

ISSN: 1665-4668



Revista

**PAKBOL**

Año 18 Diciembre 2019 Facultad de Ingeniería Universidad Autónoma de Chiapas

latindex

Folio: 23060  
www.latindex.org



**Ingeniería**



*Vías terrestres en Dubai , Emiratos Árabes Unidos*



## DIRECTORIO

- Dr. Carlos F. Natarén Nandayapa**  
*Rector de la UNACH*
- Dra. María Eugenia Culebro Mandujano**  
*Secretaría General-UNACH*
- Dra. Leticia del Carmen Flores Alfaro**  
*Secretaría Académica-UNACH*
- C.P.C Roberto Cárdenas de León**  
*Secretario Administrativo-UNACH*
- Dra. María Guadalupe Rodríguez Galván**  
*Directora General de Investigación y Posgrado*
- Dr. Gonzalo López Aguirre**  
*Director General de Extensión Universitaria*

## FACULTAD DE INGENIERÍA

- Dr. Arcadio Zebadúa Sánchez**  
*Encargado de la Dirección*
- Mtro. Ricardo Gabriel Suárez Gómez**  
*Secretario Académico*

## COMITÉ CIENTÍFICO EXTERNO

- Dr. Gabriela Buendía Abalos**  
*Red de Centros de Investigación en Matemática Educativa A.C.*
- Dra. Alba Néida García Beltrán**  
*Universidad Autónoma de Zacatecas, "Francisco García Salinas"*
- Dr. Sandra Graciela Orlandi**  
*Universidad Nacional de la Patagonia  
San Juan Bosco, Argentina*
- Dr. Pedro Castro Borges**  
*Departamento de Física Aplicada  
CINVESTAV-IPN, Unidad Mérida, Yucatán*
- Dr. Carlos Artemio Coello Coello**  
*Departamento de Computación  
CINVESTAV-IPN, Zacatenco*
- Dr. Luis Gil Espert**  
*Universidad Politécnica de Catalunya  
Campus Terrassa*
- Dr. Noé Villegas Flores**  
*Universidad Federal de la Integración Latinoamericana (UNILA)  
Foz de Iguazú, Brasil.*

## COMITÉ CIENTÍFICO INTERNO

- M.I Juan José Muciño Porras**  
*Ingeniería Hidráulica y Ambiental*
- M.I Jorge Alfredo Aguilar Carboney**  
*Prevención de Desastres Naturales*
- M.I Fredy Humberto Caballero Rodríguez**  
*Construcción Sustentable*
- Dr. Hipólito Hernández Pérez**  
*Desarrollo y Didáctica de la Matemática Educativa*
- Dr. Hugo Alejandro Guillén Trujillo**  
*Centro de Eco tecnologías y Desarrollo Sustentable*
- Dra. Daisy Escobar Castillejos**  
*Coordinadora de Investigación y Posgrado de la Facultad*

## CONSEJO EDITORIAL

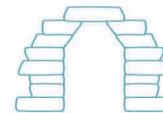
- Dr. Arcadio Zebadúa Sánchez**  
**Dr. José Alonso Figueroa Gallegos**  
**LCC. Marcela Aguilar Aquino**

- Dr. José Alonso Figueroa Gallegos**  
*Director de la Revista*

- LCC. Marcela Aguilar Aquino**  
**L.C Miguel Alejandro Espino Guzmán**  
*Departamento Editorial*  
**LCC. Marcela Aguilar Aquino**  
*Formación y Diseño Editorial*

## CONTENIDO

<b>Editorial</b> .....	<b>3</b>
<b>Sumario</b> .....	<b>4</b>
Evaluación de los criterios de diseño de vigas de concreto subreforzadas con varillas de PRFV <i>Sánchez Hernández Juan Alberto</i> .....	<b>5</b>
Educación Ambiental biocultural informal en reservas ecológicas en Chiapas <i>González López María del C., Escobar Castillejos Daisy, Guillén Trujillo Hugo A., Figueroa Gallegos José A.</i> .....	<b>12</b>
Medición de índices de calidad en el funcionamiento de transporte público en ciudades intermedias <i>Ballinas Salazar Gabriel, Suárez Gómez Ricardo, Nazar Beutelspacher Moisés</i> .....	<b>18</b>
Resignificación de la razón trigonométrica con estudiantes de la Facultad de Ingeniería UNACH <i>Juárez Camacho María C., Cruz Ruiz Cristóbal</i> .....	<b>23</b>



Publicación financiada con recursos PFCE-2019

Foto portada:

<https://sp.depositphotos.com/49895155/stock-photo-panorama-of-city-centre-in.html>



# EDITORIAL

*Estimados Lectores..*



*D*amos la bienvenida a todos nuestros lectores con la última publicación del año 2019 de la revista Pakbal. En este número encontrará temas relacionados con la evaluación de los criterios de diseños de vigas de concretos subreforzadas con varillas de PRFV, la medición de índices de calidad en el funcionamiento del transporte público en ciudades intermedias, la educación ambiental biocultural informal en reservas ecológicas del Estado, y la resignificación de la razón trigonométrica desde el punto de vista de estudiantes universitarios.

*E*speramos contar con su preferencia durante el siguiente año, ya que seguiremos trabajando para darles a conocer investigaciones del área de ingeniería y temas afines a este campo del conocimiento que sean de utilidad en sus prácticas laborales.

*“Por la Conciencia de la Necesidad de Servir”*

*Facultad de Ingeniería*

*Los Editores*

## EVALUACIÓN DE LOS CRITERIOS DE DISEÑO DE VIGAS DE CONCRETO SUBREFORZADAS CON VARILLAS DE PRFV

EVALUATION OF THE DESIGN CRITERIA OF SUBREFORZED CONCRETE BEAMS WITH GFRP RODS

*Sánchez Hernández Juan Alberto*

5

Esta investigación evalúa el comportamiento y el diseño de vigas de concreto reforzado mediante barras de polímeros reforzados con fibras de vidrio (PRFV) con concretos de resistencia normal en México sometidas a flexión simple. Como resultado se encontró que la resistencia nominal obtenida hasta la falla resultó superior a la esperada según la metodología de análisis.

## EDUCACIÓN AMBIENTAL BIOCULTURAL INFORMAL EN RESERVAS ECOLÓGICAS EN CHIAPAS IN-FORMAL BIOCULTURAL ENVIRONMENTAL EDUCATION IN ECOLOGICAL RESERVES IN CHIAPAS

*González López María del Carmen, Escobar Castillejos Daisy,  
Guillén Trujillo Hugo A., Figueroa Callegos José A.*

12

La educación ambiental es una necesidad en la actualidad por los problemas ambientales a los que se enfrenta el planeta, y por ende, los seres humanos. Por otra parte, el enfoque biocultural, pretende la conservación de la biodiversidad de espacios con gran patrimonio cultural y natural que a la par aboga por la conservación de la cultura de las comunidades que ahí habitan. Se pueden recuperar y aprovechar las experiencias de las comunidades que den como resultado algunas de las acciones para conservar el ambiente que ellos han realizado desde hace muchas generaciones atrás.

## MEDICIÓN DE ÍNDICES DE CALIDAD EN EL FUNCIONAMIENTO DE TRANSPORTE PÚBLICO EN CIUDADES INTERMEDIAS

MEASUREMENT OF QUALITY INDICES IN THE OPERATION OF PUBLIC TRANSPORTATION IN INTERMEDIATE CITIES

*Ballinas Salazar Gabriel, Suárez Gómez Ricardo, Nazar Beutelspacher Moisés*

18

El presente artículo describe los índices más importantes para medir la calidad del funcionamiento de sistemas de transporte público en ciudades intermedias, la contribución de este trabajo (Tuxtla Gutiérrez, como estudio de caso) es la aplicación de estos índices que son aplicables en este tipo de ciudades para lograr una comparación en condiciones similares.

## RESIGNIFICACIÓN DE LA RAZÓN TRIGONOMÉTRICA CON ESTUDIANTES DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA UNACH

RESIGNIFICATION OF THE TRIGONOMETRIC REASON WITH STUDENTS OF THE UNACH ENGINEERING FACULTY

*Juárez Camacho María Cleotilde, Cruz Ruíz Cristóbal*

23

El conocimiento matemático juega, indiscutiblemente, un papel primordial en la alfabetización de la ciencia, particularmente en la resolución de problemas de aplicación en contextos reales. En este caso la Matemática Educativa, como disciplina que se encarga de los fenómenos de enseñanza-aprendizaje de las matemáticas. Se parte de investigaciones realizadas sobre la Función Trigonométrica, que nacen en el seno de una aproximación teórica: la Socioepistemología.

# EVALUACIÓN DE LOS CRITERIOS DE DISEÑO DE VIGAS DE CONCRETO SUBREFORZADAS CON VARILLAS DE PRFV

EVALUATION OF THE DESIGN CRITERIA OF SUBREFORZED CONCRETE BEAMS WITH GFRP RODS

Sánchez Hernández Juan Alberto <sup>1</sup>

## RESUMEN

*Esta investigación evalúa el comportamiento y el diseño de vigas de concreto reforzado mediante barras de polímeros reforzados con fibras de vidrio (PRFV) con concretos de resistencia normal en México sometidas a flexión simple. El fin es verificar las expresiones y consideraciones expuestas en el código de diseño del (ACI 440 1R, 2015) para diseño subreforzado debido a que este mecanismo es de amplia aceptación en los elementos reforzados con acero. Se ensayaron tres vigas de concreto reforzada con 4 barras de PRFV de 4 mm de diámetro (inferior a las áreas mínimas preestablecidas por las normativas mexicanas y el ACI), para determinar su capacidad y comportamiento. Como resultado se encontró que la resistencia nominal obtenida hasta la falla resultó superior a la esperada según la metodología de análisis. Esto mejora la confianza en los diseños estructurales realizados con PRFV al considerar que el diseño es hasta cierto punto seguro.*

**Palabras clave:** Polímeros reforzados, fibras de vidrio, diseño subreforzado, concreto reforzado.

## ABSTRACT

This research evaluates the behavior and design of reinforced concrete beams using glass fiber reinforced polymer bars (GFRP) with normal strength concrete in Mexico subjected to simple bending. The purpose is

to verify the expressions and considerations set forth in the design code of (ACI 440 1R, 2015) for under-reinforced design because this mechanism is widely accepted in structural elements reinforced with steel. Three reinforced concrete beams were tested with 4 GFRP bars of 4 mm in diameter (well below the minimum areas pre-established by Mexican regulations and the ACI), to determine their capacity and behavior. As a result, it was found that the nominal resistance obtained up to the fault was higher than expected according to the analysis methodology studied. This improves confidence in the structural designs made with these materials by considering that the design is to some extent safe.

**Keywords:** Reinforced polymers, glass fibers, under-reinforced design, reinforced concrete.

## INTRODUCCIÓN

En los últimos 20 años las barras de PRFV han sido una opción para el reforzamiento de elementos de concreto y han estado tomando auge en el mundo debido a su bajo peso por unidad de volumen y su resistencia a la corrosión. Sin embargo, al ser un material novedoso para América Latina, la resistencia real en condiciones de servicio de estos compuestos genera preocupación en la comunidad de ingenieros.

El principal problema que suelen tener los constructores, al intentar usar el PRFV, es la determinación de los armados adecuados para los miembros estructurales de sus edificaciones, siendo que el diseño mediante PRFV se aborda desde una filosofía distinta a la del acero donde se prefiere la falla en el concreto antes que la falla en fibra y que la sustitución de armados de acero por PRFV de forma directa no es recomendable, ya que se abordan desde diferentes filosofías, estableciendo la necesidad del diseño mediante el ACI 440.1R.

<sup>1</sup> Miembro de la Comisión de Estructuras del Colegio de Ingenieros Civiles de Chiapas.

Uno de los usos que está siendo promovido debido al bajo índice de refuerzo necesario para reforzar los elementos de confinamiento, se da en la construcción de desarrollos habitacionales de uno o dos niveles principalmente en las costas y litorales o cercanas a zonas altamente industriales, cuyos componentes químicos en el medio ambiente afectan al acero de refuerzo convencional y que los polímeros reforzados con fibras no padecen. Para la adopción de los PRFV en dichas zonas es necesario conocer el comportamiento de estos elementos estructurales típicos construidos principalmente con mamposterías de tabique y block confinados, por lo que este estudio, continuación del realizado por (Hidalgo Toxqui, Zepeda Morales, Sánchez Hdez., & et al., 2018), se enfoca en conocer el comportamiento de vigas armadas con PRFV que podrían ser empleadas en casas-habitación en dimensiones más comunes.

### PRUEBA EXPERIMENTAL Descripción del espécimen

Con la intención de corroborar la resistencia y el comportamiento al colapso de las vigas comúnmente utilizadas como dalas en la construcción habitacional, pero subreforzadas mediante barras de PRFV; se ensayaron tres vigas de concreto armado con 4 barras longitudinales de PRFV de 4 mm de diámetro y estribos de igual diámetro a cada 15 cm de espaciamiento, la sección transversal fue rectangular de 15 cm por 20 cm, con un claro entre apoyos de 2 m.

Se eligió el diámetro de 4 mm debido a la aparente fragilidad que parece tener el material al someterse a flexión directa y por su similitud con los diámetros utilizados en armaduras electrosoldadas. No obstante, el fabricante sugiere para dalas y castillos como mínimo el uso de barras de 6 mm para mayor congruencia a la NTC Ciudad de México 2017, pero en este estudio se persigue evaluar el caso de vigas subreforzada, a fin de conocer su funcionamiento en condiciones similares con las del acero.

Si bien, la filosofía de diseño para elementos de concreto reforzado con PRFV enunciada por el ACI 440 1R es sobreforzada. El subrefuerzo es permitido hasta ciertos límites, por el ACI 440.1R 2015 regulando la capacidad mediante factores de reducción más estrictos.

Las barras de PRFV presentan el inconveniente

**Tabla 1. Nomenclatura de Especímenes, armados y resistencias**

VIGA	ARMADO	CONCRETO	AREA REF.	CUANTÍA		
		f'c kg/cm2	Af cm2	$\rho_{fb}$	$\rho_{fMIN}$	$\rho_{fREAL}$
1 (V)	LS	250.00	0.25	0.0054	0.0037	0.0009
	LI					
	2D4 E@15					
2 (V1)	LS	218.50	0.25	0.0054	0.0037	0.0009
	LI					
	2D4 E@15					
3 (V2)	LS	279.80	0.25	0.0060	0.0037	0.0009
	LI					
	2D4 + G E@15					

de no poderse doblar en obra, sino solo mediante curvas suaves (espiral), teniendo eso en cuenta se plantearon dos especímenes (V y V1) sin ganchos en los extremos, no obstante, el tercer espécimen (V2) se le colocaron ganchos en los extremos, adosados mediante alambre de amarre. Lo anterior para observar su comportamiento con relación a la posibilidad de que el constructor artesanal pudiera omitirlos por conveniencia económica.

### Propiedad de los materiales

Las pruebas de cilindros de concreto a los 28 días arrojaron resultados de  $f'c$  entre 200 kg/cm<sup>2</sup> y 280 kg/cm<sup>2</sup>, etiquetándose cada viga en estudio. El valor del esfuerzo a tensión de la barra de refuerzo se fijó inicialmente con  $f_f^*u = 8000$  kg/cm<sup>2</sup> (Esfuerzo límite último de tensión establecido por el fabricante),  $Ffv = 1500$  kg/cm<sup>2</sup> (esfuerzo límite de corte establecido por el fabricante),  $Ef = 500000$  kg/cm<sup>2</sup> (Módulo elástico establecido por el fabricante). No obstante, resultados de ensayos directos realizados a barras de PRFV del mismo proveedor en el Instituto Mexicano de Cemento y el Concreto, A.C. y el Organismo Nacional de Normalización y Certificación de la Construcción y Edificación, S.C. 2016 acusaron resistencias promedio de hasta 13700 kg/cm<sup>2</sup> y módulo elástico de 669000 kg/cm<sup>2</sup>.

### Descripción del laboratorio

El ensaye del elemento de concreto reforzado se realizó en un marco de reacción descrito en la Figura 1, el cual funcionará como una prensa de dimensiones mayores para el ensaye de elementos estructurales.

Se empleó un gato hidráulico de 100 toneladas instalado en el marco de reacción para transmitir la carga en el elemento, la carga fue separada en dos cargas puntuales tal como se muestra en la Figura 1 a través de una viga de distribución de carga lo suficientemente robusta para no deformarse. La viga fue colocada en un sistema de apoyos isostáticos, estos constan de un apoyo simple y un apoyo articulado, de esta forma el análisis numérico pretende eliminar la incertidumbre de las condiciones de apoyo haciendo las condiciones de ensaye más apegadas al modelo matemático.

En el laboratorio se cuenta con el equipo para medir las deformaciones que presentan dichos elementos al ser ensayados, para esto se cuenta con el sistemas de adquisición de datos, estos están comprendidos de sensores de deformación unitaria a través de galgas de deformación o strain gauge, transductores de desplazamiento o LVDT (linear variable differential transformer), micrómetros, sensores de fuerza o celdas de carga las cuales nos medirán las fuerzas actuantes durante el experimento, colector de información o Datalogger, un sistema de cómputo y el software Visual Log para observar y archivar en tiempo real de los datos de deformación, desplazamiento y carga del ensaye.

### Protocolo de carga

La prueba realizada al elemento fue monotónico creciente, se le sometió a fuerzas en aumento hasta alcanzar el colapso total. Durante el ensaye la aplicación de carga fue a una velocidad constante aplicada a un ritmo de 100 kg a cada 2.5 segundos, es decir 40 kg por segundo, lo que permite la observación del

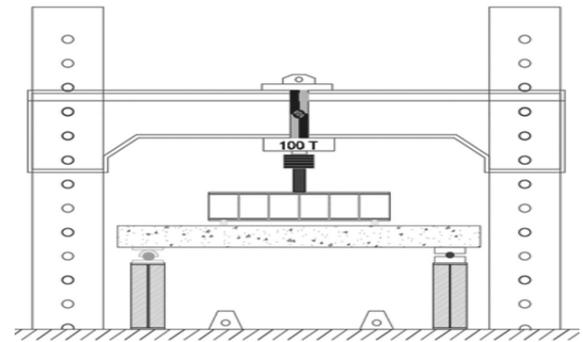


Figura 1. Vista general del ensaye a flexión

comportamiento del elemento en función del tiempo y la formación de las grietas por tensión.

En este estudio las lecturas de carga fueron: analógica para la viga denominada V y digital para las denominadas V1 y V2. Para la viga V, las lecturas en el micrómetro las deformaciones se leyeron eventualmente, construyéndose una curva de interpolación cuadrática para los puntos intermedios con un grado de fiabilidad de  $R2 = 90\%$ .

### MARCO TEÓRICO

Para el cálculo de la resistencia a flexión de diseño se emplea el modelo de distribución de esfuerzos y deformaciones adoptado por (Wainshtok Rivas, Hernández Caneiro, & Díaz Pérez, 2015) el cual es similar al modelo del ACI-318, 2015 y el usado por las NTC Ciudad de México, 2017; para vigas de concreto reforzados con varillas de acero.

El objetivo de este análisis es encontrar la capacidad a momento último resistente teórico, así como el

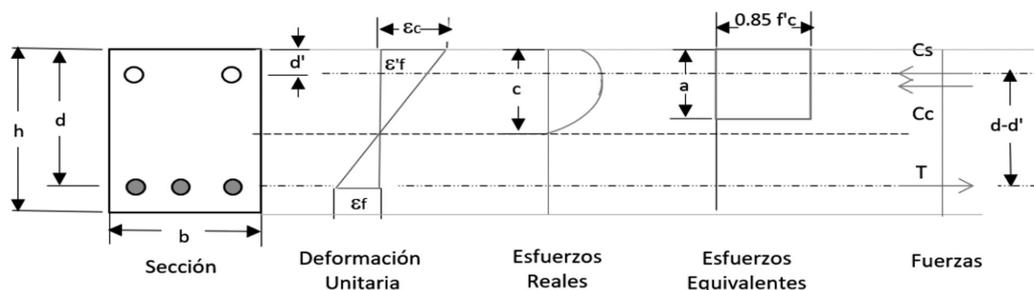


Figura 2: Diagramas en la sección transversal de la viga

cortante resistente teórico y las deflexiones estimadas.

En la Figura 2 se muestra en la sección transversal de la viga, su deformación unitaria con el modelo de distribución lineal y con sus respectivos esfuerzos real y equivalente. En este caso sólo se tomó en cuenta los esfuerzos reales a compresión y se considera que el concreto no resiste esfuerzos de tensión, de esta forma encontramos la profundidad "a" del bloque equivalente de refuerzo a compresión con la siguiente ecuación de equilibrio:

$$C = C_c + C_s = T$$

Por lo tanto, si consideramos el modelo expuesto en las NTCCR-2017 (Figura 2) y descartamos la participación del refuerzo superior, de acuerdo a las recomendaciones del ACI400.1R-2015 se tiene que:  $a = (A_f \cdot f_f) / (0.85 f'_c \cdot b)$  (ACI 440 1.R ecuación 7.2.2b)

De la misma forma, usando el modelo de la Figura 2 podemos evaluar el valor de la deformación unitaria en la fibra "εf" (zona de tensión) y tomando en consideración el módulo elástico (Ef), determinar el esfuerzo en la fibra:

$$f_f = E_f \cdot 0.003 \cdot (\beta_1 \cdot d - a) / a \text{ (ACI 440 1.R ecuación 7.2.2c)}$$

Tal que:

$$f_f \leq f_{fd}$$

Donde: Af = área de refuerzo; ffd = Esfuerzo de diseño de las barras; ffd = CE\*ffu y CE = Coeficiente Ambiental.

Y por tanto, el momento nominal:

$$M_n = A_f \cdot f_f \cdot (d - a / 2) \text{ (ACI 440 1.R ecuación 7.2.2a)}$$

En el caso de elementos subreforzados en los que, la cuantía de refuerzo  $\rho_f < \rho_{fb}$  se manifiesta una falla controlada por el refuerzo, el momento puede ser evaluado, por:

$$M_n = A_f \cdot f_{fd} \cdot (d - \beta_1 \cdot c / 2) \text{ (ACI 440.1R 7.2.2e) (Ecuación 1)}$$

Donde:  $\beta_1 = 0.85$

Y la cuantía balanceada puede ser evaluada por (ACI 440 1.R 7.2.1b):

$$\rho_{fb} = 0.85 \beta_1 (f'_c / f_{fd}) [0.003 \cdot E_f / (0.003 \cdot E_f + f_{fd})]$$

La Figura 3 muestra el modelo matemático para la determinación del momento actuante durante el experimento y así como las condiciones para la aplicación de la carga 2P durante el ensaye.

El momento resistente se obtiene de la siguiente ecuación:

$$M = P \cdot (L/3) \text{ (Ecuación 2)}$$

Donde: M = Momento actuante; P = Carga; L = Claro entre apoyos.

El comportamiento a flexión se evaluará median-

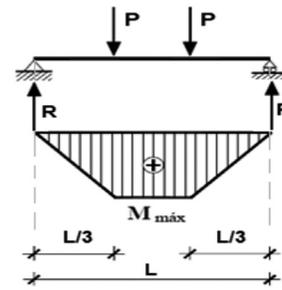


Figura 3. Modelo matemático para el cálculo de la resistencia a flexión

te la comparación de las ecuaciones que determinan tanto el momento actuante durante del experimento como el del momento teórico, es decir, mediante las ecuaciones 1 y 2.

La capacidad a cortante se obtuvo considerando la sección agrietada, de acuerdo a las indicaciones en las guías de diseño del ACI440.1R-15 y para el caso de la resistencia al corte actuante fue tomado directamente el valor de P.

## RESULTADOS

La Figura 4 muestra las gráficas de carga 2P obtenida durante el experimento en función de las deflexiones centrales. En ella se puede observar caídas en la carga resistente, que puede ser explicada como corrimientos del refuerzo debido a adherencia entre la varilla de PRFV y el concreto. Sin embargo, es importante destacar que, aunque existe un posible corrimiento de la varilla, este no es el precursor de colapso, sino caso contrario, existe una redistribución de esfuerzos que le permiten al elemento continuar trabajando e incrementar su resistencia hasta la falla definitiva.

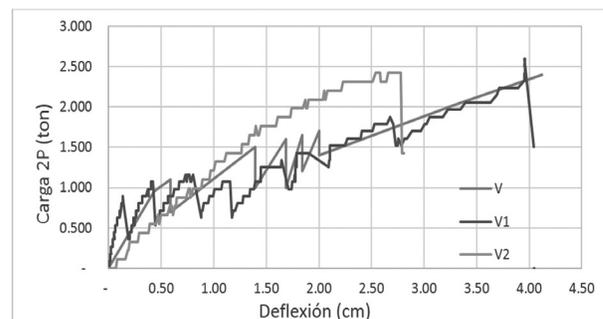


Figura 4. Gráfica de carga 2P x Δ

En las gráficas podemos observar que el hecho de usar ganchos en los extremos del armado (V2) permiten al elemento desarrollar su capacidad máxima con una menor deflexión del elemento estructural, así como un comportamiento ante la carga más gradual y uniforme; en tanto que el omitir dicho gancho (V y V1) origina que el corrimiento del armado genere una mayor elongación hasta la falla. No obstante, se pudo observar que la resistencia máxima de carga fue muy similar, siendo únicamente en el caso del uso de ganchos que el colapso se generó en la ruptura de una de las barras.



Figura 5. Ruptura de varilla de PRFV 4mm a la falla

Al evaluar el modelo utilizado en las hipótesis para la obtención de resistencias de diseño a flexión, carga axial y flexocompresión de las normas técnicas complementarias 2017 de Cd. de México (apartado 3.5) (NTC CR, 2017), se obtuvieron esfuerzos de registro mayores a los  $f_f=16,300 \text{ kg/cm}^2$  en las barras de PRFV, muy superiores a  $f_f^*u=8,000 \text{ kg/cm}^2$  indicados por el proveedor pero congruente con la caracterización realizada a barras del mismo diámetro por el Organismo Nacional de Normalización y Certificación de la Construcción (ONNCCE, 2016).

**Momento flexionante**

El patrón de agrietamiento es congruente con un mecanismo de falla por flexión y de acuerdo con la figura 7 la ruptura se presentó próxima a las secciones transversales de aplicación de las cargas puntuales (P), sobre las grietas marcadas 3 y 5.

Al conciliar los momentos resistentes calculados mediante la ecuación Ecuación 2 a partir de las cargas de colapso, contra los momentos calculados

de acuerdo al modelo de estimación de resistencias últimas del ACI 440-1R/2015 (Ecuación 1), se encontraron cocientes de seguridad  $FS= MR_{real}/MR_{calculado}>5$  (tabla 2). Lo que sugiere que el diseño por flexión puede considerarse seguro. No obstante el ACI utiliza un factor preventivo de degradación ambiental  $0.70 < CE < 0.80$  que pudieran aplicársele al FS para estimar el grado de seguridad efectiva de los especímenes  $FS=(0.75)(5.0) = 3.75$ .

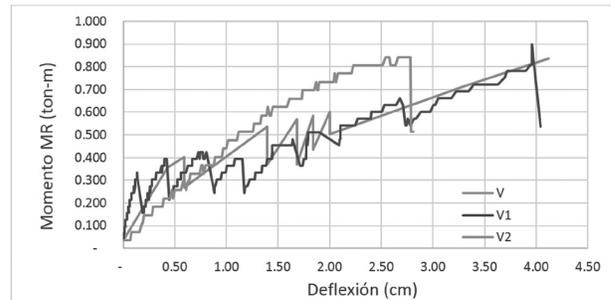


Figura 6. Gráfica M x Δ



Figura 7. Secuencia del agrietamiento



Figura 8. Fallas bajo los apoyos de los tres especímenes (a) V, (b) V1, (c) V2.

Tabla 2. Factor de seguridad del diseño por flexión

VIGA	ARMADO		FLEXION		
			MR <sub>CALC</sub>	MR <sub>REAL</sub>	FS
			Kg-m	Kg-m	
1 (V)	LS	2D4	146.39	836.00	5.71
	LI	2D4 E@15			
2 (V1)	LS	2D4	146.39	806.67	5.51
	LI	2D4 E@15			
3 (V2)	LS	2D4	146.39	863.33	5.90
	LI	2D4 + G E@15			

### Fuerza cortante

La baja cuantía de refuerzo por flexión no permitió alcanzar el umbral de falla por corte, por ello resulta un tanto difícil establecer un parámetro de seguridad en cuanto a este tipo de demandas, sin embargo, el cortante nominal máximo que tolera la sección agrietada de concreto es de 795 kg acorde a la metodología de análisis aceptada para este material, por lo que debieron presentarse grietas por corte a partir de  $2P = 1450$  kg de carga, sin embargo las cargas aplicadas no llegaron a este valor, al presentarse previamente la falla por flexión. Por esta razón, en una comparación simple de la resistencia alcanzada contra la evaluada podemos considerar también adecuado el diseño de cortante por sección agrietada, que establece el ACI 440.1R, para esta acción, con un margen entre el cortante nominal evaluado y el ensayado de 1.8 veces.

Tabla 3. Factor de seguridad del diseño por corte

VIGA	ARMADO		CORTANTE		
			VR <sub>CALC</sub>	VR <sub>REAL</sub>	FS
			Kg	Kg	
1 (V)	LS	2D4	596.58	1,200.00	2.01
	LI	2D4 E@15			
2 (V1)	LS	2D4	664.48	1,210.00	1.82
	LI	2D4 E@15			
3 (V2)	LS	2D4	604.16	1,295.00	2.14
	LI	2D4 + G E@15			

### CONCLUSIÓN

- 1) Al comparar los resultados obtenidos en la prueba física con las restricciones que ofrece el código de diseño para preservar la seguridad estructural, considerando la filosofía de diseño en los PRFV con falla centrada en el concreto, se puede concluir que el diseño por flexión y corte usando el ACI440.1R en elementos subreforzados con PRFV, está del lado de la seguridad con márgenes conservadores.
- 2) Es importante tomar en cuenta, que la resistencia a la tensión caracterizada de las barras ensayadas está por encima de la especificación de diseño y esta resistencia juega un papel importante en los resultados obtenidos. Por lo que resulta importante asegurar la calidad de las varillas de PRFV empleadas.

Por tanto, aun con los márgenes de sobrerresistencia que nos procura la metodología de análisis sobre los resultados obtenidos en la prueba (la cual podemos considerar aceptablemente segura), no se justifica el uso de factores de reducción y carga diferentes a los preestablecidos en NTC Ciudad de México y el ACI 440.1R, ya que estos amortiguan el efecto de la variación de resistencia en estos materiales, que suele ser muy amplio, sin duda se requieren más pruebas para consolidar las deducciones aquí descritas pero nos permite tener una mejor apreciación del auge que dicho material está tomando por sus ventajas no estructurales.

### RECONOCIMIENTOS

El autor desea agradecer a la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla (BUAP), por su valiosa cooperación en la realización de este estudio, y así como a los estudiantes y prestadores de servicio social que ayudaron durante la prueba, al Dr. Ing. Juan Pablo Hidalgo Toxqui catedrático de la BUAP y coordinador de los ensayos, al Ing. Luis Enrique Zepeda Morales jefe técnico de la marca POLIMEX por facilitar el acceso a los resultados de los estudios que realiza a sus materiales.

## REFERENCIAS

- ACI 440 1R . (2015). American Concrete Institute, Guide for the Design and Construction of Structural Concrete Reinforced with Fiber-Reinforced Polymer (FRP) Bars. Michigan: ACI.
- Hidalgo Toxqui, J. P., Zepeda Morales, L. E., Sánchez Hdez., J. A., & et al. (2018). Evaluación del comportamiento a flexión y de los criterios de diseño de vigas de concreto subreforzadas con barras de polímeros reforzados con fibra de vidrio. Convención Científica de Ingeniería y Arquitectura. La Habana, Cuba: ISBN-978-959-261-585-4. doi:4CCI13
- NTC CR. (2017). Normas Técnicas Complementarias de Concreto. Cd., de México, México.
- ONNCCE. (2016). Organismo Nacional de Normalización y Certificación de la Construcción. México: Di/401.1/15.
- Wainshtok Rivas, H., Hernández Caneiro, J. A., & Díaz Pérez, I. d. (2015). Empleo de Barras y Telas de Mallas de PRF como refuerzo del hormigón y el ferrocemento. (978-84-17098-39-1, Ed.) Habana, Cuba: Edita.me.

# EDUCACIÓN AMBIENTAL BIOCULTURAL INFORMAL EN RESERVAS ECOLÓGICAS EN CHIAPAS

## IN-FORMAL BIOCULTURAL ENVIRONMENTAL EDUCATION IN ECOLOGICAL RESERVES IN CHIAPAS

González López María del Carmen <sup>1</sup>, Escobar Castillejos Daisy <sup>1</sup>  
Guillén Trujillo Hugo Alejandro <sup>1</sup>, Figueroa Callegos José Alonso <sup>1</sup>

### RESUMEN

*La educación ambiental más que un concepto de moda, o una percepción usada para dar sentido y significado a partidos ecologistas, es una necesidad debido a los problemas ambientales a los que se enfrenta el planeta, y, por ende, los seres humanos. Por otra parte, el enfoque biocultural, pretende la conservación de la biodiversidad de espacios con gran patrimonio cultural y natural que a la par abogan por la conservación de la cultura de las comunidades que ahí habitan. Ante esta complejidad en un mundo interconectado, es necesario impulsar la integración de una serie de actividades y propuestas de educación ambiental, que, si bien requieren su inmersión en la educación formal, necesitan recuperar y aprovechar las experiencias de las comunidades (educación informal) cuya labor ha dado resultados exitosos en la conservación del ambiente con prácticas que han realizado desde hace muchas generaciones atrás.*

**Palabras clave:** Educación ambiental, enfoque biocultural, educación informal, patrimonio cultural y natural

### ABSTRACT

Environmental education rather than a fashion concept, or a perception used to make

sense and meaning to environmental parties, is a necessity due to the environmental problems facing the planet, and, therefore, human beings. On the other hand, the biocultural approach, aims to conserve the biodiversity of spaces with great cultural and natural heritage that at the same time advocate the conservation of the culture of the communities that live there. Given this complexity in an interconnected world, it is necessary to promote the integration of a series of activities and proposals for environmental education, which, although they require immersion in formal education, need to recover and take advantage of the experiences of communities (informal education) whose work has yielded successful results in the conservation of the environment with practices that have been carried out for many generations.

**Keywords:** Environmental education, biocultural approach, informal education, cultural and natural heritage.

### EDUCACIÓN AMBIENTAL DESDE LA PERSPECTIVA DE EDUCACIÓN INFORMAL EN CONTEXTOS BIOCULTURALES

El educar para la conservación del ambiente día a día adquiere mayor relevancia, el generar esa reflexión no es nada sencillo, el comprender como humanidad el daño ocasionado a nuestro único hábitad es complejo. Como lo señalan Dávila y Maturana (2009), cuando expresan:

*los seres humanos hemos cambiado tanto el mundo natural que lo estamos llevando a su destrucción. Hemos constituido una antroposfera que pone en riesgo a la propia biosfera. En nuestra ceguera ante esto estamos destruyendo nuestro entorno y transformándolo de una manera que va a hacer que nuestro vivir sea imposible. Si no cuidamos el bosque, este va*

<sup>1</sup> Facultad de Ingeniería. Universidad Autónoma de Chiapas. Blvd. Belisario Domínguez, Km.1081. Tuxtla Gutiérrez, Chiapas. 9612187451. marychec@hotmail.com; daisyec@hotmail.com; guillenhugo@hotmail.com; José.figueroa@unach.mx

*a desaparecer cortado, porque cuidarlo consiste precisamente en no cortarlo. Cuidar el entorno consiste precisamente en respetarlo, no explotarlo al usarlo como un ámbito vital, no contaminarlo como si fuese una bolsa para desechos (p. 161).*

A partir de este problema emergente y para crear esta cultura ambiental, formando una conciencia en pro de la preservación del contexto que nos rodea, han surgido diversas propuestas sobre educación ambiental. Poco a poco ha ido emergiendo la idea que refiere a la importancia del entorno contextual y que involucra la participación de las comunidades, el dar voz a los que han habitado en esos lugares adquiere hoy en día relevancia; aprovechar los conocimientos adquiridos en su historia, esa historia que se remonta desde los inicios de la humanidad y que al pasar de los años van dejando huellas a lo largo del tiempo.

Hasta el día de hoy se siguen encontrando indicios de la existencia de diversas culturas en todo el mundo. La pregunta importante es, ¿cómo se ha logrado sobrevivir al paso del tiempo?, ¿cómo se ha logrado el día de hoy conocer cosas que sucedieron hace cientos de años, incluso miles de años? La posible respuesta sería, que mucho de ello ha sido conocido por evidencias plasmadas en la historia, como huellas reconocibles en el paso del tiempo, acontecimientos dibujados sobre piedras, toda una cultura relatada en pinturas, jeroglíficos y demás.

Pero también ha sobrevivido a través de las voces de sus protagonistas en su tiempo, en los relatos contados de generación en generación, de padres a hijos. De la enseñanza transmitida de la madre a las hijas, en casa. De la herencia recibida de una cultura a través de tradiciones y costumbres que van demarcando la identidad de cada lugar vivido por el hombre.

Con el referente anterior, se podría asumir que el educar ha existido en todos los momentos en el transcurso del tiempo. En un proceso de cambio continuo, en donde toda esa transmisión de conocimiento se ha acumulado, donde las habilidades que son necesarias para continuar en desarrollo y mejorando el quehacer cotidiano, donde esos valores y normas que hacen posible el vivir en sociedad han sido elementos primordiales para que las sociedades trasciendan y se adapten a su entorno (Morales, 2002). Esta educación también se entendería como

lo enuncia Maturana (2001):

*proceso continuo que dura toda la vida y que hace de la comunidad donde vivimos un mundo espontáneamente conservador en lo que al educar se refiere [... ] El educar se constituye en el proceso en el cual el niño o el adulto conviven con otro y al convivir con el otro se transforma espontáneamente de manera que su modo de vivir se hace progresivamente más congruente con el del otro en el espacio de convivencia. El educar ocurre, por lo tanto, todo el tiempo; de manera recíproca, como una transformación estructural contingente a una historia en el convivir en el que resulta que las personas aprenden a vivir de una manera que se configura según el convivir de la comunidad donde viven (p. 18).*

Es esta la educación precursora, es la inicial y posiblemente la final en cuanto a la vida humana se refiere, que recae en la vida cotidiana, ahora conocida como educación informal.

Por lo tanto, en la educación informal el contexto sociocultural tiene una relevancia mayor, para que el niño, niña, adolescente etcétera, desarrolle sus habilidades y capacidades, a través de esa interrelación con el medio ambiente.

Es decir, la educación informal hace referencia al aprendizaje que se adquiere en la cotidianidad, en su contexto familiar, social fluyendo en la práctica, del contacto con la realidad (situaciones, hechos, eventos). En el que las personas adquieren y acumulan conocimientos, habilidades, actitudes y modos de discernimiento mediante las experiencias diarias y su relación con el medio ambiente (Morales, 2002). Y es aquí donde se inicia la reflexión sobre la importancia de ver la educación informal como alternativa que llegaría a abonar mucho a la educación ambiental.

Esto derivado a lo que Monterroza (2007) describe el concepto de educación ambiental el cual de acuerdo con su percepción se encuentra intrínsecamente ligado a los valores, comportamientos y aptitudes que sensibilizan al individuo con su medio ambiente y con la problemática que lo afecta, dándole así la posibilidad de modificarla cuando sea pertinente.

Lo cual deriva al objetivo inicial de la Educación Ambiental (EA) el cual es, formar una población mundial consciente y preocupada con el medio ambiente y con los problemas asociados, y que tenga

conocimiento, aptitud, actitud, motivación y compromiso para trabajar individual y colectivamente en la búsqueda de soluciones para los problemas existentes y para prevenir los nuevos (Carta de Belgrado, 1975). Y que ésta EA trascienda más allá de las aulas, eso implica que lo que se aprende en la escuela se aplica en la vida cotidiana, es decir, debe ser una actividad de vida (Carta de Belgrado, 1975). Sin embargo, también esta EA puede ser enriquecida por todos los saberes guardados por las personas que pueda habitar contextos peculiares como lo son áreas de gran riqueza natural que se han preservado por sus habitantes en el correr de los años.

Por tanto, el investigar el entorno contextual es importante para realizar las adecuaciones pertinentes al programa de educación ambiental para que este funcione en estos espacios, por lo tanto, es oportuno investigar cómo se percibe como se acepta y que trascendencia tiene dicho programa dentro de las aulas, pero también fuera de ella. Empezando por observar las diferentes prácticas, acciones, tradiciones, costumbres y modos de los actores que intervienen en este espacio específico (Chacón, 2015).

Es ahí donde se puede integrar o relacionar a la educación informal como instrumento de suma importancia en la educación ambiental, para no solo educar desde una perspectiva, sino, transmitir esas experiencias vividas en lo cotidiano hacia afuera, para dar a conocer eso que pasa en un contexto de estas características, que ayudaría a la conservación ambiental de ese espacio, pero también se promovería la conservación cultural de los residentes.

Por ello es importante el educar y educarse dentro de una perspectiva innovadora para lo cual quizá sea necesario educar en este sentido biocultural desde los primeros años de vida.

Antes de proseguir es conveniente hacer un paréntesis y esbozar que el término biocultural, es un enfoque que está desarrollándose en México, para Pretty y Adams (2009) es un “concepto de conservación simbiótica”, en el cual “la diversidad biológica y la cultural son mutuamente dependientes y geográficamente coexistentes”. Por lo tanto, su objetivo es mostrar el vínculo complejo entre cultura y naturaleza (Lucio y Darcy, 2011; Luke y Shoko, 2010). Cabe mencionar que el concepto de bioculturalidad surge a raíz de que en México y en otras partes de América Latina se ha observado un gran traslape entre los

territorios indígenas y las regiones de alto valor biológico (Lucio y Tetreault, 2011).

Al mismo tiempo el enfoque biocultural también es un tema emergente que surge a consecuencia del deterioro social, cultural y ecológico que sufre el país, por lo cual el patrimonio biocultural se encuentra amenazado. El concepto de bioculturalidad estaría abriéndose a la dimensión ambiental.

Por lo tanto, a partir de estas determinaciones, son dos los elementos sobresalientes los que dan significado cuando se habla de bioculturalidad:

a) la primera que es la parte cultural, la cual se encuentra conformada por el conjunto de los saberes, reglas, normas, interdicciones, estrategias, creencias, ideas, valores, mitos que se transmiten de generación en generación, se reproducen en cada individuo, controlan la existencia de la sociedad y mantienen la complejidad psicológica y social de acuerdo con Morín (1999).

Cada cultura tiene sus virtudes, sus experiencias, sus sabidurías al mismo tiempo que sus carencias y sus ignorancias. Pero en la actualidad puede haber la desintegración de una cultura bajo el efecto destructor de una dominación técnico-civilizacional, lo cual representa una pérdida para toda la humanidad, en donde la diversidad de las culturas constituye uno de sus más preciados tesoros (Morín, 1999).

b) Al mismo tiempo, el enfoque biocultural, se complementa con un segundo elemento que pretende generar conciencia ecológica, es decir la conciencia de habitar con todos los seres de la (biosfera); reconocer nuestro lazo consustancial con la biosfera (Morín, 1999). Reconocernos como parte de ella y que esto que nos rodea, los ecosistemas, son parte de nosotros y a la vez necesarios para nuestra sobrevivencia. Por lo tanto, debemos saber cómo conservar nuestra identidad, pero también, preservar este planeta donde habitamos, como cita Morín (1999):

*Por esto, es necesario aprender a «estar-ahí» en el Planeta. Aprender a estar-ahí quiere decir: aprender a vivir, a compartir, a comunicarse, a comulgar; es aquello que sólo aprendemos en y por las culturas singulares. Nos hace falta ahora aprender a ser, vivir, compartir, comulgar también como humanos del Planeta. La búsqueda de un mejor avenir debe ser complementaria y no antagonista con los reencuentros en el pasado. Todo ser humano, toda colectividad debe dirigir su vida en una circulación interminable entre*

*su pasado donde encuentra su identidad apegándose a sus ascendentes y su presente donde afirma sus necesidades y un futuro hacia donde proyecta sus aspiraciones y sus esfuerzos (p. 36).*

Por tanto, cuando se habla de EA enlazándose con la parte biocultural y al mismo tiempo con la educación informal deberían adoptar un concepto de desarrollo endógeno el cual enfatiza que, para llevar a cabo un programa de educación, se debe tomar en cuenta la voz de los actores, lo que ellos perciben de su entorno. Estas apreciaciones sobre su entorno son consideradas como parte de su cultura y de la identidad de su origen, ya que el saber ambiental reconoce las identidades de los pueblos, sus cosmologías y sus saberes tradicionales como parte de sus formas culturales de apropiación de su patrimonio de recursos naturales (Left, 2006; Díaz, 2008; Vázquez, 2007).

Después de dar a conocer algunas precisiones del enfoque biocultural se retoma un ejemplo importante en la educación informal que se puede usar y relacionar con la EA y el enfoque biocultural, es la que es considerada principal promotor en este tipo de educación: La familia, que como lo expresa Savater (1997):

*Los niños siempre han pasado mucho más tiempo fuera de la escuela que dentro, sobre todo en sus primeros años. Antes de ponerse en contacto con sus maestros ya han experimentado ampliamente la influencia educativa de su entorno familiar y de su medio social. En la familia el niño aprende aptitudes tan fundamentales como hablar, asearse, vestirse, obedecer a los mayores, proteger a los más pequeños compartir alimentos y otros dones con quienes les rodean, participar en juegos colectivos respetando los reglamentos, rezar a los dioses, distinguir a nivel primario lo que está bien de lo que está mal según las pautas de la comunidad a la que pertenece, etc. (p. 26).*

En este contexto familiar se pueden observar, algunas características de la educación informal, como el hecho que no hay en ella un plan concebido o una organización previa de la acción. Ya que es el entorno y la iniciativa del sujeto que desencadenan dicha acción (relación del sujeto humano con su medio ambiente natural y social), es decir, es un proceso relativamente asistemático y desorganizado, que tiene lugar en ese vivir cotidiano. Esta cotidianidad que

se presenta en el transcurrir de los días y de los años en lo que somos y vamos forjando lo que seremos, es ella donde nos desarrollamos, maduramos, es decir, nos formamos (Yurén, 1987).

Es a raíz de esa educación informal que sucede inherente a la vida cotidiana, en las comunidades, en los grupos sociales, se pueden rescatar muchas experiencias del como suceden, de cómo y para que se enseña (Morales, 2002).

Por lo que el recuperar las experiencias vividas de educación informal, en torno a la educación ambiental-biocultural es relevante sobre todo enfocándose en comunidades que radican en lugares con alto valor biológico, por su enorme riqueza natural, pero también su riqueza cultural. Por eso se concebirá a la educación informal como el medio que ha permitido a las comunidades interactuar entre su contexto y su vivir cotidiano, permitiendo educar a los miembros de sus comunidades para preservar su medio ambiente y su cultura, a través de sus tradiciones, costumbres, cosmovisión. Heredadas a través del tiempo por recursos orales y escritos. Así como ellos perciben la transmisión de sus saberes. Prueba de lo descrito anteriormente se plasma en los trabajos de González (2018) quien después de su observación y entrevistas realizadas a las familias que habitan las comunidades de la Reserva Biosfera Selva El Ocote (REBISO) consiguió analizar las experiencias educativas bioculturales de este contexto, lo que permitió comprender la caracterización de una región educativa-biocultural que se integra por tres dimensiones la económica, territorio y cultural, que se trastocan en las diversas experiencias vividas que denotan la gama de saberes que poseen en las comunidades que además eran de diferentes grupos étnicos zoque, tsotsil y tseltal.

En dicha investigación se registraron las experiencias educativas bioculturales que se observaron en la REBISO desde el ámbito formal, no formal e informal que propician una educación biocultural, con ello se entrevé la necesidad de articular las experiencias generadas de todas las comunidades en estos tres espacios educativos para repercutir favorablemente en la conservación ambiental y la preservación cultural de los que habitan en este contexto. Lo cual es una forma de percibir ese gran vínculo que se va entretejiendo entre el espacio habitado y el habitante, hombre-naturaleza. Él hombre con toda

su riqueza cultural y el ambiente con el aporte biológico incalculable.

Por tanto, se logró conocer como se ha construido desde la educación informal una perspectiva con enfoque biocultural para la conservación de la reserva. Se distinguieron experiencias respecto al uso de la flora y fauna identificando una diversidad de especies que utilizan como alimento lo cual implica reconocer las variedades comestibles se denota que hasta lo que deciden comer en las comunidades tiene connotaciones históricas, ya que es lo que conocen y se les ha transmitido; biológicas porque aprovechan lo que les ofrece el ambiente; económicas porque es lo que producen a través de sus actividades productivas; técnicas porque saben múltiples formas de preparar recetas y finalmente culturales con base en sus tradiciones y/o costumbres. Por lo tanto, la variedad alimenticia, abarca tanto la cantidad de recursos naturales que se consumen en cada comunidad, como las formas en que se producen, se manejan y se comen. Esto solo representa un ejemplo de toda la riqueza cultural que se suscita en este espacio geográfico en específico.

Con base a lo anterior algunas pautas que se pueden retomar de estas experiencias para mejorar el ambiente y fomentar el incremento de esta conciencia ecológica en estos tiempos, sería considerar los contextos naturales, cada comunidad, cada población tiene sus propias necesidades, costumbres, tradiciones y riqueza natural. Segundo, no es apropiado considerar como entes aislados los contextos educativos, en la escuela la educación formal, en casa la educación informal y por otra parte la educación no formal, sino que interrelacionarlos para que en todos estos contextos se fomente en los integrantes de la sociedad el cuidado del ambiente. No se puede pretender abordar algo tan complejo como lo son los problemas ambientales desde una sola perspectiva.

A manera de conclusión, recuperar de lo cotidiano algunas experiencias que deriven en saberes (educación informal) y que pueden complementar a la educación ambiental formal, enriquece y probablemente da una mayor aceptación a los conocimientos que se difunden en las poblaciones en las zonas de amortiguamiento y cercanas a las reservas ecológicas, ya que se habrá tomado en cuenta lo que las comunidades han vivido y la forma en como estas comunidades ha preservado de forma innata estas

áreas naturales, al mismo tiempo que se perciba el interés por la conservación no solo ambiental, sino, la conservación de su cultura reflejada en sus tradiciones, costumbres y saberes. Una educación con mucho más sentido, con objetivos más amplios y trascendentes no solo para la humanidad sino para el medio que la rodea. Y que si bien es importante comenzar a fomentar una cultura ambiental desde la educación formal también es necesario que esta trascienda más allá de las aulas, es decir en la educación informal, como también lo asevera la Carta de Belgrado (1975), cuando dice “que la Educación Ambiental debe ser un proceso continuo, permanente, tanto dentro como fuera de la escuela” (p. 4).

## REFERENCIAS

- Carta de Belgrado. (1975). Seminario Internacional de Educación Ambiental. Belgrado. Autor.
- Chacón K. J. (2015, febrero). Regiones culturales. Apuntes del Seminario General de Estudios Regionales presentado en la Universidad Autónoma de Chiapas, México.
- Dávila, X. y Maturana, H. (2009). "Hacia una era post posmoderna en las comunidades educativas". En: Revista Iberoamericana de Educación. No. 29. Pp.135-161.
- Díaz, E., Martínez, E., Flores, A. (2008). Formulación de las políticas de educación ambiental en el contexto del desarrollo endógeno, sustentable y humano. Universidad de Carabobo; Valencia, Venezuela.
- García, V. (1991). La educación fuera de la escuela: la educación informal. Iniciativas sociales en educación informal. Ed. Rialp, S.A. Madrid.
- González-Gaudio, E. (2003). Atisbando a la construcción conceptual de la educación ambiental en México, en: Bertely Busquets, María (Coord) Educación, Derechos Sociales y Equidad. La investigación educativa en México 1992-2002. Tomo 1: Educación y diversidad cultural y Educación y medio ambiente. México, Consejo Mexicano de Investigación Educativa. 463p. pp. 243-275.
- González, M. (2018). Tesis "Experiencias educativas bioculturales en la Reserva de la Biosfera Selva El Ocote. Universidad Autónoma de Chiapas, Chiapas, México.
- Maturana, H. (2001). Emociones y lenguaje en educación política. Santiago de Chile: Dolmen ensayo. Psicolibro.
- Morales, R. (2002). Análisis del papel de la familia en el ámbito de la educación formal e informal de niños y niñas de educación primaria. UPN, México.
- Morin, E. (1999). Los siete saberes necesarios para la educación del futuro. UNESCO.
- Left, E. (2006). Aventuras de la epistemología ambiental: de la articulación de las ciencias al diálogo de saberes. Siglo XXI editores.
- Luke, D, Doode, S. (2010). Los comcáac (seri): hacia una diversidad biocultural del Golfo de California y estado de Sonora, México. Estudios sociales, número especial. Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, A. C.
- Pretty J, Adams B, Berkes F, de Athayde S, Dudley N, Hunn E, Maffi L, Milton K, Rapport D, Robbins P, Sterling E, Stolton S, Tsing A, Vintinnerk E, Pilgrim S. (2009). The Intersections of Biological Diversity and Cultural Diversity: Towards Integration. Conservat Soc Disponible en: <http://www.conservationandsociety.org/text.asp?2009/7/2/100/58642>
- Osses, S. (2002). Tesis "Nuevos sentidos de lo comunitario: La radio comunitaria en Colombia. Facultad latinoamericana de Ciencias Sociales, Sede académica de México, México D.F.
- Savater, F. (1997). El valor de educar. Barcelona: Ed. Ariel.
- Vázquez Barquero, A. (2007). Desarrollo endógeno. Teorías y políticas de desarrollo territorial. Investigaciones Regionales, (11) 183-210. Recuperado de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=28901109>
- Yúren, M. (1987). Mujer, educación informal y valores. Talleres Gráficos de la UPN. Serie Educación y sociedad No. 2, México.

## REFERENCIAS COMPLEMENTARIAS

- Alzugaray, T.(Coord.),& Centro de Estudios y Programas Interamericanos. (2009). La Construcción de Regiones: un Acercamiento Teórico Inicial para su Aplicación Comparada a América Latina y el Caribe. Buenos Aires: Autor.
- Camou, A., Castillo, A., García-Frapolli, E. (2013). Procesos de formación educativa interdisciplinaria: miradas desde las ciencias ambientales. UNAM. 352 pp.
- Giménez, G. (2007). Estudios sobre la cultura y las identidades sociales. México: CONACULTA / ITESO
- Reyes, F. y Bravo M.T. (2008). Educación Ambiental para la sustentabilidad en México. Aproximaciones conceptuales, metodológicas y prácticas. UNICACH. 255 pp.

# MEDICIÓN DE ÍNDICES DE CALIDAD EN EL FUNCIONAMIENTO DE TRANSPORTE PÚBLICO EN CIUDADES INTERMEDIAS

## MEASUREMENT OF QUALITY INDICES IN THE OPERATION OF PUBLIC TRANSPORTATION IN INTERMEDIATE CITIES

Ballinas Salazar Gabriel<sup>1</sup>, Suárez Gómez Ricardo<sup>2</sup>,  
Nazar Beutelspacher Moisés<sup>2</sup>

### RESUMEN

*El presente artículo describe los índices más importantes para medir la calidad del funcionamiento de sistemas de transporte público en ciudades intermedias, la contribución de este trabajo (Tuxtla Gutiérrez, como estudio de caso) es la aplicación de estos índices que son aplicables en este tipo de ciudades para lograr una comparación en condiciones similares. A la vez, el método es flexible para adaptarse a la disponibilidad de información de cada urbe. El elemento central del método es la medición en campo del sistema de transporte y posteriormente se estima el nivel de calidad en el servicio con base en variables como velocidad, tiempo, densidad, frecuencia, demanda, ocupación y relación oferta-demanda.*

**Palabras Claves:** Índice, calidad, transporte, oferta, demanda.

### ABSTRACT

This article describes an important index to measure the performance of public transport systems in intermediate cities. The objective of this work (Tuxtla Gutiérrez as a case study) is the application of a common method that is applicable in such cities to achieve a comparison in similar conditions.

At the same time, the method is flexible to adapt to the availability of information in other cities. The central element of the method is the measurement in the field of system and then the level of quality in the service, which is estimated, based on the variables such as speed, time, density, frequency, demand, occupation and the supply-demand ratio.

**Keywords:** Index, quality, transport, offer, demand.

### INTRODUCCIÓN

Actualmente muchas ciudades en diversos países se enfrentan a diversos problemas ocasionados por el tráfico vehicular debido al creciente número de vehículos en circulación, tales como congestiónamiento, incremento del número de accidentes viales, etc. (Pérez Et. Al. 2013)

El problema del tráfico es un tema importante para la mayor parte de las ciudades del mundo, no solamente una cuestión social y económica sino también un factor muy importante de comodidad para una ciudad. En la figura 1, se muestra una comparativa de distintos países en cuanto a la relación entre ingreso per cápita y propiedad de vehículos por cada 1,000 habitantes, donde se puede observar que México está en ascenso.

Ante esta situación se hace apremiante y urgente implementar soluciones que tengan como objetivo la reducción de kilómetros recorridos por los automóviles en áreas urbanas como una opción viable, posible y deseable en nuestro país, como una de las principales herramientas para crear ciudades sostenibles, competitivas y de alta calidad de vida en México, del mismo modo, que brinden alternativas de transporte de calidad.

Los centros urbanos en una franja que va de 20,000 habitantes al millón pertenecen a la categoría de "Ciudades Intermedias" (WBG, 2017). En este contexto, la ciudad de Tuxtla Gutiérrez cuenta con

<sup>1</sup> Profesor medio tiempo, Facultad de Ingeniería, Universidad Autónoma de Chiapas. Email: gabriel.ballinas@unach.mx

<sup>2</sup> Profesores de tiempo completo, Facultad de Ingeniería, Universidad Autónoma de Chiapas. Email: rsuarez@unach.mx; moises.nazar@unach.mx

598,710 habitantes (INEGI, 2015) con una estimación de unidades motorizadas de 190,446.

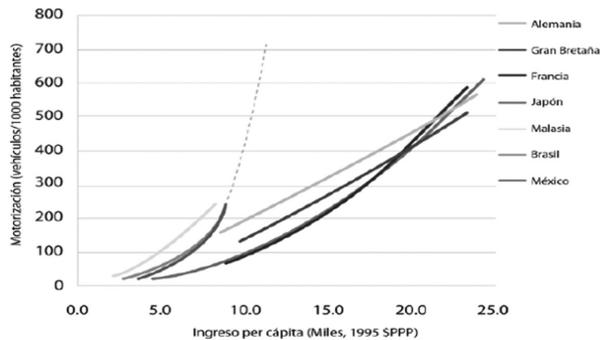


Figura 1. Relación entre ingreso per cápita y propiedad de vehículos por cada 1,000 habitantes y tendencia para México. (Medina, 2012)

A partir de la estimación del parque vehicular vivo y del número de habitantes en el municipio de Tuxtla Gutiérrez en el año 2015, se calculó el índice de motorización para este municipio, que es de 253 vehículos por cada 1,000 habitantes. Comparando con otras ciudades de México, (Figura 2) el índice es similar al de la ciudad de Puebla y Morelia. (Contreras, 2015)

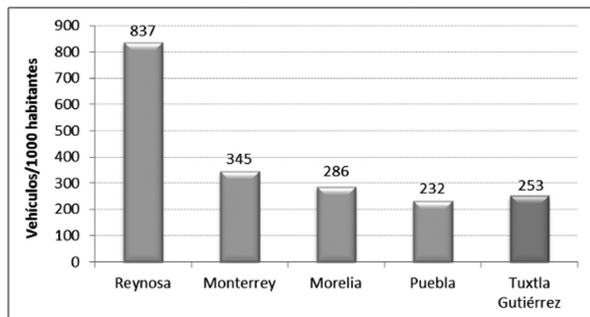


Figura 2. Índice de motorización de Tuxtla Gutiérrez y otras ciudades en México. (INEGI, 2012).

En el estudio más reciente sobre el transporte en Tuxtla Gutiérrez, (Argüelles, 2014) se aborda la problemática del transporte en la ciudad, en donde describe el desarrollo y planeación que ha tenido a lo largo de los años partiendo de estudios urbanos multidisciplinarios, haciendo un énfasis en la desigualdad de circunstancias económicas, culturales, políticas y sociales. Para ello define dos índices de estudio: uno de accesibilidad y otro de movilidad.

Las características que permiten distinguir y comparar la calidad de diferentes sistemas de transporte se basan en el rendimiento y desempeño, de entre ellos destacan los siguientes:

- a) Tiempo de Vuelta: Período de tiempo necesario para completar un recorrido completo. Se expresa en minutos.
- b) Velocidad de Operación: Cociente entre la Longitud Total de un servicio o recorrido y el Tiempo de Vuelta necesario para realizarla. Se expresa en km/h.
- c) Capacidad de línea: Número máximo de usuarios que las unidades de transporte pueden llevar a través de un punto durante un determinado período de tiempo.

Desde el punto de vista de la capacidad existen aspectos relativos al nivel de servicio del sistema de transporte que deben considerarse:

- a) Demanda
- b) Ocupación
- c) Unidades disponibles

Con estas características se obtiene una relación oferta-demanda que es una referencia tangible del la calidad de funcionamiento de un sistema de transporte.

Existen diferentes técnicas para estudiar la demanda, pero cada una debe utilizarse dependiendo del objetivo que se persiga y del presupuesto disponible.

Mediante el análisis de los elementos de flujo vehicular se pueden entender las características y el comportamiento del tránsito, requisitos básicos para el planteamiento, proyecto y operación de carreteras, calles y sus obras complementarias dentro del sistema de transporte. (Lerma, 2012)

Las características fundamentales del flujo vehicular, se representan en tres variables principales: el flujo, la velocidad y la densidad. Mediante la medición y relación entre ellas, se puede determinar las

características de tránsito, y así conocer las condiciones de operación. (Bertini, 2012)

De igual manera, el conocimiento de estas tres variables reviste singular importancia, ya que éstas indican la calidad o nivel de servicio experimentado por los usuarios de cualquier sistema vial.

A pesar de lo anterior, existe una problemática implícita en los sistemas de transporte, las soluciones que se plantean son locales y muy subjetivas, dejando así muy poco o nulo margen a aplicabilidad en otra ciudad que presente variaciones en sus sistemas de transporte debido principalmente a la morfología de cada urbe.

En este contexto, el objetivo de esta investigación es medir los índices de calidad en el funcionamiento de transporte público en ciudades intermedias, específicamente como estudio de caso la ciudad de Tuxtla Gutiérrez, Chiapas. (Figura 3)

en las fuentes primarias de datos, que a su vez tienen diversos métodos. Limitando la comparación que se puede hacer entre las ciudades intermedias.

El procedimiento que se utilizó para el presente trabajo, consiste en la recolección de información en campo sobre los principales indicadores, tomando en cuenta la morfología de las unidades que se usan en el sistema, donde solo se encontraron dos tipos, distribuidas de la siguiente manera: 124 rutas de transporte público, de la ruta 3 a la 124 que son unidades versión VAN con capacidad de 16 pasajeros; y en cuanto a las rutas 1 y 2, se usan unidades tipo Autobús de 40 pasajeros.

Se midieron los índices antes mencionados, abordando las unidades y realizando las mediciones de cada uno de los recorridos del sistema de transporte, con un periodo de ejecución de 2 meses.

El método usado para medir las variables rela-

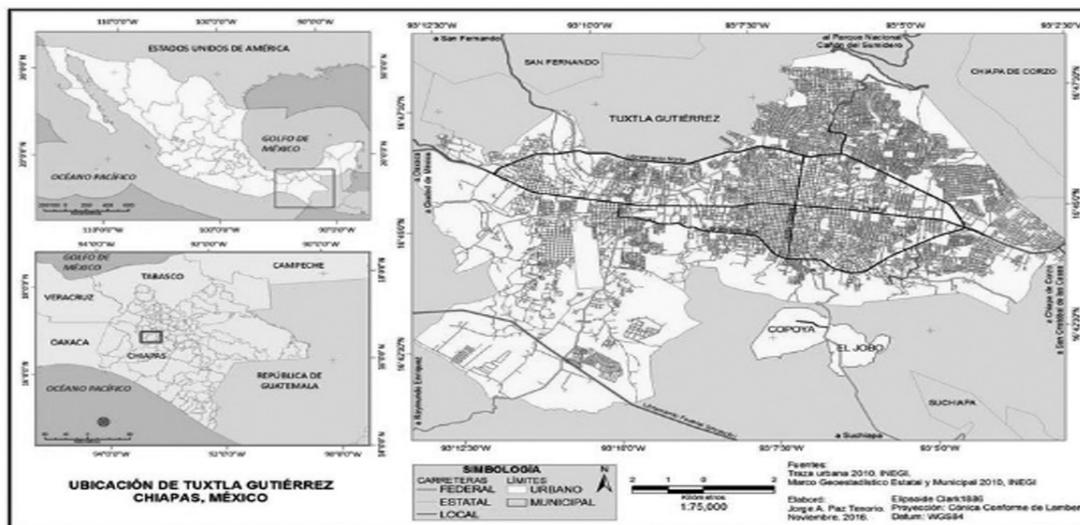


Figura 3. Mapa de la ciudad de Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, (INEGI, 2015)

## MATERIALES Y MÉTODOS

En la literatura de transporte existen pocos estudios estandarizados que midan los índices de calidad en el funcionamiento de sistemas de transporte, ya que se ha optado por abordar cada problema de manera singular, esto da como resultado poca información para su uso en diferentes sistemas de transporte de diferentes ciudades.

Por lo que los resultados en relación con niveles de servicio están sujetos a las diferencias que existen

con el nivel de servicio dividieron en las siguientes etapas:

- Selección de la unidad y ruta
- Identificación de puntos de origen y destino específicos de los viajes.
- Estimación de los niveles de servicio: velocidad, densidad y tiempo de traslado.
- Estimación de la demanda, ocupación y unidades del sistema de transporte; y
- Estimación de la relación oferta-demanda del sistema.

### RESULTADOS

A continuación, se presenta el resumen de los resultados obtenidos, que parte de la estimación principal de los indicadores de nivel de servicio que caracterizan los sistemas de transporte público de la ciudad, observando los siguientes promedios, para autobús en horarios pico (Figura 4), donde el tiempo de viaje es de 55.5 minutos, la densidad de pasaje es de 95.16%, la velocidad de viaje es de 14.96 km/h.

RUTA	HORARIO	PARADAS	PERSONAS TRANSPORTADAS	TIEMPO DE VIAJE	VELOCIDAD PROMEDIO
PONIENTE - ORIENTE	07:00-09:00	23	96	50 minutos	12.5 km/hora
ORIENTE - PONIENTE	07:00-09:00	24	102	53 minutos	16.98 km/hora
PONIENTE - ORIENTE	13:00 -15:00	25	85	55 minutos	13.75 km/hora
ORIENTE - PONIENTE	13:00 -15:00	28	79	58 minutos	14.5 km/hora
PONIENTE - ORIENTE	19:00 -21:00	31	99	59 minutos	14.75 km/hora
ORIENTE - PONIENTE	19:00 -21:00	30	110	58 minutos	14.5 km/hora

Figura 4. Mediciones realizadas en campo para unidades tipo autobús de 40 pasajeros en Tuxtla Gutiérrez, Chiapas.

RUTA	HORARIOS PICO	Densidad de vehículos	PARADAS (POR RUTA)	PERSONAS TRANSPORTADAS (POR RUTA)	TIEMPO DE VIAJE	VELOCIDAD PROMEDIO
3, 18, 20, 25, 48, 49, 51, 52, 53, 79, 85, 90, 91, 103, 108, 109, 114, 125	07:00-09:00 13:00-15:00 19:00-21:00	78	33	67	33 minutos	19.38 km/hora
16, 19, 24, 30, 31, 33, 49, 54, 55, 72, 94, 96, 99	07:00-09:00 13:00-15:00 19:00-21:00	59	25	54	36 minutos	23.62 km/hora
3, 9, 14, 16, 18, 20, 24, 25, 30, 31, 33, 35, 43, 44, 46, 48, 49, 51, 52, 53, 58, 59, 69, 72, 79, 85, 90, 91, 94, 96, 103, 108, 109, 114, 125	07:00-09:00 13:00-15:00 19:00-21:00	115	28	48	27 minutos	16.34 km/hora

Figura 5. Mediciones realizadas en campo para unidades tipo VAN de 16 pasajeros en Tuxtla Gutiérrez, Chiapas.

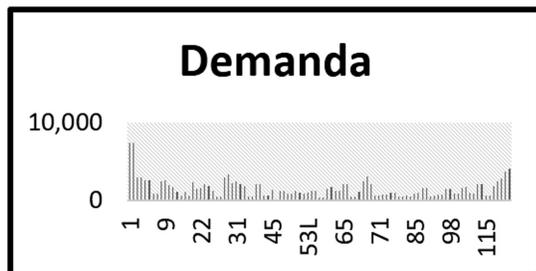


Figura 6. Demanda puntual del sistema de transporte para rutas con sobre oferta, un promedio de: 1529.76 respecto usuarios-rutas.

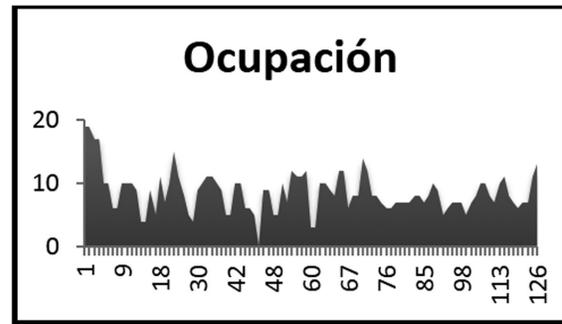


Figura 7. Ocupación puntual del sistema de transporte para rutas con sobre oferta, un promedio de: 8.54 respecto ocupación puntual-rutas

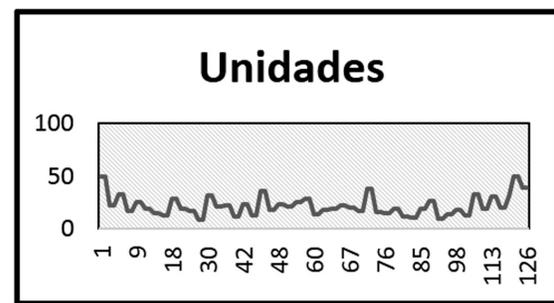


Figura 8. Unidades del sistema de transporte para rutas con sobre oferta, un promedio de 21.88 respecto unidades-rutas.

Para horarios de horas pico (Figura 5) en unidades tipo VAN, se observa que el tiempo promedio de viaje es de 32 minutos, densidad con un promedio de 56.33%, y velocidad promedio 19.78 km/h.

En cuanto a los indicadores de demanda, ocupación y unidades del sistema de transporte, al realizar el análisis y estudio de campo se encontró dos diferencias muy marcadas, por un lado rutas con sobre oferta y por otro rutas con sobre demanda. (Figura 6, 7 y 8)

Las rutas con sobre oferta cuentan con mayor número de unidades en operación a las necesarias. Se cuantificó 49 rutas que actualmente se encuentran en una sobre oferta, operando con alrededor de 2,123 vehículos, 297,900 lugares ofertados y cuentan con una demanda de 148,389 viajes diarios en promedio.

Por otro lado las rutas con sobre demanda donde las unidades no son suficientes para atender, se cuantificaron 25 rutas que actualmente operan con alrededor de 336 vehículos. (Figuras 9, 10 y 11)

De lo anterior se obtiene que el sistema cuenta con una demanda de 318,846 usuarios por día, 3,520 unidades y 529,296 lugares ofertados, y una relación oferta-demanda de 1.66

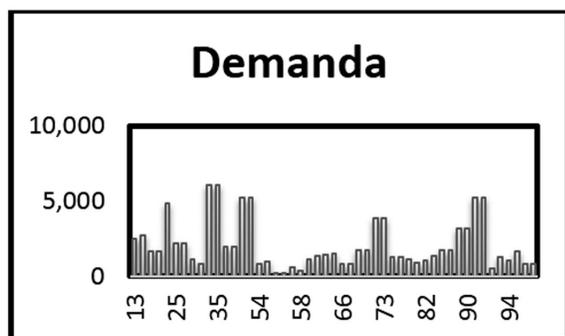


Figura 9. Demanda puntual del sistema de transporte para rutas con sobre demanda, un promedio de 2060.44 respecto usuarios-rutas.

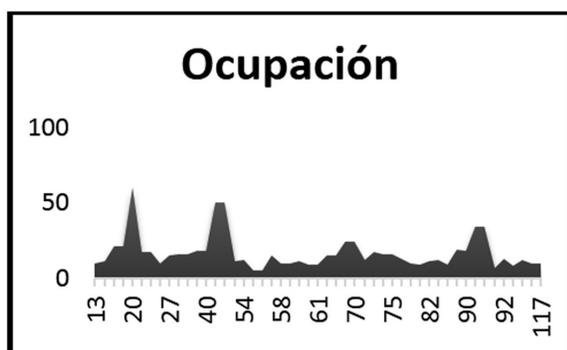


Figura 10. Ocupación puntual del sistema de transporte para rutas con sobre oferta, un promedio de 13.71 respecto ocupación puntual-rutas

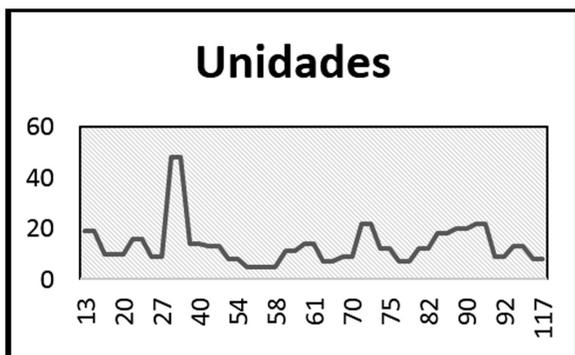


Figura 11. Unidades del sistema de transporte para rutas con sobre oferta, un promedio de 16.66 respecto unidades-rutas.

## CONCLUSIONES

Las condiciones que experimentan los usuarios en el sistema de transporte del caso de estudio (Tuxtla Gutiérrez, Chiapas), está determinado por la heterogeneidad del sistema, que es tan alta que, en general,

no es posible concluir que estadísticamente los valores promedio de los niveles de servicio son aceptables.

Sin embargo, se puede hablar de tendencias, en este caso la tendencia es que el sistema tiene una sobre oferta, que va de la mano con una baja velocidad de servicio.

Como contraparte, la forma desregulada de operación produce alta congestión vial (es decir, baja velocidad de circulación) y exceso de capacidad de transporte.

Otro elemento de importancia para acrecentar la problemática es la existencia de 85 rutas suburbanas, que en su mayoría realizan la operación similar a rutas urbanas, dichas rutas conforman la zona metropolitana de Tuxtla que conectan con municipios colindantes que mantienen una cercanía con Tuxtla Gutiérrez, como son: Chiapa de Corzo, Suchiapa, Berriozabal, San Fernando, Ocozocoautla y Osumacinta.

Desde el punto de vista de los usuarios lo importante es que el viaje sea rápido. También existen otras dimensiones del nivel de servicio, como la comodidad y la seguridad, que sin duda son futuras líneas de investigación.

## REFERENCIAS

- Argüelles, B. (2014). "Fragmentación espacial y movilidad laboral", México
- Bertini, R. (2012). "Advanced traffic management system data", U.S.A.
- Contreras, A. (2015). "Tráfico vehicular en zonas urbanas", México.
- Guerra, H. (2016). "Mapa del transporte público de la ciudad de Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, México", México.
- INEGI. (2015). "Encuesta intercensal", México.
- Lerma, C. (2012). "Desarrollo de modelos de tráfico vehicular", Venezuela.
- Medina, S. (2012). "La importancia de la reducción del uso del automóvil en México", México.
- Pérez, F., Bautista, A., Salazar M., Macías A. (2013). "Análisis del flujo de tráfico vehicular a través de un modelo macroscópico", Colombia.

# RESIGNIFICACIÓN DE LA RAZÓN TRIGONOMÉTRICA CON ESTUDIANTES DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA UNACH

RESIGNIFICATION OF THE TRIGONOMETRIC REASON WITH STUDENTS OF THE UNACH ENGINEERING FACULTY

Juárez Camacho María Cleotilde, Cruz Ruíz Cristóbal<sup>1</sup>

## RESUMEN

*El conocimiento matemático juega, indiscutiblemente, un papel primordial en la alfabetización de la ciencia, particularmente en la resolución de problemas de aplicación en contextos reales. En este caso la Matemática Educativa, como disciplina que se encarga de los fenómenos de enseñanza-aprendizaje de las matemáticas, en las distintas escuelas de pensamiento se han desarrollado investigaciones en varias direcciones: como se aprenden, como se enseñan, cómo se convirtieron los saberes teóricos, en saberes escolares, cuáles son las restricciones institucionales y escolares para la actividad didáctica, etc.*

*Se parte de investigaciones realizadas sobre la Función Trigonométrica, que nacen en el seno de una aproximación teórica: la Socioepistemología. La cual distingue los elementos de construcción social: las actividades, las prácticas de referencia y las prácticas sociales ligadas a la constitución de la función trigonométrica. Detalla los momentos históricos de la función trigonométrica desde su origen, hasta su constitución en series trigonométricas (Montiel G., 2005).*

**Palabras Claves:** Trigonometría, ingeniería didáctica, socioepistemológica, prácticas sociales, discurso matemático.

## ABSTRACT

Mathematical knowledge undoubtedly plays a key role in the literacy of science, particularly in solving problems of application in real contexts. In this case, Educational Mathematics, as a discipline that deals with the teaching-learning phenomena of mathematics, in different schools of thought, research has been carried out in several directions: how they learn, how they teach, how knowledge became theoretical, in school knowledge, what are the institutional and school restrictions for the didactic activity, etc.

It is based on research carried out on the Trigonometric Function, which is born within a theoretical approach: Socioepistemology. Which distinguishes the elements of social construction: activities, reference practices and social practices linked to the constitution of the trig function. It details the historical moments of the trigonometric function from its origin, to its constitution in trigonometric series (Montiel G., 2005).

**Keywords:** Trigonometry, didactic engineering, socio-epistemology, social practices, mathematical discourse.

## INTRODUCCIÓN

La importancia de articular actividades didácticas que fomenten el estudio en la matemática, este trabajo se ha concentrado en el estudio del fenómeno didáctico, como una aproximación que fundamenta elementos importantes como el cognitivo, epistemológico y didáctico.

En consecuencia, se plantea la contextualización de la investigación, la problemática que nos ha llevado a realizar esta investigación, así como el análisis de la razón y función trigonométrica en los programas de estudio y los libros de texto; así como su bosquejo, de la razón trigonométrica en su entorno

<sup>1</sup> Docentes de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Autónoma de Chiapas. Email: cleotilde.juarez@unach.mx, cristobal.cruz@unach.mx

de origen, el origen histórico de la trigonometría. En particular este trabajo se enfoca en alumnos de ingeniería civil; y la evolución que la trigonometría se convierte en la base de elementos importantes como base de su formación de conocimientos académicos. Se puntualiza los momentos de construcción socioepistemológica de la función trigonométrica desde; su transformación de origen, elementos teóricos y la construcción social; tomando en cuenta que este trabajo se basa en la etapa de la anticipación.

La ingeniería didáctica plantea problemas de manera novedosa ya que, de un lado, la realización experimental en sí supone de antemano una “transmisión” en dirección del o de los profesores que serán los actores; y del otro, busca el desarrollo del pensamiento matemático y la construcción de conocimiento de parte de los estudiantes.

La aproximación socioepistemológica a la investigación en matemática educativa se basa en la interacción sistémica de las cuatro componentes (didáctica, epistemológica, cognitiva y social) de la construcción social de conocimiento. Toda propuesta didáctica basada en esta aproximación supone un cambio significativo del discurso matemático escolar (DME).

En búsqueda de nuestra problemática se pretende analizar el rediseño de la razón trigonométrica, así como el análisis de la secuencia didáctica que se plantea a los alumnos, y así dar un análisis de conclusión en este trabajo de investigación.

## MÉTODO DE ANÁLISIS

Este trabajo es una pequeña aportación a la solución del problema educativo que vive nuestra sociedad, se observa que nuestro objeto de estudio se les dificulta entender que es una razón trigonométrica, que es sumamente significativa para la enseñanza de la ciencia matemática en el nivel superior.

En relación cómo reside la función trigonométrica en el medio escolar, se considera en diversas representaciones de ella, es decir, es presentada primero en el contexto del triángulo rectángulo, especificándose como razones; para ampliar el dominio de los ángulos (ángulos medidos en grados, de cualquier valor: negativos y positivos) y se contextualiza en el círculo unitario, concretamente como razón. En él se hace la conversión de ángulos medidos en

grados a radianes, para tratar, posteriormente, a las funciones trigonométricas como funciones de variable real (Maldonado, 2005).

A fin de entender cuáles son los aprendizajes que logran los alumnos, se analiza cómo los métodos de enseñanza permiten alcanzar o no cierta comprensión. Por ejemplo, después de identificar las dificultades, concepciones o niveles de comprensión entre los estudiantes, algunas investigaciones cierran con una discusión sobre la pertinencia de utilizar los métodos del “triángulo rectángulo” y del “círculo unitario” con la intención de introducir las razones trigonométricas (Kendal & Stacey, 1998), o bien, utilizar al círculo trigonométrico (Fig. 1) como medio para pasar de las razones a las funciones trigonométricas (De Kee, 1996).

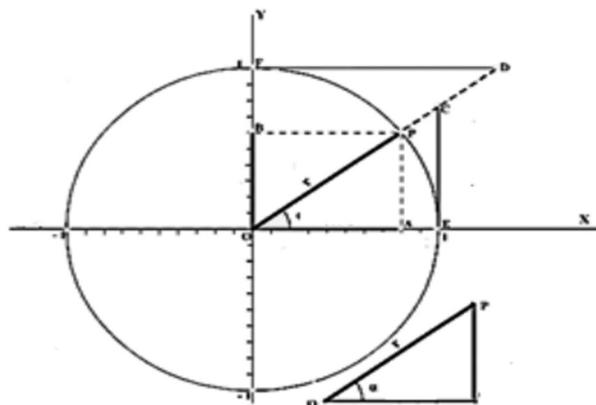


Fig. 1 Círculo unitario

Parece claro que si el discurso matemático escolar presenta la conversión de la medida de ángulo en grados a radianes, y viceversa, como una equivalencia, el estudiante puede no distinguir entre el uso de uno y otro.

¿Qué nuevos significados genera en los estudiantes de primer semestre de Ingeniería de la UNACH un diseño de situación basado en la socioepistemología, a partir de una práctica de referencia de matematización de la astronomía para estudiar la razón trigonométrica?, dadas las necesidades de los estudiantes, se centra en hacer un análisis en el conocimiento de la razón trigonométrica, porque se ha observado que el alumno tiene concepciones alternativas en la modelación y la conceptualización básica de la razón trigonométrica.

- La escasa comprensión en la construcción

del saber matemático de la razón trigonométrica, en alumnos de primer semestre de ingeniería civil.

- Deficiencia en conocimientos de ángulo así, como su clasificación, unidad de medida y ángulos dirigidos.
- El conocimiento del triángulo, clasificación, propiedades, razones trigonométricas, solución de triángulos, las razones trigonométricas en el plano y sus signos de acuerdo a su posición.

Por lo tanto nos apoyaremos en la Socioepistemología y la Ingeniería Didáctica, para hacer una secuencia en la cual se aplique y analice cuáles son los significados nuevos que construyen a raíz de la secuencia, a partir de una práctica de referencia de la matematización de la observación.

El contrato didáctico, es aquello que rige de manera más o menos explícita las expectativas respectivas del alumno y el profesor en relación con el conocimiento (Artigue, Douady, & Moreno, 1995). El cual se pacta en el Programa Oficial de la Secretaría de Educación Pública en México (SEP). (García, 2011)

Para análisis de esta investigación se hace una revisión de los programas de estudio, de los cursos en que él alumno estudia un tercer grado de secundaria, pasando por la preparatoria, hasta que finalmente llega al programa de estudio en la formación de ingeniería civil, en este caso a la Facultad de Ingeniería de la UNACH.

La introducción al alumno del conocimiento de las razones trigonométricas en el tercer grado de Secundaria, el cual se aborda el tema "Medida", antecedido por el tema "Figuras y Cuerpos", correspondientes al bloque IV lección 64-66 y posteriormente Bloque V lección 75 "Proporcionalidad y Funciones" (García, Mendoza, & Block, 2015.). Fig. 2.



Fig. 2 Matemáticas 3 secundaria (García, Mendoza & Block, 2015)

En el Nivel Medio Superior es en el segundo semestre es donde se imparte el conocimiento de la Trigonometría Clásica (vinculada al estudio de los triángulos) y a la Trigonometría Analítica (vinculada al estudio de las funciones trigonométricas).

Las funciones trigonométricas que se imparten en la carrera de ingeniería civil de la UNACH están en diversas asignaturas (álgebra superior, cinemática, cálculo diferencial, cálculo integral, ecuaciones diferenciales), estos contenidos los hallaremos en tres presentaciones (seno, coseno y tangente) y su representación como función. Hacemos referencia que el tema razones trigonométricas no se encuentran como tal, en los programas de estudios, sino más bien su aplicación como función. A continuación se presenta de qué manera se hace estudio de la función en el programa de estudio.

- Función Trigonométrica  $y = a \text{Sen}(bx + c) + d$
- Serie Infinito  $\text{Sen } x = x - \frac{x^3}{3!} + \frac{x^5}{5!} - \frac{x^7}{7!} + \dots$
- Producto Infinito  $\text{Sen } x = x \left(1 - \frac{x^2}{\pi^2}\right) \left(1 - \frac{x^2}{4\pi^2}\right) \left(1 - \frac{x^2}{9\pi^2}\right)$
- Serie Trigonométrica  $f(x) = a_0 + a_1 \text{Cos } x + a_2 \text{Cos } 2x + \dots + b_1 \text{Sen } x + b_2 \text{Sen } 2x + \dots$

Al concluir el alumno con el objetivo de su carga curricular. Se apropia del conocimiento y es capaz de construir la razón trigonométrica como concepto matemático, análisis y aplicación, en su formación académica como ingeniero civil.

## BOSQUEJO DE LA RAZÓN TRIGONOMÉTRICA

Con el triángulo rectángulo se definen las razones de los lados (catetos e hipotenusa), refiriéndolas sólo con ángulos agudos, es decir, si  $\theta$  es el ángulo, cuyos valores están entre  $0^\circ$  y  $90^\circ$ .

Las razones seno, coseno y tangente de  $\theta$  son definidas de la forma siguiente: el tratamiento de las razones trigonométricas por el triángulo rectángulo se reduce a ángulos entre  $0^\circ$  y  $90^\circ$ , se extiende a ángulos (medidos en grados) de cualquier valor, negativos y positivos, se considera el sistema de ejes coordenados. A partir del punto coordenado (ordenada, abscisa) en el plano y la distancia al origen, formando un

triángulo rectángulo, como lo muestra la (Fig. 3). Se definen a las razones seno, coseno y tangente de  $\theta$ , siguiendo la definición por el triángulo rectángulo. El signo que pueden tomar estas razones, depende del cuadrante en el que se encuentre el punto coordenado, es decir, el lado terminal del ángulo.

$$\sin \alpha = \frac{\text{opuesto}}{\text{hipotenusa}} = \frac{a}{h}$$

$$\cos \alpha = \frac{\text{adyacente}}{\text{hipotenusa}} = \frac{b}{h}$$

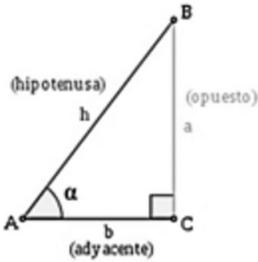
$$\tan \alpha = \frac{\text{opuesto}}{\text{adyacente}} = \frac{a}{b}$$


Fig. 3 Razones trigonométricas

En matemática educativa y en particular en la Socioepistemología, una investigación parte de reconocer un fenómeno didáctico relacionado con determinado saber matemático y su uso en el aula de matemáticas (Buendía & Cordero, 2005). Partiendo de dicho principio se ha observado en la Facultad de Ingeniería Civil de la UNACH, el alumno presenta concepciones alternativas de la razón trigonométrica, cómo ley de senos, ley de cosenos o aplicación de la tangente.

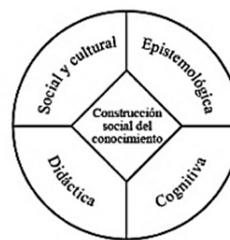
Para abordar esta problemática, el presente trabajo parte de la historia de la trigonometría, el uso necesario de ella en la ingeniería civil y se diseña una secuencia didáctica que nos lleve analizar la problemática de la resignificación de la razón trigonométrica en la Ingeniería Civil.

## ELEMENTOS TEÓRICOS

La descripción de la construcción de conocimiento matemático al seno de la comunidad científica es sólo uno de los elementos constitutivos de la enseñanza – aprendizaje de las matemáticas en escenarios escolares y sólo hasta recientes fechas se han considerado las condiciones sociales de su construcción.

En consecuencia la aproximación socioepistemológica retoma la visión sistémica de la *didáctica en la escuela*; incorporando una componente social a la construcción del conocimiento matemático. Este acercamiento incorpora entonces cuatro componentes con la intención de desarrollar el pensamiento matemático de los y las estudiantes. Se basa en un marco teórico que permite tratar con los fenómenos de producción y difusión del conocimiento matemático desde una perspectiva múltiple al incorporar el estudio de las interacciones entre la epistemología del conocimiento, la dimensión social del saber, los procesos cognitivos (Fig.5) que son asociados y los mecanismos de institucionalización vía la enseñanza (Cantoral y Farfán, 2003).

## Las dimensiones del saber



- **Naturaleza epistemológica** (sobre la forma en que lo conocemos)
- **Tesisura sociocultural** (el énfasis puesto en el valor de uso)
- **Planos de lo cognitivo** (las funciones adaptativas)
- **Modos de transmisión vía la enseñanza** (la herencia cultural)

Fig. 5 Esquema de la aproximación socioepistemológica (Ferrari y Farfán, 2001)

La dimensión social, en nuestro estudio al fenómeno didáctico ligado a la razón, toma el carácter de práctica social. Ello modifica el centro de atención de las componentes epistemológica, lo desvía de los conceptos u objetos matemáticos preestablecidos a la identificación de prácticas de referencia y actividades, ubicando a estas en escenarios particulares. La componente cognitiva asume entonces al conocimiento como una serie y procesos sustentados por mecanismos cognitivos que se han desarrollado socialmente y la componente didáctica, finalmente se ocupa de explicar la difusión del conocimiento a través del discurso matemático escolar y examina los efectos e implicaciones didácticas Fig. 6 (Montiel, 2005).

Este análisis a priori se debe concebir como un análisis de control de significado. Esto quiere decir,

de forma muy esquemática, que si la teoría constructivista sienta el principio de la participación del estudiante en la construcción de sus conocimientos a través de la interacción con un medio determinado, la teoría de las situaciones didácticas que sirve de referencia a la metodología de la ingeniería ha pretendido, desde su origen, constituirse en una teoría de control de las relaciones entre el significado y las situaciones. Nótese que la palabra teoría se toma aquí en un sentido amplio, puesto que incluye las construcciones teóricas elaboradas por G. Brousseau durante más de veinte años (como referencia de una de las primeras versiones de la teoría se podría citar a Brousseau en 1972), como también construcciones elaboradas, en conexión más o menos estrecha, por diversos investigadores, entre los cuales R. Douady es unas de las más sobresalientes.

### PRÁCTICA SOCIAL



Fig. 6 Práctica social

Por lo tanto, el objetivo del análisis a priori es determinar en qué las selecciones hechas permiten controlar los comportamientos de los estudiantes y su significado. Por lo anterior, este análisis se basa en un conjunto de hipótesis. La validación de estas hipótesis está, en principio, indirectamente en juego en la confrontación que se lleva a cabo en la cuarta fase entre el análisis a priori y el análisis a posteriori.

### SECUENCIA DIDÁCTICA

La secuencia didáctica que se diseñó, consta de 3 actividades, y se aplicó a estudiantes de primer semestre grupo "A" del turno matutino de la Facultad de Ingeniería de la UNACH, en el periodo del semestre Enero-Junio 2018.

En un tiempo de 10 minutos, al iniciar la actividad se dio una breve explicación de las características de la actividad. Para el análisis de la información obtenida los estudiantes en la puesta en escena, los estudiantes debían de organizarse de tal manera que debieran estar asignados en lugares tales como: el secretario (toma notas), el medidor, el soporte (el que detenía el cuaderno) y el fotógrafo.

### DISEÑO DE LAS ACTIVIDADES

Para realizar la actividad se delimitó para que se llevará a cabo la medición del edificio "E" y que la sesión de medición se llevará a cabo en un tiempo de 10 minutos, para que todos los equipos pudieran hacer su medición respectiva, para luego regresar al aula.

En seguida se describe cada una de las tres actividades.

- Actividad 1

Esta actividad se llama *Medir Altura*, en esta etapa se indica las instrucciones en condiciones adecuadas deben realizar, en ella se describe el material con que se va trabajar y que previamente se les asignó a cada equipo, tales como: cinta métrica, popotes, regla, nivel, lápiz, cuaderno y transportador.

- Actividad 2

Esta actividad se le denominó Comparar, en esta parte inicial el alumno deberá llenar un cuadro con el ángulo que consideren que tendrán las demás distancias, en la parte subsecuente el alumno deberá explicar ampliamente que estrategias utilizaron, y por último deberán realizar un dibujo a escala de la medición que se llevó a cabo.

- Actividad 3

Esta actividad se le llamó Analizar, en esta parte inicial el alumno deberá compartir información con los demás equipos para hacer el llenado de la tabla que se presenta, así deberán dar una conclusión del ángulo que ellos han observado, en la parte final deben hacer sus observaciones finales.

### EXPERIMENTACIÓN Y ANÁLISIS

Conforme a lo planeado se realizó la aplicación de la secuencia didáctica. Para hacer la reflexión de la experimentación se observarán 3 equipos de di-

ferentes distancias de 4, 6 y 8 metros. Los alumnos trabajaron en equipos y lo hicieron de la forma que a continuación se describe:

En el primer equipo, compuesto por cinco integrantes de los cuales 3 de ellas son mujeres y 2 hombres. Se le asignó 4 metros de distancia del objetivo, hicieron su medición de ángulo anotando 70°, en la actividad 2, al explicar que estrategia utilizaron para

dar solución comentan que usaron formulas de tangente porque tenían altura y base. No hicieron ninguna observación a la actividad. A continuación se presenta la evidencia Fig. 7 y 8.

A continuación se anexa comparativo del análisis de las soluciones de tres equipos. (Cuadro 1)

EQUIPO	DIBUJO	PREDICIONES	PROCEDIMIENTOS	CONCLUSIÓN
1		Empleando formulas de tangentes porque tienen altura y base.	Miden un ángulo de 70° y utilizando la razón de tangente, con la base de 4 m, determinan la altura del objetivo.	Nuestras predicciones si se acercaron con los demás, excepto con el equipo de 8 mts. la diferencia fue mucha.
2		Usando funciones trigonométricas e igualaciones de triángulos semejantes.	Con un ángulo de 59°, y aplicando la razón de seno, encuentran la hipotenusa, y posteriormente aplicando la semejanza de triángulo, hallan la altura del edificio.	La altura del edificio coincide con los demás equipos. Lo que cambia es la medida de los ángulos de inclinación.
3		Aplicando la ley de senos y el ángulo de inclinación.	Haciendo uso de la razón de coseno con un ángulo de 45°, para encontrar la hipotenusa, y luego la ley de senos, disponen encontrar la altura.	Qué si no calculas bien el ángulo la altura varía en mucho.

Cuadro 1. Análisis de soluciones por equipo.

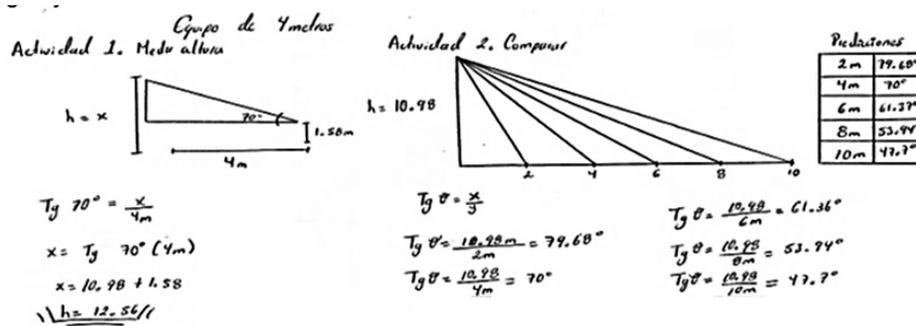


Fig. 7 Evidencia de la actividad puesta en escena

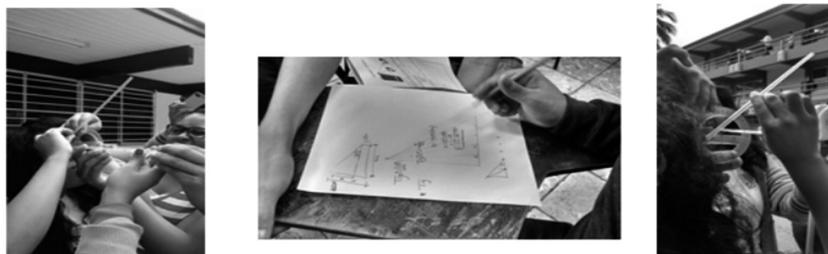


Fig. 8. Imágenes de puesta en escena

## CONCLUSIONES

El papel de las prácticas de referencia que producen conocimiento y el estatus de las prácticas sociales en tanto que inducen la construcción de la función trigonométrica en el contexto de origen, aportando así los principios básicos para modificar el enfoque clásico que se vive en la escuela y que se usa en la literatura matemática (Montiel, 2005).

Tenemos en cuenta que el enfoque clásico del aprendizaje de las razones trigonométricas (identidades), de las funciones trigonométricas y de las series trigonométricas desvinculadas, el enfoque en este trabajo atiende la construcción de conocimiento con base a la experiencia en el planteamiento de ciertas situaciones, vinculadas en la vida cotidiana del propio estudiante. El propósito de este trabajo ha sido mostrar cómo el estudiante puede hacer uso de sus conocimientos sin límite, apoyándose de la observación para proponer una solución en el uso de razones trigonométricas y graficación.

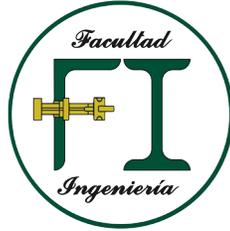
Analizando el trabajo propuesto a los estudiantes, observamos que la mayoría de ellos logró concluir las tres actividades en su generalidad, cada uno de los equipos iban evolucionando su razonamiento para buscar estrategias de solución y cómo conciben su propio discurso a través de un lenguaje común. Se ha examinado a consideración cada una de las actividades, en la cuales se observado su resultado. Que la resignificación de la razón trigonométrica de acuerdo a las actividades de la secuencia didáctica realizadas por los alumnos, se observa que los tres equipos dieron resultados diferentes uno de otro, llegando a la solución por diversos conocimientos, el primer equipo hizo uso de la razón de tangente; siendo la razón de seno para el segundo equipo; el equipo tres hace uso de ley de senos; la ley de los senos es la relación entre los lados y ángulos de triángulos no rectángulos (oblicuos).

En este trabajo podemos decir que toda propuesta teórica o didáctica que se base en una aproximación socioepistemológica constituye un cambio significativo en la manera de enseñar y aprender las matemáticas. Tomando en cuenta el pensamiento matemático y la construcción a partir de las prácticas sociales. Que nos hace pensar cómo enseñar y la didáctica a replantear (Montiel, Desarrollo de Pensamiento Trigonométrico, 2013) en nuestra labor

docente, así como la sociedad nos exige a educar y formar mejores estudiantes. En éste caso particular con futuros ingenieros civiles.

## REFERENCIAS

- Artigue, M., Douady, R., & Moreno, L. (1995). *Ingeniería Didáctica en Educación Matemática*. Bogotá: Grupo Editorial Iberoamérica, S.A. de C.V.
- Buendia, G. (2011). *Reflexión e Investigación en Matemática Educativa*. México: Lectorum.
- Buendia, G., & Cordero, F. (2005). Prediction and the periodic aspect as generators of knowledge in a social practice framework. A socioepistemological study. México: *Educational Studies in Mathematics*.
- Cantoral, R., & Farfán, R. (1998). *Pensamiento y lenguaje variacional en la introducción al análisis*. España: *épsilon - Edición Especial*.
- Cantoral, R., & Farfán, R. (2003). *Matemática Educativa. Una visión de su evolución*. *Revista Latinoamericana de Investigación en Matemática Educativa* 6(1), 27-40.
- De Kee, S., Mura, R., & Dionne, J. (Julio de 1996). La comprensión des notions de sinus et de cosinus chez des élèves du secondaire. *For the learning of Mathematics*, 16(2), 19-27.
- García, N. (2011). *Programas de estudios SEP*.
- García, S., Mendoza, T., & Block, D. (2015.). *Matemáticas 3*. México, D.F.: SM de ediciones, S.A. de C.V.
- Kendal, M., & Stacey, K. (1998). Teaching trigonometry. Two methods of introducing trigonometry. (S. Adelaide, Ed.) *Australian Mathematics Teacher*, 54(1), 34-39.
- Maldonado, E. (2005). *UN ANÁLISIS DIDÁCTICO DE LA FUNCIÓN*. Mexico, D.F.
- Montiel, G. (2005). *Estudio Socioepistemológico de las Función Trigonométrica*. México, D.F.



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE CHIAPAS  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
CAMPUS I

## LINEAMIENTOS GENERALES PARA LA PUBLICACIÓN DE ARTÍCULOS

Por acuerdo del Comité Científico y Consejo Editorial de la Facultad de Ingeniería se establecieron los Lineamientos Generales para la publicación de artículos técnicos de la Revista Pakbal. Lo anterior, con la finalidad de normar la metodología para su elaboración y presentación.

Los artículos deberán cumplir lo siguiente:

- **Máximo 10 cuartillas.**
- **Título en español e inglés.** -No debe ser mayor a 15 palabras y debe describir el contenido claro, preciso y conciso.
- **Nombre de autor y coautores.** -Máximo cuatro integrantes.
- **Resumen.** -Debe presentarse en español y en inglés (abstract) de 150 palabras cada uno. En el cual se indique de forma clara y breve el propósito de la investigación, procedimientos básicos, resultados y conclusiones. Evitar uso de abreviaturas y términos especializados.
- **Palabras clave.** -Presentar máximo cinco palabras clave en español e inglés (keywords) y deben aparecer debajo del resumen en la misma página.
- **Abreviaturas.** -Deben ser definidas la primera vez que se mencionan. Si fuera esto en el resumen, entonces debe definirse de nuevo en el cuerpo principal del texto.
- **Introducción y/o antecedentes.** -Indica el preámbulo del contenido.
- **Método o análisis.** -Describe el diseño de la investigación o contenido y se explica cómo se llevó a la práctica, justificando la elección de métodos, técnicas o instrumentos.
- **Resultados.** -Resalta los hallazgos relevantes, presentado en textos, tablas o ilustraciones.
- **Discusión.** -Interpretación de resultados y su significado sobre el trabajo de otros autores.
- **Conclusiones y/o recomendaciones.** -Delimita y precisa el contenido o tema o tratado.
- **Referencias.** -Se incorpora al final del artículo, en orden alfabético todas las obras citadas en el texto y pies de página. El autor debe revisar cuidadosamente que no haya omisiones e inconsistencias entre las obras citadas y la bibliografía. Usar formato APA versión 6.
- **Cuerpo del texto.** -Letra Arial 11 pts, interlineado sencillo, para que coincidan con las características de edición.
- En los artículos deberán referenciarse: tablas y figuras (gráficas, imágenes, fotografías, etc.)
- Numerar el material gráfico y tablas (mapas, fotos, gráficos): escala de grises, resolución 300 dpi, en formato JPG, PNG o TIFF.
- El autor del artículo deberá proporcionar su formación académica y correo electrónico.

# OFRECE SUS SERVICIOS EN:

## SERVICIOS DE CONTROL DE CALIDAD

- Análisis de agregados inertes (arena y grava) para concreto hidráulico y mortero hidráulico.
- Cálculo de proporcionamiento
- Pruebas de desgaste
- Ruptura de especímenes de concreto
- Ruptura de especímenes de mortero hidráulico
- Análisis de materiales para terracerías subrasantes
- Análisis de materiales pétreos para revestimiento, sub-bases hidráulicas y carpeta asfáltica (varillas corrugadas de 1", 3/4", 5/8", 1/2", 3/8" y 5/16")
- Ruptura de bloques sólidos, adoquines, etc.
- Estudios destructivos y no destructivos en concreto endurecido



## SERVICIOS TOPOGRÁFICOS



- Líneas de control GPS (método estático).
- Levantamientos con equipo GPS en el sistema RTK.
- levantamientos para proyectos de carreteras agua potable, topohidráulicos, agrimensura, etc.
- Deslindes y configuración de terrenos.

Revista

**PAKBAL**

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE CHIAPAS  
FACULTAD DE INGENIERÍA

ISSN: 1665-4668

latindex

FOLIO: 23060  
WWW.LATINDEX.ORG