

CULCyT

Cultura Científica y Tecnológica

Septiembre-Diciembre. 2013. Año 10, N° 51: Especial No 1.

ISSN: 2007 – 0411

DIRECTORIO

CARTA DEL EDITOR

3 [Semana cultural](#)

MATEMÁTICA EDUCATIVA

4 [Comprensión del concepto de la derivada como razón de cambio](#)
J Luna González, O Ruiz Chávez, EJ Loera Ochoa, JV Barrón López, MC Salazar Álvarez

15 [Método de newton para encontrar raíces complejas de un polinomio utilizando MICROSOFT EXCEL](#)
O Ruiz Chávez, J Luna González, JV Barrón López, MS Ávila Sandoval, MC Salazar Álvarez

21 [Errores matemáticos más comunes de los alumnos de nuevo ingreso en las clases de física y matemáticas de las carreras de ingeniería de la UACJ](#)
JV Barrón López, O Ruiz Chávez, J Luna González, J Estrada Cabral, EJ Loera Ochoa

PROTECCIÓN CIVIL

33 [¿Está preparada ciudad Juárez para responder ante fenómenos naturales atípicos?](#)
A Rodríguez Esparza, ST de la Cruz, V Hernández Jacobo

TURISMO

36 [Fundamentos para el establecimiento de parques ecológicos](#)
E Aranda Pastrana, J Romero González, I Canales Valdivieso

ECONOMÍA

- 45 [Reposicionamiento de la Agrupación Industrial del Calzado en Ciudad Juárez, Chihuahua, México](#)
SR González Santana, AP González, AK González Sierra

MEDIO AMBIENTE

- 59 [¿Por qué es Importante la Salud Ambiental?](#)
E Rico-Escobar, G Martínez Moreno, V Estebané Ortega

Carta del Editor

Es un agrado llevar a cabo la edición de este número especial, dedicado a la XIX semana de Ingeniería del Instituto de Ingeniería y Tecnología de la Universidad Autónoma de Ciudad Juárez, para la Revista CULCyT Cultura Científica y Tecnológica; la cual nos brinda en esta ocasión en su mayoría artículos sobre la docencia en el área de matemática educativa.

Dr. Jaime Romero González
Editor Invitado y
Responsable del presente número.

Comprensión del concepto de la derivada como razón de cambio

Juan Luna González, Oscar Ruiz Chávez, Eduardo José Loera Ochoa, José Valente Barrón
López, María Concepción Salazar Álvarez

Departamento de Física y Matemáticas del Instituto de Ingeniería y Tecnología.
Universidad Autónoma de Ciudad Juárez

RESUMEN

El presente artículo expone, en términos generales, la problemática que envuelve la enseñanza y el aprendizaje del cálculo diferencial, referenciado en las investigaciones publicadas en el área de Matemática Educativa. En la enseñanza y aprendizaje del concepto de derivada y la definición de variación encontramos una serie de obstáculos para lograr su comprensión y aplicación. Esto hace necesaria la búsqueda de nuevas estrategias didácticas que contribuyan a que los estudiantes logren conocimientos significativos. En este trabajo presentamos una propuesta de un problema tipo que puede ser reproducido en un experimento de laboratorio y que muestra tener un potencial didáctico importante, dado que puede fomentar el desarrollo de ciertas habilidades cognitivas de tal manera que propicie en el estudiante, la percepción de que los problemas presentados en clase, no son productos prefabricados cuyo trabajo sobre ellos culmina al encontrar la solución, sino que, al contrario, es posible la búsqueda de más variantes que contribuyan a refinar las situaciones planteadas en clase (Ruiz, 2012).

Palabras clave: Derivada, Estrategias didácticas, APOE.

INTRODUCCIÓN

En base a nuestra experiencia como docentes dentro de la Universidad Autónoma de Ciudad Juárez (UACJ), hemos detectado que los estudiantes de los cursos de cálculo diferencial no tienen una idea clara del concepto de derivada expresada como una razón de cambio o variación. Las causas más comunes podrían ser:

a) El discurso tradicional del docente. Enseñar la derivada como un proceso algorítmico o de aplicación de fórmulas.

b) El tratamiento que se da en los libros de texto del concepto sin darle una significación práctica en problemas físicos o

de aplicación real en los campos de la ingeniería.

Lo anterior nos preocupa y por tal motivo nos dimos a la tarea de realizar una investigación en donde se involucran experimentos de simple realización sobre fenómenos físicos, en los cuales se pueda observar un cambio cuantificable. Esto con la intención de buscar el proceso cognitivo donde el estudiante pueda asociar esos cambios con el concepto empírico de la derivada de una función, haciendo hincapié en que el objeto de estudio no es tanto el concepto de derivada, el experimento o la razón de cambio sino la forma en que el estudiante lo interpreta en un contexto físico.

En este proceso es que nos surgen las siguientes preguntas:

- ¿Cómo favorece a los estudiantes de cálculo diferencial la experimentación física para comprender la derivada como una cuantificadora de la variación instantánea?
- ¿Cómo influye el interactuar en una situación no tradicional para lograrlo?

Para nuestra investigación recopilamos algunos experimentos de fenómenos físicos, en los cuales se presentan a los estudiantes los resultados obtenidos como una simple información y, posteriormente se realizan los experimentos en presencia de los alumnos, analizando en cada caso la interpretación que éstos le den, con el fin de saber si reconocen la variación instantánea como el concepto de derivada.

Creemos que en estudiantes de nivel superior es de suma importancia que éstos pasen de un nivel de conocimiento a otro o de un contexto a otro, en este caso del físico al matemático y viceversa.

En esta investigación trataremos de analizar el concepto de variación o razón de cambio desde un aspecto cognitivo con estudiantes del Instituto de Ingeniería y Tecnología (IIT) de la UACJ.

LA PROBLEMÁTICA EN LA ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE DEL CÁLCULO DIFERENCIAL

Para realizar esta investigación nos apoyamos en una teoría cognitiva conocida como APOE. Esta teoría maneja los niveles de cognición: Acción, Proceso, Objeto y Esquema, y está fundamentada en la epistemología genética de Piaget y fue

elaborada de manera inicial por Ed Dubinsky.

En relación a nuestro problema de investigación, Cantoral y Molina (2005) nos dicen que antes de intentar acotar el sentido del término ‘variacional’ debemos dejar clara la diferencia que percibimos entre cambio y variación: La noción de cambio denota la modificación de estado, de apariencia, de comportamiento o de condición de un cuerpo, de un sistema o de un objeto; mientras que la variación, la estamos entendiendo como una cuantificación del cambio, es decir, estudiar la variación de un sistema o cuerpo significa ejercer nuestro entendimiento para conocer cómo y cuánto cambia el sistema o cuerpo dado.

Sobre nuestro problema en particular Contreras et al. (2000) comentan que uno de los fenómenos didácticos característicos de la enseñanza del análisis matemático es la “algebraización del cálculo diferencial” que reduce el concepto derivada a las operaciones algebraicas y trata de forma simplista las ideas específicas del análisis, como la razón de cambio instantánea, obstaculizando la construcción de una comprensión compleja de la derivada.

En este mismo sentido, Contreras (2000) plantea que la enseñanza del Cálculo ha sido, a veces, una ampliación de métodos algebraicos y no un estudio de la matemática del cambio, Contreras considera fundamental identificar concepciones de la derivada tales como: concepción de razón de cambio instantáneo, concepción geométrica (asociada históricamente a la idea de pendiente de la tangente de Fermat), concepción numérica (asociada históricamente a la idea de límite de

Cauchy) y concepción algebraica (asociada al uso de los métodos algebraicos en el concepto de derivada).

Identificar las dificultades en la comprensión de los conceptos matemáticos en general, y de la derivada en particular, ha generado trabajos de investigación que pretenden describir como se transforma y evoluciona el acercamiento al objeto matemático, la teoría APOE de Dubinsky (citado por Meel, 2003) alude a la propuesta de Piaget sobre el proceso de abstracción reflexiva (que según Piaget, es el mecanismo mediante el cual un individuo se mueve de un nivel de comprensión a otro). La teoría APOE establece que el desarrollo de la comprensión comienza con la manipulación de los objetos físicos o mentales previamente construidos en términos de acciones; las acciones se interiorizan para formar procesos que se encapsulan para formar objetos. Finalmente, las acciones, los procesos y los objetos se pueden organizar en esquemas.

Existen diferentes autores que han reportado resultados sobre las dificultades que presentan los estudiantes en el aprendizaje del concepto de derivada y variación.

Artigue (1995) dice que, aunque se puede enseñar a los alumnos a realizar de manera más o menos mecánica algunos cálculos de derivadas y a resolver algunos problemas estándar, hay dificultades para que los jóvenes de estas edades logren una comprensión satisfactoria de los conceptos y métodos de pensamiento que conforman el centro del análisis matemático. Por ejemplo: algunos estudiantes son capaces de resolver los ejercicios que se les proponen con la aplicación correcta de las reglas de

derivación, sin embargo, tienen dificultades cuando necesitan manejar el significado de la noción de derivada, ya sea a través de su expresión analítica, como límite del cociente incremental, o en su interpretación geométrica, como pendiente de la recta tangente.

MARCO TEÓRICO

El marco teórico usado en esta investigación consiste de tres componentes ilustradas en la figura 1 y la relación entre ellos. Un estudio del crecimiento cognitivo de un individuo, tratando de aprender un concepto matemático en particular, se establece por medio de refinamientos sucesivos, mientras que el investigador realiza ciclos entre los componentes.



Fig. 1. Los componentes del marco teórico

La investigación comienza con un análisis teórico modelando la epistemología del concepto en cuestión: Lo que significa entender el concepto y cómo ese entendimiento puede ser construido por el alumno. Este análisis inicial marca la entrada de los investigadores en el ciclo de las componentes del marco teórico, está basado principalmente en el entendimiento de los investigadores del concepto en cuestión y sus experiencias como aprendices

y maestros del concepto. El análisis teórico da forma al diseño de la instrucción. La implementación de la instrucción, proporciona una oportunidad para reunir datos y para reconsiderar el análisis teórico inicial. El resultado bien puede ser una revisión del análisis teórico el cual entonces, fundamenta la siguiente iteración del estudio. Esta iteración inicia con la revisión del análisis teórico y termina con una futura revisión o un entendimiento más profundo de la epistemología del concepto en cuestión, el cual puede fundamentar la repetición de otro ciclo. Estas repeticiones se realizan tantas veces como parezca ser necesario para alcanzar la estabilidad en el entendimiento de los investigadores sobre la epistemología del concepto.

El propósito del análisis teórico de un concepto es proponer un modelo de cognición. Esto es, una descripción de la construcción mental específica que un estudiante podría hacer para desarrollar su propio entendimiento del concepto.

Nos referiremos al resultado de este análisis como una descomposición genética del concepto, o sea, un conjunto estructurado de constructos mentales, los cuales podrían describir cómo el concepto puede ser desarrollado en la mente de un individuo.

LA DESCOMPOSICIÓN GENÉTICA

En relación a las concepciones que tienen la mayoría de los estudiantes sobre la derivada éstas están centradas en procesos operativos y mnemotécnicos, con el fin de resignificar el concepto de derivada, nos proponemos describir el conjunto de construcciones mentales que el estudiante

debe de generar para lograrlo, éstas en torno a la idea de variación.

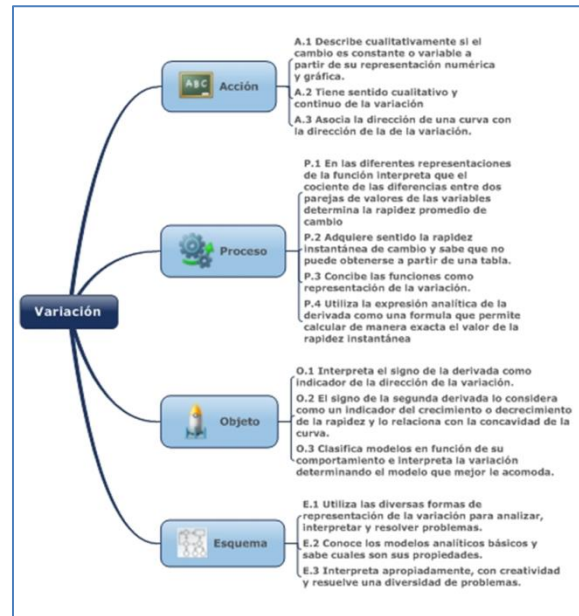


Fig. 2. Descomposición genética del concepto de variación

Estos procesos cognoscitivos que se pretenden provocar en los estudiantes requieren que ya se haya trabajado con técnicas y métodos de diferenciación así como con la significación de la derivada como la pendiente de la recta tangente en un punto de la gráfica de una función.

DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE LA INSTRUCCIÓN

En nuestros estudios reunimos datos usando tres tipos de instrumentos: preguntas y respuestas escritas en forma de exámenes en el curso o un conjunto de preguntas especialmente diseñadas; entrevistas a profundidad de los estudiantes acerca de las cuestiones matemáticas en estudio; y una combinación de instrumentos escritos y entrevistas. Para efecto del análisis de datos,

todos nuestros datos se agregan cruzando el conjunto de los estudiantes que participaron en el estudio.

Los instrumentos escritos contienen preguntas bastante estándar sobre el contenido matemático y son analizados en formas relativamente tradicionales. Calificamos las respuestas en escalas apropiadas que van desde incorrecto hasta correcto con créditos parciales intermedios, y luego se contabilizan las puntuaciones. Cuando sea apropiado listamos los puntos específicos (tanto correctos e incorrectos) en las respuestas de todos los estudiantes y recopilamos esos puntos. Esta información nos dice sobre lo que el estudiante puede o no estar aprendiendo y también sobre sus posibles construcciones mentales.

En una encuesta realizada en el transcurso del semestre Enero-Junio de 2012 con estudiantes de ingeniería que estaban cursando la materia de Cálculo II y Cálculo III (estudiantes que ya han acreditado el curso de Cálculo Diferencial) en el IIT de la UACJ realizada para explorar la concepción que éstos tienen respecto a variación, se obtuvieron los resultados mostrados en la tabla 1.

Tabla 1. Resultados de la encuesta sobre el concepto de variación.

Concepto de variación	Porcentaje
Cuando dos cantidades son interdependientes, los cambios en el valor de una tendrán un efecto predecible sobre el valor de la otra.	32 %
Relación entre dos variables de manera que los valores de ambas variables aumentan o disminuyen al mismo tiempo a una razón constante.	35 %
Modificación, cambio y transformación.	25 %
Diversidad.	4 %
Una variable como función de otra.	4 %

Con el fin de saber la concepción que los estudiantes de las diferentes ingenierías en la Universidad Autónoma de Ciudad Juárez tienen, referente a la derivada y al concepto de variación se les aplicó el siguiente cuestionario a 48 estudiantes que cursaban las materias de Cálculo II (cálculo integral) y Análisis Vectorial.

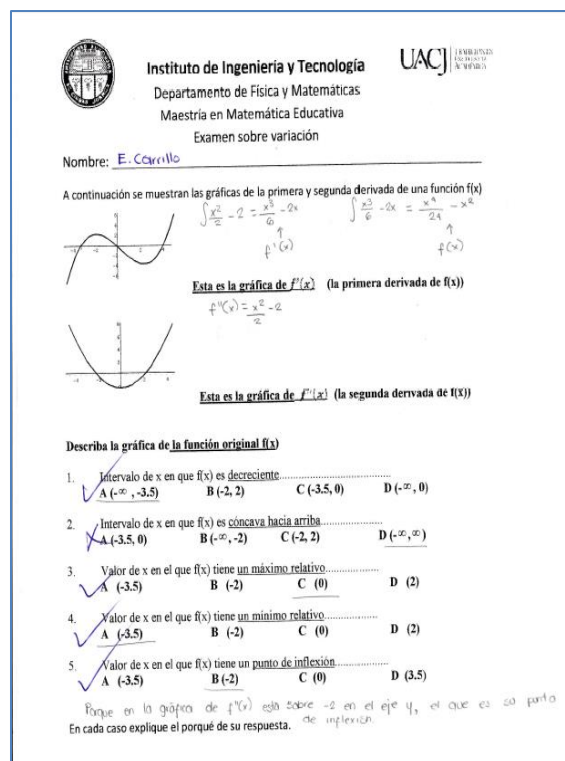


Fig. 3. Muestra del cuestionario sobre variación.

Los resultados del cuestionario se muestran en la tabla. Donde se puede apreciar las respuestas de los estudiantes a cada una de las preguntas. El instrumento escrito se administra al total de la población y las respuestas se utilizan en la elaboración de las preguntas de la entrevista.

Tabla 2. Resultados del cuestionario.

Preguntas	Opciones	No. de estudiantes	% Porcentaje
1) Intervalo de x en que f(x) es decreciente	A $(\infty, -3.5)$ *	20	42
	B $(-2, 2)$	6	12.5
	C $(-3.5, 0)$	7	14.6
	D $(-\infty, 0)$	12	25
2) Intervalo de x en que f(x) es cóncava hacia arriba	A $(-3.5, 0)$	7	14.6
	B $(-\infty, -2)$ *	13	27
	C $(-2, 2)$	11	23
	D $(-\infty, \infty)$	16	33.3
3) Valor de x en el que f(x) tiene un máximo relativo	A (-3.5)	2	4.2
	B (-2)	7	14.6
	C (0) *	21	44
	D (2)	13	27
4) Valor de x en el que f(x) tiene un mínimo relativo	A (-3.5) *	16	33.3
	B (-2)	17	35.4
	C (0)	5	10.4
	D (2)	6	12.5
5) Valor de x en el que f(x) tiene un punto de inflexión	A (-3.5)	4	8.3
	B (-2) *	11	22.9
	C (0)	30	62.5
	D (2)	2	4.2
*Respuesta correcta			

Aquí se muestra la situación de aprendizaje que se implementó con estudiantes que cursaban la materia de Cálculo I (cálculo diferencial) a finales del semestre agosto-diciembre de 2012, cuando éstos ya habían visto funciones (unidad I), la derivada (unidad II), métodos de diferenciación (unidad III) y estaban iniciando la unidad IV que incluye aplicaciones de la derivada.

El cuestionario fue diseñado en función del objetivo fundamental de la investigación, propiciar que los estudiantes pusieran en juego sus ideas acerca de la derivada. Para ello se diseñaron 8 preguntas que, para darles respuestas correctas, es necesario poner en juego alguna o algunas ideas básicas que subyacen en el concepto de derivada. Estas ideas básicas están

directamente relacionadas con la cuantificación de la variación por medio de las diferencias, con la cuantificación relativa de la variación por medio de la velocidad media, con la idea de límite del cociente incremental, con las pendientes de tangentes y con la velocidad instantánea. Las preguntas no se plantearon para dar respuestas abiertas, sino que se propusieron opciones en las cuales se incluyen (además de las que responden correctamente a cada pregunta) algunas posibles respuestas que esperábamos de los estudiantes, las respuestas esperadas fueron diseñadas tomando en cuenta las dificultades ligadas a los obstáculos epistemológicos y las confusiones frecuentes en que incurren los estudiantes cuando intentan entender los conceptos básicos del cálculo.

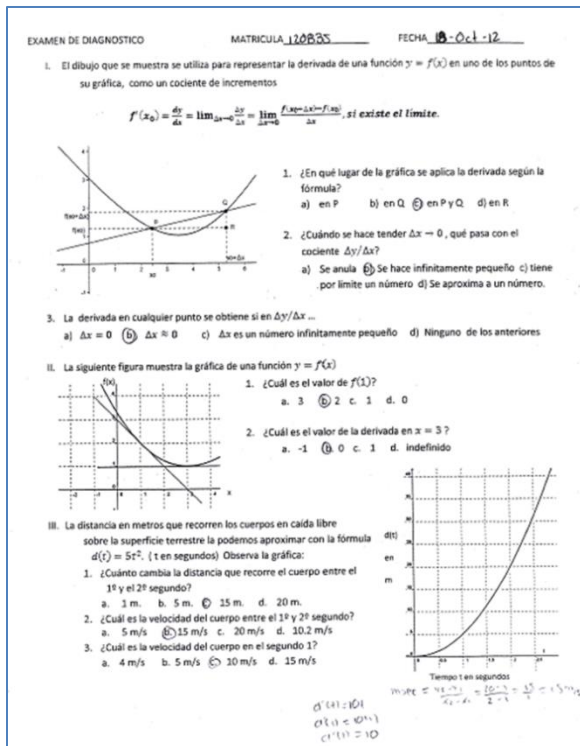


Fig. 4. Muestra del examen diagnóstico.

La metodología empleada en la experimentación implica la presentación de un fenómeno físico en una secuencia abierta en la cual se plantean al estudiante cuestionamientos relacionados con la identificación de variables, forma en que éstas cambian, con qué rapidez lo hacen, estimaciones y predicción de valores futuros, etc.

Con la finalidad de que el estudiante se enfrentara a una situación de variación, se programó un experimento basado en el vaciado de arena, aprovechando la cualidad de que éste, se da con rapidez constante (ver figura 5).

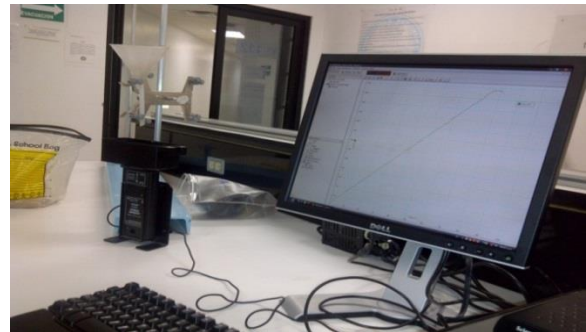


Fig. 5. Experimento con arena.

Al estudiante se le introduce a una dinámica de predicción, donde el único recurso es el uso de su antecedente matemático y la posibilidad de repetir, si es necesario, el experimento. Todo esto en el contexto de una experiencia inédita para él y sin el seguimiento de una secuencia de aprendizaje estrictamente establecida. Con un afán de sistematizar la manera de abordar y analizar el tipo de comportamiento del fenómeno de variación, se induce al estudiante al uso de recursos tecnológicos como los sensores y el DataStudio®, además de la exportación de bases de datos numéricos al Microsoft Excel® con el propósito de realizar un análisis en términos del cálculo de las primeras y segundas diferencias de las variables utilizadas (ver figura 6).

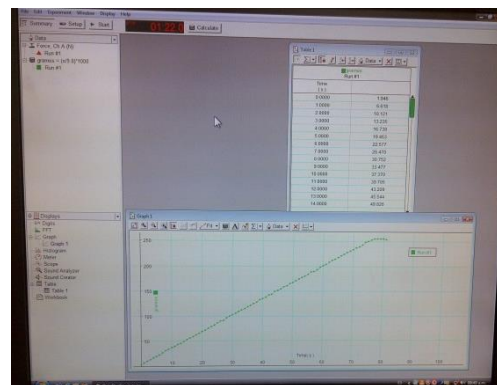


Fig. 6. Toma de datos del experimento.

Después se realizó un experimento sobre el comportamiento de la pérdida de masa de un trozo de hielo seco (CO_2) en dos condiciones; entero y parcialmente triturado, ante un fenómeno de sublimación con respecto al tiempo. Fenómeno que no corresponde a un comportamiento lineal, ni cuadrático (figura 7). La intención de este experimento era mostrar a los estudiantes, que no todos los fenómenos necesariamente deben caer en comportamientos del tipo polinomial. Se tuvo que recurrir a una hoja de cálculo para observar el comportamiento del fenómeno el cual presenta una tendencia exponencial. En la figura 8 se muestra la recolección de datos con el sensor en el DataStudio®.



Fig. 7. Experimento con hielo seco (CO_2).

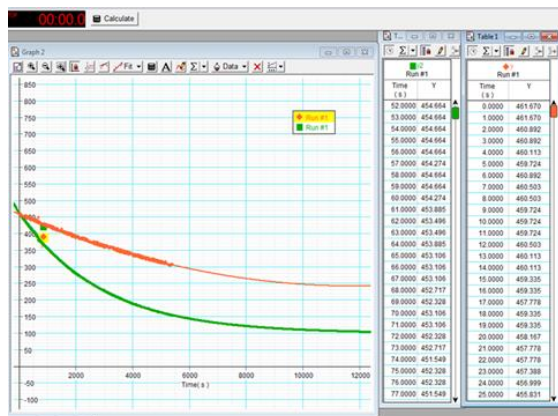


Fig. 8. Toma de datos del experimento.

Después de determinar los criterios que deben cumplirse para alcanzar el nivel cognitivo (Tabla 3) y haber terminado los experimentos en el laboratorio de física realizamos algunas actividades extra clase, tales como, proporcionar a los estudiantes una tabla con los datos obtenidos en el laboratorio de la práctica de pérdida de masa del hielo seco (CO_2) para que éstos, en equipo y como tarea, trabajaran de manera tradicional para reforzar las actividades realizadas en el salón de clases. El propósito de los ejercicios es reforzar las ideas que los estudiantes han construido, usar las matemáticas que han aprendido y, en ocasiones, comenzar a pensar en situaciones que se estudiarán más adelante en sus diferentes carreras. En la figura 9 se muestran alguna de las actividades de extra clase.

Tabla 3. Criterios utilizados para definir el nivel cognitivo.

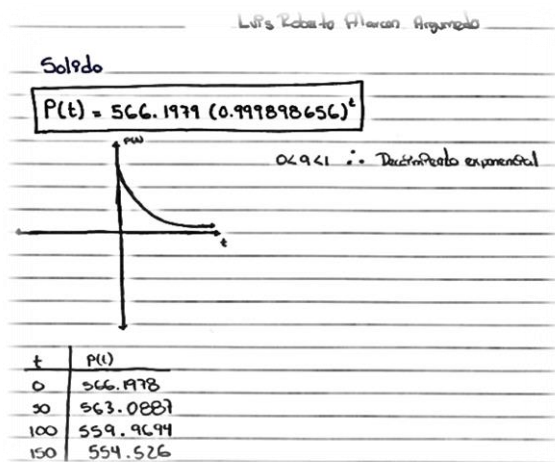
Nivel	Criterios
Cognitivo	
Acción	Asocia la dirección de una curva con la dirección de la variación
Proceso	Adquiere sentido la rapidez instantánea de cambio y sabe que no puede obtenerse a partir de una tabla
Objeto	Interpreta el signo de la derivada como indicador de la dirección de la variación.
Esquema	Utiliza las diversas formas de representación de la variación para analizar, interpretar y resolver problemas

CONCLUSIONES

Haciendo un análisis de los resultados obtenidos, podemos apreciar que en la implementación de la instrucción ya

rediseñada se logra en todos los estudiantes, las concepciones de Acción y Proceso del concepto de la derivada como una cuantificación de la variación instantánea, solo un estudiante no logra la concepción de Objeto y otro no logra la concepción de Esquema.

Se puede observar congruencia en los resultados obtenidos ya que todos los



estudiantes muestran consistencia al construir primero la concepción de Acción y Proceso antes de la concepción de Objeto y Esquema y solo un estudiante muestra una inconsistencia ya que logra construir la concepción de Esquema sin construir la concepción de Objeto.

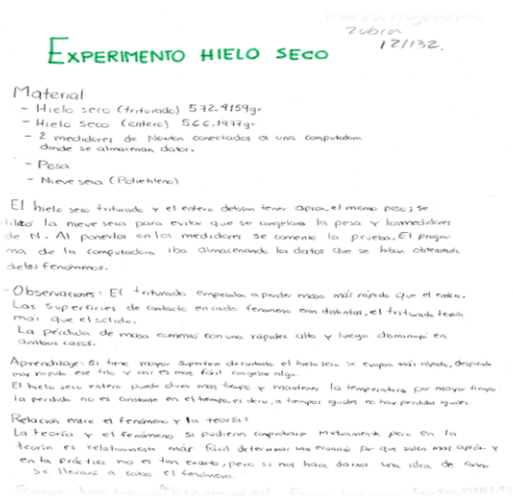


Fig. 9. Actividades de extra clase.

Por la experiencia vivida en esta investigación y los resultados obtenidos en la misma se hace la sugerencia de la introducción en el discurso de la matemática escolar el estudio de la variación como una perspectiva de la derivada y su aplicación en la solución de problemas como un adelanto a lo que se presentará en sus respectivas carreras.

Definimos el nuevo cuestionario, mismo que nos ayudará a evaluar el concepto en cuestión, se muestra a continuación en la figura 10.

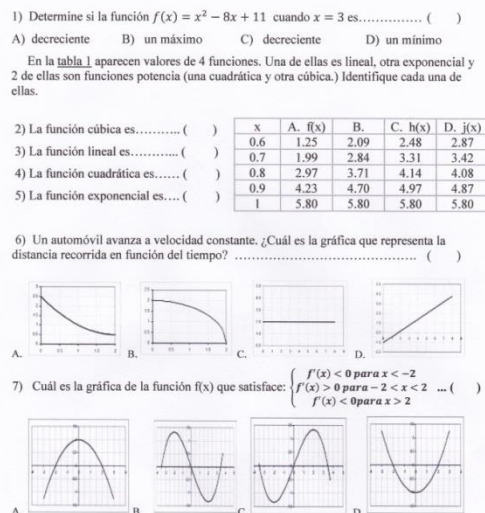






















Fig. 10. Nuevo cuestionario.

En la tabla 4 se muestra un resumen de los resultados con los niveles de

cognición.

Tabla 4. Resumen de los resultados

Estudiante	Acción	Proceso	Objeto	Esquema
Luis Ángel				
Luis Roberto				
Mario Enrique				
Luis Ary				
Jessica				

REFERENCIAS

Artigue, M. (1995). La enseñanza de los principios del cálculo: problemas epistemológicos, cognitivos y didácticos. En Artigue, M., Douady, R., Moreno, L., Gómez, P. (Eds.). Ingeniería didáctica en educación matemática (pp. 97-140). México: "una empresa docente" & Grupo Editorial Iberoamérica

Asiala, M. Cottrill, J. Dubinsky, E. Schwingendorf, K. (1997). The development of student's graphical understanding of the derivate. *Journal of Mathematical Behavior* 16 (4), 399-431.

Ávila Godoy R. (2000). Un estudio sobre la variación. Tesis Doctoral. Universidad Autónoma del Estado de Morelos.

Barrón, V. Luna, J. Estrada, J. Flores, S. Estrada, F. Ramos, M. (2009). La Ecuación de la Línea Recta en la Modelación de Fenómenos Físicos. *CULCyT*, Año 6, No 31.

Cantoral, R. Molina, J.M. Sánchez, M. (2005). Socioepistemología de la Predicción. *Acta Latinoamericana de Matemática Educativa* Vol.18, 463 – 468.

Contreras, A. et al. (2000). Concepciones y obstáculos en la noción de derivada. Análisis de un manual de 2º de Bachillerato-Logse. IX congreso sobre enseñanza y aprendizaje de las matemáticas "THALES". San Fernando (Cádiz).

Contreras, A. (2000), La enseñanza del Análisis Matemático en el Bachillerato y primer curso de Universidad. Una perspectiva desde la teoría de los obstáculos epistemológicos y los actos de comprensión, IV Simposio de la SEIEM, Huelva.

Cottrill, J. Dubinsky. E. Nichols. D. Schwingendorf, K. Thomas, K. Vitfakovic, D. (1996). Uticlerstanding the limit concept: Beginning with a coordinated process schema. *Journal of Mathematical Behavior*. 15. 167-192.

Fernández, H.C. (2010). Un Estudio Cognitivo Sobre la Integral desde la Perspectiva de la Acumulación Empleando la Teoría APOE. Tesis no publicada. Universidad Autónoma de Cd. Juárez.

Luna, J. (1997). La geometría analítica a través de modelos físicos. Tesis para obtener el grado de maestro en matemática educativa, Universidad Autónoma de Ciudad Juárez.

- Mathematics 14, Núm. 3, pp. 235-250, 1983.
- Meel, D. (2003, Julio). Modelos y teorías de la comprensión matemática: Comparación de los modelos de Pirie y Kieren sobre el crecimiento de la comprensión matemática y la Teoría APOE. *Relime* Vol. 6, No. 3, 221-271.
- Ruiz Chávez O. Luna González J. Salazar Álvarez M.C. (2012). Cocientes de diferencias y algebra lineal para modelar problemas de variación en funciones de 2 variables utilizando Microsoft Excel. *CULCyT Año 9, No 47*.
- Sánchez-Matamoros, G. (2004). Análisis de la comprensión en los alumnos de bachillerato y primer año de la universidad sobre la noción matemática de derivada (desarrollo del concepto). Tesis de doctorado no publicada, Universidad de Sevilla, España.
- Sánchez-Matamoros García, G. García Blanco, M. Llinares Ciscar, S. (2006). El Desarrollo del Esquema de la Derivada, *Investigación Didáctica, Estudio de las Ciencias*. 24(1), 85-98.
- Sánchez-Matamoros, G., M. García., y S. Llinares. (2008). La comprensión de la derivada como objeto de investigación en didáctica de la matemática, *Revista Latinoamericana de Investigación en Matemática Educativa*, 11(2), 267-296.

Método de newton para encontrar raíces complejas de un polinomio utilizando MICROSOFT EXCEL

Oscar Ruiz Chávez, Juan Luna González, José Valente Barrón López, Mario Silvino Ávila
Sandoval, María Concepción Salazar Álvarez

Departamento de Física y Matemáticas del Instituto de Ingeniería y Tecnología
Universidad Autónoma de Ciudad Juárez

RESUMEN

El presente artículo está orientado para estudiantes de ingeniería, donde el Método de Newton para encontrar raíces reales o complejas de una función tiene aplicaciones para casos en los cuales la solución a este tipo de problemas, o bien es muy compleja o no tiene solución analítica. Ahora bien, la utilización de las hojas de cálculo de Excel y el Método de Newton, se justifica porque resulta menos complicado el proceso y sí más intuitivo. El manejo sistemático del uso de la hoja electrónica y la elaboración de materiales pertinentes deben contribuir a la incorporación de las herramientas computacionales como recurso didáctico..

Palabras claves: Recurso didáctico, Método de Newton, Raíces complejas de polinomios, Excel.

INTRODUCCIÓN

En los cursos habituales de cálculo, de álgebra e incluso de análisis numérico, la utilización de algún tipo de software matemático en los procesos de enseñanza y de aprendizaje se reducen a plantearlo al órgano colegiado que norma la actividad académica en cada institución, sin embargo, lo usual es que los esfuerzos sean aislados o dejados a la tutela de los maestros de las materias de la especialidad.

Ahora bien, la utilización sistemática como recurso didáctico y como recurso cognitivo que dé coherencia a una serie de significados es la tarea a seguir. Coincidimos en que la mayor dificultad no radica en el uso de una nueva herramienta sino en concebir un proyecto en el cual tenga sentido la utilización de la misma y, a partir de él, los nuevos recursos tecnológicos

puedan potenciar la propuesta educativa o enmarcarla (Litwin, 2005).

Particularmente, ya se ha reflexionado mucho en torno al papel que puede desempeñar el software matemático en los procesos de enseñanza y de aprendizaje. Su incorporación está cambiando la manera en que docentes y estudiantes conciben las actividades matemáticas y desarrollan investigaciones en torno a distintos temas de la disciplina. Su gran potencialidad gráfica y de procesamiento, así como su cada vez más accesible y dinámica interfaz, constituyen características de gran relevancia en relación con los sistemas de representación y las representaciones semióticas que resultan de vital importancia para que los alumnos conciban la construcción del conocimiento matemático (Có, 2011).

En nuestro caso, el manejo sistemático del uso de la hoja electrónica de cálculo, la elaboración de materiales pertinentes y la incorporación de definiciones de fórmulas en el lenguaje de Excel, se reduce a un grupo de prácticas con aplicaciones diversas alrededor de la hoja de cálculo:

1. Una introducción al modelado a través del análisis de las primeras diferencias finitas y la experimentación,
2. Cocientes de diferencias y álgebra lineal para modelar problemas de variación en funciones de 2 variables utilizando Microsoft Excel,
3. Uso de la hoja de cálculo de Microsoft Excel, para comportamientos exponenciales a partir de un experimento de laboratorio.

Estas prácticas se constituyen en un grupo con utilidades diversas, pero con una clara intención didáctica. La sistematización del uso del software y elaboración de materiales didácticos, deben contribuir al uso como recurso didáctico.

Sobre el método empleado (Método de Newton), éste tiene condiciones para el uso de Excel como las siguientes: a) se encuentra centrado en una solución numérica, b) utiliza aproximaciones numéricas sucesivas, hasta obtener un grado de exactitud deseable, c) incorpora para su definición fórmulas en el entorno de Excel.

MÉTODO DE NEWTON

En los cursos de análisis numérico o de métodos numéricos que se imparten en los programas de ingeniería, el método de Newton-Raphson nos auxilia, mediante un algoritmo iterativo, a aproximar al valor, o valores de la variable que resulta en los

ceros de la función real (también conocidos como las raíces reales de la función).

El método utiliza la derivada de la función evaluada en un punto relativamente cercano a la raíz que se pretende “cercar”. Con el valor de la derivada se encuentra la ecuación de la recta tangente a la función en el punto dado. Si la pendiente de la recta es diferente a cero, se calcula el punto de intersección de la recta tangente con el eje de las abscisas (eje x). Con este nuevo valor de la variable x se encuentra el siguiente punto de la función y se repite el proceso.

$$x_{k+1} = x_k - \frac{f(x_k)}{f'(x_k)}$$
 nos da el siguiente valor de la variable x hasta que $f(x_n) \approx 0$.

Donde $f'(x)$ es la derivada de la función.

Este método no garantiza que el valor converja después de algunas iteraciones, depende de varios factores como la cercanía del valor inicial o semilla con la raíz y la propia naturaleza de la función.

Para calcular la derivada de la función en un punto determinado utilizamos la definición de la derivada como el límite del cociente de diferencias $f'(x_0) = \lim_{\Delta x \rightarrow 0} \frac{f(x_0 + \Delta x) - f(x_0)}{\Delta x}$ solo que llevándola un poco más allá, básicamente viendo cómo cambia la función al hacer desplazamientos hacia la derecha, luego a la izquierda y usando la media como estimación de la derivada:

$$f'(x_0) = \lim_{\Delta x \rightarrow 0} \frac{f(x_0 + \Delta x) - f(x_0 - \Delta x)}{2\Delta x}.$$

Tomemos un valor inicial para x , digamos que $x = x_0$. Ya con el valor de la derivada en el punto de la función $(x_0, f(x_0))$ como la pendiente de la recta

tangente, buscamos la abscisa al origen de la tangente: $(x_1, 0)$

$$m = f'(x_0) = \frac{0-f(x_0)}{x_1-x_0}, \quad \text{despejando}$$

tenemos que $x_1 = x_0 - \frac{f(x_0)}{f'(x_0)}$.

Repetimos el proceso para x_1, x_2, \dots, x_n hasta que $f(x_n)$ esté suficientemente cerca de cero. (Si es que el método converge).

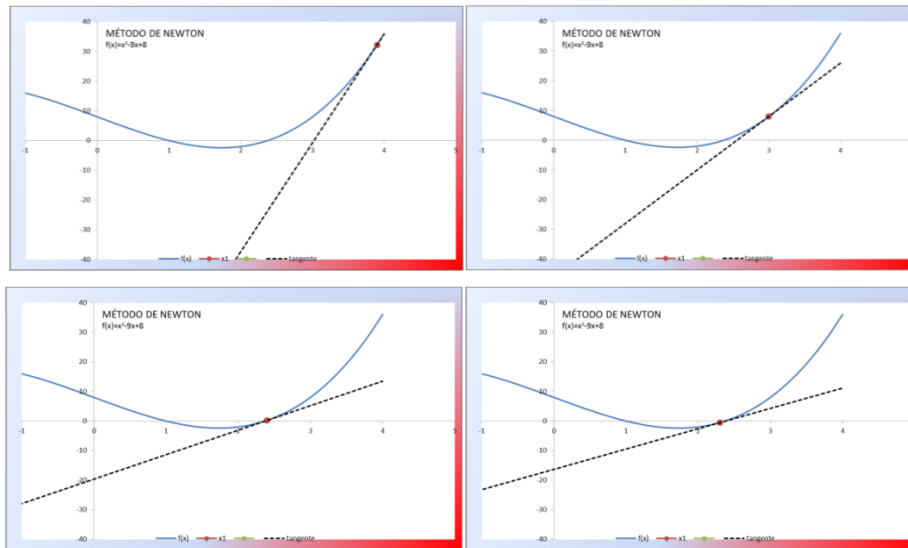


Fig. 1. Aproximaciones sucesivas a la raíz de la función mediante una recta tangente.

CÁLCULOS UTILIZANDO MICROSOFT EXCEL

Como una primera aproximación hicimos una hoja para buscar las raíces reales de un polinomio hasta de sexto grado en el que el usuario ingresa los coeficientes de cada término. $P(x) = Gx^6 + Fx^5 + Ex^4 + Dx^3 + Cx^2 + Bx + A$.

Introduzca los coeficientes						
G	F	E	D	C	B	A
0	0.1	0.45	-1	-2.85	4.5	0
Introduzca un valor inicial para z:						
						-5.5
h						
0.00000001						
n	z _n	f(z _n)	f'(z _n)	f(z _n -h)	f'(z _n -h)	zn+1
0	-5.5	-36.09376	-36.09374	103.18624	-5.190106	
1	-5.150106	-7.3004219	-7.3004169	60.185623	-5.0167261	
2	-5.0167261	-0.8673693	-0.8673691	47.21419	-5.000341	
3	-5.000341	-0.0195194	-0.0195143	45.530827	-5.0000001	
4	-5.0000001	-5.269E-06	-7.189E-07	45.530006	-5	
5	-5	-1.066E-13	4.59E-06	45.499996	-5	
6	-5	1.778E-14	4.59E-06	45.499995	-5	
7	-5	1.778E-14	4.59E-06	45.499995	-5	
8	-5	1.778E-14	4.59E-06	45.499995	-5	
9	-5	1.778E-14	4.59E-06	45.499995	-5	
10	-5	1.778E-14	4.59E-06	45.499995	-5	
11	-5	1.778E-14	4.59E-06	45.499995	-5	
12	-5	1.778E-14	4.59E-06	45.499995	-5	
13	-5	1.778E-14	4.59E-06	45.499995	-5	
14	-5	1.778E-14	4.59E-06	45.499995	-5	
15	-5	1.778E-14	4.59E-06	45.499995	-5	
16	-5	1.778E-14	4.59E-06	45.499995	-5	
17	-5	1.778E-14	4.59E-06	45.499995	-5	
18	-5	1.778E-14	4.59E-06	45.499995	-5	
19	-5	1.778E-14	4.59E-06	45.499995	-5	
20	-5	1.778E-14	4.59E-06	45.499995	-5	

Fig. 2. Iteraciones para aproximar la raíz.

Incluimos la gráfica de la función $f(x) = P(x)$ para que sea posible visualizar las intersecciones con el eje x y aproximar el

valor inicial con 20 valores y la opción de regular los pasos.

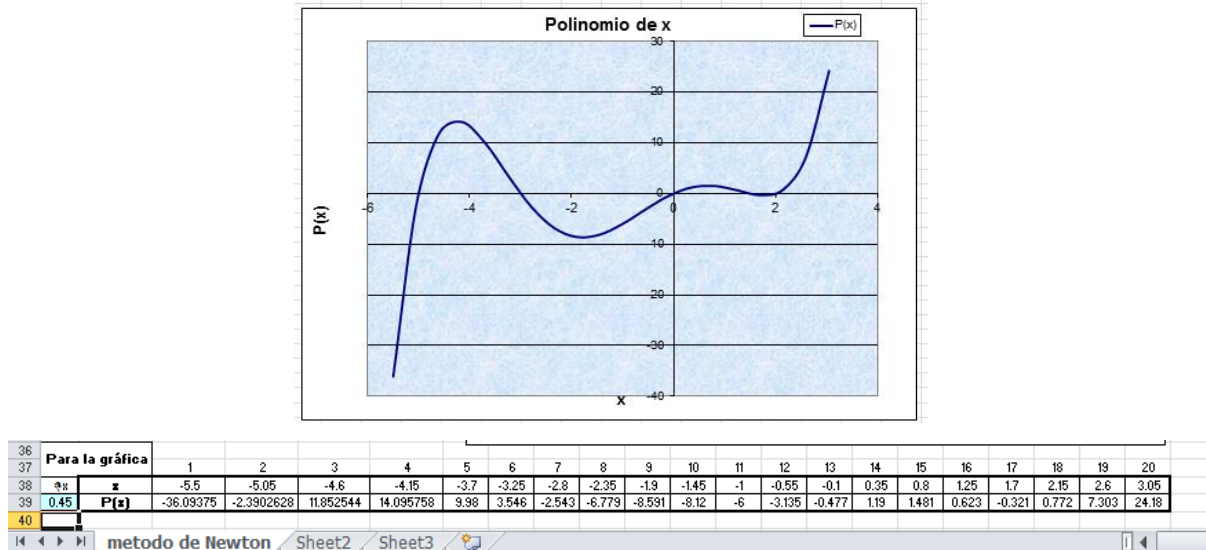


Fig. 3. Gráfica de la función polinomial con su tabla de valores.

Raíces complejas

¿Qué pasa con las raíces complejas del polinomio? Tomemos, por ejemplo, la función $f(x) = x^2 + x + 1$, encontrar la solución para $f(x) = 0$ nos lleva al campo de los números complejos.

Formalmente, el método de Newton para la variable compleja es igual que el método para la variable real. Parece ser que los primeros estudios detallados sobre Ng, siendo g una función de variable compleja y analítica, aparecen en los trabajos de Ernst Schröder en 1870 y de Arthur Cayley en 1879 (Gost y de la Asunción, 2003).

A partir de la versión 2010 de Microsoft Excel es posible realizar operaciones utilizando números complejos de la forma $z = a + bi$. Algunas de estas operaciones se enlistan en las funciones de

ingeniería, por ejemplo: IMSUM, IMSUB, IMPRODUCT, IMDIV, IMPOWER, IMSQRT, IMABS calculan la suma, diferencia, producto, cociente, potencia, raíz cuadrada y módulo de números complejos. (versión en inglés).

Primero probamos el algoritmo para calcular la derivada de la función para números complejos $f'(z_0) = \lim_{\Delta z \rightarrow 0} \frac{f(z_0 + \Delta z) - f(z_0 - \Delta z)}{2\Delta z}$ y vimos que funciona esta propiedad de las funciones reales también para los complejos $z = a + bi$.

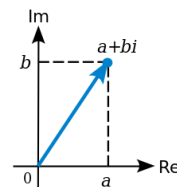


Fig. 4. Plano complejo

Ahora bien, ¿qué decir del método de Newton con números complejos?

El teorema fundamental del álgebra establece que todo polinomio de una variable no constante con coeficientes complejos tiene una raíz compleja, es decir, existe un número complejo que evaluado en el polinomio da cero. Éste incluye polinomios con coeficientes reales, cualquier número real es un número complejo con parte imaginaria igual a cero.

Todo polinomio de grado n , con coeficientes complejos, tiene exactamente n raíces, no forzosamente distintas, es decir contadas con su orden de multiplicidad.

Por ejemplo, el polinomio de grado 4: $P(x) = x^4 + x^3 - 8x^2 - 9x$ tiene 4 raíces reales como se muestra en la figura 5.

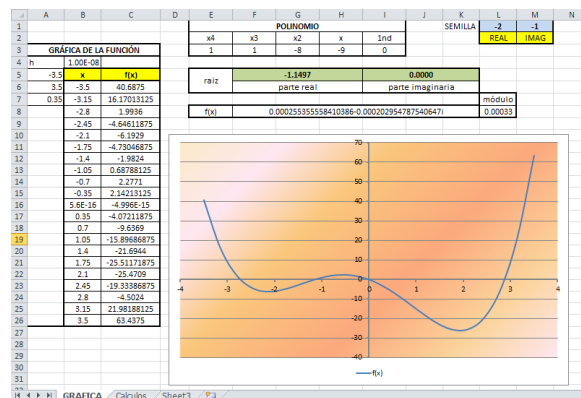


Fig. 5. Método de Newton: Polinomio con raíces reales.

En la misma figura 5 se observa que, utilizando un valor inicial $z_0 = -2 - i$, con el método de Newton habilitado en la hoja electrónica para hacer cálculos con números complejos, se obtiene una aproximación a la raíz de $z_k \approx -1.1497 + 0i$ donde

$$f(z_k) \approx 0.000255 - 0.000203i. \quad (\text{mod}(f(z_k)) \approx 3.3E - 4).$$

Para obtener las otras 3 raíces se cambia el valor inicial acercándolo a la raíz visible en la gráfica.

Observamos en la práctica, que para acercarnos a raíces reales es más conveniente utilizar una semilla real (para $z_0 = -1.5$, $z_k \approx -1.1497 + 0i$ y $\text{mod}(f(z_k)) \approx 3.1E - 5$.)

Si al polinomio del ejemplo anterior le sumamos 10 unidades, de manera que nos quede de la forma $P(x) = x^4 + x^3 - 8x^2 - 9x + 10$, notamos en la figura 6 que solo tiene 2 raíces reales, por lo tanto, las otras dos son complejas conjugadas (puesto que utilizamos coeficientes reales en el polinomio).

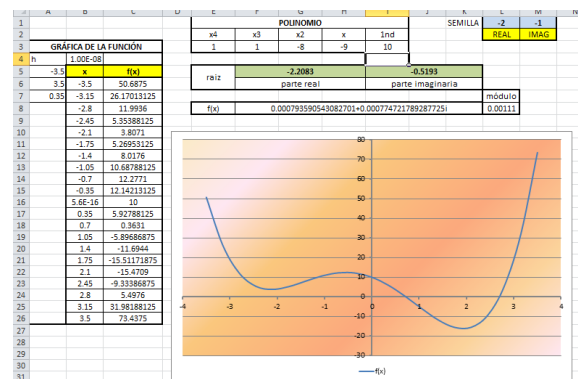


Fig. 6. Polinomio con raíces complejas.

Tomamos el valor inicial $z_0 = -2 - i$, donde se obtiene una aproximación a la raíz de

$$z_k \approx -2.2081 - 0.5193i \quad \text{con} \\ f(z_k) \approx 0.00079 - 0.00077i. \quad (\text{mod}(f(z_k)) \approx 1.1E - 3).$$

Y con el valor inicial $z_0 = -2 + i$, donde se obtiene una aproximación a la raíz de

$$z_k \approx -2.2083 + 0.5193i \quad \text{con} \\ f(z_k) \approx 0.000066 + 0.000056i. \quad (\text{mod}(f(z_k)) \approx 8.7E - 5).$$

Para las raíces reales utilizamos

$$z_0 = 0 + 0i, \quad \text{obtuvimos } z_k = 0.7208 + 0i \quad (\text{mod}(f(z_k)) \approx 9.65E - 5),$$

$$z_0 = 2.5 + 0i, \quad \text{obtuvimos } z_k = 2.6957 + 0i \quad (\text{mod}(f(z_k)) \approx 8.62E - 5).$$

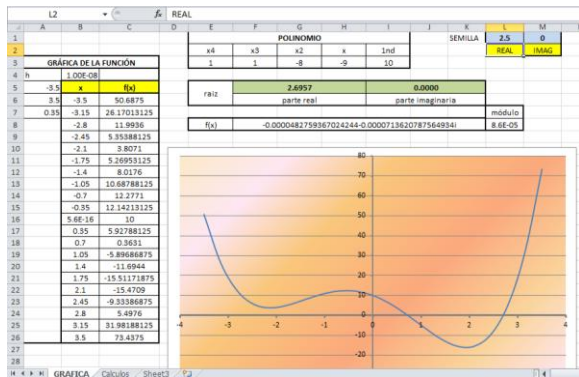


Fig. 7. Cálculo de una de las raíces reales.

En la figura 8 se muestra la hoja con los cálculos en números complejos.



Fig. 8. Hoja de cálculos

CONCLUSIONES

El presente trabajo es solo una pequeña muestra de la utilización de un recurso informático de uso común como recurso didáctico en la enseñanza de las matemáticas universitarias.

No se puede dejar de mencionar que también se implica la formación de docentes en la utilización de la tecnología como herramienta cognitiva en los procesos de enseñanza y aprendizaje.

Esto conlleva a una preparación no sólo en el uso de software específicos sino también en la planificación de actividades y en la elaboración de materiales didácticos.

REFERENCIAS

Có, P. del Sastre, M. Panell, E. & Sadagorsky, A. (2011). Valoración del impacto de los software matemáticos en el aprendizaje y la enseñanza de la matemática básica en carreras de ingeniería; Acta Latinoamericana de Matemática Educativa, Vol. 24, p, 1134.

Gost, F. A. y de la Asunción, A. M. (2003). Consideraciones geométricas acerca del Método de Newton.

Litwin, E. (2005). La tecnología educativa en el debate didáctico contemporáneo, Tecnologías educativas en tiempos de Internet. Amorrortu editores. Buenos Aires, Argentina.

Errores matemáticos más comunes de los alumnos de nuevo ingreso en las clases de física y matemáticas de las carreras de ingeniería de la UACJ

José Valente Barrón López, Oscar Ruiz Chávez, Juan Luna González, Jesús Estrada Cabral,
Eduardo José Loera Ochoa

Departamento de Física y Matemáticas del Instituto de Ingeniería y Tecnología.
Universidad Autónoma de Ciudad Juárez

RESUMEN

Debido al alto índice de reprobación y deserción en los primeros semestres del IIT (Instituto de Ingeniería y Tecnología) de la UACJ (Universidad Autónoma de Ciudad Juárez), en las asignaturas de física y matemáticas, el grupo de investigación “Física y Matemáticas en Contexto”, aplicó un examen de diagnóstico a alumnos de nuevo ingreso, con la finalidad de conocer sus deficiencias matemáticas básicas y determinar si contaban con los conocimientos matemáticos mínimos requeridos para cursar dichas asignaturas del nivel principiante. En este documento se presentan estadísticas de los tipos de errores cometidos por los estudiantes y propuestas para reducir los índices de reprobación y deserción con base en los resultados obtenidos.

Palabras clave: Errores matemáticos, Alumnos de nuevo ingreso.

“Muchos alumnos tienen sentimientos de tensión y miedo hacia las matemáticas. Sin lugar a duda muchos son los aspectos que influyen en esta conducta. Por ejemplo, la naturaleza jerárquica del conocimiento matemático, la actitud de los profesores, estilos de enseñanza, y las actitudes y creencias hacia la Matemática que les son transmitidas. Muchas de las actitudes negativas y emocionales hacia la Matemática están asociadas a la ansiedad y el miedo. La ansiedad por acabar una tarea, el miedo al fracaso, a la equivocación, etc, suelen generar bloqueos de origen afectivo que repercuten en la actividad matemática de los alumnos.”

(Abrate et al., 2006)

INTRODUCCIÓN

Sin duda alguna, para la mayoría de los estudiantes de todos los niveles educativos, las matemáticas es una de las asignaturas que mayor problema tiene para su aprendizaje. A través de los años, secretarios de educación pública, estatales y federales, coordinadores, directores, jefes de enseñanza, maestros, han realizado esfuerzos con la finalidad de reducir el índice de reprobación en esta asignatura.

Los docentes de los diversos niveles educativos, al inicio del ciclo escolar, reciben a los alumnos con grandes deficiencias en el área de las matemáticas, de tal forma que es casi imposible, en la mayoría de los casos, lograr que el alumno adquiera nuevos conocimientos en esta disciplina, ya que en gran parte de los nuevos temas a tratar, se requieren de conocimientos previamente adquiridos.

Como respuesta a esta problemática, diversas autoridades educativas instan a los docentes a conciliar el bajo nivel cognitivo

de los estudiantes, mediante la adecuación de sus metodologías de enseñanza, ajustes en los criterios de evaluación y en el peor de los casos se concluye con la eliminación de contenidos matemáticos, como es el caso entre otros del cálculo integral en algunos subsistemas del nivel medio superior.

Al inicio o al final de cada ciclo escolar, los docentes de los diferentes niveles educativos, en compañía de autoridades de su centro de trabajo, revisan los programas de la asignatura de matemáticas, entre otros, con la finalidad de añadir, ordenar o eliminar contenidos matemáticos, además de conciliar el nivel y la metodología de enseñanza de dichos contenidos.

Reformas educativas van y reformas educativas vienen, y con ellas modificaciones a los planes de estudio y a los programas de las diferentes asignaturas, pero la realidad es que para la mayoría de los alumnos, entender y retener conocimientos matemáticos nuevos sigue siendo una gran dificultad, provocando con esto un razonamiento matemático deficiente, a tal grado que es una tarea titánica el lograr que estructuren correctamente el camino que lleve a la solución de un problema de aplicación matemática.

El transitar de un alumno de primaria a secundaria, de secundaria a bachillerato y de bachillerato a la universidad, los conocimientos matemáticos adquiridos en el nivel inmediato inferior, ya no están presentes en el educando, provocando la mayoría de las veces que los maestros culpen al nivel inmediato inferior del cual proviene el alumno, de las deficiencias mostradas.

La Física es una ciencia exacta a la que se le ha llamado la “ciencia de la medición” debido a que todo lo que estudia lo cuantifica y lo expresa numéricamente, si no fuera así, la física no tendría razón de ser. En esta ciencia la aplicación matemática es fundamental, ya que no se puede cuantificar un fenómeno sin hacer uso de la matemática, por consecuencia, el éxito o fracaso de un estudiante que tome algún curso de Física dependerá en gran porcentaje de sus bases matemáticas, ya que sin éstas, la solución correcta de un problema donde se aplique un principio o una ley física no podrá ser encontrada y aún menos conceptualizada. Aquí tiene el estudiante la oportunidad de ver claramente la importancia de la aplicación matemática en el entendimiento de los fenómenos físicos. Debido a las deficiencias en matemática los índices de reprobación en las materias de Física y Matemáticas son elevados.

“Una de las principales dificultades en el aprendizaje de la Matemática, es el aspecto deductivo formal, es decir, la capacidad para seguir un argumento lógico, siendo esta incapacidad una de las causas que genera mayor dificultad en el aprendizaje de esta ciencia. El aspecto deductivo formal es una destreza de alto nivel que resulta necesaria para alcanzar determinados niveles de competencia matemática. El fomentar esta capacidad para seguir un argumento lógico no se debe contraponer a los métodos intuitivos, a las conjeturas, a los ejemplos y contraejemplos, que también permiten obtener resultados y métodos correctos, sino que, más bien, esta capacidad se desarrolla con la práctica de estos métodos informales”.

(Abrate et al., 2006)

Año tras año nuevos alumnos de las diferentes instituciones educativas de Ciudad Juárez ingresan a la Universidad Autónoma de Ciudad Juárez. Estos alumnos son producto de diversas preparatorias que incluyen en su plan de estudio la asignatura de matemáticas, cursando: Álgebra elemental, geometría, trigonometría, geometría analítica, cálculo diferencial y cálculo integral. Los programas de estudio de estas materias a lo largo de los años se han estado modificando en contenido y estructura, con la intención de que los alumnos salgan mejor preparados. Pero la realidad es que los alumnos presentan cada vez más dificultades en el área de matemáticas.

Cabe entonces hacernos aquí una pregunta: ¿Cuál es el nivel de conocimientos básicos en matemáticas que los egresados de bachillerato muestran para su ingreso al nivel universitario?

En los años 2011, 2012 y 2013, por medio del examen nacional ENLACE, se obtuvo que el 77.5 %, 74.8 % y el 66.10 % respectivamente, de los alumnos del último grado de bachillerato se encontraban en un nivel de dominio de habilidad matemática insuficiente y elemental, esto indica que el alumno que está a punto de ingresar a la universidad no ha rebasado el nivel básico de 1° de secundaria, contando con estructuras mentales algebraicas muy simples. Sólo el 22.5%, 25.2% y el 33.9 % respectivamente de los alumnos en dichos años se encontraban en un nivel bueno y excelente, lo cual significa que los alumnos eran capaces de resolver problemas complejos utilizando las herramientas matemáticas a su alcance.

La problemática de la articulación entre la universidad y el bachillerato se ha constituido para el grupo de investigación de Física-Matemáticas en contexto del IIT de la UACJ una de sus líneas de investigación. El estudio de las posibles deficiencias que los estudiantes de nuevo ingreso puedan traer en las matemáticas de bachillerato y teniendo en consideración que el conocimiento matemático es construido a través de un proceso de abstracción reflexiva, donde los errores son una posibilidad y una realidad permanente en el conocimiento científico, se hace necesario la implementación de acciones que nos proporcionen un diagnóstico que nos permita a los docentes generar estrategias para crear entornos de aprendizaje enriquecedores.

Una carrera de ingeniería, sin duda alguna, demanda un alto grado de conocimientos matemáticos previos para que un alumno de nuevo ingreso pueda cursar, sin dificultad, cualquier programa que ofrecen actualmente las instituciones educativas de nivel superior. En los últimos años, docentes del IIT de la UACJ que imparten clases a los alumnos de nuevo ingreso han señalado que los estudiantes de nuevo ingreso presentan un bajo nivel académico, particularmente en las asignaturas de física y matemáticas, razón por la cual el índice de reprobación y deserción en dichas asignaturas es elevado.

Este problema no es exclusivo de nuestra universidad, se presenta en otras universidades de nuestro país y en varios países del mundo. La facultad de ingeniería de Ensenada de la Universidad Autónoma de Baja California, determinó que el nivel de los alumnos en habilidades matemáticas se encuentra entre 2° de secundaria y 1^{er}

semestre de preparatoria (Soares et al., 2009). En las universidades de Holanda existe una gran preocupación por los bajos conocimientos y destrezas de los alumnos de nuevo ingreso, inclusive han tenido que aplicar exámenes de diagnóstico, práctica que no había sido necesaria anteriormente (Heck y van Gastel, 2006). La London Mathematical Society (1995) menciona a su vez, que en temas como manipulación algebraica y simplificación encuentran deficiencias serias y que ha bajado la capacidad analítica para la resolución de problemas en los alumnos. Martio (2009) investigó el conocimiento de los conceptos básicos de matemáticas en un examen similar en los años 1981 y 2003, en alumnos que terminaron la preparatoria, en Finlandia. Encontró que el nivel de matemáticas había bajado durante este período. Se analizaron tanto cuestiones aritméticas como algebraicas. Reconocemos que en el proceso de enseñanza-aprendizaje de una sola noción

matemática, como el concepto de linealidad, tiene una trayectoria que comienza en las primeras etapas escolares y termina en las etapas medias de la educación superior si en el proceso existen obstáculos de cualquier tipo, se generarán concepciones erróneas del concepto en cuestión por parte de los estudiantes. No intentamos justificar este tipo de deficiencias, porque el hecho constituye una realidad educativa que, a nuestro juicio, puede ser retomado desde una distinta estrategia.

En el IIT de la UACJ se imparten 15 licenciaturas en las cuales la aplicación matemática es fundamental desde el inicio de sus estudios hasta su término. En este instituto existe una alta incidencia de reprobación y deserción en las asignaturas de física y matemáticas de los primeros semestres. Los índices de reprobación en estas asignaturas en los semestres Agosto-Diciembre del 2012 y Febrero-Junio del 2013, se muestran a continuación:

Tabla 1. Índices de reprobación (UACJ, 2013).

SEMESTRE AGOSTO-DICIEMBRE DEL 2012			
<u>CLAVE</u>	<u>ASIGNATURA</u>	<u>N⁰ DE ALUMNOS</u>	<u>% DE REPROBADOS</u>
CBE1001-96	Algebra Superior	993	24.46
CBE1002-96	Cálculo I	999	39.47
CBE1003-96	Cálculo II	255	54.62
CBE1201-96	Física I	866	31.56
CBE1202-96	Física II	227	35.87
SEMESTRE FEBRERO-JUNIO DEL 2013			
CB10001-96	Algebra Superior	323	45.57
CBE1002-96	Cálculo I	401	49.61
CBE1003-96	Cálculo II	594	44.21
CBE1201-96	Física I	359	44.41
CBE1202-96	Física II	548	21.58

Cabe entonces aquí hacernos una segunda pregunta: ¿Existe correlación entre el nivel de ingreso y la eficiencia académica de los estudiantes en sus primeros semestres?

Ante lo recurrente de los maestros del bajo nivel de conocimientos matemáticos de los alumnos de nuevo ingreso y al alto índice de reprobación y deserción, el grupo de “Física-Matemáticas en Contexto” de este instituto decidió abrir una línea de investigación al respecto, con la finalidad de conocer los tipos de deficiencias matemáticas básicas que presentan dichos alumnos y poder proponer alternativas de solución que disminuyan dicha problemática, para tal efecto se les aplicó un examen de diagnóstico para determinar su nivel de conocimientos matemáticos.

METODOLOGIA

Con la finalidad de conocer las deficiencias matemáticas básicas de los estudiantes de nuevo ingreso a una carrera de ingeniería, se diseñó un examen de exploración con 24 reactivos con un nivel de secundaria, en los cuales se pretendía que mostraran sus conocimientos, habilidades y destrezas en los temas de: adición, multiplicación y división de números racionales, multiplicación y adición de números enteros, solución de ecuaciones de primer grado con una incógnita, binomios al cuadrado, multiplicación de un binomio por un monomio, eliminación de signos de agrupación, solución de sistemas de

ecuaciones de 2×2 , ecuaciones equivalentes, factorización, despeje de variables, potencias de números enteros y racionales con la intención de saber si el estudiante tenía los conocimientos mínimos requeridos para cursar las asignaturas de Física y Matemáticas de nivel principiante de este instituto.

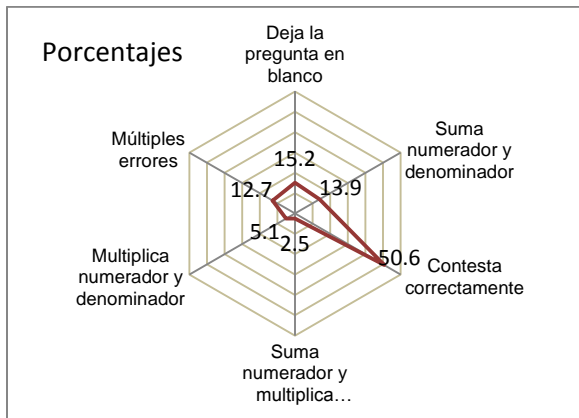
La evaluación se aplicó a un total de 79 alumnos el primer y segundo día de clases del semestre Agosto-Diciembre del 2012. Se les indicó que los resultados del examen no tendrían consecuencia alguna en su calificación, ya que se buscaban datos meramente informativos, que no le pusieran nombre, ya que el examen era de diagnóstico y que la intención era permitir a sus maestros conocer el nivel inicial de de la clase, no se les permitió usar calculadora, se les dio 2 horas para resolverlo y se les invito a que anotaran todo el procedimiento en la solución de cada reactivo y que hicieran su mejor esfuerzo y no cometer fraude alguno en la contestación.

Posteriormente se procedió a su revisión, determinándose los errores matemáticos cometidos por los alumnos con base en un análisis hecho a cada uno de los reactivos, clasificándolos de acuerdo a los tipos de de errores cometidos.

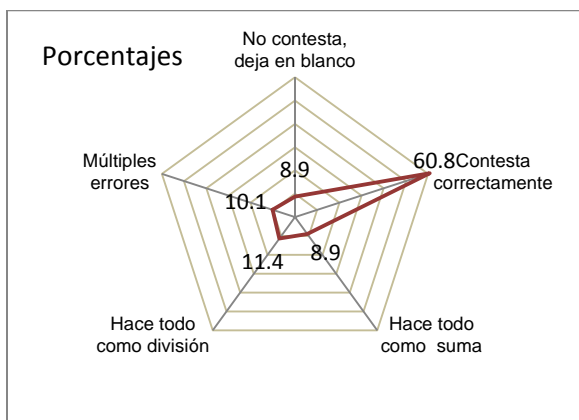
RESULTADOS

Las preguntas hechas a los alumnos y los resultados obtenidos (en porcentajes) fueron los siguientes:

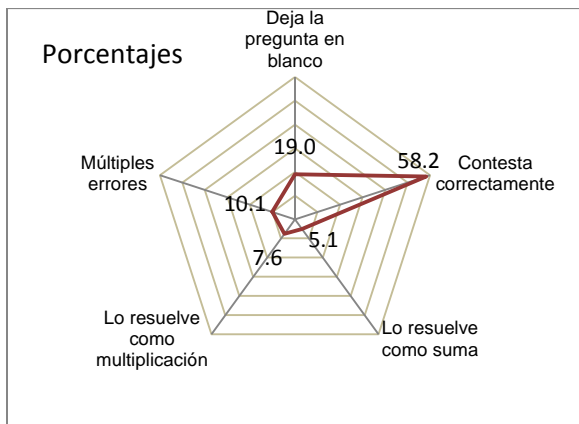
1. ¿El resultado de realizar la siguiente operación $\frac{7}{6} + \frac{1}{4} + \frac{3}{2}$ es:



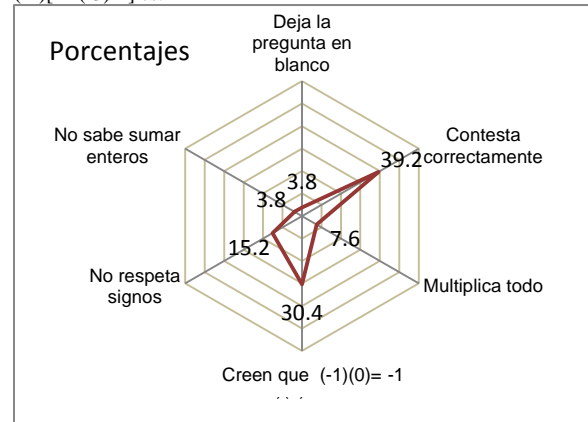
2. El resultado de realizar la siguiente operación $\left(\frac{4}{2}\right)\left(\frac{2}{5}\right)\left(\frac{2}{3}\right)$ es:



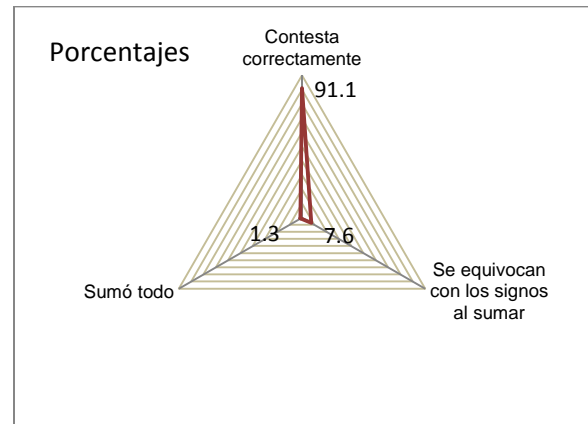
3. ¿El resultado de realizar $\frac{5}{6} \div \frac{3}{2}$



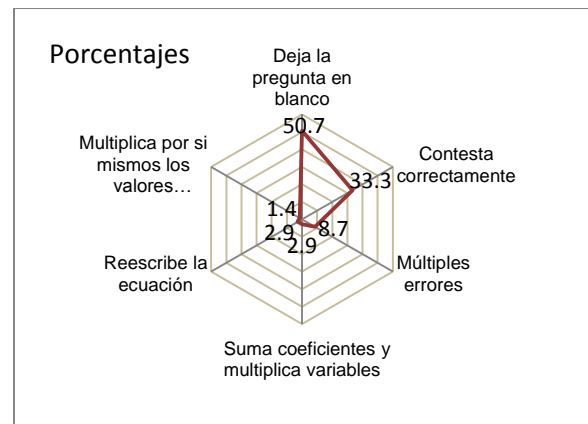
4. El resultado correcto al eliminar los signos de agrupación de $(-1)[-1-(-3)-2]$ es:



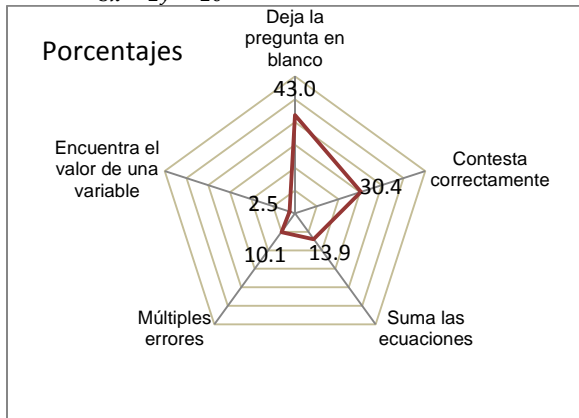
5. La suma de los números enteros $8 - 5 + 4 - 3 + 2 - 10$ es:



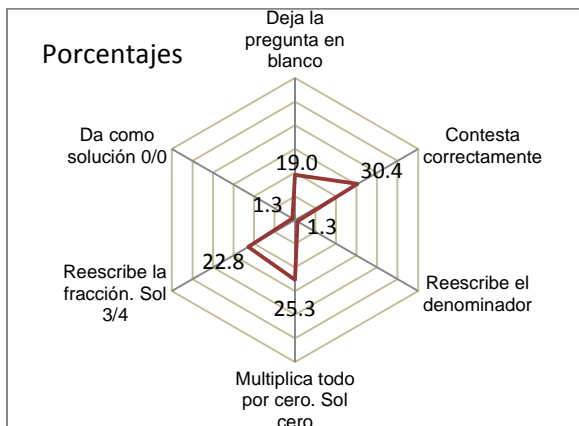
6. Escriba una ecuación equivalente a $9x + 7y = 4$



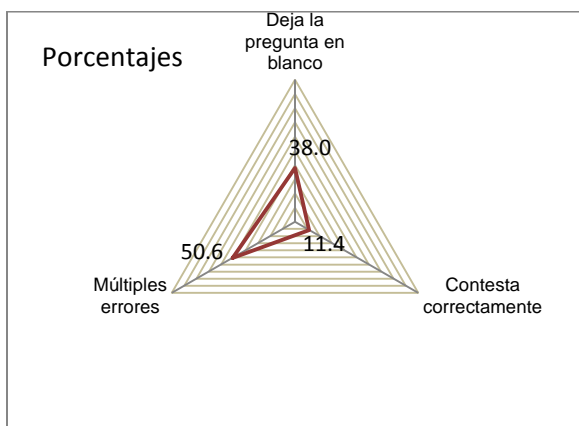
7. ¿Cuál es la solución del siguiente sistema de ecuaciones lineales?:
 $x + y = 15$
 $3x - 2y = 20$



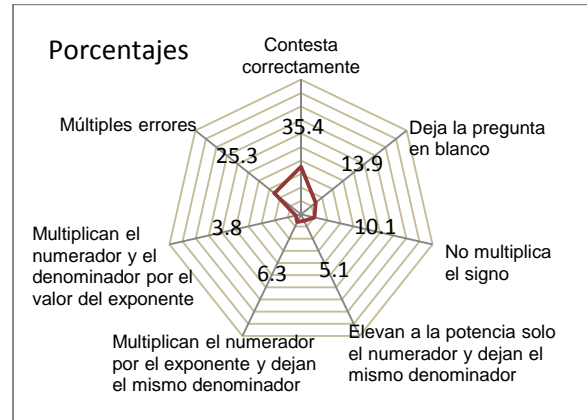
8. Realice la siguiente operación $\left[\frac{3}{4}\right]^0$:



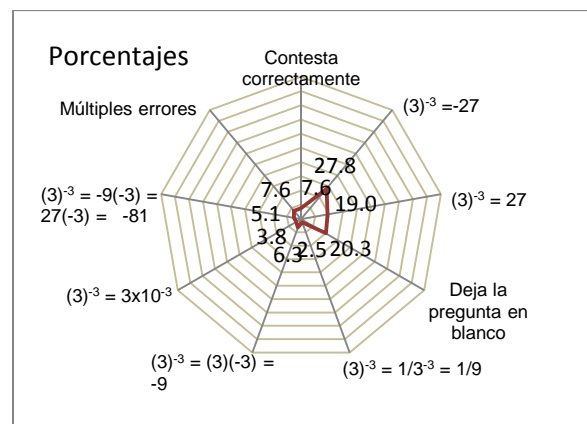
9. Despeje h de la siguiente ecuación: $S = \pi r \sqrt{r^2 + h^2}$



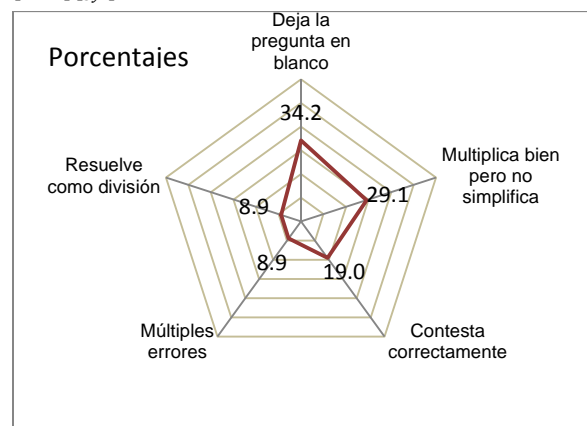
10. Realice la siguiente operación: $\left[-\frac{3}{4}\right]^3$:



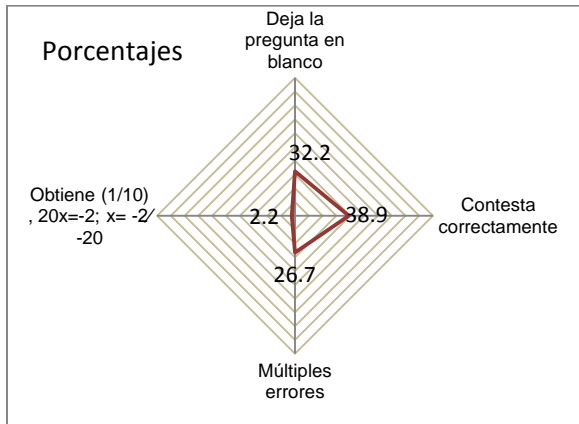
11. Realice la siguiente operación $(3)^{-3}$



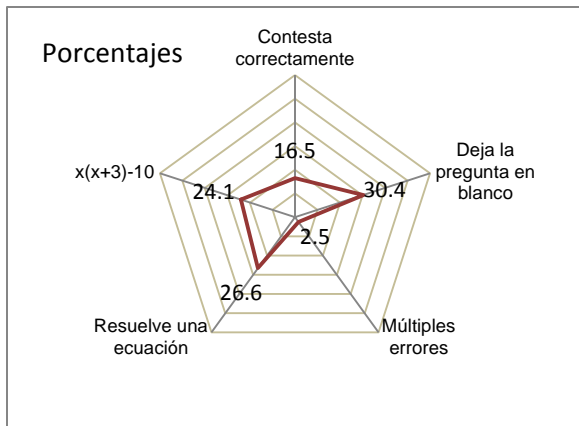
12. Multiplique correctamente los siguientes términos algebraicos $\left[\frac{3x^2yz}{4}\right] \left[\frac{4x}{3yz}\right]$.



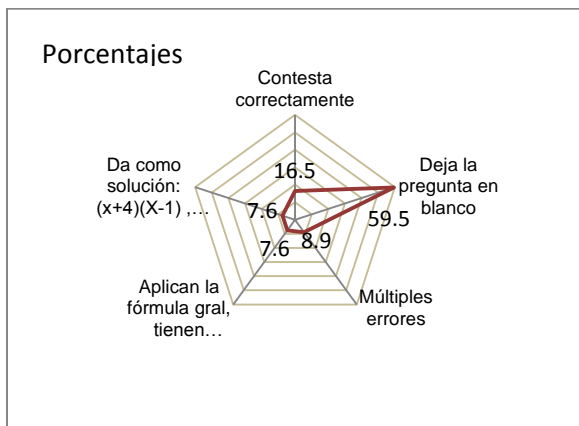
13. La solución o raíz de la ecuación $14x - 10 = -6(x + 2)$ es



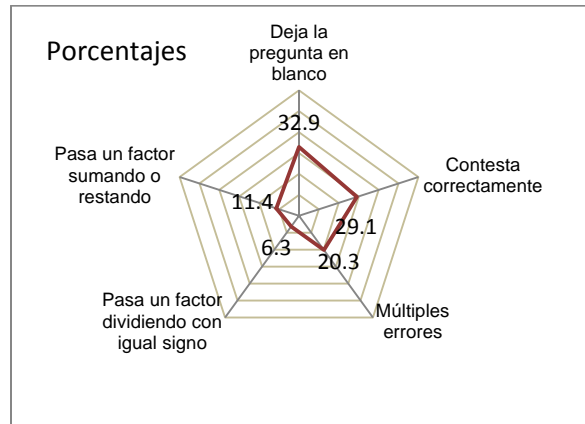
14. La descomposición en factores de $x^2 + 3x - 10$ es:



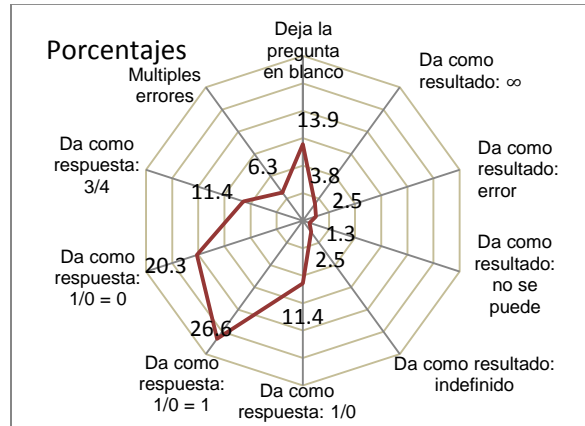
15. Las soluciones de la siguiente ecuación cuadrática $x^2 - 4x + 3 = 0$ son:



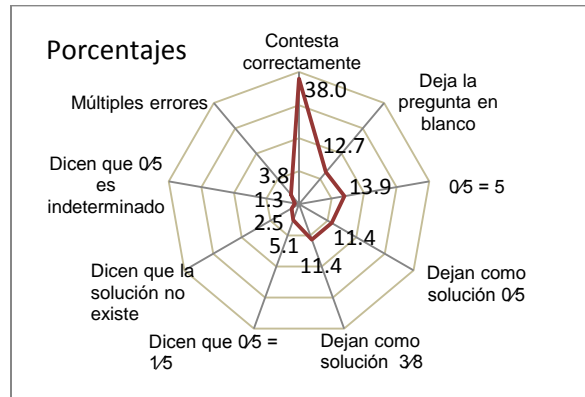
16. De la ecuación $-F_1 + 3F_2 = 5$ despeja F_1



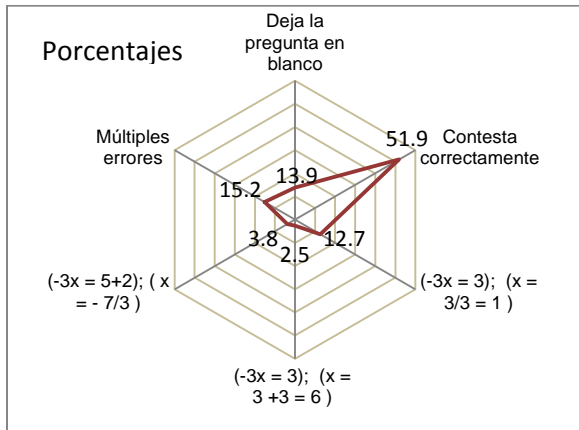
17. Realice la siguiente operación: $\frac{4-3}{4-4}$



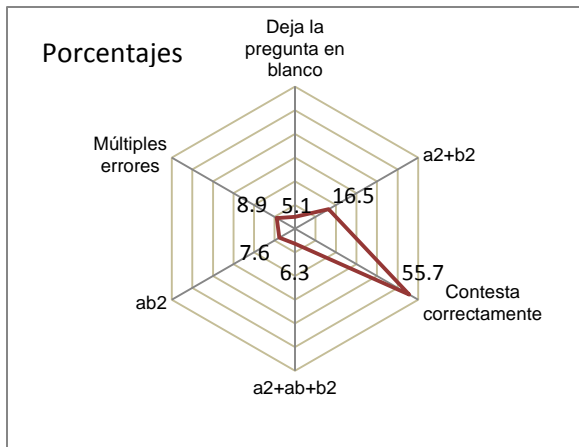
18. Realice la siguiente operación $\frac{3-3}{8-3}$:



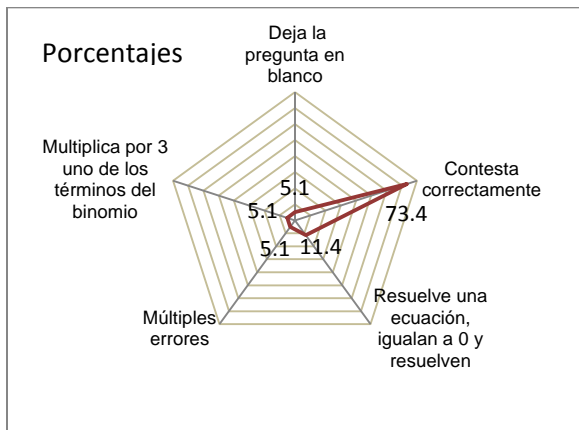
19. En la siguiente ecuación: $-3x + 2 = 5$, encuentre el valor de x :



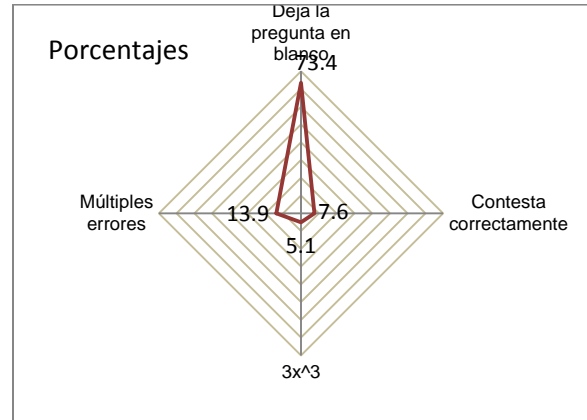
20. Realice la siguiente operación $(a + b)^2$



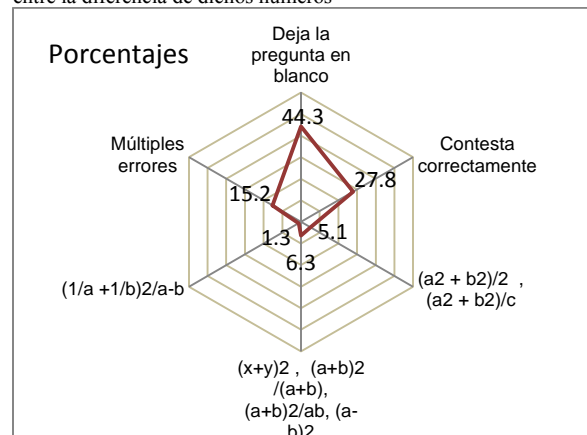
21. Realice la siguiente operación: $3(x + 6)$



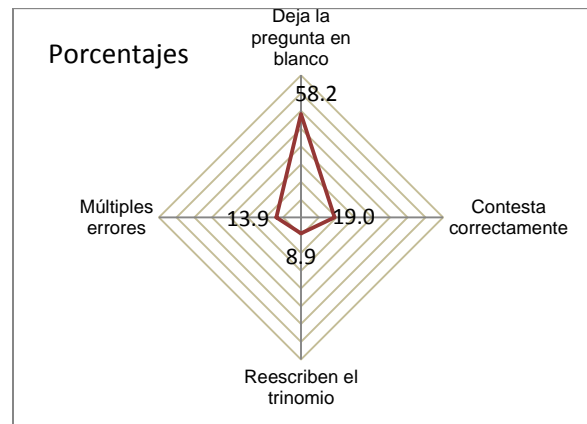
22. Realice la siguiente operación $[3x^2]^{\frac{3}{2}}$



23. ¿Cuál es la expresión algebraica que corresponde al siguiente enunciado? "El cociente de la suma de dos números al cuadrado entre la diferencia de dichos números"



24. Factorice: $4x^2yz - 8xy + 2x^3z$



En base a la revisión del examen hecho a los alumnos, los errores encontrados son los siguientes:

1. Suman números racionales efectuando la adición de numeradores y denominadores por separado, o bien, aplican los principios de la multiplicación.

2. Multiplican números racionales aplicando los principios de la suma o de la división.

3. Dividen números racionales aplicando los principios de la suma y multiplicación.

4. Aplican la “regla de los signos” de la multiplicación al efectuar sumas o restas de números enteros.

5. Consideran que el producto de un número real por cero es igual a 1.

6. Al sumar números enteros positivos y negativos, no consideran el signo y los suman todos con signos positivos o bien, se equivocan con los signos al hacer la suma.

7. El alumno no puede obtener ecuaciones equivalentes a partir de una ecuación dada, debido a que no está enterado de los principios básicos de estas.

8. Cuando se les pide que resuelvan un sistema de ecuaciones lineales de 2×2 , suman las ecuaciones.

9. Creen que toda potencia de exponente cero da por resultado cero, o bien creen que es igual a la base.

10. Resuelven divisiones en las cuales el dividendo es un 0, y a este lo toman como 1, o ignoran su presencia.

11. Simplifican fracciones dividiendo el numerador y el denominador por números distintos.

12. Consideran que tienen un número negativo elevado a cierto exponente cuando el signo de este es negativo.

13. En una ecuación consideran que un factor negativo se transpone dividiendo y cambiado de signo; o que forma parte de una resta por lo que se pasa sumando al otro miembro.

14. Consideran que el exponente de una potencia de un producto, afecta solo a uno de los factores.

15. Consideran que el denominador de una fracción divide sólo a uno de los sumandos del numerador.

16. Cuando elevan un número racional positivo o negativo a una potencia n , multiplican la base por n , o bien, multiplican el numerador o el denominador por n y colocan cualquier signo

17. No simplifican fracciones.

18. Cuando tienen el producto de un monomio por un binomio, solamente multiplican el monomio por un término del binomio.

19. Asumen que la raíz cuadrada de la suma de los cuadrados de dos términos, es igual a la raíz cuadrada de cada uno de los términos.

20. No saben las tablas de multiplicar y cometen múltiples errores debido a esto.

21. Cuando elevan al cuadrado un binomio, elevan al cuadrado cada término del binomio.

22. No aplican la ley de los signos en la multiplicación y división, les pasa desapercibida esta operación.

23. Dentro de una ecuación, a un factor le cambian el signo al pasarlo dividiendo de un miembro a otro.

24. En una ecuación, cuando una cantidad se encuentra sumando o restando en uno de los miembros, la trasponen al otro miembro realizando la misma operación.

25. Cuando se divide la suma o la resta de dos números y uno de ellos está tanto en el numerador y en el denominador, los eliminan

26. Cuando el cero esta como dividendo y el divisor es un numero real, asumen que el resultado es el divisor.

27. Cuando a un signo de agrupación le antecede un signo negativo, no multiplican el signo, el producto lo colocan positivo, si es que la cantidad dentro del signo de agrupación es positiva.

28. Cuando se les pide que encuentren la solución a una ecuación de primer grado con una incógnita, donde existe un producto indicado, realizan las operaciones indicadas y dejan como solución la ecuación resultante.

CONCLUSIONES.

Se requiere encontrar métodos de enseñanza bien estructurados para que el alumno entienda, interprete, sea motivado e impulse su dedicación al estudio, ya que cuanto más desprovisto de sentido, importancia práctica y falta de manipulación matemática por parte del alumno dentro de un conocimiento

matemático contextualizado, difícilmente se apropiará y hará uso de dicho conocimiento en contextos reales.

Los errores matemáticos de los estudiantes, probablemente los han estado cometiendo desde su educación secundaria, quizás bajo la complacencia del maestro o bien escuchando y viendo un sinnúmero de veces la manera de no repetirlos, por lo tanto creemos que no es de la forma tradicional con la cual se debe atacar esta problemática, sino haciendo uso de las matemáticas para resolver situaciones de la vida real, de interés práctico, que les llame la atención y le dé sentido y coherencia al conocimiento.

Creemos que las asesorías académicas extra-clase debieran replantearse en el mismo sentido que esta propuesta señala, donde además sugerimos conducir al alumno a la auto reflexión sobre su propia manera de aprender, donde repiense las deducciones y su sistema de práctica le permitan encontrar y corregir sus propios errores.

Se deben analizar los resultados obtenidos en el examen de ingreso de los alumnos admitidos por la universidad para conocer los errores cometidos, ya que los alumnos con un bajo desempeño en dicho examen, necesariamente requerirán de apoyo adicional, y se les debe incluir en un programa propedéutico, previo al inicio de clases. En dichos cursos necesariamente deben incluirse los temas en los cuales obtuvieron baja calificación. Consideramos que no debe existir una práctica excesiva y repetitiva de ejercicios matemáticos, más bien al alumno se le debe confrontar con sus errores para crear en ellos un conflicto cognitivo, con la intención de que puedan

cambiar o modificar sus esquemas anteriores.

REFERENCIAS

Abrate, R. Pochulu, M. y Vargas, J.(2006). Errores y dificultades en matemática: Análisis de causas y sugerencias de trabajo. DOCUPRINT S.A. Buenos Aires, Argentina.

Barrón J.V. (2009). La ecuación de la línea recta en la modelación de fenómenos físicos. Culcyt, año 6, num. 31

Eccius, C.C.C. Ibarra, K.P. (2012). Temas y errores que han provocado baja en el desempeño matemático de los alumnos de primer ingreso a la Universidad. Federación de Instituciones Mexicanas Particulares de Educación Superior (FIMPES).

Consultado: 10 Agosto 2013. En: <http://fimpes.org.mx/phocadownload/Premios/1Investigacion2012.pdf>

Pochulu, M. D. (2004). Análisis y categorización de errores en el aprendizaje de la matemática en alumnos que ingresan a la universidad. Revista Iberoamericana de Educación, 35(4).

SEP. (s.f.). Educación Media Superior: Estadística de resultados 2008-2013. Secretaría de Educación Pública, México. Consultado: 1 Septiembre 2013. En: http://www.enlace.sep.gob.mx/ms/estadisticas_de_resultados/

UACJ. (2013). Archivo de control escolar del Instituto de Ingeniería y Tecnología de la Universidad Autónoma de Ciudad Juárez.

¿Está preparada Ciudad Juárez para responder ante fenómenos naturales atípicos?

Alberto Rodríguez Esparza, Servio Tulio de la Cruz, Víctor Hernández Jacobo

Universidad Autónoma de Ciudad Juárez

RESUMEN

Este artículo de presenta una reflexión de cómo han actuado los residentes de Ciudad Juárez, Chihuahua, y las autoridades de gobierno, ante fenómenos naturales atípicos. Se analizaron los tres últimos fenómenos que afectaron la región, cuyos detalles de incidencia en su momento se publicaron en medios de difusión y documentos científicos como periódicos y reportes técnicos. Cada uno de éstos fue estudiado previamente para identificar cómo los ciudadanos y autores han respondido a la problemática referida. Sobre el particular se destaca que ninguno de éstos ha implementado acciones concretas que realmente impacten en la solución de la situación, donde ambos son responsables. La respuesta de éstos se ha enfocado en el sentido de atender la problemática que se presenta día con día, lo cual ha manifestado la falta de planeación y ha evidenciado la vulnerabilidad de los habitantes ante eventos naturales atípicos.

Palabras clave: Fenómenos naturales atípicos, Contingencias, Ciudad Juárez.

INTRODUCCIÓN

Para identificar la respuesta que los residentes de Ciudad Juárez, Chihuahua y sus autoridades han dado ante ocurrencias naturales se consultaron diferentes documentos tanto impresos como digitales, que se elaboraron a manera de reporte técnico, periodístico y científico que fueron utilizados para informar a la ciudadanía, contabilizar los daños, lograr financiamiento para remediar los daños o para realizar estudios de diagnóstico. En este documento se abordan los tres principales fenómenos naturales presentados recientemente en la zona de Ciudad Juárez y en regiones cercanas a ella, como es el caso de la inundación del 2006, la helada del 2011 y los sismos ocurridos durante el 2011. La información revisada evidenció la falta de

preparación de la ciudadanía y de las autoridades ante este tipo de contingencias.

ARGUMENTO

Tanto los residentes, como las autoridades municipales y estatales de Ciudad Juárez, no están preparados para hacer frente ante un fenómeno natural atípico como inundaciones, heladas, sismos, grandes ráfagas de viento, temperaturas excesivas entre otros, lo cual los hace vulnerables a ser afectados en su vivir diario en esta región. Los eventos naturales atípicos presentados en los años de 2006 y de 2011, han hecho evidente la falta de respuesta favorable, tanto de los habitantes como de las autoridades municipales y estatales de Ciudad Juárez, Chihuahua.

EVIDENCIA

Dado la ubicación geográfica de Ciudad Juárez, se cuenta con condiciones climatológicas extremas, lo que significa que en verano el clima es seco, y se presentan precipitaciones pluviales medias anuales del orden de 229.6 mm, así como temperaturas de hasta de 40 °C. Por otra parte, en invierno el clima es frío y se alcanzan temperaturas por debajo de los 0 °C y vientos con velocidades de hasta 125 km/h. No obstante, en el 6 de julio de 2006 a consecuencia de un remanente de un ciclón proveniente del Océano Pacífico se registraron eventos de lluvias que ocasionaron el desbordamiento de diques existentes, fuertes escurrimientos por los diferentes ramales hidráulicos e inundaciones de la mancha urbana que alcanzaron en algunos puntos hasta 2 m de altura (CENAPRED, 2007). Lo anterior se agravó principalmente por el poco o nulo mantenimiento que las autoridades responsables proveen a la infraestructura construida en la región para desalojar y administrar los escurrimientos pluviales que se presentan en la ciudad; por el escaso interés que sobre el crecimiento urbano, posee tanto la ciudadanía como las autoridades, por lo que se tiene un gran problema con los asentamientos irregulares y por la falta de estrategias oportunas de contingencia, por lo que hubo pérdidas humanas y económicas.

Con relación a las temperaturas, en febrero de 2011 en Ciudad Juárez, Chihuahua, se registraron temperaturas bajo cero (hasta -20 °C) generadas por el frente frío número 26 (El Universal, 2011), lo que ocasionó un caos total, ya que debido a estas bajas temperaturas se congeló el agua que

circulaba por las diferentes tuberías de conducción, lo que provocó que la mayoría de estas se reventaran, dejando sin agua ni electricidad a varias familias por algunos días, por otra parte el congelamiento de las vialidades lo que generó accidentes vehiculares debidos principalmente por falta de pericia de los guidores ante pavimentos congelados. Lo primero generó que los ciudadanos salieran a adquirir en los principales establecimientos especializados materiales para la reparación de sus tuberías, encontrando desabasto y un considerable aumento de precio de los mismos lo segundo, el daño de las superficies de rodamiento causó principalmente pérdidas económicas ya que los guidores involucrados en la mayoría de los casos tuvieron que hacerse responsables de la reparación de sus vehículos.

Aun y cuando Ciudad Juárez es considerada como una zona sísmica intermedia y no se registran temblores tan frecuentes, en el 2011 en regiones cercanas a Ciudad Juárez se registraron 24 sismos, cuando en décadas anteriores, 1970 al 2010, se habían registrado un promedio de 2 eventos por década (Dena, 2011). Si bien la magnitud máxima alcanzada durante este fenómeno fue de 4.5 grados Richter, considerada por esta escala como ligera, en los pueblos y rancherías cercanas a Ciudad Juárez se ocasionó daños considerables en las casas, graneros y bodegas. Sobre la respuesta de las autoridades responsables de salvaguardar la integridad de los habitantes de la región y la infraestructura ante el evento referido, fue evidente que no se tiene conocimiento ni estrategias de cómo actuar ante una eventualidad de esta naturaleza, por lo que de ocurrir un sismo de mayor

magnitud, las pérdidas humanas y económicas serían considerables.

DISCUSIÓN

Los últimos eventos naturales considerados como atípicos que se han presentado en la región de Ciudad Juárez, Chihuahua, han puesto en manifiesto que ni la ciudadanía, ni las autoridades responsables de salvaguardar la integridad de los habitantes y la infraestructura de la región, están preparadas para responder ante un fenómeno natural como los mencionados. Por un lado, los ciudadanos realizan su actividad diaria sin tomar mayores medidas de seguridad, lo que los hace altamente vulnerable a sufrir algún daño en su persona, en sus propiedades, o en sus pertenencias; por otro lado, las autoridades dado los recientes acontecimientos que se han presentados no han probado que están preparadas con programas de mantenimiento

o de restauración de la infraestructura dañada, ni mucho menos ha implementado estrategias integrales que coadyuven durante la ocurrencia de eventos naturales extremos en la reducción de pérdidas humanas y/o económicas, por lo que de suceder algún nuevo fenómeno atípico, se tendrá el mismo actuar de ambas partes.

REFERENCIAS

CENAPRED. (2007). Características e impacto socioeconómico de los principales desastres ocurridos en la república mexicana en el año 2006. Centro Nacional de Prevención de Desastres. Serie: Impacto socioeconómico de los desastres en México, Vol. 8. México.

Dena, O. (2011). Estudios Geofísicos de Gravedad, Magnetometría y Zonación de Riesgo Sísmico por el Método de Ondas Superficiales en la Región Norte del Estado de Chihuahua. CONACYT. México.

El Universal. (2011). Estados del Norte se Paralizan por Heladas, Febrero de 2011.

Fundamentos para el establecimiento de parques ecológicos

Elsa Aranda Pastrana, Jaime Romero González, Ismael Canales Valdivieso

Universidad Autónoma de Ciudad Juárez

RESUMEN

Nuestro planeta es el único lugar donde puede vivir la humanidad hasta estos momentos. Conforme pasa el tiempo, el planeta se sigue degradando por varias causas. Debido a eso, se hace necesario el establecimiento de parques ecológicos bajo ciertos fundamentos que han sido desarrollados por la Organización de las Naciones Unidas a través de programas como el Programa de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente, Programa 21 y la declaración de Johannesburgo; los cuales tienen el fin de que la humanidad logre desarrollarse de una manera sostenible para el beneficio de generaciones futuras y son llevados a cabo por cada uno de los países miembros a través de leyes.

Palabras clave: Parque ecológico, ONU, PNUMA, Programa 21

“[La Tierra es] el único planeta que sabemos que está habitado, es un diminuto grano de roca y de metal que brilla débilmente gracias a la luz que refleja del Sol”

Carl Sagan, Cosmos.

“¿Quién habla en nombre de la Tierra?”

Carl Sagan, Cosmos.

La Tierra es el la única casa que tiene la humanidad. El *Homo sapiens sapiens* se caracteriza por ser la especie del planeta que ha logrado modificar y continúa alterando de manera drástica al medio ambiente, situación que puede poner en peligro toda la vida de nuestra canica azul. Los fenómenos climatológicos y la actividad humana con su uso irracional de los recursos naturales han provocando la contaminación del medio ambiente, situación que está produciendo una degradación gradual del planeta y una posible desaparición de gran parte de la vida del planeta.

El objetivo de este estudio es dar a conocer la fundamentación general en que se sustenta el establecimiento de un parque ecológico y consideraciones para su desarrollo.

Las regulaciones ambientales han sido un largo proceso que emanó de la Organización de las Naciones Unidas (ONU) ante la situación del deterioro mundial que amenaza la vida del planeta incluyendo a la vida humana, una de las preocupaciones de este organismo que es el bienestar de las personas humanas.

La ONU es una organización internacional formada por 193 países

independientes, hasta agosto del 2011, los cuales se reúnen libremente para trabajar juntos a favor de la paz, la seguridad de los pueblos y luchar contra la pobreza y la injusticia en el mundo; ha medida que el problema ambiental ha crecido y pone en peligro la vida planetaria se ha abocado también a este rubro. En 1972 creó el Programa de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente (PNUMA) que tiene como fin promover actividades medioambientales.

En 1992, se llevó a cabo la “Cumbre para la Tierra”, en la que se adoptó el “Programa 21” que tuvo como fin lograr un desarrollo sostenible, para lo cual se determinaron derechos y deberes de los Estados en relación con el medio ambiente como: a) la protección de los bosques; b) el cambio climático; c) las poblaciones de peces migrantes d) la desertificación y e) el desarrollo sostenible de los Estados Insulares (islas). Cabe mencionar que en ese tiempo 1,800 ciudades del mundo adecuaron sus legislaturas a las propuestas base del programa. También se establecieron los principios sobre los sostenibilidad de los bosques. Otro asunto que se trató es la preservación de la biodiversidad ya que ésta mantiene un equilibrio sano del planeta por su ayuda a la purificación del aire y agua, a la estabilización y moderación del clima terrestre, a la polinización de las plantas y al control de plagas y enfermedades. En esta Cumbre del 1992 se estable el “Convenio sobre la Diversidad Biológica” el cual obliga a los Estados a preservar su diversidad biológica y a hacer usos de acciones sostenibles. La protección de las especies en peligro de extinción se garantiza en la “Convención de 1973 sobre Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora”.

La Cumbre de Río se realizó en 1997, tuvo como fin efectuar una evaluación de lo propuesto en el Programa 21. Después, en el año 2002, tuvo lugar la “Cumbre de Johannesburgo” organizada por la ONU y se ha considerado la reunión más importante sobre le desarrollo sostenible con el fin de asegurar la preservación de la vida en la tierra. La importancia se debe a la diversidad de los participantes que hicieron oír sus intereses, entre los asistentes se contó con: jefes de Estado, funcionarios de gobierno, representantes empresariales, poblaciones indígenas, sindicatos, representantes del campesinado y órganos de la ONU. Entre los puntos ambientalistas tratados fueron: a) producción y consumo sostenibles; b) gestión sostenible de los recursos c) energía y d) reciclaje del agua.

De la Cumbre emanó la “Declaración de Johannesburgo” que además se ocupa del uso sostenible de los recursos energéticos, la protección de las especies animales en peligro de extinción, la contaminación marina, los problemas ambientales y el deterioro que enfrentan las grandes ciudades y las islas.

La ONU se ha preocupado por el combate a la *Desertificación para lo cual realizó la “Convención Internacional de Lucha contra la Desertificación en los Países Afectados por la Sequía o Grave Desertificación, en Particular en África”,* es importante mencionar que este problema amenaza a la cuarta parte de las tierras del planeta.

En la Cumbre de la Tierra se estableció una “Declaración de Principios sobre los Bosques” analiza temas afines para el logro de la sostenibilidad de los bosques; después el “Grupo Intergubernamental sobre

Bosques” envió y aprobó más de cien propuestas de acción, en 1997, la cual tiene como fin promover y vigilar las propuestas del Grupo para la conservación, ordenamiento y desarrollo sostenible de los bosques. En el año 2000 se creó el “Foro de las Naciones Unidas sobre los Bosques” para la promoción de las propuestas.

En la Cumbre de Río de 1992 se elaboró y firmó “La Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático” en la que los países desarrollados se comprometieron a reducir sus emisiones de gases de efecto invernadero a niveles que se tenían en 1990. El efecto invernadero se debe al uso excesivo de combustibles fósiles y a la tala inmoderada, esta última ha disminuido la capacidad de procesamiento del bióxido de carbono que es uno de los principales gases de efecto invernadero. A pesar de lo anterior, fue necesario hacer un acuerdo más estricto y en la “Convención de Kyoto”, Japón se llegó a un protocolo en que comprometía a los países desarrollados reducir la emisión de gases de efecto invernadero. Este documento se le conoce como el “Protocolo de Kyoto”, el cual no ha servido de mucho porque estamos viviendo en la actualidad las consecuencias del cambio climático global.

El “Decenio Internacional de Agua Potable y el Saneamiento Ambiental” llevado a cabo de 1981 a 1990 se logró apoyar cerca de 1,300 millones de personas en países pobres a tener acceso al agua potable. Las Naciones Unidas siguen con el dedo en el reglón promoviendo el desarrollo sostenible y la concientización del uso del agua. Para este fin efectuó “El Año Internacional del Agua, 2003”.

La “Cumbre del Milenio” realizada en el año 2000 como parte de la “Asamblea del Milenio” denominada así por convocar a 191 países, con la presencia de 147 jefes de Estado, los cuales adoptaron la “Declaración del Milenio” que reafirma las intenciones iniciales de la ONU y se incluye el respeto a la naturaleza y garantizar la sostenibilidad del medio ambiente.

A nivel continente americano, en abril del 2009, se firma la “Declaración de Compromiso de Puerto España” (en Trinidad y Tobago) en la que los jefes de Estados y de gobierno en la “Quinta Cumbre de las Américas” se comprometen a proteger las libertades políticas y civiles; mejorar el bienestar social, económico y cultural de los pueblos y enfrentar los desafíos que enfrenta el Hemisferio para lograr justicia, prosperidad, seguridad y paz para los pueblos de América. En esta declaración se toma en cuenta sostenibilidad ambiental, la promoción de la prosperidad humana por medio de la promoción del crecimiento económico sostenible, así como la promoción de la seguridad energética, pero se reafirma el derecho soberano de cada país a la conservación, desarrollo y uso sostenible de sus propios recursos energéticos.

El Consejo Interamericano para el Desarrollo Integral (CIDI), tiene el “Programa Interamericano para el Desarrollo Sostenible del Turismo” (PIDST), el cual tiene como antecedentes a la Organización de Estados Americanos (OEA), la cual ha sido partícipe, de manera activa, en el área turística desde la creación del Congreso Interamericano de Turismo en 1939, elaborando políticas y acciones de cooperación turística.

En la Declaración de Río y en el Programa 21, el turismo fue uno de los pocos sectores identificados y fue aprobado en la Conferencia del Medio Ambiente y el Desarrollo, en 1992, debido a su gran potencial como motor de desarrollo económico y social sostenible. En el Plan Estratégico de Cooperación Solidaria 1997-2001 de CIDI, identifica ocho áreas prioritarias entre las que se encuentra el desarrollo sostenible del turismo y prevé que este Consejo respalde actividades de cooperación en materia de turismo que tengan como fin preservar el patrimonio nacional que incluyen a la cultura y al medio ambiente.

El PIDST tiene como objetivo articular políticas, programa y actividades que buscan lograr objetivos como el diálogo ministerial y la formulación de políticas; el fomento e intercambio de información, conocimientos y experiencias para el desarrollo del turismo sustentable y la promoción de la cooperación de las ventajas competitivas turísticas. El Programa también busca la educación y capacitación por medio del fortalecimiento de las instituciones regionales de capacitación para satisfacer las necesidades turísticas. También busca que el desarrollo de productos turísticos estén en armonía con el ambiente natural y cultural, así como la promoción de la inversión en el sector.

A nivel nacional, la Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección del Medio Ambiente, en su artículo primero refiere a la preservación y restauración del equilibrio ecológico, así como a la protección al ambiente, lo anterior sobre la base de garantizar el derecho de toda persona a vivir en un medio ambiente

adecuado para su desarrollo, salud y bienestar. Otros temas que aborda el mismo artículo son: la preservación y protección de la biodiversidad y el establecimiento y administración de las áreas protegidas; el aprovechamiento sustentable, la preservación, restauración del suelo, del agua y de los recursos naturales de manera que proporcionen beneficios económicos y preserven los ecosistemas.

En su artículo segundo, se considera de utilidad pública la preservación de las áreas naturales protegidas y de las zonas de restauración ecológica. En artículo tercero, denominado “Para los efectos de la Ley se entiende”, proporciona una serie de términos generales, los cuales se seleccionaron los que ayudan a la comprensión del tema en cuestión y son aplicables al establecimiento de un parque ecológico:

- Ambiente: conjunto de elementos naturales y artificiales o inducidos por el hombre que hacen posible la existencia y desarrollo de los seres humanos y demás organismos vivos que interactúan en un espacio y tiempo determinado.
- Áreas naturales protegidas. Lugares donde los ambientes originales no han sido significativamente alterados por la actividad humana y que requieren ser preservadas y protegidas, además están protegidas por la ley.
- Aprovechamiento sustentable. La utilización de los recursos naturales en forma que se respete la integridad funcional y las capacidades de carga de los ecosistemas de los que forman

parte dichos recursos por periodos definidos.

- Contaminación. La presencia en el ambiente de uno o más contaminantes que cause desequilibrio biológico.
- Contingencia ambiental. Situación de riesgo, derivada de actividades humanas o fenómenos naturales que pueden poner en peligro la integridad de uno o varios ecosistemas.
- Criterios ecológicos. Lineamientos obligatorios contenidos en la Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección del Medio Ambiente, cuyo fin es orientar las acciones de preservación y restauración del equilibrio ecológico, el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales y la protección del ambiente, que tendrán el carácter de instrumentos de la política ambiental.
- Desarrollo sustentable. El proceso evaluable mediante criterios e indicadores del carácter ambiental, económico y social que tiende a mejorar la calidad de vida y la productividad de las personas, que se funda en las medidas apropiadas de preservación del equilibrio ecológico, protección del ambiente y aprovechamiento de recursos naturales, de manera que no se comprometa la satisfacción de las necesidades de las generaciones futuras.
- Desequilibrio ecológico. La alteración de las relaciones de

interdependencia entre los elementos naturales que conforman el ambiente y afectan de manera negativa la existencia, transformación y desarrollo del hombre y demás seres vivos.

- Ecosistema. La unidad funcional básica de interacción de los organismos vivos entre sí y de éstos con el ambiente.
- Equilibrio ecológico. La relación de interdependencia entre los elementos que conforman el ambiente y hace posible la existencia, transformación y desarrollo del hombre y demás seres vivos.
- Elemento natural. Son los elementos físicos, químicos y biológicos que se presentan en un tiempo y espacio determinado sin la inducción del hombre.
- Fauna silvestre. Las especies animales que subsisten sujetas a procesos de selección natural y que se desarrollan libremente, incluyendo sus poblaciones menores que se encuentran bajo el control del hombre, así como los animales domésticos que por abandono se tornen salvajes y por ello sean susceptibles de captura y apropiación.
- Flora silvestre. Las especies vegetales así como los hongos, que subsisten sujetas a los procesos de selección natural y que se desarrollan libremente, incluyendo las poblaciones o especímenes de estas

especies que se encuentran bajo el control del hombre.

- Impacto ambiental. Modificación del ambiente ocasionada por la acción del hombre y de la naturaleza.
- Ordenamiento ecológico: instrumento de política ambiental cuyo objeto es regular o inducir el uso del suelo y las actividades productivas con el fin de lograr la protección del medio ambiente, la preservación y el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales por medio del análisis de las tendencias de deterioro de las potencialidades de aprovechamiento de los mismos.
- Preservación. El conjunto de políticas y medidas para mantener las condiciones que propicien la evolución y continuidad de los ecosistemas y hábitat naturales, así como conservar las poblaciones viables de especies en sus entornos naturales y los componentes de la biodiversidad fuera de su hábitat naturales.
- Prevención. Conjunto de disposiciones y medidas anticipadas para mejorar el ambiente y controlar su deterioro.
- Recursos biológicos. Los recursos genéticos, los organismos o parte de ellos, las poblaciones o cualquier componente biótico de los ecosistemas con valor o utilidad real o potencial para el ser humano.

- Recurso natural. El elemento natural susceptible de ser aprovechado en beneficio del hombre.

En el Capítulo II de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, Distribución de Competencias y Coordinación, el artículo 4º menciona: “La federación, los estados, el Distrito Federal y los municipios ejercerán sus atribuciones en materia de preservación y restauración del equilibrio ecológico y la protección al ambiente, de conformidad con la distribución de competencias prevista en esta Ley y en otros ordenamientos legales”. Lo anterior tiene como fin aclarar que las leyes estatales y municipales de equilibrio ecológico deben estar acorde a la ley federal. Si se quiere desarrollar un parque ecológico, se deben revisar las leyes estatales y municipales, si existieran y deben estar en armonía con la federal.

La industria turística genera recursos económicos para los países, de manera especial para los que están en vías de desarrollo. En el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente. Oficina Regional para América Latina (PNUMA) menciona lo siguiente:

Según la Organización Mundial del Turismo, 698 millones de personas viajaron a un país extranjero en el 2000, gastando más de \$478 mil millones de dólares. Los ingresos internacionales del turismo combinados con el transporte de pasajeros suma actualmente más que \$575 mil millones de dólares, posicionando al turismo como el número uno mundial en ganancias por exportación por delante de productos automotores, productos químicos, petróleo y alimento.

El turismo puede ser una herramienta poderosa para un desarrollo económico exitoso a nivel local o nacional. La actividad turística debe ser más responsable con el medio ambiente sin demeritar su atractivo. El turismo ecológicamente sostenible se le conoce como ecoturismo que tiene como fin enfocarse a la experiencia del contacto con áreas naturales fomentando la conservación y el entendimiento del entorno natural y cultural.

Según SECTUR (2008), dentro del turismo de naturaleza, el ecoturismo son viajes que tienen como fin realizar actividades recreativas de apreciación y conocimiento de la naturaleza a través del contacto con la misma. Las actividades que se pueden efectuar son: observación de la flora, fauna, de los ecosistemas, de la geología, de los atractivos naturales, de fósiles, del panorama sideral y safari fotográfico. Dentro del turismo de naturaleza, el ecoturismo representa un 47.65% y es preferido por las mujeres. El turismo de naturaleza es preferido por un segmento socioeconómico de mayor poder adquisitivo (SECTUR, 2008).

El ecoturismo representa un segmento del turismo que se viaja a un lugar natural relativamente virgen por lo que presencia humana debe impactar lo mínimo posible, además debe generar recursos económicos a las comunidades aledañas, las cuales están conscientes de la importancia de preservar el área natural. El ecoturismo debe tener una misión educadora por medio de la experiencia de estar en un ambiente natural, además del fin recreativo, puede propiciar el desarrollo de un valor científico a través de la promoción de un turismo verde como parte de una herencia cultural

desarrollada por acciones que han logrado la concientización de la población en la filosofía del turismo verde. En Europa se están desarrollando estos tipos de ideas de turismo verde y en otros países lo están considerando de manera seria.

La integración del conocimiento social y el ecológico son la clave para los desarrollos sustentables. Es necesario conocer los marcos de referencia, tanto científicos, legales y sociales para el desarrollo de un parque ecológico. Existe un término acuñado por el geógrafo alemán Carl Troll denominado “la ecología del paisaje” que busca el desarrollo de una teoría y la aplicación de la misma que relacione los patrones biofísicos y el desarrollo del paisaje (Bohnet, 2010) que está relacionado con el desarrollo de un parque ecológico. La ecología del paisaje debe incluir un paradigma ecológico en su diseño para no afectar el equilibrio biológico para lo cual se ha empezado a trabajar en modelos que incluyan las variables sociales, económicas y del medio ambiente donde se pretende desarrollar un parque.

El concepto debe ser holístico que contemple múltiples interacciones entre el lugar en sí, como su localización, tamaño del lugar, clima y sus variaciones, tipo de biodiversidad, ecosistemas a proteger por la presencia humana así como los servicios necesarios que el visitante requiera. Es importante recalcar el cuidado que se tiene que hacer con el manejo del agua y la concientización de la comunidad en el posible costo que implica mantener o mejorar la calidad del agua.

Cabe recalcar que un desarrollo turístico como un parque pretende el desarrollo económico de los habitantes que

recibirán el beneficio de la derrama económica generada por los visitantes, así como tener como meta la conservación del entorno y pretender que el lugar estuviese como si no existiera la presencia humana. Una estrategia del manejo del parque contemplará las mejores acciones para la conservación de la biodiversidad; la búsqueda del equilibrio natural y la explotación del recurso natural, tomando en cuenta la presencia humana, así como proveer la mayor seguridad y satisfacción a los visitantes y mejorar las finanzas de los lugareños.

La Organización Mundial del Turismo (OMT 1993) define al turismo sustentable como aquel turismo que “atiende a las necesidades de los turistas actuales y de las regiones receptoras y al mismo tiempo protege y fomenta las oportunidades para el futuro. Se concibe como una vía hacia la gestión de todos los recursos de forma que puedan satisfacer las necesidades económicas, sociales y estéticas, respetando al mismo tiempo la integridad cultural, los procesos ecológicos esenciales, la diversidad biológica y los sistemas que sostiene la vida”

En México, la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente considera que en las áreas naturales de uso turístico se debe aplicar modelos que determinen la Capacidad de Carga Turística (CCT) que aseguren el desarrollo de un parque turístico sustentable.

Existen diversos modelos propuestos para determinar la capacidad de carga turística de un parque sustentable. Pero sobre todos ellos el modelo de Cifuentes (1999), a la fecha, se considera el mejor debido a que considera principalmente

variables cuantitativas, realiza un análisis combinado de las categorías naturales y sociales del atractivo turístico, y reduce al mínimo los juicios de valores que pueden presentarse en el transcurso del estudio.

Este método establece tres etapas vinculadas entre sí: La capacidad de carga física (CCF), la capacidad de carga real (CCR) y finalmente la capacidad de carga efectiva (CCE), que representa la cifra aproximada de visitantes que puede recibir diariamente el destino turístico.

La capacidad de carga física considera el área territorial total disponible para la estadía y desplazamiento de los visitantes diarios, y el promedio estándar mínimo de espacio utilizado por cada turista, sin alcanzar límites de congestión física. La administración del espacio territorial se determina por medio de la técnica de la zonificación ecológica, aplicada a los destinos o sitios turísticos, que es el requisito previo a cualquier estudio sobre Capacidad de Carga Turística (CCT).

La Evaluación del Milenio sobre Ecosistemas ha sido categórica y ha demostrado que la mayoría de nuestros ecosistemas están siendo degradados por lo que es necesario tomar en consideración el apego estricto a las acciones que sigan conservando las áreas naturales, pero a la vez proporcionen bienestar económico a los nativos del lugar, por lo anterior es indispensable la concientización y capacitación de los habitantes cuando se establezca un parque ecológico, además de los modelos matemáticos que aseguren estas regiones seguirán existiendo para las futuras generaciones.

Después de haberse desarrollado un parque ecológico es necesario efectuar un estudio de evaluación de impacto ambiental para asegurar que su diseño y operatividad cumplan con las expectativas de conservación y sustentabilidad.

Por otra parte, la cultura es producto de nuestra interrelación con el medio ambiente, por lo tanto, algunas identidades culturales se pueden ver afectadas al estar muy vinculadas al entorno biológico que es sensible a los cambios climáticos y al abuso de los recursos naturales.

Sagan (1980) dice que desde una perspectiva extraterrestre está claro que nuestra civilización global está a punto de fracasar en la tarea más importante que es la preservación de la vida, a lo cual sugiere como solución un rediseño fundamental de instituciones económicas, políticas, sociales y religiosas acciones que la ONU ha iniciado en parte pero que están siendo insuficientes.

REFERENCIAS

Alcamo, J., Ash, N. J., Butler, C. D., Callicott, J. B., Capistrano, D., Carpenter, S., ... & Shidong, Z. (2003). Ecosystems and human well-being: a framework for assessment. MILLENNIUM ECOSYSTEM ASSESSMENT (PROGRAM) Washington, DC, Island Press

Bohnet, I.C. (2010). *Integrating social and ecological knowledge for planning sustainable land-and-sea-escapes: experiences from the Great Barrier Reef region, Australia*. Landscape Ecology 25(8): 1201-1218.

Cifuentes Arias, M. Mesquita, C.A.B. Méndez, J. Morales, M.E. Aguilar, N. Cancino, D. ... & Turcios, M. (1999). *Capacidad de carga turística de las áreas de uso público del Monumento Nacional Guayabo, Costa Rica*. Turrialba: CATIE/WWF.

CINU. (2000). *Naciones Unidas. Centro de Información. México, Cuba y República Dominicana. Labor de la ONU*. Centro de Información de las Naciones Unidas. En: http://www.cinu.org.mx/ninos/html/onu_n5.htm.

de las Américas, Q.C. (2009). *Declaración de Compromiso de Puerto España*. Trinidad y Tobago. En: http://www.summit-americas.org/V_Summit/decl_comm_pos_sp.pdf.

OMT (1993). *Desarrollo Turístico Sostenible, Guía para Planificadores Locales*. Madrid: Organización Mundial de Turismo.

ONU. (s.f.). *Estados miembros: Crecimiento de Número de Estados Miembros de las Naciones Unidas, desde 1945 al presente*. En: <http://www.un.org/es/members/growth.shtml>.

ONU. (s.f.) Naciones Unidas. En: <http://www.un.org/es/index.shtml>.

OEA (s.f.). Programa Interamericano para el Desarrollo Sostenible (2006-2009). En: <http://www.rimd.org/documento.php?id=331>.

PNUMA (s.f.). *Turismo sustentable*. Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente. En: http://www.pnuma.org/industria/turismo_sustentable.php

Poder Ejecutivo Federal. (1997). *Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente*. SEMARNAP. México. En: <http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/148.pdf>

Sagan, C. (1980). *Cosmos*. Planteta:Barcelona.

Secretaría de Turismo. (2008) *El mercado del turismo de naturaleza en México*. En: <http://www.sectur.gob.mx/work/models/sectur/Resource/15360/MarcelaCamacho.pdf>

Stubelj Ars, M. y Bohanec, M. (2010). Towards the ecotourism: A decision support model for the assessment of sustainability of mountain huts in the Alps. Journal of environmental management, 91(12), 2554-2564.

Reposicionamiento de la agrupación industrial del calzado en Ciudad Juárez, Chihuahua, México

Sergio R. González Santana, Alina P. González, Alejandra K. González Sierra

Universidad Autónoma de Ciudad Juárez

RESUMEN

Este estudio proporciona un análisis relativo a la reubicación de la agrupación de la industria del calzado en México a Ciudad Juárez Chihuahua, para reinsertar a la industria del calzado en México en la nueva competencia globalizada debido a liberalización comercial que ocurre en el país. También evalúa las ventajas económicas y la situación competitiva de esta industria, para fomentar un nuevo y próspero sector económico privado en la parte norte del país, a través de proyectos empresariales innovadores y empresarios vanguardistas, para que cooperativamente se pueda fomentar una mejor calidad de vida, con mejores empleos para recompensar a la comunidad, e intensificar positivamente el efecto dominó, aumentando la cooperación y la transferencia de conocimientos sobre toda la región.

Palabras clave: Agrupaciones, industria del calzado, liberalización comercial, empresarios, conocimientos.

INTRODUCCIÓN

Los economistas coinciden que el sector manufacturero ha sido uno de los segmentos más importantes para el aumento de la productividad y como consecuencia para el crecimiento económico, con importantes implicaciones para otras industrias; ya que contribuye al desarrollo económico mediante la creación de empleos, el avance de nuevas tecnologías, al aumento del Producto Interno Bruto (PIB) y a la mejora de la calidad de vida de un país (Reich, 1991).

El esfuerzo de esta investigación es explorar las posibilidades de establecer o reubicar la industria del calzado en Ciudad Juárez (Chihuahua, México) como consecuencia estratégica de su ubicación geográfica, la tasa de aumento de su población, el aumento de los niveles de

instrucción que constantemente mejoran en la ciudad (OCDE, 2010).

Ciudad Juárez representa uno de los mayores centros de fabricación en el mundo y es la ciudad maquila líder en América Latina. Ciudad Juárez está situada en una zona (identificada como Paso del Norte) donde se congregan tres importantes áreas urbanas económicas, con una población total de 2.4 millones y considerada una de las mayores zonas de cruce internacional fronterizo, compuesto por: la Ciudad de El Paso Texas, la ciudad de Las Cruces Nuevo México y Ciudad Juárez Chihuahua (OCDE, 2010).

En 2007, las maquiladoras de Ciudad Juárez empleaban alrededor de un cuarto de millón de trabajadores, lo que representa al

20 % del total de empleos en las maquilas en México (Olmedo et al., 2008).

Ciudad Juárez tiene una ventaja geográfica sustancial sobre los países asiáticos con salarios bajos (Leamer y Medberry, 1993), así como de otros países europeos y latinoamericanos que son productores de calzado importantes como Argentina, Brasil, Colombia, Ecuador, Perú y Venezuela. La industria del calzado es de importancia estratégica, ya que involucra a un producto orientado al mercado, donde la distancia es una pieza importante de la estrategia económica según el modelo de Huff, es por eso que Ciudad Juárez se encuentra en un lugar estratégico para el desarrollo o reubicación de la industria del calzado en México.

En este sector estratégico, industrias diferentes y complementarias generan vínculos de negocios que promueven y motivan el desarrollo de conglomerados industriales. Con el tiempo esperamos que estas agrupaciones industriales puedan dar como resultado la creación de grandes complejos industriales debido a la reubicación de la industria del calzado proyectada en esta ciudad.

Se debe aprovechar la situación actual de la migración de la población hacia esta ciudad, creando nuevos y mejores empleos para que la gente que viene de diferentes partes del país, dispuestos a trabajar y sacar provecho de sus habilidades y educación, busquen una mejor calidad de vida donde puedan criar a sus hijos sin correr el riesgo de buscar un puesto de trabajo más allá de la frontera.

El gobierno mexicano, así como del sector privado (Plan Estratégico de Juárez,

2012) están dispuestos a planificar y administrar un futuro mejor para toda la comunidad de Ciudad Juárez, con un tratado entre la comunidad empresarial y el gobierno en busca de empresarios dispuestos a tomar el riesgo de nuevos proyectos empresariales y abiertos a nuevas ideas de negocio con el gobierno y apoyo empresarial privado.

Las fuerzas del gobierno están más que dispuestas a proporcionar servicios de negocios, así como apoyo financiero a nuevos proyectos empresariales a través de Nacional Financiera (NAFINSA); sobre todo en este momento, en que la ciudad está teniendo terribles problemas sociales y económicos, debido a la presencia de los carteles de la droga que están devastando a toda la comunidad; provocando miedo, desempleo, la huida de negocios hacia El Paso, Texas y Las Cruces, Nuevo Mexico.

HISTORIA

Ciudad Juárez es la ciudad más grande del Estado de Chihuahua, México, y la segunda ciudad más poblada de México en la frontera México - Estados Unidos, después de Tijuana, Baja California (INEGI, 2012).

La población de Ciudad Juárez en 2010 fue de 1,332,151 habitantes y su área metropolitana es la octava más grande en México (INEGI, 2010). Esta ciudad también es la sede del municipio de Juárez, que es el segundo municipio más poblado del estado de Chihuahua, México (Ibid.). Como podemos ver en la figura 1, Ciudad Juárez es una de tres áreas urbanas importantes en la zona junto con la ciudad de El Paso, en Texas y la ciudad de Las Cruces, en Nuevo México.



Fig. 1. Municipio de Ciudad Juárez (Google Maps, 2013).

Desde la implementación del Tratado de Libre Comercio de América del Norte (TLCAN), la región Paso del Norte ha experimentado un crecimiento demográfico rápido. En el lado mexicano el crecimiento ha sido espectacular, 73 % en comparación con 37 % de los EE.UU. (OCDE, 2010), lo cual se considera ventajoso para la concentración industrial del calzado, debido a las ventajas económicas que se prevén para el futuro de Ciudad Juárez y de toda la región, debido a los efectos dominó que se van a producir para la región Paso del Norte.

Aproximadamente el cuarenta por ciento de la población del estado de Chihuahua vive en este municipio. El municipio de Juárez tiene una superficie de 4,853.80 km² y su densidad de población es de 5,130 habitantes por kilómetro cuadrado. El municipio de Juárez está rodeado por los municipios de Ahumada, Ascensión y Guadalupe en el Estado de Chihuahua, por el condado de El Paso, en Texas y por el

condado de Doña Ana en Nuevo México. El municipio de Juárez incluye 147 secciones más pequeñas conocidas como "localidades" dentro de su jurisdicción. Ciudad Juárez tiene una población total de hombres de 665,691 mientras que el número de mujeres es de 666,460, lo que da una relación aproximada de 100 hombres por cada 100 mujeres (INEGI, 2010).

El municipio de Juárez posee el segundo mayor número de maquiladoras en México. Por esta razón, el crecimiento de la industria maquiladora impulsó un aumento sin precedentes de la población de la zona. Este evento ofrece oportunidades de empleo en la frontera, que no sólo atraen a muchas personas de diferentes partes de Chihuahua, sino que también atrae a muchas personas de otras partes de México (Cervera, 2005).

De la información que se muestra en la Tabla 1, podemos tener una idea del espectacular crecimiento de la población que

Ciudad Juárez ha tenido desde 1900; lo cual es muy ventajoso para el establecimiento de

nuevas industrias.

Tabla 1. Población de Ciudad Juárez (INEGI, 2012).

Año	1900	1910	1921	1930	1940	1950	1960
Población	8 218	10 621	19 457	39 669	48 881	122 566	262 119
Año	1970	1980	1990	1995	2000	2005	2010
Población	407 370	544 496	789 522	995 770	1 187 275	1 301 452	1 332 151

REVISIÓN DE LITERATURA SELECCIONADA APLICABLE

Brown (2000) examina los diferentes métodos de medir y analizar las políticas de las agrupaciones y como diferentes agrupaciones se relacionan entre su proximidad geográfica. La forma en que los grupos comienzan la difusión del conocimiento, y cómo diferentes países estructuran programas de agrupaciones e implementan gobernabilidad de grupos, así como la dinámica de crecimiento de agrupaciones y las ventajas de utilizar agrupaciones como base para la política regional.

Cortese (2011) establece que hay nuevas formas de inversión generadas por inversores individuales, aparte de Wall Street. Como en el caso de Ciudad Juárez, donde hay una enorme necesidad de nuevas inversiones, existen muchos inversionistas ansiosos de nuevas y exitosas ideas de negocios.

Leamer y Medberry (1993) ofrecen una visión del comercio de la manufactura de productos entre México y Estados

Unidos. Analiza el efecto de la disminución de las barreras entre los dos países, como las ventajas económicas ofrecidas por la proximidad de ambos países donde la distancia tiene un efecto muy importante en los patrones de comercio entre ambos, así como las ventajas tecnológicas que México ha logrado a través del tiempo.

Feldman et al. (2005) utilizan modelos teóricos, que examinan los factores iniciales que contribuyen a la formación de los empresarios como la fuente clave para el desarrollo de agrupaciones industriales que ponen a disposición el desarrollo de recursos externos asociados a las agrupaciones desarrolladas con el tiempo. Establecen que los empresarios que se adaptan a las crisis económicas y sociales son capaces de crear las condiciones necesarias que son la piedra angular para la formación de agrupaciones de empresas tecnológicas. Examinan los factores que influyen en la formación y la revitalización de una región, y de cómo los factores externos influyen en la formación y la ubicación de las agrupaciones; con ejemplos como Silicon Valley (en

California) y de la ruta 128 (cerca de Boston, Massachusetts).

Porter (1998) establece que la competencia depende de la productividad. Empresas altamente productivas pueden competir en cualquier sector de la industria si tienen la capacidad técnica y un producto único para competir. Describe el esfuerzo que las empresas y las regiones continuamente hacen para crear ventajas competitivas; donde una gran variedad de industrias vinculadas (agrupaciones) juegan el papel más importante para cambiar el mapa económico del mundo, en su mayoría dominada por grupos que ofrecen una forma productiva para cambiar la naturaleza de la comunicación entre los sectores público y privado.

Nadvi (1995) describe el crecimiento y el éxito económico de las diferentes agrupaciones económicas y el cambio necesario en las organizaciones de producción que ha sido creadas por la demanda y dirigidas por las condiciones del mercado que han obligado a las agrupaciones a desarrollar la flexibilidad y la capacidad de respuesta a las exigencias de calidad de los clientes más exigentes.

Rabellotti (1999) define a las agrupaciones como una concentración sectorial y geográfica de empresas y la generación de economías externas que hacen posible la acción conjunta entre los agentes locales y económicos; así como las implicaciones políticas del sector económico.

Szirmai (2009) establece que hay una correlación empírica entre el grado de industrialización y los ingresos per cápita en la mayoría de los países en desarrollo donde

se supone que la manufactura es uno de los sectores más dinámicos que contribuyen al crecimiento económico, y ofrece oportunidades especiales para las economías de escala. El sector manufacturero ofrece oportunidades especiales tanto para progresos tecnológicos encarnados y desencarnados aumentando la vinculación y el efecto dominó en dicho sector.

La OCDE (2010) introduce la comparación y los desafíos enfrentados por el área metropolitana Paso Del Norte, y establece las ventajas económicas, así como las diferencias que, esta región conformada por 2,4 millones de habitantes, ofrece para el desarrollo de la industria del calzado. Una región que se ha ido ampliando económicamente desde 1990 como consecuencia del crecimiento de la población, con la mitad de la población estimada en 25 años o menos (RSC, 2009). También debido al crecimiento significativo en la capacidad de producción regional en Ciudad Juárez y a actividades gubernamentales relacionadas con el sector de la defensa en El Paso y Las Cruces.

Sutaria y Hicks (2004) hacen referencia a los diferentes modelos utilizados para explicar los patrones que siguen nuevas empresas, en términos de la macroeconomía, demografía, procesos del mercado de trabajo, los patrones de reestructuración industrial, la disponibilidad de capital financiero local, y la intervención de los gastos del gobierno. Estuvieron de acuerdo en que la nueva dinámica de creación de empresas es una es muy compleja, donde el cambio de la población tiene un impacto positivo en la formación de nuevas empresas y la tasa de desempleo tiene un efecto alentador en la creación de

empresas, así como la disponibilidad de los empresarios para iniciar nuevos negocios.

VISIÓN GENERAL DE LA INDUSTRIA DEL CALZADO MEXICANO

La industria del calzado de México se caracteriza por la producción regional, agrupadas en cuatro regiones principales en términos de volumen de producción: León (Guanajuato), Guadalajara (Jalisco), Ciudad de México y el Estado de México. La agrupación industrial de México abarca la ventaja de las economías internas y externas y son responsables de toda la cadena de producción ya que se amontonan y se conectan con el apoyo mutuo de productores que se benefician de las tres teorías de Marshall de una industria: (1) la aglomeración ahorra costos de transporte por la proximidad a los proveedores de insumos o a los consumidores finales, (2) la aglomeración permite la puesta en común del mercado de trabajo y (3) la aglomeración facilita derrames intelectuales.

El esfuerzo de este estudio es explorar la posibilidad de establecer un grupo económico innovador dirigido esencialmente al principio en la industria del calzado en Ciudad Juárez. La principal

motivación para llevar a cabo esta tarea se basa en que Ciudad Juárez representa uno de los mayores centros de fabricación en el mundo y es la ciudad maquila líder en América Latina, situado en un área donde tres importantes áreas urbanas económicas se congregan y considerada una de las mayores regiones internacionales transfronterizas en el mundo (OCDE, 2010)

El mercado del calzado de México se concentra en cuatro regiones principales: León (Guanajuato), con un 51 % de las empresas mexicanas de calzado, fabricando principalmente calzado de hombres y niños; Guadalajara (Jalisco), con un 22 % y la producción en gran parte para el calzado femenino, y la ciudad de México y el Estado de México con el 12 % de los productores de calzado, especializada en zapatos sintéticos y textiles (Nadvi,1995). Se ha observado un crecimiento estable en los últimos años en la industria del calzado mexicano como podemos ver en la Tabla 2, y a pesar de que se prevé una desaceleración en la tasa de crecimiento (Datamonitor , 2009), se espera que el mercado siga creciendo. México representa el 3 % del valor del calzado en el continente americano.

Tabla 2. Crecimiento de la industria del calzado (Datamonitor, 2009).

Categoría	Participación (%)
Estados Unidos	72.7
Brazil	11.6
Canada	5.7
México	3.0
Resto de América	7.0
Total	100

En 2014, el mercado del calzado mexicano está previsto a alcanzar los \$ 3,114.3 millones (Tabla 3), un aumento del

19,5% desde el año 2009, que se considera un gran logro desde el punto de vista competitivo.

Tabla 3. Proyecciones (Datamonitor, 2009).

Año	\$ millones	MXN millones	€ millones	Crecimiento (%)
2009	2,607.0	35,240.0	1,874.8	3.9
2010	2,711.7	36,665.3	1,950.1	4.0
2011	2,821.5	38,139.8	2,029.1	4.0
2012	2,915.8	39,414.7	2,096.9	3.3
2013	3,020.4	40,829.3	2,172.2	3.6
2014	3,114.3	42,098.4	2,239.7	3.1
CAGR: 2009-14				3.6

VISIÓN GENERAL DE LA INDUSTRIA DEL CALZADO MUNDIAL

La industria mundial del calzado está dominado por China, con el 60.5 % de la

cuota mundial (tabla 4), seguido por India con un 10.4%, Brasil y Vietnam cada uno con un 3.8% y México en el octavo lugar con un 1.2 % de la participación del mercado mundial.

Tabla 4. Los 10 máximos productores de calzado (cantidad) 2011 (World Footwear, 2012).

País	Pares (millones)	Participación (%)
1 China	12 887	60.5
2 India	2 209	10.4
3 Brasil	819	3.8
4 Vietnam	804	3.8
5 Indonesia	700	3.3
6 Pakistán	298	1.4
7 Bangladesh	276	1.3
8 México	253	1.2
9 Tailandia	244	1.2
10 Italia	207	1.0

Bajo estos parámetros competitivos, podemos ver en la tabla 5, que China es el mayor consumidor de calzado, seguido de los Estados Unidos como el segundo mayor

consumidor del mercado de calzado, el cual esta relativamente más cerca de los países de América Latina.

Tabla 5. Los 10 máximos consumidores de calzado (cantidad) 2011 (World Footwear, 2012).

País	Pares (millones)	Participación (%)
1 China	2 761	15.9
2 EE. UU.	2 248	12.9
3 India	2 202	12.7
4 Brasil	740	4.3
5 Japón	697	4.0
6 Indonesia	526	3.0
7 Alemania	429	2.5
8 Francia	424	2.4
9 Reino Unido	372	2.1
10 Italia	336	1.9

En la Tabla 6 se puede observar que los EE.UU. es uno de los mayores importadores de calzado, con una participación total mundial de 22.4 %, importando 2,302 millones de pares, seguido de Japón con 619 millones de pares y Alemania con 593 millones de pares. En

estas circunstancias, según la teoría del lugar central desarrollada por Christaller (1933), se puede apreciar que Ciudad Juárez está posicionada estratégicamente cerca de los EE.UU., lo que da a esta ciudad una ventaja económica para el suministro de calzado.

Tabla 6. Los 10 máximos importadores de calzado (cantidad) 2011 (World Footwear, 2012).

País	Pares (millones)	Participación Mundial (%)
1 EE. UU.	2 302	22.4
2 Japón	619	6.0
3 Alemania	593	5.8
4 Francia	480	4.7
5 Reino Unido	455	4.4
6 Hong Kong	425	4.1
7 Italia	358	3.5
8 España	354	3.4
9 Rusia	256	2.5
10 Holanda	245	2.4

En la tabla 7 podemos ver que según el índice Herfindahl-Hirschman ($\Sigma = 3,814.19$) hay una alta concentración del

mercado que también significa un aumento del poder de mercado, que se concentra principalmente en China.

Tabla 7 – Los 10 máximos exportadores de calzado (cantidad) 2011 (World Footwear, 2012).

País	Pares (millones)	Participación Mundial (%)
1 China	10 170	73.1
2 Hong Kong	362	2.6
3 Vietnam	316	2.3
4 Italia	229	1.7
5 Belgica	207	1.5
6 Indonesia	206	1.5
7 Alemania	194	1.4
8 Holanda	143	1.0
9 Tailandia	141	1.0
10 España	130	0.9

Sin embargo, en la figura 2 podemos ver que el comercio mundial del calzado mantiene su fuerte tendencia al alza. Las exportaciones mundiales alcanzaron más de 100 billones de USD, un aumento de 15 billones de USD del año anterior, mientras que el número de pares exportados alcanza casi los 14 mil millones. De una forma acumulada, durante la última década, la cantidad exportada casi se duplicó con una subida del 143 % (World Footwear, 2012). Bajo estas circunstancias, podemos ver que el establecimiento o reposicionamiento de la industria del calzado en Ciudad Juárez tiene que tener bien definidas estrategias estructuradas, para obtener una ventaja competitiva y una participación en el mercado de EE.UU., mediante la introducción de estrategias de costos sabios y calzado vanguardista ya que los zapatos se fabrican cada vez más económicos y con una gama amplia de estilos disponibles.

EL PAPEL DE LOS EMPRESARIOS

El papel del emprendedor como desarrollador de negocios y toma riesgos, es muy útil para las agrupaciones industriales, como la industria del calzado que se pretende establecer en Ciudad Juárez Chihuahua, México. Empresarios visionarios son capaces de desarrollar nuevos proyectos empresariales, identificar y llenar posibles deficiencias de negocio, mediante el suministro de los insumos necesarios que requiere la industria del calzado. Cuando el tamaño de las deficiencias no son suficientes para atraer a una o más empresas o alentar a la empresa local a expandirse, los empresarios visionarios fomentan la actividad innovadora para llenar dichas deficiencias, también identifican aquellas industrias que existen en la región, pero están desconectadas, y construyen una fuerte relación fortaleciendo relaciones inter-

industriales entre los negocios creados y los ya existentes creando puentes entre las industrias desconectadas e implementando el sistema de sustitución de importaciones y las

nuevas tecnologías de administración mediante contratos innovadores para un suministro rápido y puntual de las mercancías .

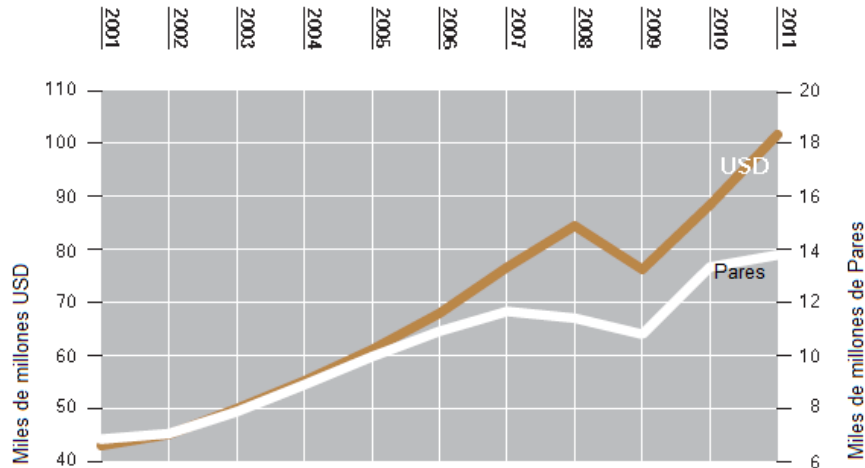


Fig. 2. Exportaciones de calzado mundiales 2001-2011 (World Footwear, 2012).

El papel del empresario en esta destrucción creativa como Schumpeter (1949) especificó, contribuye a una economía más estable, ampliando el conocimiento y la comprensión de la economía local entre los miembros de la comunidad, fomentando la formación de nuevas empresas y la expansión de las empresas existentes y la flexibilización de los sistemas de producción y el aumento de la noción entre las importaciones y las exportaciones. Los empresarios, ayudan a identificar agrupaciones e industrias a través de una estrategia de sustitución de importaciones, para ampliar el conocimiento y la comprensión de la economía local. En esta destrucción creativa (La Teoría del Desarrollo Económico) relaciones personales y de negocios son necesarias para mejorar la industria del calzado y para generar una relación estrecha y duradera entre los productores y los consumidores.

Los empresarios tienen más éxito cuando son capaces de construir redes fuertes (con el gobierno, la educación, la cámara de comercio, y organizaciones de desarrollo económico) entre las comunidades circundantes, mediante la participación de las organizaciones comunitarias en el creciente flujo de capital público y privado, personas y bienes, necesarios para mejorar las condiciones económicas y sociales como es el caso de Ciudad Juárez donde el establecimiento de una industria del calzado animará a los empresarios a llenar los vacíos industriales existentes.

PLAN ESTRATÉGICO PARA ESTABLECER LA INDUSTRIA DEL CALZADO EN CIUDAD JUÁREZ

Dada la anterior información estadística; en lo que respecta a la participación del mercado (Tabla 1) y las

proyecciones de la industria del calzado mexicano (Tabla 2). Se intenta construir un plan estratégico para transformar y revitalizar la economía de Ciudad Juárez, introduciendo estratégicamente los diferentes sectores que conformarán el grupo de fabricación de calzado mexicano en la ciudad (figura 3). En este esfuerzo de desarrollo económico no hay obras anteriores en México que podría mejorar la información en lo que se refiere a la reposición de una agrupación manufacturera de zapatos.

La intención es de generar la competitividad necesaria en la región Paso del Norte, Sonora, Coahuila y Nuevo León replicando la agrupación localizada en Leon, Guanajuato, Guadalajara, y México, junto con la creación de riqueza y empleos, la formación de los empleados y la formación de los empresarios como agentes de cambio económico para la Ciudad.

Existe conciencia de que los países asiáticos y europeos representan uno de los mayores retos en la industria del calzado; China actualmente domina la industria del calzado, ya que produce más de 4.5 mil millones de pares de zapatos al año y exporta más de 2.6 mil millones de pares a los EE.UU. Ciudad Juárez tiene que aprovechar la proximidad al mercado de los EE.UU. mediante el suministro de productos distintivos y aprovechar la experiencia de León, Guadalajara, Ciudad de México y el Estado de México; además de la proximidad con el mercado de EE.UU. y la capacidad de reaccionar a las ofertas y demandas del mercado, la capacidad para repetir pedidos con mayor rapidez. La figura 3 representa las industrias que contribuirían al agrupamiento de la industria del calzado en Ciudad Juárez.



Fig. 3. Mapa del agrupamiento de la industria del calzado en Ciudad Juárez (adaptación del autor).

Relaciones Institucionales para la industria del calzado
<ul style="list-style-type: none"> • Universidades y Colegios de Ciudad Juárez Chih., El Paso TX., Las Cruces NM
<ul style="list-style-type: none"> • Instituciones gubernamentales mexicanas
<ul style="list-style-type: none"> • Escuelas Técnicas de Ciudad Juárez Chih., El Paso TX., Las Cruces NM
<ul style="list-style-type: none"> • Organizaciones de comercio justo de zapatos de Ciudad Juárez
<ul style="list-style-type: none"> • Centros de Tecnología Privados de Ciudad Juárez Chih., El Paso TX., Las Cruces NM
<ul style="list-style-type: none"> • Centros Regionales de la Pequeña Empresa
<ul style="list-style-type: none"> • Asociaciones Profesionales Regionales de Negocios

Esta tarea llevará tiempo y múltiples cálculos financieros, cocientes de localización, análisis de la cuota de cambio y el impacto económico para cada uno de los componentes del agrupamiento de la industria del calzado. El desarrollo de cada agrupación industrial es único, sin embargo, es importante desarrollar una idea y un plan de lo que se necesita hacer, con el fin de promover el desarrollo económico en Ciudad Juárez. Además de los factores que intervienen y las características particulares de cada inversión que forman la industria del calzado, hay políticas que tendrán que clasificar (Feldman et al., 2005) y visualizar en la formación de esta agrupación de calzado. Otro factor importante a considerar en este proyecto es el sistema de educación que se ofrece en Juárez, así como para desenterrar toda la ventaja compuesta y los recursos existentes que la región puede ofrecer.

Para el desarrollo de este proyecto, es importante volver a conectar los inversores y las empresas (Cortese, 2011), y ofrecer la oportunidad de ampliar la capacidad financiera para los nuevos inversionistas ángeles, no sólo en la región Paso del Norte, sino también el resto de Nuevo México, Texas, y Chihuahua, como una nueva forma de invertir y aumentar la probabilidad de éxito en el agrupamiento de la industria de calzado en Ciudad Juárez.

Como la industria del calzado está en constante crecimiento, ya que los zapatos se fabrican más baratos con y una gama amplia de estilos disponibles en diferentes áreas, tenemos que definir políticas bien estructuradas para obtener una ventaja competitiva y una participación del mercado por nuevos métodos promocionales: medios sociales, videos, publicidad en Internet o por medios tradicionales como: la publicidad, las relaciones públicas, correo directo, telemarketing, ferias o seminarios,

estrategias de marketing en línea que nos proporcionará una refinada herramienta de mercadeo para competir en el mercado del calzado.

Al inicio del proyecto la industria del calzado podría abastecerse de piel de vaca del Estado de Sonora, Chihuahua y Coahuila, y se beneficiaría de todas las industrias circundantes que estén conectados entre sí. Un análisis financiero y económico completo de cada industria tendrá que ser formulado y la creación de un sistema de evaluación del rendimiento de sus estados financieros (balances, pago de impuestos, flujo de efectivo, entre otros) que nos ayudarán a la búsqueda de la mejor alternativa para financiar este proyecto de agrupación.

CONCLUSIONES Y TRABAJOS FUTUROS

El desarrollo de un nuevo proyecto consiste en el intercambio de diferentes disciplinas (que tienen que ser analizados en detalle) que nos ayudan a averiguar las ventajas económicas o desventajas de este tipo de proyecto. Pero lo mejor de todo es que nos ayude a buscar nuevas y mejores formas de promover el desarrollo económico y el progreso en la calidad de vida de las generaciones presentes y futuras, y fomentar la prosperidad sostenible de la región y las nuevas empresas que se podrían diseñar en el futuro.

REFERENCIAS

Brown, R. (2000). *Cluster Dynamics in Theory and Practice with Application to Scotland*. European Policies Research Centre University of Strathclyde, United Kingdom.

Cervera, L.E. (Coord.) (2005). *Diagnóstico geo-socioeconómico de Ciudad Juárez y su sociedad*.

El Colegio de la Frontera Norte Instituto Nacional de las Mujeres. En: http://cedoc.inmujeres.gob.mx/documentos_download/100882.pdf. Consultado Julio de 2013

Cortese, A. (2011) *Locavesting The Revolution in Local Investing and How to Profit From It*. Wiley & Sons Inc.

Christaller, W. (1933), *Central Places in Southern Germany*. Jena, Fischer.

Feldman, M., Francis, J., & Bercovitz, J. (2005). *Creating a cluster while building a firm: entrepreneurs and the formation of industrial clusters*. *Regional Studies*, 39(1), 129-141.

INEGI. (2010). *Censo General de Población y Vivienda, Instituto Nacional de Estadística y Geografía, México*. En: <http://www3.inegi.org.mx/sistemas/mexicocifras/default.aspx?src=487&e=8>. Consultado en Junio 2013.

Leamer, E. E., y Medberry, C. J. (1993). *US manufacturing and an emerging Mexico* (No. w4331). National Bureau of Economic Research.

Nadvi, K. (1995). *Industrial Clusters and Networks: Case Studies of SME Growth And Innovation*. UNIDO Small Enterprise médium Programme.

OECD. (2010). *The publication on Higher Education in Regional and City Development. The Paso Del Norte Region, Mexico and the United States*. En: <http://www.oecd.org/education/skills-beyond-school/45820961.pdf>. Consultado en Junio del 2013.

Olmedo, C. Tinajero, R. and Caire, M. E. (2008). *Ciudad Juárez Manufacturing and El Paso Industry Linkages*. IPED Technical Reports, UTEP, El Paso.

Plan Estratégico de Juárez. (2012). En: <http://www.planjuarez.org/>. Consultado en Julio del 2013.

Porter. M. E, (1998). *Cluster and The New Economics of Competition*. Harvard Business School.

Rabellotti, R. (1999). *Recovery of a Mexican cluster: devaluation bonanza or collective efficiency?* World Development, 27(9), 1571-1585.

Reich, R. B. (1991). *The Work of Nations. Preparing Ourselves for 21st Century Capitalism.* Alfred A. Knopf, Inc.

RSC (Regional Stakeholders Committee). (2009). *The Paso del Norte Region, US-Mexico: Self-Evaluation Report.* OECD Reviews of Higher Education in Regional and City Development, IMHE. www.oecd.org/dataoecd/48/2/44210876.pdf

Schumpeter, J. A. (1949). *The Theory of Economic Development; An Inquire into Profits, Capital, Credit, Interest, and the Business Cycle.* Harvard University Press.

Szirmai, A. (2009). *Is Manufacturing Still the Main Engine of Growth in Developing Countries?* WIDER Angle newsletter, United Nations University, World Institute for Development Economics Research.

Sutaria, V., & Hicks, D. A. (2004). *New firm formation: Dynamics and determinants.* The Annals of Regional Science, 38(2), 241-262.

World Footwear. (2012). *World Footwear 2012 Yearbook.* En: <http://www.worldfootwear.com/docs/2012/2012WorldFootwearYearbook.pdf>. Consultado en Agosto 2013.

¿Por qué es importante la salud ambiental?

Edna Rico-Escobar, Guillermina Martínez Moreno, Virginia Estebané Ortega

Universidad Autónoma de Ciudad Juárez

RESUMEN

La contaminación ambiental es algo que siempre ha existido, va de la mano con las actividades del hombre. En los últimos años ha cobrado una gran importancia, cada día hay más pruebas de los efectos adversos sobre la salud, en donde existen muchas sustancias en el ambiente que pueden afectar o tener un impacto en la salud, como son la contaminación del aire dentro de los hogares, contaminación del suelo por plomo y el uso de plaguicidas. Estos tres casos son pruebas de que la contaminación ambiental impacta directamente en la salud de adultos y niños.

Palabras clave: Salud ambiental, contaminación.

¿QUÉ ES LA SALUD AMBIENTAL?

De acuerdo a la Organización Mundial de Salud (OMS) se entiende como salud ambiental "... todo aquello que esté relacionada con los factores físicos, químicos y biológicos externos de una persona. Es decir, que engloba factores ambientales que podrían incidir en la salud y se basa en la prevención de las enfermedades y en la creación de ambientes propicios para la salud..." (OMS, 2009).

Un año después la OMS, emite en su reporte los siguientes: "... Si el medio ambiente fuera más saludable, cada año se podrían evitar hasta 13 millones de defunciones..." (OMS, 2010).

¿PORQUE DEBEMOS SABER Y COMPARTIR EL CONOCIMIENTO DE LA SALUD AMBIENTAL?

La importancia de la evaluación de la salud ambiental, debe de tomarse seriamente, ya que de acuerdo a la

Organización Mundial de Salud en su reporte del 2013 da a conocer que la tercera parte de las enfermedades tienen su origen en la contaminación ambiental. Las enfermedades que tengan su origen y consecuencias en la salud necesitan identificarse y reconocerse como verdaderos problemas de salud ambiental por el personal de salud y profesionistas que estén relacionados en estas áreas (OMS, 2013).

La OMS a lo largo de muchos años, nos refiere diferentes problemas de salud ambiental en el que los estudiosos del ambiente, así como los equipos de salud conformados por médicos, enfermeras, nutriólogos, trabajadores sociales, etc. deben tener en consideración las diferentes sustancias en el ambiente que pudieran afectar o tener un impacto en la salud, como son la contaminación del aire dentro de los hogares, plomo en suelo contaminado y el uso de plaguicidas, así como sus diferentes consecuencias en la salud respiratoria infantil y problemas crónicas en los adultos.

CONTAMINACIÓN DEL AIRE DENTRO DE LOS HOGARES

Ya se observa en los niños que al estar poco ventilado los hogares donde el humo generado por estufas y hornos tradicionales ha ido ocasionando alteraciones respiratorias.

El riesgo de salud global se le ha asociado a la mortalidad y la carga de enfermedad que se asocia o atribuye al aire contaminado dentro de los hogares como responsable del 2.7 % de la carga de enfermedad global (WHO, 2013).

Entendamos que de acuerdo a la salud ambiental el riesgo se establece como “la probabilidad de un efecto y respuesta a la exposición de xenobióticos (sustancias externas al organismo)”, (Ilizaliturri C. y colaboradores, 2009).

Se calcula que a nivel mundial, cada año aproximadamente 670.000.000 niños sufren de infecciones respiratorias agudas y a menudo hay una relación causal entre la mala calidad del ambiente y la salud respiratoria, (WHO, 2013).

En el año 2000 el humo de combustible sólido en los hogares se encontraba entre los 17 principales factores de riesgo medida en porcentaje del total de años de vida sana perdidos en el mundo, de acuerdo a la OMS (2005) presentados por Smith, Rogers y Cowin. En su reporte aclaran que el daño causado por los humos puede incluir el que se origina por la leña, carbón vegetal, carbón de hulla y combustible de la biomasa, en donde se han observado que el efecto en la salud por el uso de ellos, provoca en los niños infecciones agudas de vías respiratorias inferiores.

En cambio en mujeres adultas expuestas al humo por varias horas al día se observó enfermedad pulmonar obstructiva crónica, que incluyen bronquitis crónica y enfisema.

Agregado a lo anterior, el Centro Internacional de Investigación sobre el Cáncer en el 2006 clasificó el humo de combustible de la biomasa en los hogares como probable carcinógeno humano, al igual que el humo originado por el carbón de hulla es catalogado como carcinógeno humano, (Straif, 2006)

Es importante enfatizar que alrededor de la cuarta parte de la población mexicana, aproximadamente unos 28 millones de habitantes, cocinan con leña, Sin embargo, el humo de la leña contiene diversas sustancias tóxicas, entre ellas el monóxido de carbono (CO) cuyo impacto en la salud de la población rural debe ser investigado, ya que en estudios realizados por Herrera-Portugal Crispín y colaboradores, 2009, concluyeron que al existir una fuerte exposición a monóxido de carbono y otras sustancias tóxicas puede tener un efecto dañino genotóxico en las mujeres que utilizan la leña.

En el 2012 un grupo de investigadores del Instituto Nacional de Enfermedades Respiratorias Ismael Cosío Villegas, publicaron los resultados de un estudio en el que buscaron identificar los factores de riesgo respiratorios en pacientes que no fueran fumadores, que estaban hospitalizados, con cáncer pulmonar, los cuales tenían un diagnóstico histopatológico de cáncer pulmonar, con alta prevalencia de exposición al humo de leña. El estudio

concluyó la asociación al humo de leña como principal factor de riesgo de cáncer pulmonar, (García-Sancho et al., 2012).

Pero no solo existe este riesgo con el humo de leña, sino también se han evaluado la exposición a contaminantes generados por el gas natural, en California se realizó un estudio simulando la exposición encontrando dióxido de nitrógeno, monóxido de carbono y formaldehído, en aquellos hogares donde no se utilizaba extractor al cocinar y por lo tanto se presentaba un riesgo a la salud (Logue et al., 2013).

CONTAMINACIÓN DE SUELO POR PLOMO

Otro tema importante a mencionar es la exposición a los metales pesados, en el que existe el riesgo de salud en diferentes sitios contaminados en el país, como en el caso de la investigación efectuada por Flores-Ramírez et al. (2012), en el que el objetivo del estudio fue determinar el grado de exposición infantil al plomo en varios sitios contaminados por plomo, donde se encontró que los valores de este metal rebasaba los límites establecidos por la norma de 400 mg/kg para suelos residenciales, los sitios están localizados donde estuvo la metalurgia de Ávalos, Chihuahua, la de Morales en San Luis Potosí, una zona alfarera en La Trinidad, Tlaxcala y un sitio minero en Cedral en San Luis Potosí.

En diversos estudios se ha observado la asociación del plomo a diferentes efectos en la salud como manifestaciones clínicas: en el sistema cardiovascular aumentando el riesgo de desarrollar hipertensión arterial; en el sistema gastrointestinal en los niños su

manifestación son cólicos; en el sistema hematológico en los niños se podría presentar anemia; en algunos casos en el sistema renal se ha observado el aumento de la creatinina; en el sistema neurológico en los niños se ha observado disminución del puntaje en pruebas de evaluación del índice de coeficiente intelectual, así como también las habilidades de lectura y aritmética. (US. Department of Health and Human Services, 2007).

USO DE PLAGUICIDAS

Un tercer tema y considerado también un problema de salud pública es la exposición a los plaguicidas, el uso de éstos no es solo de México, se usa internacionalmente y desafortunadamente el mal uso, en mezclas y exceso de ellos ha causado un daño en la salud y problemas en el ambiente en algunas partes del mundo. Claro que no debemos dejar de mencionar que también han brindado beneficios a la humanidad protegiendo los granos, alimentos y salvando vidas de enfermedades, pero la falta de supervisión en el uso de ellos y en el manejo a llevado a estos químicos a tener un impacto en el ambiente y en la salud de los que lo usan, así como también la población es afectada posteriormente como consecuencias de la exposición de los plaguicidas en los ríos, suelo y alimentos. Estas sustancias se tiene referencia del uso de ellos desde el año 155 AC en los papiros de Ebers se hacía mención de sustancias que se utilizaban para alejar alimañas fuera del hogar, posteriormente 800 AC nuevamente se mencionan estos materiales usados como insecticidas. En el siglo 19, como un segundo período del uso de ellos, se presenta el desarrollo de componentes de hidrocarburos, azufre y también el uso de

algunos agentes biológicos. Talio, zinc, cobre, arsénico plomo y mercurio fueron utilizados ampliamente a principios del siglo 20 (Albert, 1997; Albert, 2004).

Un tercer período considerado como la “era de los productos sintéticos” empezó en Estados Unidos de Norteamérica aproximadamente en 1920, muchos de los productos que conocemos actualmente empezaron su desarrollo en los años de 1930 a 1950. Una historia del uso de plaguicidas es la siguiente: en 1927 se inició el uso del arsenato de sodio y se utilizaron mezclas de dicloroetileno y tetracloruro de carbono. En 1928 se introdujo el uso de óxido de etileno, para 1929 los pftalatos se empezaron utilizar como repelentes, el tiocianato se inicio como un insecticida de contacto. En 1930 los aeroplanos se utilizaron por primera vez como una herramienta de aplicación de insecticidas y posteriormente apareció en el mercado el uso de fluosilicato. Para 1939 entró en actividad el diclorodifeniltricloroetano mejor conocido como DDT, éste fue muy utilizado durante la Segunda Guerra Mundial para combatir pulgas y piojos, posteriormente fue muy utilizado para combatir la tifo y la malaria. Ya en 1942 surgía otro compuesto conocido hexaclorociclohexano pero su gamma isómero (γ -HCH, lindano) junto con el DT sería los dos agentes clave y de mayor uso en la agricultura, en la sanitación de los hogares, almacenes, fábricas, etc. (Haye.W., 1991; Amdur et al., 1991; Matsumura, 1975).

El grupo de los organofosforado tienen su aparición alrededor de 1945 y es considerado altamente neurotóxico, varios de éstos fueron desarrollados y utilizados como armas bélicas durante la Segunda

Guerra Mundial por los alemanes, ejemplos de ellos son el sarín, tabún y soman.

Después de la guerra los científicos trataron de sintetizar insecticidas menos tóxicos como el paratión, malatión, posteriormente para 1946 empezó a presentarse reporte de resistencia de algunos insectos al DDT y tratando de minimizar esta resistencia se fueron creando otros insecticidas, provocando que poco a poco se afectase el ambiente y la salud, (Haye, 1991; Walker, 1996; Matsumura, 1975; Catálogo Oficial de Plaguicidas, 1998; Albert, 2004).

Para 1947 se descubren los carbamatos (se dan a conocer al mundo en el año 1958) siendo los primeros el carbaryl y el pirimicarb, ya en los años 40's se estaban sintetizando los piretroides (aletrina, permetrina, cipermetrina), (Matsumura F., 1975; Lawrys Masson, 1994)

En 1962 Raquel Carson daba a conocer a través de su libro la “Primavera Silenciosa” (Silent Spring). Que ciertos químicos estaban contaminando a los seres vivos y el ambiente, en él daba a conocer una situación alarmante en el que su principal blanco se estaba manifestando en las aves y animales silvestres, de modo que su publicación es considerada como” La primera declaración pública de que los plaguicidas estaban causando daño al ambiente....” (Carson, 2002; Carson, 2009; Garza V. 2009; Colborn T. 2010).

Por lo tanto y como consecuencia de todas las sustancias que se mencionaron anteriormente la situación hasta nuestros días ha sido un constante y diario atentado del hombre en contra de sí mismo, es preocupante porque al contaminarse el agua, aire, suelo nos afectamos todos y

dañamos de una manera directa e indirecta el futuro de las nuevas generaciones. Pero la situación es aún más grave que, ¿saben los equipos de salud y los estudiosos del ambiente las manifestaciones crónicas en los niños y en los productos que aún están en desarrollo? no nos referimos a una intoxicación aguda, sino al daño sutil y silencioso de años de exposición a través, del agua, aire, alimentos contaminados.

Se ha mencionado el caso de tres situaciones de exposición que están asociados de causar un daño a la salud, pero es muy importante que se tenga en mente que en la mayoría de los estudios de evaluación de salud ambiental, de toxicología y el estudio de los xenobióticos es en forma individual, por lo que es muy raro encontrar a los contaminantes aislados, solos, generalmente son mezclas de ellos y por lo tanto los niños, jóvenes y adultos son expuestos a un sin número de químicos.

REFERENCIAS

Albert, L.A. (1997). *Introducción a la Toxicología Ambiental*. Editora. OMS; OPS; ECO, Metepec, Edo. De México.

Albert, L.A. (ed.) (2004). *Toxicología Ambiental*. Universidad Autónoma de Ciudad Juárez.

Amdur, M.O, Doull, J. & Klaassen, C.D. (1991). *Casarett and Doull's toxicology: the basic science of poisons*. MacMillan, New York.

Carson, R. (2002). *Silent Spring*. Mariner Books. Copyright 1962, First Mariner books edition.

Carson, R. (2009). *La escritura de lo ambiental*. Victoriano Garza Almanza. CULCyT Año 6, No. 33-34.

Catálogo Oficial de Plaguicidas. (1998, julio). "Comisión Intersecretarial para el Control del Proceso y uso de Plaguicidas, Fertilizantes y Sustancias Tóxicas". CICOPLAFEST.

Colborn, T. Dumanoski, D. y Myers, P. (1996). *Our Stolen Future*, New York: Penguin Books.

Flores-Ramírez R. Rico-Escobar, E. Nuñez-Monreal, J.E. García-Nieto, E. Carrizales, L. Ilizaliturri-Hernández, C. Díaz-Barriga, F. (2012). *Exposición infantil al plomo en sitios contaminados*. Salud Pública de México/ vol.54, no. 4, julio-agosto de 2012.

García-Sancho C. Fernández-Plata, R. Rivera-de la Garza, M.S. Mora-Pizano, M. de A. Martínez-Briseño, D. Franco-Marina, F. y Pérez-Padilla, J.R. (2012). *Humo de leña como factor de riesgo de cáncer pulmonar en población hospitalizada no fumadora*. Neumol Cir Tórx. 71(4): 325-332.

Hayes, W.J. & Laws, E.R. (1991). *Handbook of pesticide toxicology*.

Herrera-Portugal, C. Franco-Sánchez, G. Pelayes-Cruz, M. Schlottfeldt-Trujillo, Y. & Pérez-Solís, B.L. (2009). *Daño al ADN en mujeres expuestas al humo de la leña en Chiapas, México*. Acta toxicológica argentina, 17(2), 56-61.

Ilizaliturri C.A. González-Mille, D. Pelallo, N.A. Domínguez, G. Mejía-Saavedra, J. Torres-Dosal, A. ... y Espinosa-Reyes, G. (2009). *Revisión de las metodologías sobre evaluación de riesgos en salud para el estudio de comunidades vulnerables en América Latina*. Interciencia: Revista de ciencia y tecnología de América, 34(10), 710-718.

Logue, J.M. Klepeis, N.E. Lobscheid, A.B. & Singer, B.C. (2013). *Pollutant exposures from natural gas cooking burners: a simulation-based assessment for Southern California*. Environ Health Perspect, 122(1), 43-50.

Matsumura F. (1975). *Toxicology of Insecticides*. University of Wisconsin at Madison. Department of Entomology. Plenum Press. N. York & London.

OMS. (2005). Organización Mundial de Salud.

OMS. (2009). Organización Mundial de Salud.

OMS. (2010). Organización mundial de Salud.

OMS. (2013). Organización Mundial de Salud.

Straif, K. (2006). IARC Monographs. Centro Internacional de Investigación sobre el Cáncer (IARC).

US. Department of Health and Human Services. (2007). Public Health Service. Agency for

Toxic Substances and Disease Registry (ATSDR), Toxicological Profile for Lead. August, 2007.

WHO. (2013). World Health Organization.