiente de aprendizaje abierto, con problemas orientados hacia procesos; tanto con herramientas de cálculo automatizado, como a través del auto aprendizaje y de interrelación entre pares académicos. De esta manera, se plantea la situación problema como una oportunidad de aprendizaje para el futuro profesional, y en la que la percepción se conjuga para cambiar conceptos junto al empleo de una función de construcción (Hußmann, 2007).

Operacionalmente, ambas funciones descritas intervienen en el cambio intencional de las condiciones y propuestas del docente al alumno, y se convierte la estrategia de enseñanza en investigativa. Los problemas planteados deben ser abiertos y sin datos, con el propósito de que intervenga la trilogía datos-hechos-teoría (Martínez et al, 2005). La unidad hace a esta terna un sistema, que se autorregula por su coherencia y por la construcción de hipótesis. Y aquí está presente el proceso descrito por Vygotsky, el concepto nace cuando el problema emerge de la situación problema con una carga dialógica y significativa. En esto interviene el razonamiento, el mayor énfasis se hace en la construcción, y no en la verificación hecha durante la investigación, aspecto que riñe con la mecánica investigativa, pero que aquí se hace necesaria para consolidar la construcción de los conceptos (Soares y Martinho, 2007).

En conclusión, abordamos el marco teórico desde el ángulo conceptual descrito por la necesidad real de comprender la naturaleza de los elementos involucrados. Tradicionalmente, el estudiante al principio aplica herramientas conocidas con la ayuda pre-conceptual que brinda el enunciado, luego consolida el uso de esas herramientas en forma de aprendizaje automático, sin criticar las condiciones contextuales del problema, sin relaciones entre estas condiciones y la herramienta matemática empleada (Barriga, 2003). De otra manera, los símbolos y las relaciones controladas en situación de clases se dan en un ciclo de modelización en el que cada uno de sus elementos convoca el uso apropiado del lenguaje, y con él se da la construcción de conceptos de manera significativa (Hein y Biembengut, 2006).

Por último, el contexto, la modelización y los recursos conforman una terna que, administrada por el docente, permite al estudiante construir modelos, y como producto colateral aparecen los

conceptos asociados a él (Mendible y Ortiz, 2007). Como una etapa final de este proceso conceptualizador, se describen las actividades que se hacen conscientes, en la construcción de conceptos en el aula por parte del estudiante de ingeniería. Para que esta problemática sea superada, es indispensable abordar su conocimiento desde la óptica de la formación de conceptos, distinguiendo en ellos la contribución del proceso de modelización.

Metodología

Se desarrolla una investigación de campo bajo la modalidad de estudio de caso, donde participaron treinta y dos estudiantes de Matemática III. Específicamente se tomó como contexto matemático los fundamentos y operaciones básicas del Cálculo Vectorial, en el entendido que su nivel de complejidad es abordable, como para entender las relaciones que en ella se manifiesten y que se dan en ese salón de clases, para construir y utilizar conceptos apropiadamente, cuando se plantean problemas cercanos a su futuro ejercicio profesional como ingenieros.

Se registra una entrevista, se analizan las producciones verbales de los estudiantes. Con ello se logra entrelazar los elementos constituyendo patrones de comportamiento desde los cuales emergerían categorías que se evidencian de esas relaciones. (Denzin y Lincoln, 2005; Miles y Huberman, 1994).

Asimismo, se plantearon situaciones problema para que los alumnos las resolvieran, en equipos de trabajo, en la modalidad de talleres. Siempre con el asesoramiento del docente, que por medio de la discusión crítica fueron contextualizados y se redactaron de manera grupal, obteniendo problemas cuyas cargas semánticas permitieron distinguir sus partes o componentes fundamentales para ser resueltos. Es decir, para que pudieran operarse las variables y datos del problema con conceptos asumidos por el alumno. El punto focal fue la naturaleza de los objetos involucrados y su conceptualización en correspondencia íntima con los objetos interrelacionados empíricamente.

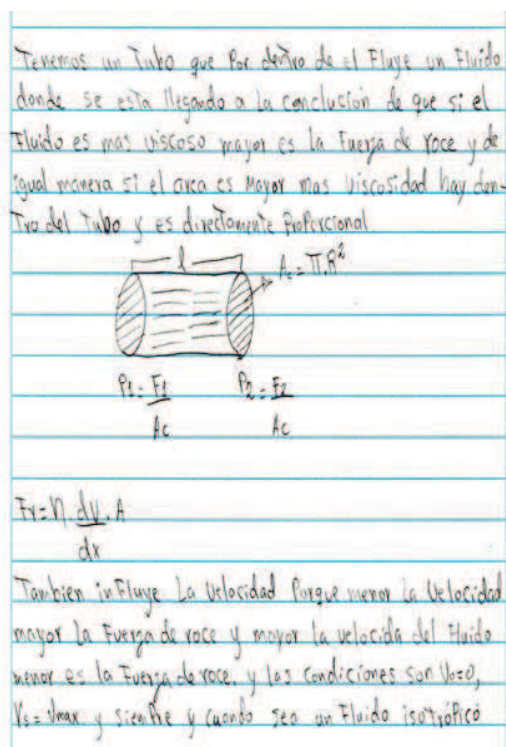
Conclusiones

Se concluye, en la investigación, que en estos ambientes contextualizados de aprendizaje, el

alumno desarrolla procesos de pensamiento deductivo que le dan significación a su esfuerzo.

Por ejemplo, para tratar el tema de derivada parcial, conceptual y operacionalmente; se enunció “Se desea construir un silo para almacenar granos en el que la velocidad de llenado del mismo sea constante, sabiendo que la bomba hace fluir los granos en cantidades crecientes”, el problema abierto, no acabado como lo daría un usuario “cliente”, presentó al estudiante la oportunidad de completar los elementos faltantes del problema, construyó para eso una vía de solución abstracta, ya que no poseía datos numéricos y no había variables definidas. Utilizó, conceptos que deben ser aclarados y enunciados por el alumno para que tenga posibilidad de enfrentar una posible solución. Por sugerencia del docente, el alumno hizo preguntas al cliente que le suministrara datos e información. ¿Qué significa velocidad de llenado?, ¿Qué forma debe poseer el silo? ¿Qué es un silo? ¿Cómo llenar el silo?, ¿Cuál es el tipo de bomba a emplear? ¿La bomba dónde se coloca?, ¿Cómo funciona ese tipo de bomba?. Al dar respuestas a estas interrogantes los estudiantes notan que los datos no son numéricos, son características que permiten generalizaciones conceptuales. En este proceso de conceptualización se evidencia un proceso operacional-algebraico, ya que escribe variables y describe significados de las mismas. Los alumnos logran, en consecuencia, distinguir varias variables actuando en el problema del mecanismo que se desean construir, y destacan la variable que el cliente asocia con “velocidad de llenado”. Para una bomba con un flujo cuyo modelo es exponencial, por ejemplo, un estudiante dedujo que el silo no puede ser cilíndrico, ni cónico, y que para que el silo sea cilíndrico la velocidad de carga de la bomba debería ser constante, condición contraria a la hipótesis considerada. Con lo que se observa una mejora en la calidad en las respuestas de los estudiantes, en la incorporación de algunas estrategias para resolver problemas, y con un uso apropiado de variables, de los parámetros y constantes adecuados.

Otro caso consistió en, analizar las características del flujo de una sustancia viscosa que circula por un tubo; ante lo cual, los estudiantes, en discusión dirigida, concluyeron que la mejor manera de representación de los factores que inciden en el fenómeno es ver el flujo desplazándose por un cilindro imaginario en la dirección del fluido. Concluyendo luego que esta representación obliga la consideración del área transversal del cilindro como elemento de análisis. Distinguieron al flujo con superficies isobáricas de nivel. También notaron que la longitud del mismo puede ser relevante para que se describa al flujo de manera real.



Muestra del producto de un alumno al tratar el modelo de flujo en un tubo

Algunos de los estudiantes recordaron el análisis que se planteó en física en los estudios medios, y equilibraron las presiones. Como elemento diferencial hicieron uso de las variables “ l ”, “ Δx ”. Introdujeron el concepto de velocidad a lo que en apariencia estaba estático, y en consecuencia, apareció la aceleración requerida por la segunda Ley de Newton. Aún cuando el interés de esta investigación se centró en los elementos que surgieron y no en la teoría física que los sustentan, se notó que al tratar los entes de manera conceptual como lo hace la física se logra la construcción del modelo con el cual se operan las variables involucradas. La comprobación y evaluación del modelo es

otra dimensión que surgirá como consecuencia de la aparición de estos resultados. Las variables aparecen en la misma medida en que los conceptos revelan nuevas relaciones, que se traducen en entes algebraicos.

Este ejemplo ilustra los efectos de esta visión contextualizada con análisis conceptual. Al tratar el Teorema de la Divergencia, se dictó la circunstancia en la que se da un flujo en un campo conservativo y se desea conocer el flujo que atraviesa una superficie cerrada, los estudiantes distinguieron en el cálculo que el total de flujo era cero y que la respuesta confirmaba la hipótesis de conservación del campo vectorial. Sin embargo, algunos estudiantes dieron la respuesta sin cálculo ya que asumieron flujo cero como característica de un campo conservativo, emergiendo el concepto antes que el cálculo.

Se concluye, entonces que la conceptualización de los objetos involucrados (superando algunos preconceptos) contribuye a la definición de las variables, parámetros y constantes presentes en la situación problemática. Además, los conceptos orientan el pensamiento deductivo del alumno al diseñar constructos que son manipulables, y que a su vez no pierden esencia ni significación. Que

son contrastables con la realidad y el contexto asumido. Esta investigación contribuye a soportar estudios empíricos en el ámbito de la ingeniería, relacionados con las competencias en modelización y aplicaciones en contextos matemáticos del currículo actual en Ingeniería en Venezuela.

Referencias bibliográficas

Barriga, F. (2003). *Cognición situada y estrategias para el aprendizaje significativo*. Recuperado el 15 de julio de 2008 de <http://redie.ens.uabc.mx/vol5no2/contenido-arceo.html>

Denzin, N. y Lincoln, Y. (2005) *The SAGE Handbook of Qualitative Research*. Thousand Oaks, CA: Sage Publications.

Hein, N. y Biembengut, M. S, (2006). *Modelaje matemático como método de investigación en clases de matemáticas*. Recuperado el 21 septiembre de 2007 de <http://www.cientec.or.cr/matematica/pdf/P-Hein.pdf>

Hußmann, S. (2007). Building concepts and conceptions in technology-based open learning environments. En W. Blum, P. Galbraith, H. Henn, H. y M. Niss, (Eds) *Modelling and Applications in Mathematics Education*. (14th ICMI Study, pp. 341-348). New York: Springer.

Martínez, J., Verdú, R., Gil, D. (2005). ¿Por qué y cómo organizar la enseñanza en torno a problemas? En M. M. Callejas (Comp) *Desarrollo de competencias en ciencias e ingenierías. Hacia una enseñanza problematizada* (pp. 19-104), Bogotá: Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería/ Magisterio.

Mendible, A. y Ortiz, J. (2007). Modelización Matemática en la Formación de Ingenieros. La Importancia del Contexto. *Enseñanza de la Matemática*. Número Extraordinario, 12 (16), 133-150.

Miles, M. y Huberman, A. (1994). *An Expanded Sourcebook. Qualitative Data Analysis*. Estados Unidos de Norte América: Sage Publications.

Soares, L., y Martinho, M. H. (2007). Modelling is for reasoning. En C. Haines, P. Galbraith, W. Blum, S. Khan, (Eds.), *Mathematical Modelling. ICTMA 12: Education, Engineering and Economics*. (pp. 480-489). Chichester, Inglaterra: Horwood Publishing.

Vygotsky, L. (1995). *Pensamiento y lenguaje*. Madrid: Paidós.