



Innovation in research and engineering education:
key factors for global competitiveness

Innovación en investigación y educación en ingeniería:
factores claves para la competitividad global

LA ETNOMATEMÁTICA EN INGENIERÍA COMO ESTRATEGIA PARA GENERAR INVESTIGACIÓN Y CALIDAD EN EL APRENDIZAJE

José Solórzano Movilla

Corporación Universitaria Americana
Barranquilla, Colombia

Resumen

En los últimos años el número de estudiantes que presentan problemas en el aprendizaje de las matemáticas ha ido en aumento, entre las causas que conllevan a esta situación se puede mencionar el nivel de competencias de los bachilleres en el área y que se refleja además en los resultados de la Pruebas Saber 11, donde más del 50% de los evaluados se encuentran en los cuartiles mas bajos en los que se clasifican a los discentes.

Por otro lado, las metodologías que se desarrollan en las clases, a menudo la implementación de estilos rigurosos desligan la realidad circundante y el contexto cultural de los mismos, haciendo que las asignaturas enmarcadas en esta rama del conocimiento sean menos llamativas para su estudio por parte los futuros ingenieros.

De acuerdo a lo anterior, se planteó al interior de la Facultad de Ingeniería de la Corporación Universitaria Americana solicitar a los docentes proponer estrategias que propendieran por el mejoramiento de la calidad del aprendizaje de los estudiantes en el área de las matemáticas y afines, una de las propuestas se presenta a continuación y tiene su fundamento en la etnomatemática como estrategia de investigación y aprendizaje de las matemáticas de los diferentes grupos sociales presentes en la ciudad de Barranquilla.

La etnomatemática se define en palabras de D'Ambrossio (2001) como "*la matemática practicada por grupos culturales, tales como comunidades urbanas o rurales, grupos de trabajadores, clases profesionales, niños de cierta edad, sociedades indígenas y otros tantos grupos que se identifican por objetivos y tradiciones comunes a los grupos*" en ese sentido, desde la década de los ochenta y noventa se vienen desarrollando trabajos académicos que en primera instancia han tenido como objetivo identificar el uso más común de la prácticas matemáticas, de igual forma con la visión que de la misma tienen los grupos indígenas en diferentes lugares del continente.

Los objetivos de la propuesta del uso de etnomatemática como estrategia de investigación y de enseñanza en la facultad de ingeniería son en primer lugar indagar por la forma en que diferentes grupos sociales como los afrodescendientes, indígenas, raizales o rom (gitanos) usan la matemática en su diario vivir para la solución de situaciones. De la misma forma establecer como los profesionales de la ingeniería usan conceptos matemáticos en su desarrollo profesional lo cual permitirá retroalimentar los syllabus de las asignaturas del plan de estudio y actualizar las aplicaciones prácticas que ejemplifican los temas estudiados en el aula.

En segundo lugar como resultado del proceso de indagación e investigación, se pueden realizar modelos matemáticos viables para el desarrollo de software y programas computacionales que permitan mejorar el aprendizaje de las matemáticas no solo en la educación superior, sino la media y básica.

Finalmente con esta propuesta se persigue que los estudiantes de Fundamentos de Álgebra de los programas de Ingenierías, puedan mejorar su percepción de las matemáticas con la realidad, motivándolos a desarrollar un alto nivel de competencias.

Palabras clave: etnomatemáticas; educación matemática; ingeniería

Abstract

During the last couple of years the students that present a learning disability with mathematics has grown, some of the causes for this issue are the level of math that high schoolers have this days, and are reflected in the results from the “Pruebas Saber 11,” were more than 50% of students have been graded with the lowest scores that this test holds.

Moreover, the methodologies that are developed during the classes, the implementation of rigorous styles usually separate the surrounding reality and the cultural context of the same, making the subjects that have to do with this branch of knowledge less appealing for the study of future engineers.

Due to this, the faculty of engineering of the “Corporación Universitaria Americana” made a survey for the students, so they could suggest different strategies that would help improve the learning enviroment of students in the area of mathematics. One of the propositions is presented during the next paragraphs and it is based in ethno-mathematics, as an investigational strategy for different social groups in Barranquilla.

Ethnomathematics is define by D’Ambrossio as “the mathematics which is practiced among identifiable cultural groups, such as urban or rural communities, working groups, children of certain age, and other groups that identify themselves by common objects and traditions of the same group.” Since the decade of the eighties and nineties there has been working academics development that in the first instance have had as an objective to identify the most common use of the practical mathematics. The objective of the proposal to use ethno-mathematics as a strategy for research and teaching in the faculty of engineering.

The objectives of the proposal of the use of ethno-mathematics as a strategy for research and teaching in the faculty of engineering is that in the first place to investigate the way in which different social groups as the “afrodescendientes,” raizals or gypsies use mathematics in their daily lives to solve situations. In that same manner, to establish how the engineering professionals use mathematical concepts in their

professional lives that will allow to provide feedback for the syllabus and to update the practical applications that exemplify the topics studied in the classroom.

In the second place, as a result of the investigation process and research, there can be made viable mathematical models for the development of software and computer programs to improve the learning of mathematics not only higher education wise, but high school and elementary too.

Finally this proposal is intended to enable students of the Foundations of Algebra programs in engineering, to improve their perception of mathematics with the reality, and motivating them to develop a high level of competence.

Keywords: *ethnomatematics; mathematical education; engineering*

Introducción

El desarrollo de competencias matemáticas se ha convertido en uno de los temas sobre los cuales se ha trabajado con mucha frecuencia en los últimos años en diversos lugares del mundo debido al bajo desempeño que los estudiantes presentan en los niveles educativos. En Colombia esta problemática se ve reflejada en los resultados de las pruebas Saber 11, que buscan determinar el nivel de competencias con los que los estudiantes egresan de la media vocacional. Lo cual impacta fuertemente el desempeño de los estudiantes al ingresar a la educación superior, especialmente en los programas de ingeniería.

En consecuencia, en la educación superior es posible evidenciar distintos problemas en el aprendizaje de las matemáticas, en los cuales se muestran los llamados vacíos conceptuales y operativos que en muchos de los casos generan indicadores de bajo rendimiento académico en las áreas relacionadas como son matemáticas básicas, cálculo diferencial entre otras y por ende también en aquellas donde la matemática es una herramienta por ejemplo: física mecánica, física eléctrica, ecuaciones diferenciales y afines, lo cual dificulta cumplir con la misión y objetivos del programa, además, se convierte en unos de los causales de deserción de la Corporación Universitaria Americana.

Los problemas en el aprendizaje de las matemáticas no se limitan a la actualidad porque al indagar en la historia se observa que es una situación recurrente a nivel mundial, que inicia a mediados del siglo XX donde el mundo se encuentra en un período muy convulsionado de posguerra y el objetivo central es la reconstrucción social a todo nivel, esto incluye el área de la educación. “Desde el fin de la segunda guerra mundial estamos asistiendo a un proceso de reorganización de la episteme en el cual las disciplinas tradicionales se están reconfigurando para hacer frente a problemas complejos que tienen que ver con las relaciones entre ciencia, tecnología y sociedad” (Izquierdo 1999, 2000). Es entonces, cuando la educación se constituye en uno de los motores de la movilidad social, en una herramienta para mejorar la calidad de vida y como medio de crecimiento y desarrollo personal.

En ese orden de ideas, se plantea un interrogante ¿cómo enseñar las matemáticas? como respuesta surgen tres opciones, que dan nacimiento a corrientes que son: en primer lugar las matemáticas modernas, “que se enfoca en la rigurosidad y la abstracción como estrategia de aprendizaje, según ésta el aprendizaje se basa en lo memorístico y lo mecánico, es decir la repetición hace al maestro” (CELIS, 1999). Esta corriente es fuertemente influenciada por el conductismo.

En segundo lugar, la resolución de problemas, “la cual toma en cuenta las bases pedagógicas y psicológicas del aprendizaje de los estudiantes, enfocándose a un plano de razonamiento y reflexión” (COLLETE, 1986); donde el aprendizaje significativo marca la pauta pedagógica que aún se encuentra vigente, y por último encontramos las tecnologías en la enseñanza de las matemáticas, “esta se fundamenta en el uso de las calculadoras como elemento característico para facilitar el aprendizaje” (ERRO, 1986) estas corrientes se dieron en un período entre 1950 y 1976, y tiene un impulso mayor en la actualidad con la masificación de las tecnologías de la información y comunicación, como el internet y los dispositivos móviles. Sumado a lo anterior la tendencia apunta hacia el desarrollo de estrategias didácticas basadas en la corriente de resolución de problemas

Como parte de este proceso investigativo se lograron identificar algunos autores que han estudiado desde varios puntos de vista el aprendizaje de las matemáticas en diferentes lugares del mundo.

En Europa se realizaron investigaciones que pretendían profundizar en la problemática, identificando las variables que tenían algún efecto sobre el aprendizaje de las matemáticas; encontrando trabajos como los desarrollados por investigadores como Begle en Alemania quien logró identificar cinco grupos de variables en su trabajo realizado en la Universidad de Stanford estas afectan el aprendizaje de las matemáticas y las agrupa de la siguiente manera: relativas a los maestros, curriculares, relativas a los alumnos, ambientales, e instruccionales.

Así mismo, Bishop en Australia plantea una enseñanza de las matemáticas basada en los rasgos característicos de cada cultura identificando además seis actividades universales de las matemáticas que realizan cada una de ellas, las cuales son: localizar, contar, medir, diseñar, jugar y explicar; llegando a la conclusión que las matemáticas son un proceso pancultural, es decir, se presenta en todas las culturas del mundo.

De igual forma, Porlan en España fundamentado en el aprendizaje significativo y en los procesos constructivistas, propone la teoría del cambio conceptual para la enseñanza de las ciencias básicas, entre ellas las matemáticas.

Freudenthal en Holanda, por su parte desarrolla métodos didácticos para la enseñanza enfocados en los procesos cognitivos. En Estados Unidos se referencian investigaciones realizadas por Boyer quien trabaja el desarrollo histórico-cultural de las matemáticas y finalmente Polya se direcciona en la resolución de problemas lo que describe ampliamente en su texto “Como plantear y resolver problemas”, dichos estudios fueron financiados por “National Council of Teachers of Mathematics” (NCTM).

Respecto a Latino América se adelantaron investigaciones en México en la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) donde se abrió un programa de doctorado en Educación Matemática con el que se busca el desarrollo permanente de esta área del conocimiento. Por otro lado, en Brasil se inicia en los años ochenta una corriente de enseñanza denominada Etnomatemáticas y que es definida por Ubiratan D`Ambrosio como la matemática practicada por grupos socialmente definidos.

En Argentina existe una marcada tendencia a la utilización de las TICS para acercar a los jóvenes a la matemática de una forma lúdica y práctica “hay otras formas de aprender matemáticas” (Paenza, 2010). En cuanto a Cuba el desarrollo apunta al uso de la enseñanza problémica en la educación matemática y en Colombia se han desarrollado trabajos enfocados hacia la didáctica de las matemáticas entre ellas podemos

destacar el realizado en el Caribe Colombiano por Kemel George, quien indaga sobre la enseñanza del cálculo diferencial en la educación superior.

Educación Matemática y Etnomatemáticas

La educación matemática se ha desarrollado a partir de investigaciones que apuntan a resolver problemáticas en la enseñanza de las matemáticas, esto como consecuencia de los múltiples inconvenientes que se presentan en el aprendizaje de esta área del conocimiento en palabras de J Kilpatrick 1998 *“la investigación en esta área se originó en las universidades. A la vuelta del siglo diecinueve, las universidades protestantes de Prusia comenzaron una reforma de la educación superior que eventualmente se extendió a otros países y que dio lugar a la diferenciación y profesionalización de las disciplinas científicas modernas (Grattan-Guinness, 1988; Jahnke, 1986; Pyenson, 1985; Schubring, 1988; Shils, 1978). Con esta reforma, se esperaba que el profesor universitario, además de enseñar, realizara investigación”*. En consonancia los trabajos que se han venido desarrollando tienen un enfoque didáctico que apunta hacia las estrategias que han usado los profesores en el proceso de enseñanza aprendizaje.

Dentro de las corrientes que hacen parte de la educación matemática se encuentra la enculturación matemática planteada por Alan Bishop al principio de los años noventa del siglo pasado en Australia. Además a partir de trabajos transculturales define a la matemática con una actividad pancultural, es decir se presenta en todas la culturas del mundo. Este planteamiento se hace con base en la identificación de 6 actividades que las diferentes comunidades humanas realizan en su entorno, estas son; contar, medir, diseñar, localizar, jugar y explicar, las mismas son realizadas a grandes rasgos por la mayoría de los diferentes grupos sociales humanos.

En ese sentido y como parte los trabajos de investigación que han impactado en la enseñanza de las matemáticas es la etnomatemáticas la que nace como una definición dada por el investigador Ubiratan D’Ambrossio en el año 2001, y sobre la cual existe en la actualidad un gran desarrollo sobre en investigaciones con las comunidades indígenas de los países de Sur América, África y Australia.

Por otro lado, la intención del estudio de la etnomatemática es la identificar la matemática usada por personas pertenecientes a grupos sociales definidos y que comparten un conjunto de rasgos característicos que hacen posible destacar la importancia que tienen las prácticas no formales de conceptos matemáticos y que les ayuda a resolver situaciones propias de su cotidianidad.

La propuesta

En el caso del caribe colombiano el trabajo que se plantea a primera instancia a partir de un trabajo de investigación acción participativa de la que hacen parte estudiantes de primer semestre del Programa de Ingeniería de Sistemas de la Corporación Universitaria Americana, es establecer cuáles son las practicas matemáticas no formales usadas por las personas del común en sus actividades cotidianas en primer lugar de en la ciudad de Barranquilla, para luego usarlas como elementos susceptible de construir ejemplos prácticos de las temáticas de la asignatura de fundamentos de álgebra.

Para llevara a cabo la misma se seleccionó un grupo de estudiantes de primer semestre del Programa de Ingeniería de Sistemas que se interesaran en indagar con diferentes personas cercanas, familiares, vecinos o compañeros de trabajo de sus padres que usaran algún tipo de elementos matemáticos para la solución de situaciones de su arte u oficio.

Posteriormente y luego de dos semanas de trabajo por parte de los estudiantes se realizó una socialización con sus compañeros de clases de los hallazgos encontrados en su proceso de indagación.

Finalmente en conjunto estudiantes a cargo de indagar y docentes del área de matemáticas identificaron los conceptos matemáticos presente en las actividades cotidianas para luego formalizarlos y así diseñar ejemplos y ejercicios acordes con los temas de estudio que hacen parte del contenido de la asignatura de fundamentos de álgebra, asignatura del plan de estudio del pensum de primer semestre.

Los resultados

Los estudiantes seleccionados, lograron identificar tres aspectos cotidianos donde se usa la matemática de manera informal, y que a su vez tienen que ver con las actividades universales planteadas por Alan Bishop, el juego.

El primer resultado destacable está referido al cálculo de la hora a partir de la ubicación del sol y las sombras de las personas en el suelo. Este método es empleado por la mayoría de los señores de la tercera edad de la Región Caribe Colombiana. La forma en que lo hacen está relacionada con proporciones, geometría con la medición de ángulos de igual forma con la trigonometría.



Imagen 1: explicación del cálculo de la hora a partir de la posición de sol

El segundo resultado de la indagación llevada a cabo por los estudiantes es la forma en que son vendidos los pescados y los mecanismos para capturar camarones en el corregimiento de Tasajera en el departamento del Magdalena. En el caribe es común preguntar a los pescadores él porque al vender una mano de pescado se dan 4, y no cinco, la explicación dada por el abuelo del estudiante que indago sobre el tema es que desde tiempo ancestrales se privilegia las parejas, es decir es un mano hay dos parejas y un elemento incompleto, por tal motivo se venden dos parejas, que componen una mano. Es llamativo que lo expuesto, coincide con la forma de conteo de los chimilas (comunidad indígena del caribe colombiano) ya que su sistema de conteo se realiza a partir de agrupaciones pares de los elementos de su entorno.

Por otro lado, la recolección de camarones se realiza a partir de una malla que tiene unas medidas específicas, la misma esta soportada en un madero de 2 metros de largo y con el grosor suficiente que pueda soportar un peso considerable. La recolección se hace por ciclos de 45 minutos. De esta forma es posible capturar en promedio 10 kilogramos de camarones por cada ciclo.

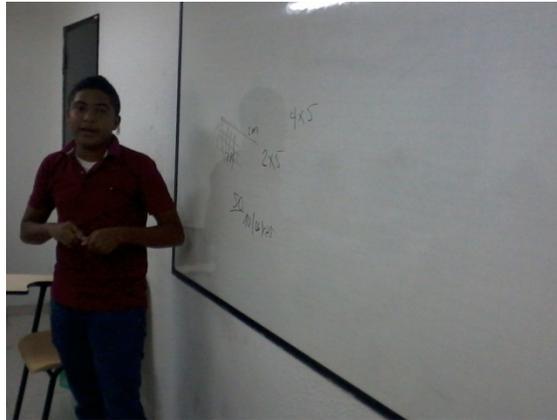


Imagen 2: estudiante explicando los hallazgos en la pesca

La tercera actividad cotidiana donde los estudiantes encontraron el uso de conceptos matemáticos es la venta de fritos que hacen en las calles. Los productos alimenticios son preparados y cocinados al aire libre, lo cual permite ver durante el proceso que técnicas son usadas en su elaboración.



Imagen 3: cálculo de la masa para una arepa



Imagen 4: Corte de una empanada

A partir de la observaciones realizadas y fotografiadas, es posible destacar, que ángulo de inclinación con el cual se hace el corte semicircular de las empanadas permite que tengan siempre la misma longitud de arco. De igual forma el gramaje de que tienen las arepas está determinado por el diámetro de las esferas de masa, esta medida debe coincidir en todos los casos con el tamaño del puño de la persona que hace el producto mencionado.

En el anterior hallazgo, se identifican dos conceptos matemáticos relacionados con las actividades matemáticas mencionadas por Bishop, estas son; el diseño y el conteo.

Con base en lo anterior se diseñaron un compendio de ejemplos y ejercicios para cada temática, que se resumen en la siguiente tabla:

Hallazgo	Actividad universal	Temáticas trabajadas
Calculo de las horas a partir de la posición del sol	Localización, medición, explicación	Trigonometría, leyes del seno y coseno.
Pesca artesanal	Diseño, conteo	Numero naturales
Recolección de camarón	Diseños, medición, localización, conteo	Proporciones, geometría, aplicaciones de las ecuaciones lineales
Venta de fritos en la calle	Diseño, medición, conteo.	Aplicaciones de las ecuaciones lineales. Geometría. Sistemas de ecuaciones.

Tabla1: relación entre hallazgo, actividad universal y temas trabajados en clases

Como resultado de la actividad de indagación y contextualización de los contenidos a partir de los datos obtenidos se pudo evidenciar un mejoramiento en el rendimiento académico y el interés por parte de los estudiantes por pertenecer al semillero de investigación de la institución.

Referencias

Libros

- Alonso, F. y otros 1987, Aportaciones al debate sobre las matemáticas en los 90, Simposio de Valencia 1987 (Mestral, Valencia,)
- Boyer,C.B., 1968 A History of Mathematics (J.Wiley, New York,) (Traducido al castellano en Alianza Editorial, Madrid)
- BISHOP, Alan 1999. Enculturación matemática, la educación matemática desde una perspectiva cultural. Ed. Paidós. Barcelona.
- BISHOP, Alan 1999. Aproximación sociocultural a la educación matemática. Ed. Paidós. Barcelona.
- Blum, W., Niss,M.,Huntley, I 1988.(editors), Modelling, Applications and Applied Problems Solving. Teaching mathematics in a real context (Ellis Horwood, Chichester,UK,).
- Blum,W. and Niss,M. 1991, Applied mathematical problem solving, modelling, applications, and links to other subjects- State, trends and issues in mathematics instruction, Educational Studies in Mathematics 22, 37-68.
- Churchhouse,R.F.et al 1986 (editors),The Influence of Computers and Informatics on Mathematics and its Teaching (ICMI Study Series) (Cambridge Univ. Press, Cambridge,)
- Coxeter,H.S.M., 1961 Introduction to Geometry (J.Wiley, New York,)
- Coxeter,H.S.M. and Greitzer,S.L. 1967, Geometry revisited (Random House, New York,)
- Ubiratan D'ambrosio. 1990 reflexiones sobre Etnomatemáticas

Memoria de Congresos

- José Gregorio Solórzano Movilla. (2012), ""EUREKA" Estrategia Didáctica para la Enseñanza de las Matemáticas en la Educación Superior" Encuentro Internacional de Matemáticas y Física p.50 – 60.

Los puntos de vista expresados en este artículo no reflejan necesariamente la opinión de la Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería y de la International Federation of Engineering Education Societies

Copyright © 2013 Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería (ACOFI), International Federation of Engineering Education Societies (IFEES)