

# CULCyT

Cultura Científica y Tecnológica

Enero-Abril. 2014. Año 11, N° 52: Especial No 1.

**ISSN: 2007 – 0411**

## DIRECTORIO

### CARTA DEL EDITOR

#### 3 [Presentación](#)

### TECNOLOGÍA

#### 4 [Interface para retroalimentación con sistema de visión para un proyecto dentro de fábrica virtual](#)

IA Contreras Vázquez, N Ramírez Morales, LR Vidal Portilla, G Sandoval Montes

#### 16 [Rehabilitación y operación de la planta tratadora de aguas residuales de Nuevo Casas Grandes Chihuahua](#)

Z Carlo Rojas, MC Chavarría Gaytán

### BIOINGENIERÍA

#### 32 [Las competencias del diseñador industrial en la industria médica](#)

LE Macías Martín, FA Bribiescas Silva, HS Lee Kim, J Barojas Weber, R Ramírez Martínez

#### 52 [Las competencias del ingeniero biomédico para el desarrollo de instrumental médico](#)

FA Bribiescas Silva, LE Macías Martín, HS Lee Kim, J Barojas Weber, R Ramírez Martínez

### MATERIALES

#### 62 [Velocidad de corrosión en el sistema acero-concreto: enfoque al método de curado](#)

AL Estrada Gutiérrez, AL López León, MC Chavarría Gaytán, Z Carlo Rojas

## EDUCACIÓN

- 70 **Un estudio de las funciones y su variación a través del lenguaje gráfico**  
HC Chavira, JdeD Viramontes, N Nieto, F López Hernández

## ÉTICA

- 81 **Ética médica enfocada hacia la relación del Médico Veterinario Zootecnista y el laboratorio de patología clínica veterinaria**  
VM Alonso Mendoza, M de la S Loya Salas

## POLÍTICAS PÚBLICAS

- 85 **Las tecnologías de la información y la comunicación en educación en América Latina: una política educativa**  
M de la S Loya Salas

## MATEMÁTICAS

- 93 **Elementos básicos de matemáticas en la cinemática inversa**  
O Guerrero Miramontes, S Flores García MD. González Quezada, J Luna González, JE Chávez Pierce, LL Alfaro Avena

## CIENCIAS SOCIALES

- 100 **Diagnóstico y Monitoreo de las Condiciones de vida de los niños y niñas de 0 a 4 años en Juárez, Chihuahua**  
G Martínez Canizales, L Almada Mireles, I Guillermo Reyes

# Carta del Editor

*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), nos brinda en esta ocasión artículos en áreas tan diversas como: tecnología, bioingeniería, materiales, educación, ética, políticas públicas, matemáticas y ciencias sociales.*

*Esperando que sean de su agrado.*

**Dr. Jaime Romero González**

Editor Invitado y  
Responsable del presente número.

---

---

## Interface para retroalimentación con sistema de visión para un proyecto dentro de fábrica virtual

Inti Arturo Contreras Vázquez, Néstor Ramírez Morales, Luis Ricardo Vidal Portilla, Gerardo Sandoval Montes

Departamento de Ingeniería Industrial y Manufactura, Instituto de Ingeniería y Tecnología de la Universidad Autónoma de Ciudad Juárez

### RESUMEN

Este artículo se basa en el desarrollo de un Proyecto llamado Fábrica Virtual (FV), y que es un proyecto de colaboración entre la Escuela de Ingeniería de Milwaukee, la Universidad Anáhuac Campus Estado de México, la Universidad Autónoma de Ciudad Juárez y la empresa FESTO. En el documento se explica la forma en que los procesos de producción automatizados y sus máquinas pueden ser operados a distancia por personas con fines educativos o industriales. En concreto, se muestra la creación y desarrollo del programa para la mejora de las habilidades de los estudiantes y la aplicación de lenguajes de programación como C++ y Visual Basic 6 con el propósito de monitoreo y procesamiento de las imágenes tomadas por una cámara web montada en un brazo robótico y por medio de una red Ethernet con protocolo de comunicación TCP y la transferencia de datos con un archivo txt mediador; Esta aplicación se utilizó para un juego de ajedrez entre jugadores situados en lugares distantes.

**Palabras clave:** Melfa Basic IV, Fabrica Virtual, Cosimir Control, Cosimir Professional.

### INTRODUCCIÓN

Este artículo está basado en un proyecto llamado Fábrica Virtual (FV), esta es una asociación la cual interactúa con las Universidades de Wisconsin (Milwaukee), la Universidad Anáhuac campus Estado de México, la compañía FESTO y la Universidad Autónoma de Ciudad Juárez (UACJ). El esquema de la fábrica virtual se muestra en la figura 1.

Esta asociación tiene como meta el seguimiento o monitoreo de procesos de producción y la creación de programas.

El objetivo es mejorar la capacidad de aprendizaje del estudiante en el aspecto industrial, y así generar una expectativa mayor al salir al ambiente real. La FV tiene algunos proyectos para la realización de este tipo de aprendizajes como lo son:

- Juegos
- Capacitación a alumnos con demostraciones prácticas
- Fabricación de nuevas piezas por medio del ensamblado
- Simulación de procesos industriales
- Modelación de sistemas en 3D

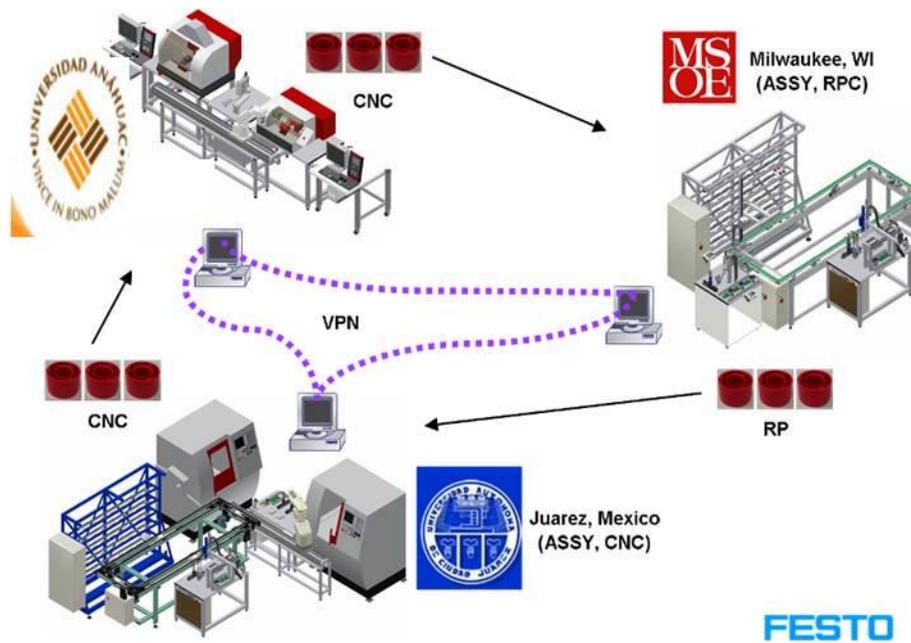


Fig. 1. Fabrica Virtual.

Dado que las tecnologías de las diferentes universidades son similares se logró desarrollar un proyecto que lleva por título “programación de un robot rv-2a para mover piezas de ajedrez con movimientos válidos de acuerdo al reglamento de ajedrez” (Mejía, 2008), el cual como su nombre lo indica logró programar el robot MITSUBISHI RV-2A para su uso en una partida de ajedrez.

El proyecto consta de un brazo robótico capaz de moverse en 6 diferentes grados de libertad mas un eje lineal con el cual se desplaza sobre toda la celda de manufactura. Su capacidad de carga es de 2kg, y puede tomar piezas de hasta 4.52 pulgadas y para ello emplea una pinza llamada “gripper”. Para este proyecto se creó un “gripper” especial para tener un mejor manejo de las piezas de ajedrez.

Para la realización de los proyectos antes mencionados la Universidad Autónoma de Ciudad Juárez cuenta con tecnología sofisticada y precisa, la cual también es capaz de guiar al estudiante en su proceso de aprendizaje ayudándolo así a la interacción con la celda de manufactura y todos sus dispositivos, la tecnología de la UACJ consta de:

- ✓ Softwares COSIMIR
  - COSIMIR® Professional
  - COSIMIR® Control
- ✓ Sistemas de producción modular (MPS) de FESTO
  - MPS Sorting (estación de clasificación)
  - MPS Processing (estación de procesamiento)

- MPS Handling (estación de manipulación)
- ✓ Sistema iCIM3000 de FESTO:
  - Modulo de visión iCIM AS/RS
    - Robot Mitsubishi Melfa RV-2AJ
    - Cámara
  - Modulo banda transportadora
    - Motores
    - Stoppers (pistones)
  - Robot Mitsubishi Melfa RV-2A
  - Fresadora CNC
  - Torno CNC
  - Estación AS-RS

Toda la celda de manufactura esta equipada con los programas antes mencionados para su eficaz interacción con cada uno de los dispositivos de la celda.

## METODOLOGÍA

En este apartado se describirán las metodologías utilizadas en el diseño, manufactura y ensamblaje de la estructura que sostendrá la cámara a utilizar en este proyecto, así como la modelación de el robot Mitsubishi dentro del software COSIMIR® Professional para evitar algún tipo de colisión. Además de la descripción del algoritmo comparativo en lenguaje C#, para luego ser acoplado al programa trabajado en Visual Basic y así generar la retroalimentación.

### Método

En la figura 2 se desglosa por pasos la metodología que se implementó para la realización de este proyecto se pretende iniciar con un análisis para el diseño de la estructura, después continuar con el trabajo

de fabricación de las piezas para luego ser ensambladas. El ensamble se dividió en dos partes, una es el *perfil-plataforma* (estructura) y la otra la es la *cámara-plataforma*.

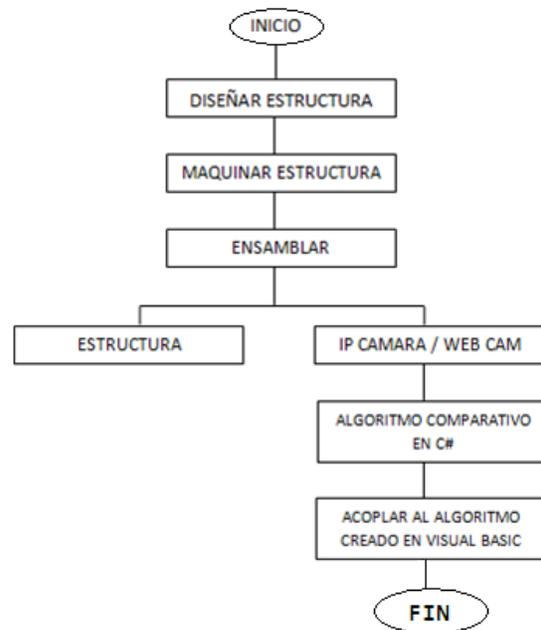


Fig. 2. Método de desarrollo

En el siguiente paso es donde se encuentra toda la información acerca de los algoritmos de comparación, algoritmo para manipular el video y los algoritmos de acoplamiento a Visual Basic.

En las siguientes secciones se analizara a fondo el diseño, el maquinado y el ensamblado descrito previamente.

### Diseño de la estructura

Como se mencionó anteriormente se necesita construir una estructura de algún material resistente y fuerte, ya que esta estructura se busca que sea ajustable.

Esta característica es el principal argumento que se tomo en cuenta para el diseño de la estructura, por que al tratarse de un sistema de visión requeríamos de la mejor perspectiva para así eliminar agentes externos a la imagen.

Se realizó un análisis que nos llevo a realizar diseños usando un software de diseño para el ajuste de las dimensiones dentro de la celda de trabajo. Desde la altura del perfil, hasta la distancia desde la base del perfil hasta el eje lineal del robot manipulador.

Se podría realizar una modelación dentro del software COSIMIR® Profesional para evitar algún tipo de colisión de los movimientos del robot con la estructura de la cámara.

#### *Maquinado de la estructura*

Para el maquinado de estas piezas se hizo uso de la maquinaria que esta dentro del laboratorio de manufactura dentro de la institución, y se hicieron uso de broca, machuelo y sierra eléctrica.

Se decidió por aluminio extruido como el material principal ya que tiene unos especies de canales que puede ser perfectamente utilizados como los “rieles de ajuste” para que la altura donde se ubicara la cámara sea ajustable. Fue cortado a la medida requerida por medio de la sierra eléctrica y se removió todas las rebabas fundidas quedando listo para su ensamble con la mesa de trabajo.

#### *Ensamblaje de la estructura*

Para el ensamble de la estructura se dividió en tres partes, la sujeción del perfil con la plataforma, el acople del perfil con la

mesa de trabajo y para finalizar el enlace de la cámara con la plataforma. A continuación se detalla la manera en que se ensamblaran las partes de este proyecto.

Para sujetar la plataforma al perfil se perforo el acrílico utilizando una broca y una velocidad considerada para no quebrar el material, se utilizo un machuelo para hacer el roscado en el aluminio y poder sujetar la plataforma de acrílico con un tornillo, teniendo la estructura completa se buscara la mejor opción para la localización de la cámara.

Para la sujeción del perfil con la mesa de trabajo se utilizara un par de “eles” que sujetaran provisionalmente al poste contra la mesa por medio de tornillería estandarizada, ya que no puede ser una estructura permanente por tratarse de un espacio educativo.

Para la colocación de la cámara se utilizo acrílico, se corto un pedazo considerable para utilizarlo como plataforma ubicando la cámara por encima de ella y utilizando un tornillo para la sujeción.

Así como la cámara, el poste (aluminio extruido) y la plataforma (acrílico) serán ajustables, es decir, que se podrá modificar su altura, su longitud, el zoom y la angularidad en la imagen de la cámara.

#### ***Herramientas***

En esta etapa del documento se describe las herramientas de programación utilizadas en el presente proyecto, es decir, software utilizados, algoritmos creados y código fuente desarrollado.

### *Algoritmo creado en C# utilizando Visual Studio*

Después de haber analizado las opciones de software y lenguajes de programación, se llegó a la conclusión de que se trabajaría dentro de un ambiente de programación llamado Visual Studio (VS) y después se analizó su acoplamiento al programa AJEDREZ creado en Visual Basic (VB).

Este software facilita el trabajo de manipulación de la cámara web por medio del lenguaje de programación C# creando una interfaz amigable para el usuario. Así como la facilidad para organizar cada uno de los elementos del proyecto.

Se dividió en tres partes, una es el código de visualización de la cámara y la segunda la del algoritmo de comparación de imágenes.

Se inició el trabajo construyendo el código que fuera capaz de manipular la cámara dentro de la interfaz para después iniciar con la captura de las imágenes. Así como un menú desplegable con todas las cámaras que estén conectadas a la computadora.

La segunda etapa fue la de crear un algoritmo que fuera capaz de analizar pixel por pixel de cada una de las imágenes, obteniendo los valores RGB de cada imagen y analizándolos en un rango de color preestablecido.

La tercera parte del proyecto es la de juntar ambos algoritmos en una sola interfaz y creando un ambiente amigable de uso para el usuario.

### *Acoplamiento en Visual Basic*

En la presente sección se describe la idea principal para el uso de la aplicación creada en C# y su acoplamiento en el programa de Visual Basic ya existente, utilizando un archivo .txt como un mediador entre ambos programas para su interacción.

Es decir, VB al correr su programa por medio del botón de “iniciar conexión” envía la señal hacia el archivo de texto leyendo la primer línea contenida en el, la cual será recibida por Visual Studio y será la señal que necesite el programa para correr el analizador de imágenes (algoritmo comparador) y tomar la primer imagen.

VS regresará la señal hacia el archivo de texto saltando a otra línea, y enviando hacia Visual Basic la acción tomada.

VB remitirá la segunda señal por medio del botón que envía la coordenada a donde se dirigirá el robot por la pieza, y la señal hacia el programa analizador será detectada de la misma manera anterior pasando por líneas escritas dentro del .txt.

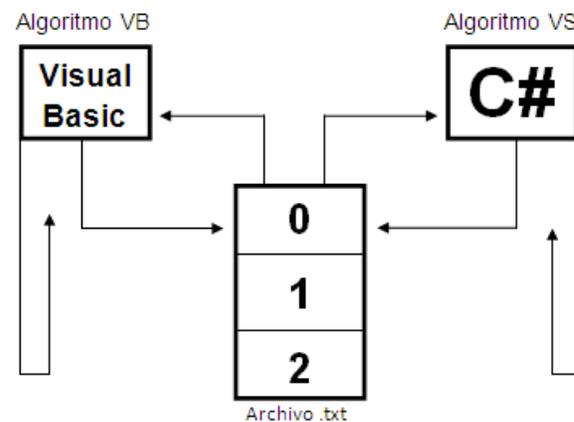


Fig. 3. Esquema de acoplamiento.

## **RESULTADOS**

A continuación se muestran los resultados obtenidos para este proyecto. Se

explican las modelaciones, las estrategias de maquinado y ensamble. Así como los resultados obtenidos en las imágenes comparadas del algoritmo creado.

### **Resultados del diseño de la estructura**

Como se mencionó anteriormente se requirió del diseño de una estructura metálica capaz de soportar una cámara, se inicio con el desarrollo de una modelación en un software para poder solucionar el primer problema, la ajustabilidad.

Se realizó un diseño que llevo a crear planos usando *Solid Works* para el ajuste de las dimensiones dentro de la celda de trabajo. Se diseño el perfil de aluminio, la plataforma de acrílico y la “ele” metálica para la sujeción.

En las figuras 4-7 se muestran los dibujos de las modelaciones:



Fig. 4. Plataforma.

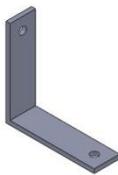


Fig. 5. “Ele”.



Fig. 6. Perfil (poste).



Fig. 7. Ensamble total

### **Resultados del maquinado de la estructura**

Para la fabricación de las piezas que se diseñaron anteriormente, se dispuso del laboratorio de manufactura de la institución. Se utilizaron 3 brocas, una para la perforación tipo “through all” en la plataforma para unirlo con el perfil y otra del mismo tipo para la unión con la cámara. La otra broca se utilizó en el perfil de aluminio perforándolo una pulgada hacia adentro en la superficie, así como la utilización del machuelo para poder sujetar la plataforma. Se utilizó pintura tipo spray para dar un mejor acabado a la plataforma y al perfil. En la fabricación de la “ele” solo se requirió la pintura negra para pintarlo ya que este ya existía con los parámetros que se requerían.

En las figuras 8-10 Aquí mostramos las imágenes del material fabricado:



Fig. 8. Plataforma.



Fig. 9. "Ele".



Fig. 10. Perfil soporte.

### ***Resultados del ensamble de la estructura***

Aquí se muestra el resultado de las anteriores secciones, es decir el ensamble total de los 3 elementos maquinados y diseñados con anterioridad. Todo el trabajo realizado esta descrito en su totalidad, por lo tanto a continuación se mostrara la imagen de la estructura en su posición dentro de la celda de manufactura

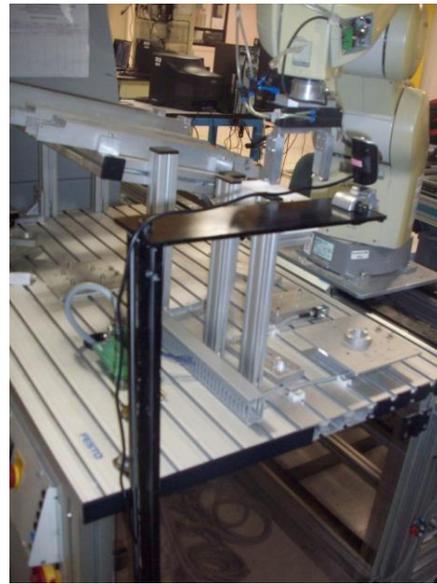


Fig. 11. Ensamble total.

### ***Resultados del algoritmo en C#***

En este punto se describe la aplicación grafica creada, así como su algoritmo para comparar las imágenes tomadas por la cámara.

Esta aplicación esta dividida en cuatro partes principales, la primera de ella es la pestaña de configuraciones, donde se creo un menú desplegable en el cual al abrirse la ventana muestra las cámaras que estén conectadas, siendo la que esta predeterminada en la computadora como la principal y la que se usará en la toma de las imágenes, la segunda parte de este proyecto

es la zona de acciones donde se puede observar un pequeño cuadro donde se carga el video que siendo mostrado por la cámara, en la tercer parte se encuentra la zona de las imágenes, es una parte donde se encuentran los frames que serán analizados para su evaluación, la cuarta y ultima parte es la zona donde se encuentra el status del juego es decir si se encuentra moviendo (el robot) o si ya regreso a su posición inicial. A continuación en la figura 12 se puede observar a detalle.



Fig. 12. Interfaz grafica del algoritmo de comparación.

Para inicializar con la aplicación se debe dar clic en el botón de Iniciar Conexión de la aplicación con el tablero de ajedrez simulado, esto abrirá en una ventana nueva la interfaz grafica con el algoritmo de comparaciones. Al abrirse esta ventana, la cámara que haya sido detectada como predeterminada será la que se cargue en el recuadro de acciones, ya que tardara unos dos segundos en abrir todo el lente de la cámara es por eso que se decidió que la primer imagen se capturara justo cuatro

segundos después de que se iniciara con la conexión al robot, para permitir a la cámara tomar la imagen inicial justo como tomara la segunda, esta imagen se quedara guardada durante todo el juego siendo la imagen referente para comparar. En la Figura 13 se observa la imagen y el video.

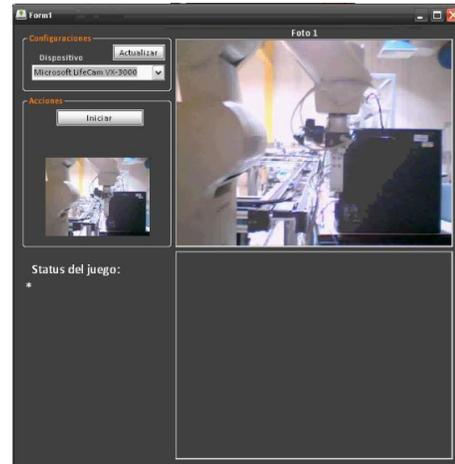


Fig. 13. Imagen uno tomada.

La segunda imagen se mostrara 4 segundos después de pulsar el botón Enviar, botón con el cual se envía la coordenada a donde se moverá el robot. Este tiempo fue decidido mediante el tiempo de respuesta del robot para “ir-venir” en un movimiento normal de pieza, el tiempo que tarda es de 6.67 segundos y para un movimiento en cual se come una pieza tarda alrededor de 14.87 segundos. Para este movimiento se presenta una variante ya que al enviar la coordenada el robot toma la pieza que se va a comer y la lleva la posición 65 para luego regresar a home, en esto tarda 7.10 segundos y dura en esta posición hasta el segundo 9.05, es decir, casi 2 segundos mas antes de salir a mover la pieza faltante, tardando así un total de 14.87 segundos. Por lo tanto el problema que se presento fue que la segunda imagen no debía tomarse durante los casi dos

segundos que el robot esta en home (entre 7.10 y 9.05), tomando en cuenta que al tomarse ambas imágenes el algoritmo de comparación tarda 2 segundos aproximadamente en deliberar si existe compatibilidad de patrones o no. A continuación se mostrara una tabla de las comparaciones con sus tiempos, así como un diagrama de flujo que se puede observar en la Figura 14.

Ejemplo:

Imagen	Segundos al que toma la imagen	Compatibilidad de patrones
Imagen 2.1	4 segundos	No existe compatibilidad +2 seg
Imagen 2.2	10 segundos	No existe compatibilidad +2 seg
Imagen 2.3	16 segundos	Existe compatibilidad

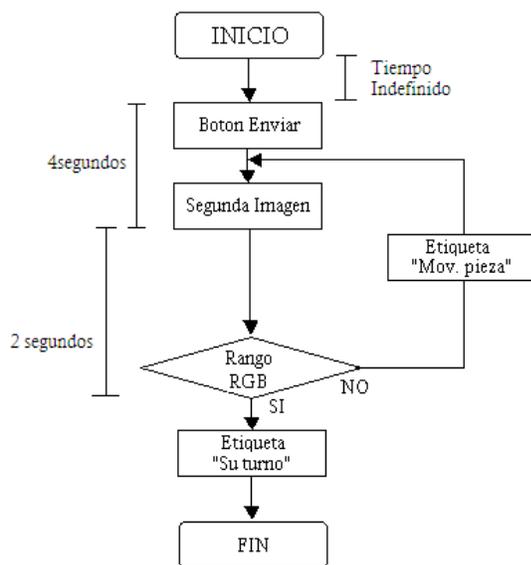


Fig. 14. Diagrama de flujo de tiempos de la segunda imagen.

Al tener ambas imágenes capturadas, como ya se menciono anteriormente el algoritmo tarda aprox. 2 segundos en exponer sus resultados, esto se debe a que todos los pixeles de ambas imágenes son

analizados, tomando en cuenta que cada pixel tiene tres valores que son rojo, verde y azul (RGB) y que van desde 0 a 255.

Al haber analizado cada imagen se obtiene el valor de los dos rojos y se compara con un rango de -80 a +80, si la diferencia de ambos valores no entra en ese rango de color nos envía un error que se va guardando en un contador y al momento de desbordar la cantidad de 2000 mil errores se envía la señal en forma de texto con la leyenda “Moviendo pieza” la cual seguirá mostrándose hasta que los errores sean menores a 2000 cambiando así la etiqueta a “Su turno”. Como se observa de color verde en la Figura 15.

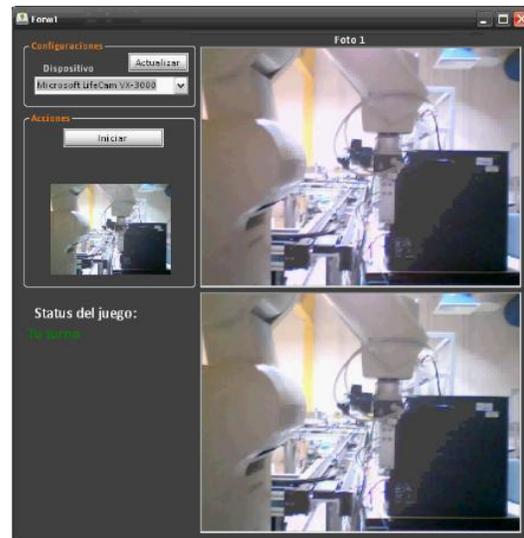


Fig. 15. Algoritmo en uso

### Resultados del algoritmo en C# acoplado a VB

En la figura 16 se muestra el diagrama de flujo, donde se describe ampliamente el método de acoplamiento y sus resultados, desde los tiempos de reacción hasta el seguimiento de cada aplicación sobre el archivo de texto. A

continuación se muestra la imagen y su descripción teórica.

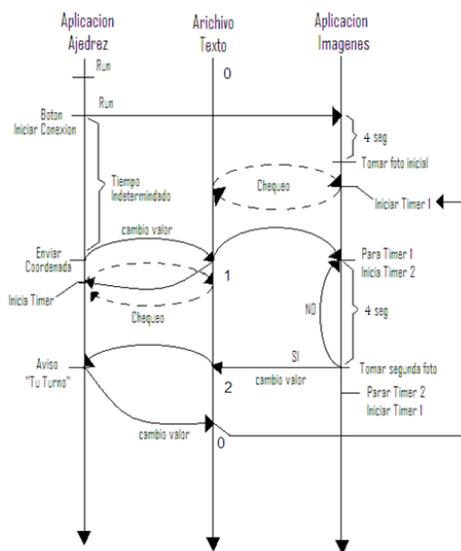


Fig. 16. Esquema de acoplamiento final a Visual Basic.

Para iniciar el proyecto se corre la aplicación con la interfaz de ajedrez, para correr la aplicación de la comparación de las imágenes se debe dar en el Botón Iniciar Conexión, situado en la parte superior del tablero de ajedrez representado con el número 1 en la figura 17. Seguido se debe de dar click en el botón comandos de inicio para verificar la conexión con el robot y sus valores de regreso. Al estar ya conectado se corre el programa comparativo, es decir, se muestra un preview del video en vivo. Dos segundos después se toma la primera imagen, la que será del robot posicionado en home.

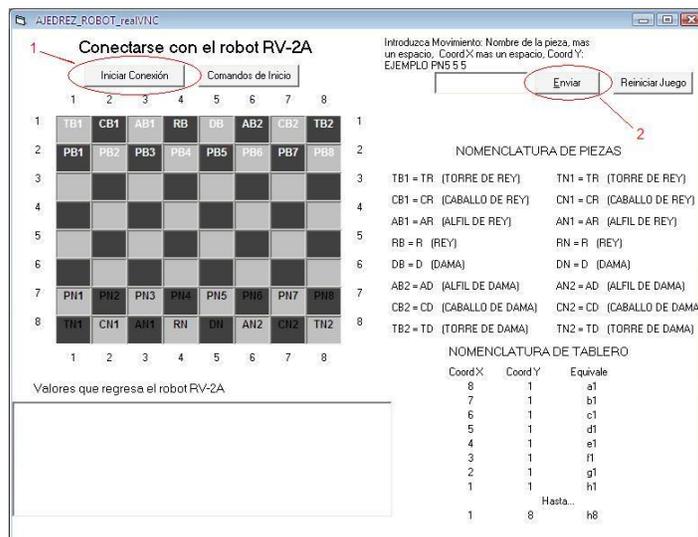


Fig. 17. Acoplamiento Gráfico.

Para continuar, se debe iniciar el juego y para ello se da una coordenada valida de juego de ajedrez dentro del cuadro de texto (ejemplo. PN5 5 5) y se da un click en el botón de enviar (desde la primer

imagen hasta la coordenada está determinado como un tiempo indefinido).

El archivo de texto se inicializa en 0, y al momento de enviar la coordenada valida, el programa lo reescribe y coloca un 1; como

ambos programas están realizando un chequeo simultaneo, el programa en C# lee el cambio de valor y realiza la acción, la cual es la toma de la imagen cada 4 segundos hasta encontrar una paridad casi total de los colores de los pixeles, al hacerlo

correctamente el archivo de texto vuelve a escribirse y cambia su valor a un 2, de lo contrario seguirá tomando frames cada 4 segundos hasta hacerlo encontrar la igualdad esperada.

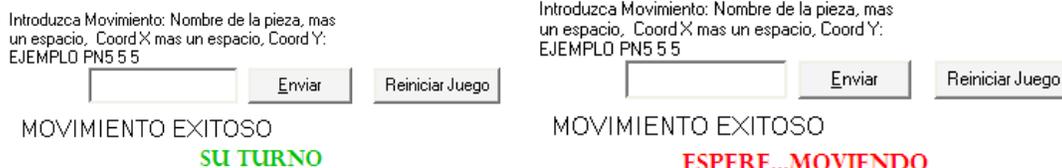


Fig. 18. Etiquetas de valores en forma de texto.

En la figura 18 se presentan las etiquetas que se muestran en la interfaz de ajedrez en forma de texto y como se puede observar mientras se siga tomando la segunda foto, en la interfaz del ajedrez aparece la etiqueta mostrando “Espere...Moviendo” sin poder realizar algún movimiento hasta no detectar al robot en home. Al cambiar el valor del archivo de texto a 2 el programa Ajedrez realiza su movimiento, el cual es cambiar el texto de la etiqueta a “Su turno”, con esto se puede volver a mover una pieza así como el valor del archivo vuelve a cambiar ahora a 0 iniciando el timer que corre el chequeo que se realiza continuamente.

El objetivo de este proyecto fue integrar un sistema de visión a una celda de manufactura, para uso exclusivo del brazo robótico en una partida de ajedrez.

## CONCLUSIONES Y TRABAJOS A FUTURO

En esta última etapa del artículo se describen los objetivos o metas que se lograron realizar y también las recomendaciones que se observan en este proyecto, es decir, los objetivos que no se alcanzaron a cubrir, o bien aquellas metas que se pueden mejorar o reemplazar.

Este proyecto se cumplió al 100% gracias a un algoritmo creado en C# y acoplado a Visual Basic, el algoritmo comparo las imágenes que se guardaban satisfactoriamente para luego retroalimentar sus resultados a manera de texto en la interfaz grafica del ajedrez.

Al igual, para contribuir con el algoritmo de comparación se creo una estructura capaz de ser manipulada en su toda extensión ya sea su eje “X” o su eje “Y”, es decir, se construyó ajustable a diferentes tipos de cámaras (ya que cámara tiene propiedades de imagen distintas).

Existen un buen número de trabajos a futuro en este proyecto, a manera de recomendación se puede iniciar con la parte de manufactura la cual no se entro en mucho detalle ya que se centro en el trabajo de programación y la estructura no tiene el suficiente trabajo.

Se podrían revisar los tiempos de los tiempos en la aplicación en C#, para hacerlo mas eficiente y preciso, para eso se tendría que hacer unas modificaciones en el código de Visual Basic (Ajedrez) asi como en C#.

Se podría añadir líneas de programación para la posibilidad de antes de iniciar el juego se elijan si se quiere jugar con piezas blancas o con piezas negras y así se puede controlar al jugador, permitiendo solo hacer un movimiento por turno.

## REFERENCIAS

Mejía, G. (2008). Programación de robot rv-2a para mover piezas de ajedrez con movimientos

válidos de acuerdo al reglamento de ajedrez. UACJ: Tesis, 2008

Ollero Baturone, A. (2008). ROBOTICA: manipuladores y robots móviles. Barcelona, Alfaomega.

Borger, A. (s.f.). Morfología del robot. En: [http://www.industria.uda.cl/Academicos/AlexanderBorger/Docts%20Docencia/Seminario%20de%20Aut/rabajos/2004/Rob%C3%B3tica/seminario%202004%20robotica/Seminario\\_Robotica/Documentos/MORFOLOG%C3%8DA%20DEL%20ROBOT.htm](http://www.industria.uda.cl/Academicos/AlexanderBorger/Docts%20Docencia/Seminario%20de%20Aut/rabajos/2004/Rob%C3%B3tica/seminario%202004%20robotica/Seminario_Robotica/Documentos/MORFOLOG%C3%8DA%20DEL%20ROBOT.htm)

Koningshartman. (s.f.). Short introduction into 3D Simulation and Offline Programming of robot-based workcells with COSIMIR®. <http://www.koningshartman.com/NR/rdonlyres/DD76487B-95F3-4F78-9458-68986040EE4D/0/COSIMIRGettingStartedE.pdf>

---

---

## Rehabilitación y operación de la planta tratadora de aguas residuales de Nuevo Casas Grandes Chihuahua

Zarhelia Carlo Rojas, María Concepción Chavarría Gaytán

Universidad Autónoma de Ciudad Juárez

### RESUMEN

La Unidad Multidisciplinaria de la UACJ en Nuevo Casas Grandes atiende a una población cercana a los 1500 alumnos y empleados. Por el aislamiento de la ubicación, necesita de una Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR) que posibilite la operación del campus. La PTAR existente ha requerido de varias adecuaciones a través del tiempo, presentando desde fallas de diseño hasta falta de seguimiento por personal capacitado y de un programa de análisis químico para verificar su eficacia. El proyecto de adecuación y operación de la PTAR por alumnos del campus busca tanto el adecuado funcionamiento de las instalaciones como el enriquecimiento de las prácticas formativas de alumnos de la carrera de Ingeniería en Agronegocios y otras, al integrar en prácticas, proyectos de servicio social y becas trabajo las diversas acciones requeridas en la PTAR. Este documento deja constancia de las acciones técnicas realizadas y de las acciones a favor de la formación de recursos humanos que han derivado de este proyecto. A la vez, se constituyen en el plan de acción a seguir en la operación de la PTAR. Se implementó la técnica de coliformes totales de acuerdo a NMX-AA-042-1987(adaptado), por el número más probable. Desde agosto 2011 a diciembre 2012, se siguió este parámetro, paralelo a mejoras instrumentales y se cumple con los límites citados. De forma adicional, se tuvieron que atender otros rubros prioritarios para el funcionamiento de la PTAR de orden mecánico y administrativo. Entre ellas se destacan el diagnóstico de fallas mecánicas y de la instalación de tuberías en bomba a jardines, posibilitar actividades de mantenimiento por medio de una bomba auxiliar, cuantificación de caudal tratado, caracterización y volumen de lodos generados, gestión apropiada de lodos, establecimiento de mantenimiento semestral. Verificación del funcionamiento de la bomba dosificadora de cloro y su calibración.

**Palabras clave:** Planta de Tratamiento de Aguas Residuales universitaria, Normas Oficiales, Prácticas docentes.

### INTRODUCCIÓN

El campus de la Unidad Multidisciplinaria de la UACJ en Nuevo Casas Grandes se ubica en terrenos cercanos a la población de Sección Hidalgo, aproximadamente a 2 kilómetros de los sitios habitados y de las redes de servicio.

Su ubicación más alta y aislamiento justificaron la instalación de una planta tratadora, diseñada e instalada por la empresa Teporaca. Se presentaron diversos problemas de desempeño, que derivaron en

periodos de funcionamiento y paro, con modificaciones sucesivas del sistema de tratamiento de la PTAR. Estos problemas incluyeron desde la adecuación del nivel del tanque de sedimentación hasta reconfiguración de los elementos unitarios del sistema de tratamiento (Norma Mexicana, 1987). Los muestreos realizados en 2010 demostraron que la PTAR tiene la capacidad de cumplir los parámetros de la normatividad aplicable a aguas de reuso con contacto indirecto (Norma Oficial Mexicana, 1997).

Como un sistema de servicio sanitario, es prioritario asegurar su funcionamiento continuo y perfeccionar su manejo, monitoreo de parámetros constante y cumplimiento ambiental.

La infraestructura de la Unidad Multidisciplinaria Nuevo Casas Grandes de la UACJ opera gracias al funcionamiento de la planta de tratamiento físico-químico a sus aguas residuales. Instalada desde 1996, la PTAR da servicio a una población creciente de más de 1500 estudiantes y empleados, por lo que se requiere no sólo eficacia en su funcionamiento actual, sino asegurar su vigencia en desempeño en el mediano plazo. Dentro de la materia de Agua y tratamientos residuales de la carrera de Ingeniería en Agronegocios, se inicia la búsqueda de antecedentes y el análisis de las condiciones de operación de la PTAR, con la intención de incorporar en lo posible algunas de las funciones y su monitoreo a las prácticas docentes de la materia, a la vez de contribuir a un mejor control de la actividad de la PTAR.

En el perfil de los estudiantes del área agropecuaria toma importancia el manejo responsable de los recursos, área en que el tratamiento de agua será un factor clave en su futuro desempeño profesional. La incorporación de los procesos de manejo de la PTAR a prácticas de docentes del campus proveerá de un conocimiento práctico invaluable a los futuros egresados. La determinación de los parámetros ambientales establecidos en la NOM-003-SEMARNAT-1997 implica muestreos y determinaciones químicas que pueden ser implementadas en el laboratorio de ciencias básicas del Campus Nuevo Casas Grandes. La realización de un sistema de monitoreo

incluyendo el muestreo y análisis ambiental en el laboratorio del Campus es factible y ampliamente provechoso para el desempeño de la PTAR. Este estudio trata de la rehabilitación y operación de la PTAR del campus Nuevo Casas Grandes por estudiantes del área agropecuaria e incorporación del monitoreo y análisis a prácticas docentes. Realizando un diagnóstico de las condiciones de operación actuales de la PTAR del campus Nuevo Casas Grandes de la UACJ y en su proyección a mediano plazo; optimizando el funcionamiento de la PTAR del campus Nuevo Casas Grandes y proveer un manual de operaciones comprensible a futuros estudiantes que realicen su servicio social en la PTAR; instrumentar los análisis ambientales requeridos por la NOM-003-SEMARNAT-1997 para el reuso de aguas tratadas en el laboratorio de ciencias básicas el campus; y establecer un sistema de monitoreo y control de los parámetros regulados por Normas Oficiales Mexicanas y Normas Mexicanas que aseguren el cumplimiento de la calidad de las aguas tratadas en el campus Nuevo Casas Grandes.

## **METODOLOGÍA**

Debido a la diversidad de patógenos orgánicos que se pueden desarrollar en el agua, se requiere un sistema continuo de evaluación de riesgos a emplearse rutinariamente. Usar un organismo fácil de analizar como indicador logra proporcionar resultados definitivos en corto tiempo y representa un ahorro en costos. Los microorganismos empleados internacionalmente son los coliformes termotolerantes y los coliformes totales. *Escherichia coli* o coliformes fecales son organismos indicadores de mayor precisión para

determinar la contaminación fecal reciente. (Organización Mundial de la Salud, 1985)

La NOM 003 (Norma Oficial Mexicana, 1997) establece el nivel de contaminación microbiológica con base en la presencia de estos organismos. Dada la naturaleza de aguas residuales que se reciben en la PTAR, se definió E. coli como el indicador a determinar en el CNCG.

## RESULTADOS

Este proyecto surgió de la necesidad de operar y dar mantenimiento a la PTAR, como un tema de la materia de Agua y productos residuales (IAN-00-1409) dentro del programa de la Ingeniería en Agronegocios. La recuperación de este sistema y la apropiación como un proyecto del campus y del programa de la carrera resultó en un programa de diagnóstico, mantenimiento, rehabilitación, desarrollo y gestión, integrado dentro de las necesidades del campus. A la vez se incluyó la instrumentación de los análisis de agua al programa de la materia y se está dando formación a recursos humanos a un nivel profesional. Esto es un gran avance para los estudiantes de los programas involucrados y para el funcionamiento del campus, que además del funcionamiento básico, busca dar cumplimiento a su enfoque de sustentabilidad.

A la fecha de inicio, se cuenta con muestreos de en los parámetros de trabajo, limitados por la falta de equipo. En un diagnóstico realizado en 2011 por parte del departamento de Ingeniería Civil y Ambiental del IIT, a cargo del Dr. Sergio Saúl Solís se hizo un listado pormenorizado de los parámetros a evaluar por ley en PTAR, se continua trabajando para cumplir

estas recomendaciones, pero no se ha obtenido el equipo faltante.

Se realizaron modificaciones mecánicas y operativas valiosas como:

- La instalación de un medidor de flujo (ahora retirado), que permitió la cuantificación de volumen procesado.
- La compra y uso de una bomba sumergible para agua tratada, la cual permite el trabajo de mantenimiento sin contratar maquinaria externa y posibilita la extracción de agua tratada para áreas no conectadas a la línea de jardines.
- Realización de una coliwasa o muestreador de aguas y líquidos compuestos, con la que se valoró la producción de lodos y se determinó la factibilidad de retirar los lodos en forma programada una vez al semestre y pactar el retratamiento de los mismos en la PTAR municipal, cumpliendo con una disposición adecuada de los mismos. Esta determinación nos facultó para que las intervenciones sean preventivas y no correctivas, como era el caso.

Se busca lograr un programa de mantenimiento preventivo y ejecutarlo. Otras metas a futuro será ampliar el proyecto a todos los aspectos del manejo de agua del campus, cuando sea pertinente a los programas involucrados.

Como productos de investigación se pueden enumerar además del presente reporte técnico:

- Cumplimiento al monitoreo de agua tratada según la normativa mexicana. Informes mensuales.
- Buena disposición de los lodos generados.
- Informe semestral o anual de las actividades, reportado a la jefatura del campus. Rediseño y colaboración en acciones de mantenimiento.
- Muestreo de agua potable del campus y la escuela secundaria aledaña.
- Manual de operaciones de la PTAR UACJ- CNCG (en revisión).
- Protocolos del Laboratorio de Ciencias Básicas UACJ- CNCG para análisis de agua
- Capacitación de dos alumnos participantes en el proyecto
- Asistencia como ponente de un alumno al Congreso Nacional e Internacional de Ciencias Ambientales ANCA 2012 con datos de este proyecto.
- Integración de otros proyectos del campus al manejo adecuado del agua. Sistemas de riego y calidad de agua. Producción y cuidado de ornamentales.

## CONCLUSIONES

La PTAR del campus Nuevo Casas Grandes es una estructura crítica para el funcionamiento de la totalidad de las actividades universitarias y su funcionamiento debe ser efectivo y eficiente.

La implementación del presente proyecto ha permitido la revisión de los puntos críticos en el funcionamiento de la infraestructura y la administración de operaciones, con la consecuente mejora en las condiciones de operación.

Los trabajos de grupo, generación de protocolos y manual de operación se están realizando, con lo que se consigue formular prácticas y enriquecer el currículo de los estudiantes de programas como Ingeniería en Agronegocios. Además se están detonando nuevos proyectos periféricos al tema.

El laboratorio de ciencias básicas cuenta ahora con las prácticas de análisis de agua desarrolladas para este proyecto, faltando sólo aquellas que se limitan por el equipo aún faltante en el campus. Faltan sólo Los equipos de determinación de oxígeno disuelto y grasas para dar cabal cumplimiento a las disposiciones legales.

## REFERENCIAS

Butler, E., Hung, Y. T., Yeh, R. Y. L., & Suleiman Al Ahmad, M. (2011). Electrocoagulation in wastewater treatment. *Water*, 3(2), 495-525.

Norma Mexicana. (1987). NMX-AA-042-1987: Norma mexicana que establece la técnica para la determinación del número más probable (NMP) de coliformes totales, coliformes fecales (termotolerantes) y *Escherichia coli* presuntiva. 1987

Norma Oficial Mexicana. (1997). NOM-003-ECOL-1997: Norma Oficial Mexicana que establece los límites máximos permisibles de contaminantes para las aguas residuales tratadas que se reusen en servicios al público. México.

Organización Mundial de la Salud. (1985). Guías para la calidad del agua potable. Organización Panamericana de la Salud, Oficina Sanitaria Panamericana, Oficina Regional de la Organización Mundial de la Salud.

Pescod, M.B. (1992). Wastewater treatment and use in agriculture – FAO irrigation and drainage paper 47. Rome : Food and Agriculture Organization of the United Nations, 1992. pág. 125. ISBN 92-5-103135-5.

Saady, N. M. C. (2012). Effects of inclined plates and polyelectrolyte on the performance of settling tank. *Journal of Applied Sciences in Environmental Sanitation*, 7(1): 35-42.

Solís, S.S. (2009). Análisis técnico de la planta de tratamiento de aguas residuales de la UACJ, Campus Nuevo Casas Grandes, Chihuahua. Ingeniería Civil y Ambiental, Instituto de Ingeniería y Tecnología e la Universidad Autónoma de Ciudad Juárez. Ciudad Juárez, Chih. : No publicado, 2009. Interno para Planta Física.

# ANEXO A

## Muestras mensuales desde 2011 a 2012.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE CIUDAD JUÁREZ UNIDAD MULTIDISCIPLINARIA NUEVO CASAS GRANDES  
PLANTA TRATADORA DE AGUAS RESIDUALES

### Informe mensual de parámetros 11-Diciembre-11

pH	Temp. (°C)	TURBIDEZ ( UTN)	SÓLIDOS SED. (mL/L)	SÓLIDOS (gr /L)						C.E.	Coliformes
				No filtrables		Filtrables		Totales			
				V	NV	V	NV	V	NV		
8.56	15.3	38.7	ND	----	.0611	----	.0028	----	.0639	----	----
8.22	15.6	39.9	ND	----	.0453	----	.054	----	.0993	----	----

Parámetros	Método Analítico
pH	NMX-AA-008-SCFI-2001
Sólidos totales (mg/L)	NMX-AA-034-SCFI-2001
Sólidos suspendidos totales (mg/L)	NMX-AA-034-SCFI-2001
Sólidos sedimentables (mL/L)	NMX-AA-034-SCFI-2001
Turbidez (UTN)	NMX-AA-035-SCFI-2001
Temperatura (°C)	NMX-AA-008-SCFI-2001
Coliformes	NMX-AA-042-1987
Conductividad eléctrica	NMX-AA-093-SCFI-2000

  
E. Ing. Agronegocios Leonardo Ruiz Rdz.  
Laboratorista

  
Dra. Zarhelia Carlo Rojas  
Responsable

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE CIUDAD JUÁREZ UNIDAD MULTIDISCIPLINARIA NUEVO CASAS GRANDES  
PLANTA TRATADORA DE AGUAS RESIDUALES

### Informe mensual de parámetros 19-Enero-12

P.H	Temp. (°C)	TURBIDEZ ( UTN)	SÓLIDOS SED. (ML/L)	SÓLIDOS (gr /L)						C.E.	Coliformes
				No filtrables		Filtrables		Totales			
				V	NV	V	NV	V	NV		
8.70	15.3	51.8	ND	.0572	.0928	.0317	.1098	.1737	.1997	----	----
8.64	14.6	48.2	ND	.0700	.0904	.0420	.1165	.0420	.1007	----	----

Parámetros	Método Analítico
pH	NMX-AA-008-SCFI-2001
Sólidos totales (mg/L)	NMX-AA-034-SCFI-2001
Sólidos suspendidos totales (mg/L)	NMX-AA-034-SCFI-2001
Sólidos sedimentables (mL/L)	NMX-AA-034-SCFI-2001
Turbidez (UTN)	NMX-AA-035-SCFI-2001
Temperatura (°C)	NMX-AA-008-SCFI-2001
Coliformes	NMX-AA-042-1987
Conductividad eléctrica	NMX-AA-093-SCFI-2000

  
E. Ing. Agronegocios Leonardo Ruiz Rdz.  
Laboratorista

  
Dra. Zarhelia Carlo Rojas  
Responsable

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE CIUDAD JUÁREZ UNIDAD MULTIDISCIPLINARIA NUEVO CASAS GRANDES  
PLANTA TRATADORA DE AGUAS RESIDUALES

Informe mensual de parámetros 27-Febrero-12

P.H	Temp. (°C)	TURBIDEZ (UTN)	SÓLIDOS SED. (ML/L)	SÓLIDOS (gr /L)						C.E	Coliformes
				No filtrables		Filtrables		Totales			
				V	NV	V	NV	V	NV		
8.43	14.6	24.6	ND	.0155	.0420	.0270	.0905	.0425	.1625	----	----
8.36	14.7	23.1	ND	.035	.0444	.0101	.0482	.0580	.0907	----	----

Parámetros	Método Analítico
pH	NMX-AA-008-SCFI-2001
Sólidos totales (mg/L)	NMX-AA-034-SCFI-2001
Sólidos suspendidos totales (mg/L)	NMX-AA-034-SCFI-2001
Sólidos sedimentables (mL/L)	NMX-AA-004-SCFI-2001
Turbidez (UTN)	NMX-AA-038-SCFI-2001
Temperatura (C°)	NMX-AA-008-SCFI-2001
Coliformes	NMX-AA-042-1987
Conductividad eléctrica	NMX-AA-093-SCFI-2000

  
E. Ing. Agronegocios Leonardo Ruiz Rdz.  
Laboratorista

  
Dra. Zarhelia Carlo Rojas  
Responsable

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE CIUDAD JUÁREZ UNIDAD MULTIDISCIPLINARIA NUEVO CASAS GRANDES  
PLANTA TRATADORA DE AGUAS RESIDUALES

Informe mensual de parámetros 15-Marzo-12

P.H	Temp. (°C)	TURBIDEZ (UTN)	SÓLIDOS SED. (ML/L)	SÓLIDOS (gr /L)						C.E	Coliformes
				No filtrables		Filtrables		Totales			
				V	NV	V	NV	V	NV		
8.74	9.5	136	ND	.0807	.0879	.0115	.0331	.0991	.1019	2838	130
8.69	10.7	115	ND	.0877	.0816	.0084	.0278	.0954	.1004	2838	130

Parámetros	Método Analítico
pH	NMX-AA-008-SCFI-2001
Sólidos totales (mg/L)	NMX-AA-034-SCFI-2001
Sólidos suspendidos totales (mg/L)	NMX-AA-034-SCFI-2001
Sólidos sedimentables (mL/L)	NMX-AA-004-SCFI-2001
Turbidez (UTN)	NMX-AA-038-SCFI-2001
Temperatura (C°)	NMX-AA-008-SCFI-2001
Coliformes	NMX-AA-042-1987
Conductividad eléctrica	NMX-AA-093-SCFI-2000

  
E. Ing. Agronegocios Leonardo Ruiz Rdz.  
Laboratorista

  
Dra. Zarhelia Carlo Rojas  
Responsable

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE CIUDAD JUÁREZ UNIDAD MULTIDISCIPLINARIA NUEVO CASAS GRANDES  
PLANTA TRATADORA DE AGUAS RESIDUALES

Informe mensual de parámetros 17-Abril-12

P.H	Temp. (°C)	TURBIDEZ (UTN)	SÓLIDOS SED. (ML/L)	SÓLIDOS (gr /L)						C.E	Coliformes
				No filtrables		Filtrables		Totales			
				V	NV	V	NV	V	NV		
8.91	23.1	51.4	ND	.0602	.0101	.0201	.0391	.0267	.0761	2870	46
8.54	22.9	52.2	ND	.0701	.0617	.0106	.0337	.0521	.0367	2870	46

Parámetros	Método Analítico
pH	NMX-AA-008-SCFI-2001
Sólidos totales (mg/L)	NMX-AA-034-SCFI-2001
Sólidos suspendidos totales (mg/L)	NMX-AA-034-SCFI-2001
Sólidos sedimentables (ml/L)	NMX-AA-004-SCFI-2001
Turbidez (UTN)	NMX-AA-038-SCFI-2001
Temperatura (C°)	NMX-AA-008-SCFI-2001
Coliformes	NMX-AA-042-1987
Conductividad eléctrica	NMX-AA-093-SCFI-2000

  
E. Ing. Agronegocios Leonardo Ruíz Rdz.  
Laboratorista

  
Dra. Zarhelia Carlo Rojas  
Responsable

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE CIUDAD JUÁREZ UNIDAD MULTIDISCIPLINARIA NUEVO CASAS GRANDES  
PLANTA TRATADORA DE AGUAS RESIDUALES

Informe mensual de parámetros 13-Mayo-12

P.H	Temp. (°C)	TURBIDEZ (UTN)	SÓLIDOS SED. (ML/L)	SÓLIDOS (gr /L)						C.E	Coliformes
				No filtrables		Filtrables		Totales			
				V	NV	V	NV	V	NV		
8.73	18.9	67	ND	.0806	.070	.0524	.042	.112	.133	2830	24
8.69	21.4	61	ND	.1190	.0848	.0873	.0656	.1504	.206	2830	24

Parámetros	Método Analítico
pH	NMX-AA-008-SCFI-2001
Sólidos totales (mg/L)	NMX-AA-034-SCFI-2001
Sólidos suspendidos totales (mg/L)	NMX-AA-034-SCFI-2001
Sólidos sedimentables (ml/L)	NMX-AA-004-SCFI-2001
Turbidez (UTN)	NMX-AA-038-SCFI-2001
Temperatura (C°)	NMX-AA-008-SCFI-2001
Coliformes	NMX-AA-042-1987
Conductividad eléctrica	NMX-AA-093-SCFI-2000

  
E. Ing. Agronegocios Leonardo Ruíz Rdz.  
Laboratorista

  
Dra. Zarhelia Carlo Rojas  
Responsable

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE CIUDAD JUÁREZ UNIDAD MULTIDISCIPLINARIA NUEVO CASAS GRANDES

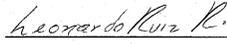
PLANTA TRATADORA DE AGUAS RESIDUALES

Informe mensual de parámetros 18 Septiembre-12

Numero de muestra 007

pH	Temp. (°C)	TURBIDEZ ( UTN)	SÓLIDOS SED. (ML/L)	SÓLIDOS (gr /L)						C.E.	Coliformes
				No filtrables		Filtrables		Totales			
				V	NV	V	NV	V	NV		
7.6	22	136	N.D	.078	.0446	.0983	.0149	.983	.899	2413	56
7.9	20	89	N.D	.457	.3689	.0821	.0524	.825	.812	2504	56

Parámetros	Método Analítico
pH	NMX-AA-008-SCFI-2001
Sólidos totales (mg/L)	NMX-AA-034-SCFI-2001
Sólidos suspendidos totales (mg/L)	NMX-AA-034-SCFI-2001
Sólidos sedimentables (mL/L)	NMX-AA-004-SCFI-2001
Turbidez (UTN)	NMX-AA-038-SCFI-2001
Temperatura (C°)	NMX-AA-008-SCFI-2001
Coliformes	NMX-AA-042-1987
Conductividad eléctrica	NMX-AA-093-SCFI-2000

  
E. Ing Agronegocios Leonardo Ruíz Rodríguez  
Laboratorista

  
Dra. Zafelia Carlo Rojas  
Responsable

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE CIUDAD JUÁREZ UNIDAD MULTIDISCIPLINARIA NUEVO CASAS GRANDES

PLANTA TRATADORA DE AGUAS RESIDUALES

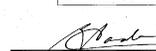
Informe mensual de parámetros 20-October-12

Numero de muestra 008

pH	Temp. (°C)	TURBIDEZ ( UTN)	SÓLIDOS SED. (ML/L)	SÓLIDOS (gr /L)						C.E.	Coliformes
				No filtrables		Filtrables		Totales			
				V	NV	V	NV	V	NV		
8.12	24	45	N.D	.0409	.0939	.0907	.944	.7456	.911	2680	34
8.34	26	64	N.D	.0659	.0856	.1125	.873	.0998	.7344	2890	34

Parámetros	Método Analítico
pH	NMX-AA-008-SCFI-2001
Sólidos totales (mg/L)	NMX-AA-034-SCFI-2001
Sólidos suspendidos totales (mg/L)	NMX-AA-034-SCFI-2001
Sólidos sedimentables (mL/L)	NMX-AA-004-SCFI-2001
Turbidez (UTN)	NMX-AA-038-SCFI-2001
Temperatura (C°)	NMX-AA-008-SCFI-2001
Coliformes	NMX-AA-042-1987
Conductividad eléctrica	NMX-AA-093-SCFI-2000

  
E. Ing Agronegocios Leonardo Ruíz Rodríguez  
Laboratorista

  
Dra. Zafelia Carlo Rojas  
Responsable

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE CIUDAD JUÁREZ UNIDAD MULTIDISCIPLINARIA NUEVO CASAS GRANDES

PLANTA TRATADORA DE AGUAS RESIDUALES

Informe mensual de parámetros Noviembre -25-12

Numero de muestra 009

pH	Temp. (°C)	TURBIDEZ ( UTN)	SÓLIDOS SED. (ML/L)	SÓLIDOS (gr /L)						C.E.	Coliformes
				No filtrables		Filtrables		Totales			
				V	NV	V	NV	V	NV		
8.9	15.2	67	N.D	.125	.7891	.2732	.8994	.4014	.8793	1847	120
9.14	16.3	58	N.D	.0934	.8356	.0730	.7498	.2037	.9634	2089	120

No se determinaron los análisis de diciembre por reparaciones a PTAR Campus Nuevo Casas Grandes

Parámetros	Método Analítico
pH	NMX-AA-008-SCFI-2001
Sólidos totales (mg/l)	NMX-AA-034-SCFI-2001
Sólidos suspendidos totales (mg/l)	NMX-AA-034-SCFI-2001
Sólidos sedimentables (ML/L)	NMX-AA-004-SCFI-2001
Turbidez (UTN)	NMX-AA-038-SCFI-2001
Temperatura (°C)	NMX-AA-008-SCFI-2001
Coliformes	NMX-AA-042-1987
Conductividad eléctrica	NMX-AA-093-SCFI-2000

*Leonardo Ruiz R.*  
E. Ing Agronegocios Leonardo Ruiz Rodríguez  
Laboratorista

*Dra. Zofelia Carlo Rojas*  
Dra. Zofelia Carlo Rojas  
Responsable

ANEXO B

Muestreo de fuentes de agua potable en el campus y secundaria anexa.



Laboratorio Regional  
DE CALIDAD DEL AGUA  
DE NUEVO CASAS GRANDES



INFORME DE ENSAYOS  
ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO

1M-047-12

USUARIO: JUNTA MUNICIPAL DE AGUA Y SANEAMIENTO DE NUEVO CASAS GRANDES. FECHA MUESTREO: 14 DE MAR  
DIRECCION: CALLE 5 DE FEBRERO No 100 COLONIA CENTRO N° MUESTRAS: 11  
MUNICIPIO: NUEVO CASAS GRANDES, CHIH. HOJA DE CAMPO N°: 1124  
FECHA DE REPORTE: 09 DE ABRIL

N° CONTROL	PUNTO DE MUESTREO	FUENTE	CLORO	UFC / ML	MESOFÍLICOS		COLIFORMES	
					AEROBIOS	TOTALES	FECALIS.	FECALIS.
M- 287 -12	DIRECCION EDIFICIO "A"	T.D.	0.0	4	AUSENCIA	AUSENCIA	AUSENCIA	AUSENCIA
M- 288 -12	DIRECCION EDIFICIO "B"	T.D.	0.0	15	AUSENCIA	AUSENCIA	AUSENCIA	AUSENCIA
M- 289 -12	LABORATORIO DE ALIMENTOS	T.D.	0.0	160	AUSENCIA	AUSENCIA	AUSENCIA	AUSENCIA
M- 290 -12	CAFETERIA	T.D.	0.0	7	AUSENCIA	AUSENCIA	AUSENCIA	AUSENCIA
M- 291 -12	COCINA DE CAFETERIA	T.D.	0.0	6	AUSENCIA	AUSENCIA	AUSENCIA	AUSENCIA
M- 292 -12	CONTROL DE LENGUAS (ABAJOS)	T.D.	0.0	7	AUSENCIA	AUSENCIA	AUSENCIA	AUSENCIA
M- 293 -12	CONTROL DE LENGUAS (ARRIBA)	T.D.	0.0	10	AUSENCIA	AUSENCIA	AUSENCIA	AUSENCIA
M- 294 -12	POZO SECUNDARIA TECNICA No 8	T.D.	0.0	6	AUSENCIA	AUSENCIA	AUSENCIA	AUSENCIA
M- 295 -12	SECUNDARIA TECNICA No 8	T.D.	0.0	6	AUSENCIA	AUSENCIA	AUSENCIA	AUSENCIA
CONTROL DE CALIDAD	BLANCO	B	0	AUSENCIA	AUSENCIA	AUSENCIA	AUSENCIA	
	TESTIGO	T	0	AUSENCIA	AUSENCIA	AUSENCIA	AUSENCIA	
	DUPLICADO	D-289-12	<200	AUSENCIA	AUSENCIA	AUSENCIA	AUSENCIA	
	TRIPPLICADO	D-294-12	6	AUSENCIA	AUSENCIA	AUSENCIA	AUSENCIA	

ENSAYOS: MESOFÍLICOS AEROBIOS METODO: CUENTA EN PLACA NORMAS: NOM-092-SSA1-1994  
COLIFORMES TOTALES NMP (NÚMERO MÁS PROBABLE) NMX-AA-42-1987.NOM-112-SSA1-15  
COLIFORMES FECALIS NMP (NÚMERO MÁS PROBABLE) NMX-AA-42-1987.NOM-112-SSA1-15

OBSERVACIONES: MUESTRAS TOMADAS POR SOLICITUD DE LA UAJ Y AUTORIZADAS POR EL EL DR SAMUEL LUINA. EL AGUA A LA UNIVERSIDAD Y A LA SECUNDARIA ES POR UN POZO EL CUAL NO SE CLORA.

RESPONSABLE DE LABORATORIO  
*Karla Alejandra Beal Aras*  
O.R.P. Karla Alejandra Beal Aras

RESPONSABLE DE AREA  
*Adrián Ontiveros Esquivel*  
Adrián Ontiveros Esquivel

FIRMA, FECHA Y SELLO DE RECIBIDO  
JUNTA MUNICIPAL DE AGUA Y SANEAMIENTO  
Laboratorio Regional  
De Calidad Del Agua  
De Nuevo Casas Grandes

## ANEXO C

### Informes semestral (2011) y anual (2012)

#### Unidad Multidisciplinaria en Nuevo Casas Grandes Planta de Tratamiento de Aguas Residuales

##### *INFORME SEMESTRAL DE ACTIVIDADES*

##### *AGOSTO – DICIEMBRE 2011*

A partir del verano de 2011 se comienza a dar mantenimiento a la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR) de la UACJ, Campus Nuevo Casas Grandes, por medio de alumnos en programa de trabajo social y beca trabajo. Como antecedentes se contó con el trabajo de análisis operativo y de adecuación realizada por el Dr. Sergio Solís, del Instituto de Ingeniería y Tecnología. Entre los objetivos de este trabajo se encuentra el lograr el funcionamiento continuo y dentro de norma basado en análisis ambientales; y a mediano plazo, optimizar el desempeño de cada uno de los elementos que conforman la PTAR.

- Limpieza y deshierbe de los exteriores de la PTAR.
- Al inicio del semestre se instaló una línea para que fuera más rápido el acceso al compresor. Por medio de este aireador aplicado a la tina clarificadora se logra disminuir las bacterias anaerobias que producen el olor a azufre.
- Se limpió y organizó el interior de la PTAR, con la finalidad de tener una eficiente maniobrabilidad.
- Los problemas con la bomba de irrigación para el área de jardinería se presentaron frecuentemente, por lo cual se tuvo que purgar manualmente y a diario. También se checó la tubería exterior de dicha bomba y se observó que funcionaba bien. Se llevó a cabo la limpieza de la pichanca para descartar que tuviera algún problema; el problema continuó y se decidió destapar la bomba de irrigación (220v) para checar impelentes. La bomba aparentemente no tenía ningún daño, se rearmó y su funcionamiento fue el mismo, por lo cual se optó por probar con otra bomba (110v). Se tuvo que modificar la instalación de PVC para su correcto acople, la cual no funcionó por presentar varias fugas. Entonces, se decidió reinstalar la bomba anterior, y modificar de nuevo la tubería de PVC.
- Se checaron las instalaciones eléctricas y todo estaba correcto, así que se pensó que podía ser una succión de aire, por lo que se puso una manguera cristalina para su verificación continua. Esta modificación solucionó los problemas de aire en la línea y al arrancar de nuevo la bomba su funcionamiento fue correcto; ya no se tuvo que purgar la bomba. La tubería transparente funcionó de forma provisional hasta fin de semestre.
- Otro problema a solucionar fue la bomba dosificadora de cloro, al cual se le quebró una manguera, que se reparó por no haber piezas en nuestra localidad, quedando solucionado este problema se nos presenta la ruptura de otra manguera del clorador, suponemos que es resultado de ser el cloro una sustancia corrosiva y debe

## Unidad Multidisciplinaria en Nuevo Casas Grandes Planta de Tratamiento de Aguas Residuales

---

programarse un mantenimiento preventivo periódico, para no detener el proceso a futuro. Por lo tanto, falta actualmente no se está clorando el agua residual.

### **BOMBA AUXILIAR**

Debido a continuo mal funcionamiento de la bomba de extracción de agua tratada hacia los jardines, se tuvo que implementar un “plan b” que consistió en adaptar una bomba hidráulica fuera de la cisterna para desaguarla hacia un tambo de 1100 L. La bomba, que ya se encontraba en la planta, no funcionó por ser demasiado pequeña (1/2hp).

Se gestionó con la dirección la adquisición de una nueva bomba para contingencias de inundación de la PTAR, la cual se instaló lo más pronto posible y se puso una instalación hacia los jardines y actualmente está operativa por si ocurre alguna falla en el sistema principal de la PTAR.

### **LIMPIEZA SEMESTRAL E INSTALACIÓN PERMANENTE DE TUBERÍA HACIA LA BOMBA DE IRRIGACIÓN**

La renovación de la tubería fue propuesta por la doctora Zarhelia Carlo Rojas ya que manifestaba problemas de espacios muertos y remplazarla por una nueva nos evitaría problemas de porosidad y fugas. Se cambió la tubería desde la bomba de irrigación con salida a los jardines. Ya modificada a esta tubería se incorporó un medidor de flujo en el afluente a la cisterna para tener datos del gasto de la PTAR diario o semestral según se requieran los reportes. A la tubería de la bomba de irrigación se le hicieron varias modificaciones para tener una mayor eficiencia y evitar fallas en el sistema de vacío. En dicha tubería se considera la ubicación estratégica de componentes desmontables que permitan reparar los tramos dañados en un futuro, monitoreo o para dar mantenimiento preventivo al mismo.

Este semestre se logró cuantificar volúmenes de agua en PTAR, gasto y estimación de lodos, que permitieron realizar eficientemente el mantenimiento semestral. Por primera vez, los lodos residuales no fueron dispuestos en el suelo del campus.

Reportó:

Rafael Martínez Yáñez  
Servicio Social PTAR

Supervizó:

Dra. Zarhelia Carlo Rojas

## Unidad Multidisciplinaria en Nuevo Casas Grandes Planta de Tratamiento de Aguas Residuales

### INFORME DE ACTIVIDADES 2012

Para crear un plan de trabajo para 2012, se propuso que el programa de operaciones de la PTAR CNCG cumpliera con los siguientes objetivos:

- I. Lograr un funcionamiento eficiente y en lo posible, realizado por el personal y alumnos del proyecto.
- II. Cumplimiento de la normatividad aplicable.
- III. Formación de recursos humanos: Técnico de planta, un laboratorista.

### METAS

Las metas a cumplir en este período se marcaron como:

1. Estimación de capacidad de operación y caudales
2. Programa de monitoreo
  - Sistema de efluentes
  - Instalar medidor de flujos
  - Sistema de mantenimiento preventivo
  - Protección de cisterna
  - Estabilizar tubería
  - Optimización de electrocoagulación
3. Protocolo de manejo de lodos según NOMs
4. Capacitación del técnico de planta de los servicios sociales.
5. Monitoreo de calidad del agua según NOM-003-SEMARNAT- 1997
6. Material para limpieza de rejillas
7. Tapa de cisterna
8. Checar distancia y altitud de la PTAR Municipal a UACJ e ideas para financiamiento e ingeniería

### REPORTE DE RESULTADOS

ESTADO DE AVANCE	
1	Se estima una entrada de cerca de 6000 L diarios, con un tratamiento de 5,400L diarios en 4 horas. Se comprueba que la infraestructura es capaz de dar servicio tal vez al doble de la población actual, de 1500 alumnos.
2	Se comenzaron diferentes programas de reproducción de plantas y promoción del cuidado de jardines, ya que si no existen jardines a regar, la planta no cumple con su objetivo. Estos programas tendrán que incluir mayor número de alumnos, maestros y empleados participantes. Se instaló un medidor de flujos, con el que nos fue posible realizar los cálculos reportados. Se comenzó la revisión de los equipos para detectar las partes que requerirán de remplazo o servicio y se buscaron los manuales y proveedores. Se programan tentativamente una limpieza a tanques por semestre, de forma preventiva. La cisterna y alrededores de la PTAR deben de limpiarse de basura y maleza para asegurar su operación eficiente. Ya se tiene un avance en la parte del frente de la instalación. Se mejoró la estabilidad de la tubería gracias a las modificaciones de la bomba de jardines nueva instalada en diciembre y se aisló previniendo roturas por bajas temperaturas. Sin

Unidad Multidisciplinaria en Nuevo Casas Grandes  
Planta de Tratamiento de Aguas Residuales

	embargo, hay vencimiento en las tuberías principales y deberá chequearse en el futuro. Se está buscando alumnos del campus o externos interesados en trabajar en la optimización del sistema de electrocoagulación.
3	Se estableció con la Junta de Aguas un acuerdo, a la fecha verbal, para la disposición de los lodos en la PTAR municipal, acuerdo que deberá ser formalizado para evitar desviaciones.
4	Se continuo con un técnico de la PTAR quien obtenia sus horas de servicio social en sábados, pero dejó el servicio en el mes de abril. Se sugiere la promoción de esta opción de servicio social entre los alumnos.
5	De acuerdo con la NOM-003-SEMARNAT-1997 se marcan límites máximos de coliformes fecales, huevos de helminto, grasas y aceites, DBO5 y sólidos suspendidos totales para aguas tratadas con reuso al público con contacto directo, de acuerdo a la tabla 1. Estos parámetros fueron cumplidos en su totalidad en muestreos anteriores de la PTAR, con excepción de los coliformes. Fue prioridad de este programa el asegurar la continuidad el monitoreo y cumplimiento de los parámetros mencionados. Para ello se capacita al técnico de y laboratorista, quien se enfocó en el parámetro de coliformes y su control por el sistema de cloración. Actualmente se da cumplimiento a los niveles de norma, pero persisten huevos de helminto, grasas y aceites, DBO <sub>5</sub> como parámetros no evaluados por falta de equipo. Se pretende incorporar a un estudiante de maestría a desarrollar el protocolo de huevos de helminto para 2013, pero se requiere del equipo faltante para dar cumplimiento a los parámetros restantes.
6	Fue innecesario, ya que la limpieza realizada con el equipo de la junta de aguas se hace cargo de esta limpieza. No obstante se planea obtener equipo de protección personal adecuado y rehacer el muestreador de sólidos.
7	Se uso una malla durante el año, que debido a la colocación interna de la bomba sumergible en diciembre ya no será necesaria. Pendiente de checar la eficiencia.
8	Se invito a los profesores del programa de Ingeniería en Agronegocios a idear proyectos que ayuden tanto a la PTAR como para programas de prácticas donde incorporar a estos alumnos, entre estos proyectos se cuenta ya con avances en la determinación de distancias y alturas a la PTAR municipal para una posible conexión a futuro y presupuesto de instalación de riego por aspersión en el jardín principal del campus.

**T A B L A 1. Límites máximos permisibles en aguas de reuso, NOM-003-ECOL-1997.**

TIPO DE REUSO	PROMEDIOMENSUAL				
	Coliformes Fecales NMP/100 ml	Huevos de Helminto (h/l)	Grasas y Aceites mg/l	DBO <sub>5</sub> mg/l	SST mg/l
SERVICIOS AL PÚBLICO CON CONTACTO DIRECTO	240	≤ 1	15	20	20
SERVICIOS AL PÚBLICO CON CONTACTO INDIRECTO U OCASIONAL	1,000	≤ 5	15	30	30

## Unidad Multidisciplinaria en Nuevo Casas Grandes Planta de Tratamiento de Aguas Residuales

### LOGROS

Se logró incorporar a riego con agua tratada jardineras que antes se regaban con agua potable.

Se realizó una continua revisión de las tuberías de entrada a la bomba de jardines, para detectar las entradas de aire que imposibilitan el funcionamiento de la bomba.

Este semestre se solicitó un análisis del agua potable del pozo y de las fuentes de agua potable en el campus. Se encontró dentro de los límites permisibles pero se prevé la necesidad de realizar análisis periódicos (NOM-127-SSA1-1994) para asegurar la dotación y seguridad de agua al CNCG.

En noviembre la bomba de jardines tuvo un daño irreparable, por lo que se requirió de manera urgente su remplazo. Se sugirió aprovechar este percance para modificar el diseño a una bomba sumergible y tubería más estable. La bomba, actualmente instalada, funciona de manera automática e incluye un sistema de autoparo, con lo cual se evitará que la funcione en seco, por lo que no se requerirá del personal para apagarla. Una enorme mejora en el trabajo diario es el evitar el purgar tuberías, acción que diariamente llevaba al técnico más de 30 a 40 minutos.

### RECOMENDACIONES Y FUTURAS METAS

Los puntos críticos detectados en la operación de la PTAR detectados son:

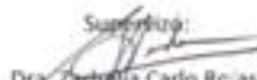
Se cuenta con cuatro bombas que operan diariamente y de las cuales no se cuenta con ningún sistema de respaldo. Se colocó una bomba sumergible durante 2011 para auxiliar la operación de la bomba de jardines. Este sistema de respaldo se ha utilizado al menos siete veces durante el año, y ha permitido que las operaciones de la PTAR no se paren, aunque no es suficiente para impulsar el sistema de riego por aspersión.

La falta de refacciones, tanto en existencia para emergencias como de proveedores confiables, a quienes acudir en caso de un desperfecto. Se empezó la búsqueda y contacto de piezas para las bombas dosificadoras, no se ha logrado un contacto confiable.

En temporada de lluvias ingresan a la PTAR un exceso de hasta el doble del flujo normal y además de la operación de sobra en agua pluvial, los sistemas de irrigación trabajan sobre la misma área, por lo que la totalidad del sistema se vuelve inútil. Se verificó que el nivel de los registros pluviales del área cercana a la PTAR es sobrepasado en las raras pero abundantes lluvias, por lo que se debe de reacondicionar estos registros, elevando la cota.

Hay equipo como las bombas de dosificación de cloro, el compresor y el aireador portátil, en especial la bomba de alimentación, que deben de revisarse con urgencia previendo futuras y próximas descomposturas.

Reportó:  
  
Leonardo Ruiz Rodriguez  
Beca Trabajo PTAR

Supervisó:  
  
Dra. Zoraida Carlo Rojas



# ANEXO D

Cartel ANCA 2012 de Leonardo Ruiz, alumno capacitado.



## Reactivación y operación de planta tratadora universitaria

Leonardo Ruíz y Zarahelia Carlo-Rojas  
Universidad Autónoma de Ciudad Juárez, Unidad Multidisciplinaria en Nuevo Casas Grandes



---

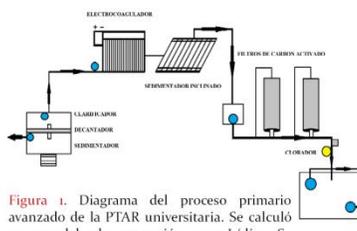
### Introducción

Los Ingenieros en Agronegocios, en el campus UACJ a 5 Km de la Ciudad de Nuevo Casas Grandes tienen la responsabilidad de conocer e implementar acciones de manejo eficiente del agua, ya que serán los futuros manejadores de recursos. Actualmente las condiciones de sequía imposibilitan el uso de agua del río y del acuífero Casas Grandes, el 94% del agua extraída se destina a uso agropecuario, con un abatimiento de 0.46m anuales.

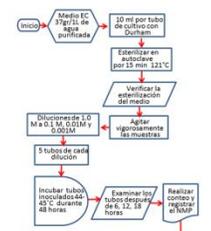
Con una población atendida de hasta 1650 personas y en crecimiento, la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR) opera desde 1996, inicialmente supervisada desde Ciudad Juárez esporádicamente. Desde 2007 es manejada por el personal de mantenimiento general del plantel, con frecuentes descomposturas.

Se propone integrar a estudiantes de las áreas Agronegocios entre otras en el manejo de la PTAR, conocer los parámetros regulados por las normas vigentes y efectuar un programa de monitoreo apropiado.

### Resultados



**Figura 1.** Diagrama del proceso primario avanzado de la PTAR universitaria. Se calculó un caudal de operación 5400L/día. Se caracterizaron los lodos para su gestión adecuada y se establece un sistema de monitoreo continuo.



**Figura 2.** Diagrama de flujo del protocolo de determinación de NMP de coliformes según NMX-AA-042 1987(modificado).

**Tabla 1.** Límites máximos de contaminantes en aguas residuales establecidos en la NOM-003-ECOL-1997 y resultados del muestreo realizado en el 2011.

Tipo de reuso	Promedio mensual				
	Coliformes fecales NMP/100	Huevos de helminto	Grasas (mg/L)	DBO5 (mg/L)	SST (mg/L)
Publico directo	240	<1	15	20	20
Publico indirecto	1000	<5	15	30	30
PTAR UACJ	1100	*	3,8	27,29	14

\* No presentes a nivel regional

**Tabla 2.** Disminución de coliformes al adecuar sistema de cloración y su posterior calibración. Éste fue el único parámetro fuera de norma en muestreos anteriores.

Coliformes NMP	Semestre Enero-Junio 2012			
	Marzo	Abril	Mayo	Junio
NMP	130	46	24	N.D.

### Objetivos

Este trabajo se enfoca en la disminución de NMP de coliformes para dar cumplimiento a la norma (NOM-003-ECOL-1997), sus objetivos fueron:

- 1) Montar la técnica de conteo de coliformes.
- 2) Regularizar y calibrar el sistema de cloración.

### Metodología



**Fase 1**  
El diagnóstico de la PTAR del campus inició con la recuperación de información documental y registros existentes. Los problemas más apremiantes fueron lograr un funcionamiento continuo y eficiente además de dar una disposición adecuada a los lodos evitando costos externos de operación. Fue necesario determinar el caudal y capacidad de las instalaciones.



**Fase 2**  
Se enfocó el trabajo en el funcionamiento de la bomba, que operaba intermitentemente por mal diseño de la tubería. La adición de una bomba auxiliar permitió realizar adecuaciones sin detener el funcionamiento de la PTAR. El instalar un medidor de flujo y muestreo de lodos permitió ubicar capacidades y dar disposición adecuada a los lodos.



**Fase 3**  
Para lograr un funcionamiento y sistema de monitoreo continuo, en el trabajo de laboratorio se priorizó la cuantificación de coliformes y cloración. Se dio mantenimiento y reacondicionó la bomba dosificadora de cloro. Los protocolos de operación se están registrando en el manual de operaciones para que sean usadas por alumnos de futuros semestres.

### Conclusiones

La técnica de coliformes ahora se realiza en el laboratorio de la institución, y es posible añadirla a prácticas de los estudiantes. El sistema de cloración es funcional y puede calibrarse, por lo que puede modificarse en el caso de subir el conteo bacteriano. El manual operativo actualizado detalla los procedimientos y recomendaciones a futuros operadores.



### Referencias

- 1) IMTA-COTAS-SAGARPA. 2006. Estudio para la operación y manejo sustentable del acuífero Casas Grandes, Chihuahua. México. 165 pp.

### Agradecimientos

Se cuenta con una beca trabajo por parte de la UACJ.

## Las competencias del diseñador industrial en la industria médica

<sup>1</sup>Luis Enrique Macías Martín, <sup>1</sup>Francisco Arturo Bribiescas Silva, <sup>2</sup>Hyun Sook Lee Kim, <sup>2</sup>Jorge Barojas Weber, <sup>1</sup>Rosana Ramírez Martínez

<sup>1</sup>Universidad Autónoma de Ciudad Juárez

<sup>2</sup>Universidad Nacional Autónoma de México

### RESUMEN

El presente artículo nos expone aquellas competencias del diseñador industrial en la industria médica a través del análisis de ciertos autores y un caso de estudio que ha llevado a determinar un listado de competencias desde el punto de vista del enfoque francés (Saber hacer, Saber ser y Ser). El Diseño Industrial es uno de los factores más importantes dentro de los objetivos asociados a productos, ya que se encarga directamente de la elaboración de nuevos diseños de producto que abren nuevas vías en el mercado. El diseño industrial es una clave importante en el proceso de desarrollo de nuevos productos, su aportación es de suma importancia especialmente en la fase de proyección y conceptualización. En el desarrollo de éste artículo, se verá su definición y las áreas de desarrollo que el diseñador industrial pudiera tener, así como sus competencias en el proceso de diseño.

**Palabras clave:** Competencias, Diseño Industrial, Desarrollo de nuevos productos.

### INTRODUCCIÓN

El diseño y desarrollo de un nuevo producto es un proceso complejo que implica típicamente una contribución interdisciplinaria. Así, si la naturaleza de un producto es compleja habrá que contar con un grupo heterogéneo con una gran cantidad de participantes involucrados en éste desarrollo. Difícilmente se verá a una sola persona desarrollando nuevos productos, es entonces que, muchas personas de diferentes disciplinas deben participar en el esfuerzo de desarrollo del nuevo producto. El reto para las organizaciones es saber maximizar recursos y esos esfuerzos haciéndolos más eficientes y eficaces para lograr tener éxito en el lanzamiento del producto pues como un todo, el diseño global tendrá que ser dividido en tareas individuales integrándolas en un diseño general. De aquí la importancia

de una buena administración, planeación y estructura organizacional para que los objetivos y propósitos específicos sean cumplidos.

#### *El Diseño Industrial.*

El diseño industrial, tiene como principal objetivo el diseñar productos de consumo que interactúen directamente con el usuario satisfaciendo sus necesidades a través del fin para lo que fue diseñado el producto.

#### *Definición de diseño.*

El término diseño es generalmente asociado con la creación de productos y su significado está condicionado por su entorno, es decir por el contexto en el que es utilizado.

En la actualidad se nos presentan diversas definiciones del diseño. Existen múltiples corrientes y direcciones del diseño que se reflejan al intentar desarrollar un concepto del mismo (Simón, 2009, p. 15).

El término “diseño” es empleado en la actualidad para designar (con repetida frecuencia) a la acción creativa que planea los más disímiles objetos de uso cotidiano, las distintas maneras de comunicación gráfica o visual o particulares actividades profesionales creativas (ibíd., p. 15).

#### *Definición de diseño industrial.*

El término diseño industrial, ha sido definido desde diferentes perspectivas, realidades o territorios y al igual que el término diseño, se han encontrado un sinnúmero de definiciones en varias fuentes como bases de datos en internet, instituciones y organizaciones relacionadas con el diseño, textos de especialistas y publicaciones.

La última definición que describe Simón (2008, p. 229) por parte del International Council of Societies of Industrial Design (ICSID, por sus siglas en inglés) en el año de 2009, es la más completa y está validada internacionalmente y dice:

“El diseño es una actividad creativa, cuya voluntad es la de establecer las cualidades multifacéticas de objetos, procesos, servicios y sistemas en ciclos de vida completos”. El diseño tiene que ver con productos, servicios y sistemas concebidos con herramientas, organizaciones y lógica aportada por la industrialización (no solo en el caso de procesos seriados). El adjetivo “industrial” se debe relacionar con el término industria o

en el sentido antiguo de “actividad industrial”. Así el diseño es una actividad que involucra un amplio espectro de profesiones de las cuales los productos, servicios, grafismos, diseño de interiores y arquitectura forman parte.

Rodríguez (1983, p. 14) por su parte, en su libro *“Manual de diseño industrial”*, hace mención a dos conceptos de diseño industrial que según expresa, “son para ser adoptados en el análisis de una preparación académica de tal manera que al concluir su formación el profesional cuente con una concepción personal”.

En el primer concepto, Rodríguez enuncia la definición del término diseño industrial oficialmente reconocido por el ICSID, cuyo autor es el maestro de la teoría del diseño Tomás Maldonado (1993, p. 13) y quien la dio a conocer en el año de 1961 en Venecia, Italia, durante una conferencia titulada Educación para el Diseño, así mismo se le puede ver en su libro llamado *“El diseño Industrial Reconsiderado”*, en los siguientes términos:

“El diseño industrial es una actividad proyectual que consiste en determinar las propiedades formales de los objetos producidos industrialmente. Por propiedades formales no hay que entender tan solo las características exteriores, sino, sobre todo las relaciones funcionales y estructurales que hacen que un objeto tenga una unidad coherente desde el punto de vista tanto del productor como del usuario, puesto que, mientras la preocupación exclusiva por los rasgos exteriores de un objeto determinado conlleva el deseo de hacerlo aparecer más atractivo o también disimular sus debilidades constitutivas, las propiedades formales de un objeto: son siempre el

resultado de la integración de factores diversos, tanto si son del tipo funcional, cultural, tecnológico o económico”.

El segundo concepto lo describe de manera personal Rodríguez, en su manual:

“El diseño industrial es una disciplina proyectual, tecnológica y creativa, que se ocupa tanto de la proyección de productos aislados o sistemas de productos, como del estudio de las interacciones inmediatas que tienen los mismos con el hombre y con su modo particular de producción y distribución; todo ello con la finalidad de colaborar en la optimización de los recursos de una empresa, en función de sus procesos de fabricación y comercialización (entendiéndose por empresa cualquier asociación con fines productivos)”.

Entonces podemos concluir que el diseño industrial es una disciplina esencial, en el proceso de desarrollo. Es transdisciplinaria y se encuentra presente en casi todos los objetos y sistemas que rodean al ser humano para brindarle confort en todos sus entornos, desde las casas habitación, muebles, aparatos electrodomésticos, hasta la tecnología médica y de telecomunicaciones, el sector automotriz, la agroindustria, etcétera.

El diseño industrial es la rama del diseño dedicada a la proyección de objetos de uso cotidiano. Es una actividad creadora que permite determinar las propiedades formales, exteriores, funcionamiento, aspectos ergonómicos y de seguridad de los objetos que se desean producir industrialmente considerando principalmente las necesidades del ser humano.

Los primeros pasos en el desarrollo de un nuevo diseño o la modificación de uno ya existente, es determinar los requisitos, expectativas o requerimientos del cliente, la finalidad del producto y los gustos de los clientes o usuarios. Se considera al cliente, no solo el consumidor final o el usuario del producto, sino todas aquellas personas que se ven involucradas en las decisiones que se tomen durante el proceso de diseño: personal de producción, montaje, almacenaje, ventas, servicio, post-ventas, mercadotecnia, etc.

Los requerimientos son los atributos necesarios definidos para un producto antes y durante el diseño. La necesidad del cliente es el requerimiento final del producto del cual otros requerimientos fluyen. Esto es, determinar las características deseadas del producto, tales como el tamaño, forma, peso, color, materiales utilizados, el costo, la facilidad de uso, ajuste y seguridad.

*Áreas de acción del diseñador industrial.*

“Toda nuestra vida gira en torno de los objetos, desde que nacemos hasta que morimos estamos en contacto con ellos, forman parte de nuestra cotidianidad, por lo tanto es imposible pasar una hora o minutos sin su presencia” (Simón, 2007, p. 46).

La creatividad y el conocimiento técnico son fundamentales en la ocupación del diseñador industrial. Los diseñadores, deben tener un fuerte sentido de la estética, sensibles para el color y el detalle y un sentido de equilibrio y proporción, así como comprender los aspectos técnicos del funcionamiento de los productos.

Los diseñadores deben ser imaginativos, persistentes y deben ser capaces de comunicar sus ideas visualmente, verbalmente y por escrito. Debido a que los gustos y estilos pueden cambiar rápidamente, los diseñadores necesitan estar abiertos a nuevas ideas e influencias y

reaccionar con rapidez a esas tendencias cambiantes.

Las áreas de acción en las que puede incursionar y laborar el diseñador industrial según Rodríguez (1983, p. 21) abarcan los siguientes campos como lo muestra la tabla 1.

**Tabla 1.** Las áreas de acción del diseñador industrial.

Desarrollo de productos (bienes de consumo, capital y de uso público) en las distintas instancias públicas, privadas, descentralizadas ó despachos.
Colaboración en el análisis y evaluación de productos, es decir en el control de calidad que abarca todos los aspectos de valor de uso de un producto (Instituto Nacional del Consumidor).
Colaboración en la estandarización de componentes y racionalización de surtidos ó líneas de productos (Dirección General de Normas).
Colaboración en la evaluación de patentes y marcas en el área de transferencia de tecnología (Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología).
Colaboración en la vigorización de la pequeña y mediana industria, representativas de nuestro país (Cámara Nacional de la Industria de la Transformación, Confederación de Cámaras Industriales).
Asesoría de cooperativas nacionales de producción (gobiernos federales de los estados).
Planificar, proyectar, programar y dirigir proyectos de diseño de productos en serie.
Colaboración en función de su experiencia en la práctica profesional, en el desarrollo teórico-práctico de la enseñanza del diseño (diversas escuelas y universidades en que se imparte la curricular de Diseño Industrial).
Colaboración como especialista en la planificación de utensilios, herramientas, máquinas y equipo en general que a futuro requerirá la ejecución de los planes de desarrollo a cubrir por las distintas dependencias estatales (Secretarías de Estado).
Identificar y solucionar los problemas de diseño en los productos existentes (evaluación y/o rediseño).
Manejar técnicas y cooperar con empresarios y/o profesionales de diferentes áreas en trabajos de diseño de productos relacionados con su creación, elaboración y comercialización.
Desarrollar diseños de equipos, maquinarias, mobiliario y electrodomésticos en fábricas.
Generar nuevos productos en empresas de diseño de material didáctico, juguetes educativos, equipo de laboratorio y material quirúrgico.
Instituciones de ejercicio profesional: en empresas, industrias y fábricas para diseñar, mejorar y ejecutar proyectos de diseño de productos, resolviendo sus procesos técnicos, desde la planeación hasta la comercialización.

Fuente: Macías, Luis (2013). Elaboración propia, basada en: Manual de Diseño Industrial, Rodríguez (1983, p. 21).

En el mercado global donde la competencia es muy marcada, se necesitan nuevas ideas para convertirlas rápidamente en productos y así tener presencia de la marca y lealtad en el mercado, así mismo maximizar los ingresos antes de que los competidores puedan lanzar productos similares y crear barreras a esas marcas de productos. El primero en el mercado, también puede crear oportunidades para que la empresa establezca normas para nuevas tecnologías que ofrecen enormes ventajas en la creación de productos nuevos.

Los diseñadores siempre han tratado de identificar y diseñar productos que encajan en las necesidades de los consumidores, se centran ahora en la creación de ese producto antes de un competidor. Los diseñadores de hoy en día también deben centrarse en la creación de productos innovadores, así como teniendo en cuenta los aspectos de estilo y técnica del producto.

Es así, que el diseño industrial proporciona el conocimiento de nuevas necesidades y que se constituye como un proceso creativo, tecnológico y multidisciplinar, orientado a la creación de nuevos productos o rediseño de otros.

Por su parte, los dispositivos médicos están siendo testigos día a día de la globalización y de las nuevas tendencias, servicios y negocios con los diferentes avances en la tecnología, de ahí la necesidad de que cada compañía esté involucrada en la innovación y los departamentos de desarrollo e investigación sean competentes para entender tanto las demandas de los mercados como los requerimientos del cliente ya que los nuevos productos pueden llegar a ser tanto mejorados como

rediseñados o tener una innovación radical que cumplan o excedan esos requerimientos del cliente, para esto, al crear un nuevo diseño, los diseñadores a menudo comienzan por investigar al usuario del producto o el contexto en el que se utiliza el producto.

Una de las fortalezas competitivas de las diferentes compañías es su conocimiento tecnológico diversificado y su compromiso con la innovación científica o tecnológica. La combinación única de la capacidad de las compañías en dispositivos médicos, se debe a la sinergia de todos los integrantes de los equipos involucrados en el desarrollo de los dispositivos médicos. Las competencias y habilidades que debe tener cada uno de los integrantes es sumamente importante para lograr el fin de la innovación.

Así habrán de superarse los retos que actualmente se exigen como son la conciencia ambiental, cambios tecnológicos, nuevos recursos, competencias, etc., en donde las competencias del diseñador deberán marcar la pauta para tener buenos diseños, robustos, factibles, viables y confiables.

### ***Competencias***

El concepto de “competencia” se comienza a utilizar en los Estados Unidos en los años veinte del siglo pasado, siendo que tuvo su mejor desarrollo en los años 60 cuando estaban de boga el enfoque racionalista y el enfoque técnico de gestión. Fue en esa época en que se utilizaban como mecanismo de evaluación. Era entonces que se creía que aquellos mecanismos tradicionales de evaluación del conocimiento no auguraban de una forma idónea el desempeño del trabajador en su puesto ya que en repetidas ocasiones existía

en estos resultados el rechazo o discriminación a grupos étnicos, mujeres o distintos grupos sociales. McClelland, profesor de psicología de la Universidad de Harvard quien fuera uno de los pioneros en este concepto postuló que era necesario buscar otras variables que pudieran predecir cierto grado de éxito o, al menos, que supusieran menos sesgo cultural; a estas variables les denominó competencias.

A nivel global todas las organizaciones han experimentado cambios en todos los ámbitos dentro de su empresa desde las innovaciones, las técnicas de los procesos de producción hasta la forma de administrar el recurso humano.

El recurso humano por mucho es el elemento más valioso en una compañía por lo que se centra la atención en que se lleven a cabo de una manera cada vez mejor las tareas que desarrollan dentro de su puesto de trabajo. Esto depende de las características individuales de cada uno de ellos como son las aptitudes y sus rasgos.

Las competencias según Jorge Haddad (2007, p. 29) son repertorios de comportamientos que algunas personas dominan mejor que otras. Estos comportamientos son observables en la realidad cotidiana del trabajo. Ponen en práctica, de forma integrada, aptitudes, rasgos de personalidad y conocimientos adquiridos. Por último, las competencias representan, un trazo de unión entre las características individuales y las cualidades requeridas para llevar a cabo las misiones profesionales precisas.

Las competencias son “una característica particular de un empleado la cual resulta efectivo con su máximo

desempeño de su trabajo” (Boyatzis, 1982, p.43). Así mismo Seal, Boyatzis y Bailey (2006, p. 200) definen a una competencia como una capacidad o habilidad que lleva a un resultado exitoso. Esto debido a la conducta o comportamiento hacia sus objetivos o metas. Por lo tanto, dicen, son el resultado de un comportamiento apropiado usado efectivamente en la situación y tiempo para cumplir ese resultado o meta trazada.

Existen diversos autores que definen y expresan el concepto de competencias los cuales se nombran a continuación:

Rodríguez y Feliú (2004, p. 26) las definen como "conjuntos de conocimientos, habilidades, disposiciones y conductas que posee una persona, que le permiten la realización exitosa de una actividad".

Finalmente, Boyatzis (1982, p. 50) señala que son: "conjuntos de patrones de conducta, que la persona debe llevar a un cargo para rendir eficientemente en sus tareas y funciones".

"La competencia profesional es el resultado de la integración esencial y generalizada de un complejo conjunto de conocimientos, habilidades y valores profesionales, que se manifiesta a través de un desempeño profesional eficiente en la solución de los problemas de su profesión, pudiendo incluso resolver aquellos no predeterminados" (Perrenoud, 2002, p. 125).

El desarrollo de una competencia va más allá de la simple memorización o aplicación de conocimientos de forma instrumental en situaciones dadas. La competencia implica la comprensión y transferencia de los conocimientos a situaciones de la vida real; exige relacionar,

interpretar, inferir, interpolar, inventar, aplicar, transferir los saberes a la resolución de problemas, intervenir en la realidad o actuar previendo la acción y sus contingencias. Es decir, reflexionar sobre la acción y saber actuar ante situaciones imprevistas o contingentes.

Del análisis de estas definiciones puede concluirse que las competencias:

- Son características de la persona,
- Se ponen de manifiesto cuando se ejecuta una tarea o se realiza un trabajo,
- Están relacionadas con la ejecución exitosa en una actividad, sea laboral o de otra índole.
- Tienen una relación causal con el rendimiento laboral, es decir, no están solamente asociadas con el éxito, sino que se asume que realmente lo causan.
- Pueden ser generalizables a más de una actividad.

Las competencias se plantean como multidimensionales en sí mismas y con una relación directa con el contexto en que se expresan. Es lo que Lawshe y Balma (1966, p. 70) exponen:

- a) La potencialidad para aprender a realizar un trabajo,
- b) La capacidad real, actual, para llevar a cabo el trabajo y
- c) La disposición para realizarlo, es decir, su motivación o su interés.

Estos tres aspectos se complementan, ya que es posible, que alguien tenga los conocimientos para hacer el trabajo, pero no

lo desee hacer; o que tenga el deseo de realizarlo, pero no sepa cómo hacerlo; o no sepa cómo hacerlo, pero esté dispuesto a aprender y tenga las condiciones de hacerlo.

La misma concepción de las competencias, con su carácter multidimensional, hace que sean complejas, por lo que se requiere analizar cómo están conformadas. Spencer y Spencer (1990, p. 12) consideran, que las competencias están compuestas de características que incluyen: motivaciones, rasgos psicofísicos (agudeza visual y tiempo de reacción, por ejemplo) y formas de comportamiento, conocimientos, destrezas manuales y destrezas mentales o cognitivas.

Entonces, como resultado de los conceptos anteriores se puede deducir que una competencia es lo que hace que la persona sea, valga la redundancia, "competente" para realizar un trabajo o una actividad y sea exitoso en la misma, lo que puede significar la conjunción de conocimientos, habilidades, disposiciones y conductas específicas. Si falla alguno de esos aspectos, y el mismo se requiere para lograr algo, ya no se es "competente".

No sólo es importante tener conocimiento y saber transferirlo, es decir, ser competente para el desarrollo de una actividad profesional o para la resolución de un problema; también es importante, el aspecto actitudinal (actitudes y valores) que se demuestra o se pone en práctica en el proceso de formación y de desempeño laboral o en el desarrollo de la tarea o del trabajo en equipo, porque esto origina y promueve un ambiente de trabajo en el que se ponen de manifiesto aspectos culturales y sociales en la interrelación inter e intrapersonal.

### *El Proyecto Tuning en América Latina.*

Este Proyecto surgió en Europa, pero fue planteado para las universidades latinoamericanas en la ciudad de Córdoba (España), en octubre del 2002. Las 8 universidades latinoamericanas que presentaron la propuesta inicial fueron: Universidad Nacional de La Plata (Argentina), Universidad Estadual de Campinas (Brasil), Universidad de Chile (Chile), Pontificia Universidad Javeriana (Colombia), Universidad de Costa Rica (Costa Rica), Universidad Rafael Landívar (Guatemala), Universidad de Guanajuato (México) y Universidad Católica Andrés Bello (Venezuela) (Ramírez, 2008, p. 86).

El Proyecto “Tuning América Latina” propone la internacionalización de la educación superior como un reto que implica analizar la oferta académica, los perfiles profesionales, los programas de investigación, la evaluación y la acreditación del programa profesional, así como colocar en la práctica el “Enfoque por Competencias”, entendida como el desarrollo de capacidades del estudiante a través del logro de un perfil aptitudinal múltiple y complejo vinculado inevitablemente con el mundo social y laboral (ibíd.).

Así dentro del Proyecto Alfa Tuning Latinoamérica se han identificado dos tipos de competencias:

- *Las Competencias Genéricas*

Buscan identificar aquellos atributos compartidos que pudieran generarse en cualquier titulación y que son considerados importantes por la sociedad además de ser

comunes a todas las titulaciones (Ramírez, 2008, p. 90).

- *Las Competencias Específicas*

Son las que se relacionan con cada área temática y que tienen una gran importancia para cualquier titulación por que están relacionadas con el conocimiento concreto de un área temática (ibíd.).

El mercado exige factores para un diseñador industrial como los que anteriormente se enlistan. Así las empresas solicitan profesionales con una visión amplia del diseño, por lo tanto, si se quiere sobrevivir y liderar proyectos, se deben adquirir herramientas atinentes a la realidad nacional y global, para competir de igual a igual, pero no competir por realizar una misma labor, sino, para considerar la profesión de diseñador tan productiva como cualquier otra.

Por otro lado se puede mencionar que la educación basada en competencias y el Proyecto Tuning Europeo, marcan una tendencia internacional en cuanto a la educación superior y tienen presencia latinoamericana en proyectos como el Alfa Tuning Latinoamérica (ibíd., p. 104), que como se comenta anteriormente, es coordinado por universidades de países tanto latinoamericanos como europeos y tiene como objetivos “impulsar la participación comprometida y decidida de las universidades, las organizaciones de educación superior, las organizaciones profesionales, las agencias de evaluación, acreditación, análisis curricular, equivalencia de créditos, certificación y formación para investigación e innovación de América Latina y el Caribe y de la Unión Europea” (ibíd.,p.104).

Para Ramírez, (2008) en su conferencia dada dentro del proyecto Alfa Tuning Latinoamericano, competencia es la capacidad efectiva para llevar a cabo exitosamente una actividad laboral plenamente identificada, o a su vez “un conjunto de procedimientos, actividades generalizadoras, métodos de abordaje a los problemas de la profesión y las conductas que lo caracterizan y habilitan para ofrecer soluciones”.

Del proyecto Tuning de América Latina, se puede rescatar la adopción de las 27 competencias generales de los estudiantes universitarios en Latinoamérica como lo muestra la tabla 2. Estas funcionan como su nombre indica como un marco genérico, transversal, como un perfil de egreso de los estudiantes de todas las carreras profesionales.

**Tabla 2.** Competencias generales según proyecto Tuning para América Latina.

1) Capacidad de abstracción, análisis, y síntesis.
2) Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica.
3) Capacidad de organizar y planificar el tiempo.
4) Conocimientos sobre el área de estudio y la profesión.
5) Responsabilidad social y compromiso ciudadano.
6) Capacidad de comunicación oral y escrita.
7) Capacidad de comunicación en un segundo idioma.
8) Habilidades en el uso de tecnologías de información y de la comunicación.
9) Capacidad de investigación.
10) Capacidad de aprender y actualizarse permanentemente.
11) Habilidad para procesar, y analizar información procedente de diversas fuentes.
12) Capacidad crítica y autocrítica.
13) Capacidad para actuar en nuevas situaciones.
14) Capacidad creativa.
15) Capacidad para identificar, plantear, y resolver problemas.
16) Capacidad para tomar decisiones.
17) Capacidad de trabajo en equipo.
18) Habilidades interpersonales.
19) Capacidad de motivar y conducir hacia metas comunes.
20) Compromiso para la preservación del medio ambiente.

21) Compromiso con su medio sociocultural.
22) Valoración y respeto por la diversidad y multiculturalidad.
23) Habilidades para trabajar en contextos internacionales.
24) Habilidad para trabajar en forma autónoma.
25) Capacidad para formular y gestionar proyectos.
26) Compromiso ético.
27) Compromiso con la calidad.

Fuente: Macías, Luis (2013). Elaboración propia, basada en información obtenida de: El Proyecto Tuning en América Latina.

#### *Competencias del diseñador industrial.*

Para la demanda del mercado actual se necesitan profesionales adaptables a los cambios que día a día van surgiendo a nivel global.

La competencia por los puestos de trabajo está peleada debido a que muchas personas con talento se sienten atraídos por el campo del diseño. Las mejores oportunidades de trabajo serán en las empresas de diseño especializadas que son utilizados por los fabricantes para diseñar sus productos o componentes. Cada vez es más común que los fabricantes manden a realizar fuera de su compañía (outsourcing, por su significado en inglés) el trabajo de diseño a las empresas dedicadas a proveer servicios de diseño a manera de reducir costos y para encontrar el talento para el diseño más calificado, creando así más oportunidades en estas empresas.

A medida que la demanda de trabajo de diseño es más impulsada por los consumidores, los diseñadores pueden controlar de cerca y reaccionar a cambios en

las demandas de los clientes y que puedan trabajar con el mercado y el personal de planificación estratégica para llegar a nuevos productos.

Un diseñador industrial tiene la capacidad de diseñar objetos que respondan a las necesidades del hombre, a su cultura, a su historia, a su sociedad, a su arte, etc. Los medios para producirlos son la mente, las manos, la materia, los procesos y la tecnología. El diseñador industrial tiene la capacidad de juntar todos estos factores en los productos que diseña. Para esto se requiere de un conocimiento especializado de criterios visuales, táctiles, de seguridad y de funcionalidad orientada al usuario.

El diseñador industrial, clave importante como recurso humano en las fases de diseño en el proceso de desarrollo de nuevos productos requiere ser competente en un gran ámbito que engloba todas las tareas de desarrollo de productos.

La necesidad de que los productos cumplan con los requerimientos antes mencionados se ve reflejada en la

generación de los Ingenieros, Ingenieros de Diseño y/o Diseñadores Industriales que no abordan el problema desde el punto de vista de la viabilidad de diseño y proceso. La falta de un conocimiento previo o competencia en las áreas involucradas del equipo de lanzamiento hace que los diseños sean pobres y no cumplan ni excedan las expectativas del cliente provocando que no se tenga éxito en el mercado o no se cumplan las funciones para las que fueron destinados.

Organizaciones como International Council of Societies of Industrial Design (ICSID), The Industrial Designers Society of America (IDSA) y el Departamento de Trabajo de Estados Unidos (U.S. Department of Labor, por su significado en inglés) proveen la siguiente información acerca de las competencias requeridas de los diseñadores industriales:

- ICSID en el año 2003 sugería que un programa comprensivo de diseño industrial debería al menos educar estudiantes en tres categorías de competencias:
  - 1) Atributos generales de solución de problemas, habilidades de comunicación, adaptabilidad a cambios rápidos, etc.
  - 2) Habilidades específicas de diseño industrial y conocimiento en pensamiento de diseño y procesos de diseño, metodologías de diseño, habilidades y conocimiento de

visualización, conocimiento de procesos de desarrollo de productos, manufactura, materiales y procesos, administración de proyectos de diseño, preocupación por el medio ambiente, creación de modelos,

3) Conocimiento en estrategias de sistemas de integración.

- IDSA por su parte, provee un listado a detalle en donde incluye 44 habilidades y 10 categorías de habilidad personal, esto para estudiantes que quisieran elegir al diseño industrial como su carrera y pudieran auto evaluarse.
- El Departamento de Trabajo de Estados Unidos (2003) define las actividades de trabajo, el valor, conocimiento requerido, habilidades e intereses para la ocupación de diseñadores industriales y le da una ponderación a cada aspecto.
- ICSID en su directorio mundial de la educación de diseño industrial da la definición de diseño industrial de las tareas y los objetivos y da la recomendación con respecto de los requerimientos educacionales mínimos para su formación.

Tomando como base lo anterior, se enlista de acuerdo al ICSID, atributos, habilidades y destrezas de un diseñador industrial en la tabla 3.

**Tabla 3.** Atributos, valores y destrezas del diseñador industrial.

<b>Estrategias de sistemas de integración del Diseñador.</b>
Habilidades computacionales y destrezas.
Destrezas de integración.

<b>Valores éticos del Diseñador.</b>
Conocimientos básicos (procesos de desarrollo de productos, manufactura, materiales, procesos y ciencias relevantes, gestión del diseño).
Conocimiento sobre el usuario.
Economía.
Pensamiento de diseño y proceso de diseño.
Generar Prototipos.
Conocimiento del medio ambiente.

<b>Atributos generales del Diseñador.</b>
Liderazgo e iniciativa.
Trabajo en equipo.
Principios de negocio y ética aplicada.
Aspectos legales del diseño (patente, copia, mercado y propiedad intelectual).
Innovación y pensamiento creativo.
Contexto cultural
Resolución de problemas generales.

<b>Atributos generales del Diseñador. Continuación</b>
Expresión visual y escrita.
Habilidades específicas de comunicación oral, escrita (resumen, proposición, reportes escritos) y visual.
Metodología del diseño.
Factores humanos, ergonomía y uso de metodología.
Aspectos relevantes de la historia, teoría y crítica.
Habilidades y destrezas de visualización.
Aspectos relevantes de metodología de investigación.
Adaptación a los cambios rápidos.
Habilidad para interpretar factores indicadores de cambios socioeconómicos.
Sensibilidad estética.
Habilidades y destrezas específicas para el diseño industrial.
Técnicas de organización de una oficina y costo.

Fuente: Macías, Luis (2013). Elaboración propia, basada en información obtenida de: ICSID.

*Caso de estudio de identificación de las competencias del diseñador industrial.*

Como parte de un proyecto académico que pretendía explorar la formación de profesionales y técnicos altamente capacitados en la disciplina de diseño industrial, la Escuela de Diseño del Instituto Profesional DuocUC de la Pontificia Universidad Católica de Chile, realizó talleres y laboratorios especialmente dispuestos para simular los distintos requerimientos y situaciones que el diseñador deberá enfrentar en su desempeño profesional. A este proyecto le denominaron Proyecto FONDEF. En este caso ese proyecto nace de la urgente exigencia de mejorar la calidad de la educación en Chile.

Este proyecto fue llamado “Educación del diseño basada en competencias: un aporte a la competitividad”, su objetivo fue definir e implementar mecanismos que permitieran el traspaso de experiencias exitosas, así como el uso de herramientas y procedimientos del área de manufactura hacia el área de educación y formación en diseño. Aunado a esto otro punto fundamental fue la definición del perfil del diseñador basado en competencias laborales.

A continuación se describirá los pasos del proceso que se llevó a cabo dentro de este proyecto realizado por la Escuela de Diseño del Instituto Profesional DuocUC de la Pontificia Universidad Católica de Chile:

Paso 1) Identificación de las competencias de un diseñador industrial.

Para identificar las competencias, se utilizó la información de diferentes fuentes a nivel internacional, a partir de esta

información, se seleccionó y elaboró un conjunto de competencias que definieran al diseñador industrial. El resultado de esto fue un listado constituido por 31 competencias, las cuales se enumeran más adelante.

Las competencias dentro del Proyecto FONDEF están clasificadas según el enfoque francés en tres áreas: el saber, el hacer y el ser del profesional (Ramírez, 2008): “...todo proceso de “conocer” se traduce en un “saber”, entonces es posible decir que son recíprocos competencia y saber: saber pensar, saber.

Paso 2) Conceptualización de competencias.

En el contexto de este proyecto, se definió la competencia como: “la capacidad para lograr un objetivo o resultado en un contexto dado y hace referencia a la capacidad de un individuo para dominar un conjunto de tareas específicas o una función concreta”.

Como las competencias se pueden orientar a distintos ámbitos, para diferenciarlas y organizarlas, se utilizó el enfoque francés que las agrupa en 3 áreas: Saber, Saber Hacer y Saber Ser.

A su vez, para identificar y organizar las competencias en esas áreas, se elaboró una matriz con la explicitación de criterios que permitieran clasificarlas como lo muestran las tablas 4-6.

De esta manera dentro de esa conceptualización, el perfil preliminar quedó definido en función de 31 competencias, divididas en 9 competencias del área del Saber (conocimiento), representado por el 29 % de las personas encuestadas, 16 competencias del área del Saber Hacer

(habilidades y destrezas intelectuales y físicas), que resultaron del 52% de los encuestados y 6 competencias del área del Saber Ser (afectiva), que significa el 19% de

los que se encuestaron. Más adelante se detallan estos porcentajes.

Paso 3) Competencias del perfil preliminar del diseñador industrial.

**Tabla 4.** Competencias del perfil preliminar del diseñador industrial de acuerdo al enfoque francés. Área del Saber.

<b>Área del Saber.</b>
<b>Dominio:</b> Conocimientos que ha de tener el diseñador.
<p><b>Descripción:</b> Conocer datos, grupo de antecedentes, hechos, informaciones sobre diferentes temas.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Capacidad de memorización, recuerdo o reproducción de información en forma similar a aquella en que fueron recibidas o aprendidas.</li> <li>• Conocimientos especializados de materias vinculadas al diseño industrial.</li> </ul>

Fuente: Macías, Luis (2013). Elaboración propia, basada en información obtenida de: El Proyecto Tuning en América Latina.

**Porcentaje:** 29% de los encuestados están en el Área del Saber con las siguientes competencias:

- 1) Conocimiento de procesos para el desarrollo de productos.
- 2) Conocimiento de procesos de manufactura.
- 3) Conocimiento de tecnologías y herramientas disponibles para visualización, recopilación y organización de información (análoga y/o digital).
- 4) Conocimiento del cliente.

- 5) Conocimiento del contexto socio-cultural (el lugar en que se sitúa el problema).
- 6) Conocimiento de los valores y actitudes ético-profesionales que regulan el ejercicio profesional.
- 7) Conocimiento de los aspectos legales de diseño (patentes, normativa, mercado).
- 8) Conocimiento de economía.
- 9) Conocimiento de técnicas de organización (para generar nuevas empresas o la propia).

**Tabla 5.** Competencias del perfil preliminar del diseñador industrial de acuerdo al enfoque francés. Área del Saber Hacer.

<b>Área del Saber Hacer.</b>
<b>Dominio:</b> Habilidades o destrezas intelectuales y físicas que ha de tener un diseñador.
<b>Descripción:</b> Habilidades y destrezas que como resultado concreto, permitan manifestar conductas neuromusculares, físicas y mentales.

Fuente: Macías, Luis (2013). Elaboración propia, basada en información obtenida de: El Proyecto Tuning en América Latina.

**Porcentaje:** 52% de los encuestados están en el Área del Saber Hacer con las siguientes competencias:

- 10) Capacidad para resolver problemas de diseño.
- 11) Capacidad de innovación.
- 12) Capacidad para la aplicación de metodologías de diseño.
- 13) Capacidad de investigar para solucionar problemas de diseño.
- 14) Capacidad de manejar y aplicar criterios de identidad y expresión a los productos (criterio estético).
- 15) Capacidad para aplicar variables ergonómicas y antropométricas en el diseño de productos.
- 16) Capacidad para investigar y experimentar materiales para utilizarlos en el diseño.
- 17) Capacidad para comprender el impacto sociocultural y económico que puede generar el producto.
- 18) Capacidad de comprensión del impacto que pueden tener los

objetos, productos e ideas en el medio ambiente.

- 19) Capacidad de expresión oral y escrita de ideas y opiniones de manera coherente y fundamentada.
- 20) Capacidad para comprender, analizar y juzgar las distintas teorías de diseño.
- 21) Capacidad de conducir, organizar y estructurar el trabajo en equipo.
- 22) Capacidad de trabajo en equipo de manera multidisciplinaria y cooperativa en distintas situaciones y con distintos profesionales.
- 23) Capacidad o habilidad de gestión: administración de recursos para el desarrollo de un producto.
- 24) Capacidad de aplicación de tecnologías y técnicas de representación.
- 25) Capacidad o habilidad para desarrollar maquetas, modelos y prototipos: capacidad para mostrar tridimensionalmente una idea o concepto.

**Tabla 6.** Competencias del perfil preliminar del diseñador industrial de acuerdo al enfoque francés. Área del Saber Ser.

<b>Área del Saber Ser.</b>
<b>Dominio:</b> Afectivo.
<b>Descripción:</b> Son actitudes o disposiciones conductuales en las que predominan los intereses, emociones, actitudes, valores, juicios y formas de adaptación personal o social.

Fuente: Macías, Luis (2013). Elaboración propia, basada en información obtenida de: El Proyecto Tuning en América Latina.

**Porcentaje:** 19% de los encuestados están en el Área del Saber Ser con las siguientes competencias:

- 26) Capacidad de actuar con valores ético-profesionales.
- 27) Capacidad para adaptarse a distintos escenarios tecnológicos y productivos (flexibilidad).
- 28) Capacidad o actitud de apertura a los cambios en el campo del conocimiento.
- 29) Capacidad o actitud de respeto y/o compromiso por un desempeño profesional inspirado en los valores trascendentes del ser humano.
- 30) Capacidad o actitud de aprecio y de compromiso con la profesión.
- 31) Valorización de la pertenencia al gremio profesional del diseñador.

*El diseño industrial y las competencias biomédicas en el desarrollo de dispositivos médicos.*

La industria de los dispositivos médicos se ha convertido en las últimas

décadas en una de las más sólidas y con mayor crecimiento anual y su evolución ha estado en gran medida favorecida por progresos científicos y tecnológicos recientes, la utilización de nuevas técnicas, dispositivos y la optimización en costos del proceso de desarrollo de productos.

Como se ha comentado, en la concepción de un producto desarrollado por diseñadores industriales, aparece un actor clave: el usuario. Paralelamente existe una cadena de personas involucradas alrededor del producto. Hoy en día los bioingenieros juegan un papel fundamental en la selección de equipos dentro de las instituciones de salud. Ellos son los que evalúan todos y cada uno de los aspectos donde impacta el diseño; desde el funcionamiento hasta el mantenimiento y pueden dar recomendaciones ante la posible actualización y adquisición de equipos nuevos. Un equipo "con buen diseño" impacta tanto en los usuarios como en la práctica médica.

Los ingenieros biomédicos desarrollan dispositivos y procedimientos que resuelvan los problemas médicos y de salud mediante la combinación de sus conocimientos de la biología y la medicina con los principios y prácticas de ingeniería.

Muchos hacen la investigación junto con los científicos médicos para desarrollar y evaluar sistemas y productos tales como órganos artificiales, prótesis, instrumentación, sistemas de información médica y la gestión de la salud, así como, diseñar dispositivos utilizados en diversos procedimientos médicos. La mayoría de los ingenieros en esta especialidad necesitan una sólida formación en otra especialidad de la ingeniería, tales como la mecánica o ingeniería electrónica, además de la formación biomédica especializada. Algunas de las especialidades dentro de la ingeniería biomédica son los biomateriales, la biomecánica, medicina, ingeniería de rehabilitación, ortopédicos y de ingeniería.

En el proceso de desarrollo de dispositivos médicos hay ciertos aspectos que los diseñadores deben resolver: dar soluciones a problemas, interactuar con los usuarios y actores intervinientes para conocer sus necesidades, gestionar procesos productivos y seleccionar materiales para brindar la mejor solución al alcance de las tecnologías disponibles. En este proceso, el equipo de diseño opera como mediador entre fabricantes, tecnologías, tendencias, usuarios y necesidades y debe generar soluciones que respondan eficientemente a todos ellos. Diseñar equipos médicos bajo las normas nacionales e internacionales de producción es fundamental para asegurar la competitividad en el mercado actual.

La incorporación del diseño industrial en el desarrollo de equipos médicos empieza a verse como un factor diferencial que agrega valor a los productos diseñados y desarrollados en nuestro país. La intervención del diseño industrial produce un impacto positivo en el desarrollo

de equipamiento médico. No solo logra optimizar las condiciones de uso, sino que también permite mejorar la seguridad y eficiencia del tratamiento, reducir costos y tiempos de internación y minimizar el mantenimiento. Actualmente, la industria nacional ha comenzado a incorporar el diseño como una herramienta clave para el desarrollo de equipos médicos, lo cual marca una perspectiva muy favorable para nuestro mercado.

La incorporación de diseño en un producto no es cuantificable. Lo que debe considerarse al momento de obtener un nuevo equipo es la coherencia e integración con la mayor cantidad de necesidades de los usuarios, espacios y tratamientos con los que estará involucrado. El diseño se vuelve tangible cuando un producto resiste el uso intensivo sin comprometer la seguridad y eficiencia en el tratamiento.

Un equipo con buen diseño integra aspectos operativos y funcionales a través de interfaces intuitivas, aprovecha las tecnologías, procesos productivos y materiales de última generación y considera todo tipo de aspectos ergonómicos. Una estrategia de diseño integral de equipamiento médico ayuda a disminuir los errores humanos potenciales y por lo tanto los riesgos a los que pueda estar expuesto el paciente. El diseño moderno debe involucrar y fomentar la interacción de los diseñadores con todos los actores involucrados en la vida útil de un equipo.

El continuo avance científico es disparador de nuevos equipos médicos que incorporen las últimas tecnologías. Dado que el proceso de diseño sirve no solo para generar productos médicos más adecuados, sino también como un espacio de

comunicación e integración de los diferentes usuarios; el diseño industrial como disciplina tiene un potencial sin precedentes para jugar un rol fundamental en el avance de la medicina.

El diseño industrial aporta al desarrollo de equipos, dispositivos e instrumental médicos un enfoque multidisciplinario, disciplinas como la estética, los hábitos de uso, la incorporación de nuevas tecnologías, materiales y procesos productivos, así como las exigencias de los mercados globales. Este enfoque multidisciplinario también considera las necesidades de usuarios directos e indirectos: entre los primeros se encuentran los pacientes, personal médico y asistencial, mientras que los segundos pueden ser técnicos, bioingenieros y aquellos relacionados con el proceso productivo. El diseñador es el vínculo entre estos actores y debe integrar sus necesidades en el proceso de diseño, pues en las distintas etapas del desarrollo, es esencial la colaboración entre profesionales de disciplinas médicas y de ramas tecnológicas para conseguir dispositivos eficaces y eficientes.

## CONCLUSION

Las competencias requeridas del diseñador industrial para diferentes condiciones pueden variar. Considerando lo anterior, y las tareas que se realizan en un proceso de desarrollo de nuevos productos la industria médica, a continuación se enlistan aquellas habilidades y destrezas que podrían hacer a un diseñador competente frente a las otras disciplinas que interactúan en el proceso de desarrollo de nuevos productos de la industria médica.

1) Equipo/ trabajo en equipo. La habilidad para trabajar con diversidad, ser parte de un equipo transdisciplinario para alcanzar los objetivos trazados.

2) Comunicación. La habilidad para comunicar ideas y proveer información claramente en una forma oral y escrita de manera que asegure la audiencia y direcciona los diferentes estilos de aprendizaje.

3) Diseño para manufactura. Diseñar para maximizar ensambles fáciles, simplificando el diseño a través de la reducción de la cantidad de partes. Desarrollar diseños modulares. Minimizar variación en las partes, diseñar partes multifuncionales.

4) Sistemas de Diseño Asistido por Computadora. Uso de herramientas computacionales que ayuden al usuario a definir nuevos productos creando imágenes, sólidos 3D, dibujos, análisis de elemento finito, simulación, etc.

5) Ética Profesional. Es la habilidad para conformar los estándares de conducta determinadas por la profesión, alineadas con el equipo y los estándares de la corporación.

6) Pensamiento creativo. Proceso de generación de ideas, las cuales frecuentemente enfatiza: pensar en un gran número de posibilidades inusuales y desarrollar o elaborar alternativas.

7) Diseño para el desempeño. Diseñar considerando los requerimientos del producto bajo las condiciones de manufactura y operaciones.

8) Diseño confiable. Diseñando los productos que funcionen desde la primera

vez y por el resto de la vida del producto. Diseños robustos llegan a ser la manera más adecuada para generar este tipo de diseños confiables.

9) Diseño para seguridad. Diseñar productos que eviten el daño al usuario desde su producción hasta el usuario final. Cumplir con los requerimientos federales es sumamente importante.

10) Ingeniería concurrente. Cada una de las fases del proceso de desarrollo de nuevos productos está involucrada en el lanzamiento del nuevo diseño, fases como manufactura, distribución y servicio y desarrollo deben de ir de una manera paralela. Ingeniería concurrente debe de estar estrechamente ligada a equipos de diseño multidisciplinados, compartir información a todos los niveles y revisiones de diseño.

11) Bocetos/Dibujos. Tener la habilidad para ilustrar claramente ideas y diseños por medio de trazos a mano libre. Se requieren habilidades para identificarse con objetos reconociendo la forma y función de los mismos.

12) Diseño por costo. Cumplir con los requerimientos del cliente mientras se minimizan los costos de todos los aspectos del producto, incluyendo producción, ensamble, distribución y mantenimiento. Tener claro las metas de ahorro de costos, revisando regularmente las áreas de oportunidad de algún posible cambio dando un valor agregado al producto.

13) Aplicaciones de estadística. Conocer metodologías de pruebas de efectividad y análisis de datos usando técnicas estadísticas

que fueron encontradas en una teoría probable.

14) Confiabilidad. Es una metodología estadística de ingeniería la cual predice el desempeño de un producto sobre la intención de su ciclo de vida y así entender los efectos de los diferentes modos de falla en el desempeño del sistema. Cabe señalar que esto es diferente al diseño confiable. Confiabilidad generalmente está involucrada con la estadística.

15) Tolerancias Geométricas. Estas son usadas para controlar la forma, perfil, orientación y localización. Ayudan a asegurar partes económicas y hacer efectiva la producción de partes con características de función y que tengan una relación entre ellas.

16) Ingeniería con valor. Evaluación de alternativas que cubran los requerimientos y se eliminen las características de función que no agregan valor, minimizando los costos de manufactura, calidad y forma de entrega.

17) Revisiones de diseño. Se llevan a cabo juntas entre todos los participantes del equipo de desarrollo, diseño y manufactura revisando que el producto cubra con las necesidades y requerimientos establecidos.

18) Procesos de manufactura. Conocer los procesos que son usados para fabricar las piezas como molde, fundición, maquinados, extrusión estampado, formado, soldadura, acabados, recubrimientos y ensamble. El diseñador debe estar familiarizado con todos los procesos de manufactura que sean usados para producir los nuevos productos.

19) Perspectiva de todo el sistema. Identificar todos y cada uno de los componentes que interactúan en el ensamble para el desempeño del producto final por medio de técnicas como matrices cruzadas, lluvias de ideas etc.

20) Diseño para ensamble. Diseñar los productos pensando en su facilidad para ensamblarlos reduciendo el tiempo ciclo de producción y tareas.

De acuerdo al listado anterior se puede observar que para poder tener oportunidad dentro de la industria médica, aprovechando este futuro de competitividad, el diseñador industrial deberá tener la capacidad de ser competente en un entorno multidisciplinario, estar preparado para interactuar con las diferentes áreas involucradas en un proceso de diseño dentro de las compañías dedicadas a desarrollo de nuevos productos teniendo la sensibilidad de detectar los problemas y las necesidades para resolverlos.

Por otro lado el diseñador industrial tendrá la preparación para emprender una compañía en donde ofrezca servicios o desarrolle nuevos productos aprovechando las oportunidades que se presentan.

## REFERENCIAS

### Libros

Boyatzis, R. (1982). *The competent manager: A model for effective performance*. New York: John Wiley & Sons, pp. 43-56.

Lawshe, C. y Balma, M. (1966). *Principles of personnel testing*. New York: Mc Graw Hill, pp. 68-97.

Maldonado, T. (1993). *El diseño Industrial Reconsiderado*. Barcelona: Editorial Gustavo Gili, p. 13.

Rodríguez, J. (1983). *Manual de Diseño Industrial*. México: Ediciones Gustavo Gili, S.A. de C.V., 3a. Edición, pp. 14-60.

Perrenoud, P. (2002). *Construir competencias desde la Escuela*. Santiago de Chile: Dolmen Ediciones. 2ª. Edición, p. 125.

Rodríguez, T. y Feliú S. (1994). *Manual del Curso Técnicas de Entrevista y Decisión de Selección*. Caracas: Psico Consult, p. 26.

Simón, G. (2009).+ *de 100 definiciones de diseño*. México, D.F.: Universidad Autónoma Metropolitana, pp. 8-234.

Spencer, L. y Spencer, S. (1993). *Competence at work: models for superior performance*. New York: Wiley, pp. 9-85.

### Revistas

Haddad, J. (2007). *Experiencias y consideraciones en la conformación de perfiles de competencias*, Revista de Psicología, XXV (1), pp. 29-58.

Seal, C., Boyatzis, R. & Bailey, J. R. (2006). *Fostering emotional and social intelligence in organizations*. Organization Management Journal, 3, pp.190-209.

### Páginas Web

ICSID International Council of Societies of Industrial Design. Disponible en: <http://www.icsid.org>. Fecha de consulta: 15 de abril de 2010.

IDSIA Industrial Designers Society of America. Disponible en: <http://www.idsa.org/>. Fecha de consulta: 18 de abril de 2011.

Ramírez, M. (2008). Educación basada en competencias y el proyecto *Tuning en Europa y Latinoamérica. Su impacto en México*. Disponible en: <http://www.observatorio.org/colaboraciones/2007/TuningEuropayAL-LiberoVictorionoRamirez%2011oct07.pdf>. Fecha de consulta: 12 de marzo de 2011.

---

---

## Las competencias del ingeniero biomédico para el desarrollo de instrumental médico

<sup>1</sup>Francisco Arturo Bribiescas Silva, <sup>1</sup>Luis Enrique Macías Martín, <sup>2</sup>Hyun Sook Lee Kim, <sup>2</sup>Jorge Barojas Weber, <sup>1</sup>Rosana Ramírez Martínez

<sup>1</sup>Universidad Autónoma de Ciudad Juárez

<sup>2</sup>Universidad Nacional Autónoma de México

### RESUMEN

El presente artículo muestra las competencias del ingeniero bioquímico para desarrollar instrumental médico considerando diversas fuentes y autores. Se enlistan las competencias necesarias para que el ingeniero biomédico desarrolle instrumentos robustos a la falla ya que los ingenieros biomédicos desarrollan dispositivos y procedimientos que resuelven los problemas médicos y de salud mediante la combinación de sus conocimientos de la biología y la medicina con los principios y prácticas de ingeniería.

**Palabras clave:** Competencias, Ingeniero Biomédico, Desarrollo de nuevos productos.

### INTRODUCCIÓN

La industria de los dispositivos médicos se ha convertido en las últimas décadas en una de las más sólidas y con mayor crecimiento anual y su evolución ha estado en gran medida favorecida por progresos científicos y tecnológicos recientes, la utilización de nuevas técnicas, dispositivos y la optimización en costos del proceso de desarrollo de productos.

La concepción de un producto desarrollado por Ingenieros biomédicos, aparece un actor clave: el usuario. Paralelamente existe una cadena de personas involucradas alrededor del producto. Hoy en día los bioingenieros juegan un papel fundamental en la selección de equipos dentro de las instituciones de salud. Ellos son los que evalúan todos y cada uno de los aspectos donde impacta el diseño; desde el funcionamiento hasta el mantenimiento y

pueden dar recomendaciones ante la posible actualización y adquisición de equipos nuevos. Un equipo "con buen diseño" impacta tanto en los usuarios como en la práctica médica.

Los ingenieros biomédicos desarrollan dispositivos y procedimientos que resuelvan los problemas médicos y de salud mediante la combinación de sus conocimientos de la biología y la medicina con los principios y prácticas de ingeniería. Muchos hacen la investigación junto con los científicos médicos para desarrollar y evaluar sistemas y productos tales como órganos artificiales, prótesis, instrumentación, sistemas de información médica y la gestión de la salud, así como, diseñar dispositivos utilizados en diversos procedimientos médicos. La mayoría de los ingenieros en esta especialidad necesitan una sólida formación en otra especialidad de la

ingeniería, tales como la mecánica o ingeniería electrónica, además de la formación biomédica especializada. Algunas de las especialidades dentro de la ingeniería biomédica son los biomateriales, la biomecánica, medicina, ingeniería de rehabilitación, ortopédicos y de ingeniería.

### **Competencias**

El concepto de "competencia" se comienza a utilizar en los Estados Unidos en los años veinte del siglo pasado, siendo que tuvo su mejor desarrollo en los años 60 cuando estaban de boga el enfoque racionalista y el enfoque técnico de gestión. Fue en esa época en que se utilizaban como mecanismo de evaluación.

Existen diversos autores que definen y expresan el concepto de competencias los cuales se nombran a continuación:

Drier (1990, pp. 2074-2080) se refiere a 5 tipos de competencias: Competencias basadas en la cognición, Competencias basadas en el rendimiento, Competencias basadas en las consecuencias, Competencias afectivas y Competencias de exploración.

Mientras que Byham y Moyer (1996, p. 25) las definen en tres grupos: Competencias Organizacionales, Competencias Personales y Competencias de rol o laborales.

Ansorena Cao (1996, p. 76) plantea: "una habilidad o atributo personal de la conducta de un sujeto, que puede definirse como característica de su comportamiento y bajo la cual, el comportamiento orientado a la tarea puede clasificarse de forma lógica y fiable"

"La competencia no se refiere a un desempeño puntual. Es la capacidad de movilizar conocimientos y técnicas y de reflexionar sobre la acción. Es también la capacidad de construir esquemas referenciales de acción o modelos de actuación que faciliten acciones de diagnóstico o de resolución de problemas productivos no previstos o no prescriptos" (Catalano & Sladogna; 2004, p. 39).

El conocimiento como acumulación de saber no es significativo, su valor radica en el uso que se haga del mismo, por tanto, las escuelas deben, con esta perspectiva, replantear los programas educativos desde "el saber hacer" a partir del desarrollo de competencias y de su aplicación a situaciones de la vida real.

Las competencias combinan en sí lo cognoscitivo (conocimientos y habilidades), lo afectivo (motivaciones, actitudes, rasgos de personalidad), lo psicomotriz o conductual (hábitos, destrezas) y lo psicofísico o psico-fisiológico.

Podría decirse entonces que las competencias son un conjunto de comportamientos y habilidades sensoriales y motoras, cognoscitivas, psicológicas, destrezas, aptitudes, actitudes que permiten desempeñar de forma más eficaz una tarea, una función o una actividad. Así mismo son rasgos de personalidad, motivaciones, valores, relaciones o experiencias que cada persona ha adquirido en el transcurso de la vida, ya sea en el ámbito personal o laboral con el fin de que ésta persona cumpla sus estrategias, metas y misiones (Haddad, 2007, p. 29).

Es importante diferenciar las competencias necesarias para realizar un

trabajo exitosamente, de lo que la persona hace en su trabajo. Woodruffe (1993, p. 30) destaca, que, por ejemplo persuadir a otros no es una competencia, sino algo que la persona debe hacer en el trabajo. Para persuadir a otros eficientemente, la persona debe tener ciertas competencias: ser incisivo en su comprensión de los asuntos, ser abierto en su forma de razonar a fin de encontrar opciones, desear resolver los asuntos y obtener resultados, tener confianza en dirigir a otros, ser sensible a los puntos de vista de otros, actuar en forma cooperativa con otros y estar orientado hacia el logro de objetivos.

Entonces, como resultado de los conceptos anteriores se puede deducir que una competencia es lo que hace que la persona sea, valga la redundancia, "competente" para realizar un trabajo o una actividad y sea exitoso en la misma, lo que puede significar la conjunción de conocimientos, habilidades, disposiciones y conductas específicas. Si falla alguno de esos aspectos, y el mismo se requiere para lograr algo, ya no se es "competente".

#### *Competencias en la ingeniería biomédica.*

Dentro del rubro médico, se entiende por competencias el conjunto de conocimientos, habilidades y actitudes que permiten una excelente práctica médica, en continuo perfeccionamiento, adecuada al contexto social en que se desarrolla.

Un concepto que empata desde la enseñanza de la medicina, apunta que competencia es "el proceso dinámico y longitudinal en el tiempo por el cual una persona utiliza los conocimientos,

habilidades actitudes y buen juicio, asociados a su profesión, con la finalidad de poder desarrollarla de forma eficaz en todas las situaciones que corresponden al campo de su práctica" (Martínez, y Arnau, 2007, pp. 179-190).

Por otro lado, la carrera de ingeniería biomédica en el Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey (ITESM), lleva a cabo una investigación llamada "*Metodología para la definición de competencias de Ingeniería Biomédica*" dentro de la División de Ciencias de la Salud. De acuerdo a dicha investigación se determina que para que un ingeniero biomédico esté capacitado para realizar las funciones de su perfil profesional, debe desarrollar los siguientes tipos de inteligencia:

- 1) Inteligencia técnica que está asociada con la capacidad para realizar correctamente el trabajo.
- 2) Inteligencia académica, emocional, analítica y creativa, que está relacionada con la habilidad para seleccionar y hacer el trabajo correcto.
- 3) Inteligencia personal, siendo la característica que tiene el profesional para ser la persona correcta para hacer el trabajo.

Con base en estos tipos de inteligencia, se formularon las competencias de ingeniería biomédica, procurando que se definieran con una visión amplia pero lo suficientemente específica para ser enseñadas y medidas de manera efectiva. El comité académico de ingeniería Biomédica del campus Monterrey (CAIBCM, 2007) desglosó las competencias como se enlistan en la tabla 1.

**Tabla 1.** Competencias del Ingeniero Biomédico definidas por el CAIBCM.

<b>Habilidades de carácter científico.</b>
Identificar, formular y resolver problemas de ciencias básicas de manera sistemática.
Desarrollo de metodologías o protocolos para probar hipótesis.
<b>Desarrollo personal, incorporación de actitudes y bases éticas.</b>
Actualización profesional.
Liderazgo.
Aplicación de principios éticos relacionados con la profesión.
Desarrollo integral de la persona.
<b>Habilidades de carácter tecnológico.</b>
Desarrollo de soluciones para el área de la salud.
Diseño, construcción o simulación, y validación de dispositivos biomédicos, a nivel de prototipo.
Diseño, simulación y validación de procesos para uso biomédico.
Conocimiento de los principios de funcionamiento de los dispositivos biomédicos.
Consideraciones básicas de la instalación, puesta a punto y funcionamiento de dispositivos y sistemas biomédicos.
Uso de herramientas para diagnóstico y reparación de equipo biomédico.
Selección y utilización de herramientas estadísticas y recursos computacionales para el análisis y clasificación de la información.
Identificación, formulación y resolución de problemas de ingeniería biomédica de manera sistemática.
Consideraciones generales de operación y mantenimiento de los dispositivos.

<b>Aplicación del entendimiento de las ciencias básicas, de la salud y de las ingenierías como base para su práctica profesional.</b>
Uso de conocimientos de física, química y matemáticas.
Uso de conocimientos de ingeniería.
Aplicación de conocimientos de seguridad en su práctica profesional.

<b>Habilidades de carácter administrativo y empresarial.</b>
Conocimientos y habilidades en gestión y planeación de proyectos.
Habilidades para emprender, identificar e innovar negocios o productos.
Propiedad Intelectual.
Comunicación con profesionales relacionados con la disciplina.
Comunicación oral y escrita de carácter técnico o científico.
Habilidad para transmitir conocimientos y dar capacitación.

<b>Desempeño del Ingeniero Biomédico en el entorno profesional.</b>
Participación y colaboración con el equipo de trabajo interdisciplinario en forma integral.
Manejo profesional de información confidencial.
Conocimiento y aplicación de las normas y regulaciones nacionales e internacionales.
Conciencia del desarrollo sustentable.
Comprensión de la problemática nacional en el sector salud.
Competitividad internacional.

Fuente: Macías, Luis (2013). Elaboración propia, basada en información obtenida de: el CAIBCM, 2007.

Uno de los elementos dinamizadores del debate sobre la formación en competencias es el proceso de convergencia europeo, el cual, junto a aspectos cognitivos (conocer y comprender), presta mayor atención a las habilidades psicomotoras (saber cómo actuar) y a la formación en

valores y actitudes (saber cómo ser). Además centra el proceso educativo en el aprendizaje del alumno, más que en la enseñanza, haciendo énfasis en los resultados finales.

Por su parte, la Conferencia Nacional de Decanos de Facultades de Medicina

Españolas, tomando como referencia la nueva normativa sobre convergencia Europea, e inspirándose en los requisitos globales mínimos esenciales en Educación Médica del Instituto Internacional para la

Educación Médica, ha propuesto las competencias específicas que deben aprenderse y dominarse al concluir la formación básica ingeniero biomédico. Esta clasificación se muestra en la tabla 2.

**Tabla 2.** Competencias específicas que deben aprenderse y dominarse al concluir la formación básica del ingeniero biomédico.

<b>a. Valores profesionales, actitudes, comportamientos y ética</b>
Reconocer los elementos esenciales de la profesión médica, incluyendo los principios éticos y las responsabilidades legales.
Comprender la importancia de tales principios para el beneficio del paciente, de la sociedad y la profesión, con especial atención al secreto profesional.
Saber aplicar el principio de justicia social a la práctica profesional.
Desarrollar la práctica profesional con respeto a la autonomía del paciente, a sus creencias y cultura.
Reconocer las propias limitaciones y la necesidad de mantener y actualizar su competencia profesional.
Desarrollar la práctica profesional con respeto a otros profesionales de la salud.

<b>b. Fundamentos científicos de la medicina</b>
Comprender y reconocer la estructura y función normal del cuerpo humano, a nivel molecular, celular, tisular, orgánico y de sistemas, en las distintas etapas de la vida.
Reconocer las bases de la conducta humana normal y sus alteraciones.
Comprender y reconocer los efectos, mecanismos y manifestaciones de la enfermedad sobre la estructura y función del cuerpo humano.
Comprender y reconocer los agentes causantes y factores de riesgo que determinan los estados de salud y el desarrollo de la enfermedad.
Comprender y reconocer los efectos del crecimiento, el desarrollo y el envejecimiento sobre el individuo y su entorno social.
Comprender los fundamentos de acción, indicaciones y eficacia de las intervenciones terapéuticas, basándose en la evidencia científica disponible.

<b>c. Habilidades clínicas</b>
Obtener y elaborar una historia clínica que contenga toda la información relevante.
Realizar un examen físico y una valoración mental.
Tener capacidad para elaborar un juicio diagnóstico inicial y establecer una estrategia diagnóstica razonada.
Reconocer y tratar las situaciones que ponen la vida en peligro inmediato, y aquellas otras que exigen atención inmediata.
Plantear y proponer las medidas preventivas adecuadas a cada situación clínica.

#### ***d. Análisis crítico e investigación***

Tener, en la actividad profesional, un punto de vista crítico, creativo, con escepticismo constructivo y orientado a la investigación.

Comprender la importancia y las limitaciones del pensamiento científico en el estudio, la prevención y el manejo de las enfermedades.

Ser capaz de formular hipótesis, recolectar y valorar de forma crítica la información para la resolución de problemas, siguiendo el método científico.

#### ***e. Manejo de la información***

Conocer, valorar críticamente y saber utilizar las fuentes de información clínica y biomédica para obtener, organizar, interpretar y comunicar la información científica y sanitaria.

Saber utilizar las tecnologías de la información y la comunicación en las actividades clínicas, terapéuticas, preventivas y de investigación.

Mantener y utilizar los registros con información del paciente para su posterior análisis, preservando la confidencialidad de los datos.

#### ***f. Habilidades de comunicación***

Escuchar con atención, obtener y sintetizar información pertinente acerca de los problemas que aquejan al enfermo, y comprender el contenido de esta información.

Redactar historias clínicas y otros registros médicos de forma comprensible a terceros.

Comunicarse de modo efectivo y claro, tanto de forma oral como escrita con los pacientes, los familiares, los medios de comunicación y otros profesionales.

Establecer una buena comunicación interpersonal, que capacite para dirigirse con eficiencia y empatía a los pacientes, a los familiares, medios de comunicación y otros profesionales.

#### ***g. Salud pública y sistemas de salud***

Reconocer los determinantes de la salud en la población, tanto los genéticos como los dependientes de los estilos de vida, demográficos, ambientales, sociales, económicos, psicológicos y culturales.

Asumir su papel en las acciones de prevención y protección ante enfermedades, lesiones o accidentes y mantenimiento y promoción de la salud, tanto a nivel individual como comunitario.

Reconocer su papel en equipos multiprofesionales, asumiendo el liderazgo cuando sea apropiado, tanto para el suministro de cuidados de la salud, como en las intervenciones para la promoción de la salud.

Fuente: Macías, Luis (2013). Elaboración propia, basada en información obtenida de: La Conferencia Nacional de Decanos de Facultades de Medicina Españolas.

Para la valoración de la importancia de cada una de las competencias transversales (genéricas) en relación con el perfil profesional del ingeniero biomédico,

las competencias genéricas se estructuran en tres campos, instrumentales, personales y sistemáticas, como lo muestra la tabla 3.

**Tabla 3.** Competencias genéricas en el perfil del ingeniero biomédico.

<b>Competencias genéricas en el perfil del ingeniero biomédico</b>
<b><i>a. Instrumentales.</i></b>
Capacidad de análisis y síntesis.
Capacidad de organización y planificación.
Comunicación oral y escrita en la lengua nativa.
Conocimiento de una lengua extranjera.
Conocimientos de informática relativos al ámbito de estudio.
Capacidad de gestión de la información
Resolución de problemas.
Toma de decisiones.
<b><i>b. Personales.</i></b>
Trabajo en equipo.
Capacidad de organización y planificación.
Trabajo en un contexto internacional.
Habilidades en las relaciones interpersonales.
Reconocimiento a la diversidad y la multiculturalidad.
Razonamiento crítico.
Compromiso ético.
Toma de decisiones.
<b><i>c. Sistémicas.</i></b>
Aprendizaje autónomo.
Adaptación a nuevas situaciones.
Creatividad.
Liderazgo.
Conocimiento de otras culturas y costumbres.
Iniciativa y espíritu emprendedor.
Motivación por la calidad.
Sensibilidad hacia temas medioambientales.

Fuente: Macías, Luis (2013). Elaboración propia, basada en información obtenida de: Educación Médica del Instituto Internacional para la Educación Médica

## CONCLUSIÓN

Con relación a las competencias investigadas, se puede determinar un listado de aquellas competencias identificadas que podrían ayudar al ingeniero biomédico a diseñar y desarrollar instrumentos médicos tanto robustos a la falla como innovadores. Ese listado es basado en las competencias anteriores del ingeniero biomédico:

- Identificar, formular y resolver problemas de ciencias básicas de manera sistemática.
- Desarrollo de metodologías o protocolos para probar hipótesis.
- Diseño, construcción o simulación, y validación de dispositivos biomédicos, a nivel de prototipo.
- Diseño, simulación y validación de procesos para uso biomédico.
- Conocimiento de los principios de funcionamiento de los dispositivos biomédicos. Consideraciones básicas de la instalación, puesta a punto y funcionamiento de dispositivos y sistemas biomédicos.
- Selección y utilización de herramientas estadísticas y recursos computacionales para el análisis y clasificación de la información.
- Identificación, formulación y resolución de problemas de ingeniería biomédica de manera sistemática.
- Consideraciones generales de operación y mantenimiento de los dispositivos.

- Conocimientos y habilidades en gestión y planeación de proyectos.
- Habilidades para emprender, identificar e innovar negocios o productos.
- Propiedad Intelectual.
- Participación y colaboración con el equipo de trabajo interdisciplinario en forma integral.
- Tener, en la actividad profesional, un punto de vista crítico, creativo, con escepticismo constructivo y orientado a la investigación.
- Ser capaz de formular hipótesis, recolectar y valorar de forma crítica la información para la resolución de problemas, siguiendo el método científico.
- Comprender y reconocer los agentes causantes y factores de riesgo que determinan los estados de salud y el desarrollo de la enfermedad.
- Escuchar con atención, obtener y sintetizar información pertinente acerca de los problemas que aquejan al enfermo, y comprender el contenido de esta información.
- Capacidad de análisis y síntesis.
- Capacidad de organización y planificación.
- Capacidad de gestión de la información
- Resolución de problemas.

- Toma de decisiones.
- Trabajo en equipo.
- Reconocimiento a la diversidad y la multiculturalidad. Razonamiento crítico.
- Adaptación a nuevas situaciones.
- Creatividad.
- Liderazgo.

## REFERENCIAS

### Libros

Ansorena C. (1996). *15 casos para la selección de personal con éxito*. Barcelona: Paidós Empresa, pp. 56-97.

Byham W. y Moyer R. (1996). *Using Competencies to Build a Successful Organization*, p. 25.

Catalano M., Avolio de Cols S. y Sladogna M. (2004). *Diseño curricular en normas de competencia laboral. Conceptos y orientaciones metodológicas. Programa de formación y*

*certificación de competencias laborales*, Buenos Aires: Banco Interamericano de Desarrollo, p. 39.

Drier, H. (1990). *Educación Técnico-Profesional: programas de orientación*. Enciclopedia Internacional de Educación. T. IV. Barcelona: Vicens Vives, pp. 2074-2080.

Martínez, J. y Arnau, J. (2007). *Evaluación de la competencia clínica y profesional. Manual para tutores de MIR*. Madrid: Editorial Médica Panamérica, pp. 179-190.

### Revistas

Haddad, J. (2007). *Experiencias y consideraciones en la conformación de perfiles de competencias*, Revista de Psicología, XXV (1), pp. 29-58.

Woodruffe, Ch. (1993). *What is meant by a Competency?*. Leadership and Organization Development Journal. Vol. 14 (1), pp. 29-36.

### Páginas Web

Comité académico de ingeniería Biomédica del campus Monterrey (CAIBCM-2007) Disponible en:

<http://www.itesm.mx/wps/wcm/connect/itesm/tecnologico+de+monterrey/carreras+profesionales/areas+de+estudio/salud/ingeniero+biomedico/monterrey+imd>

Fecha de consulta: 19 de noviembre de 2011.

---

---

## Velocidad de corrosión en el sistema acero-concreto: enfoque al método de curado

Ana Laura Estrada Gutiérrez, Abraham Leonel López León, María Concepción Chavarría Gaytán, Zarhelia Carlo Rojas

Universidad Autónoma de Ciudad Juárez

### RESUMEN

Se analizó el efecto de tres métodos de curado en la velocidad de corrosión de vigas de concreto reforzado expuestas en agua de mar sintética. Las velocidades de corrosión se obtuvieron por las técnicas electroquímicas de cinética (LPR y EIS) y una corroboración mediante termodinámica (Pourbaix). Los métodos de curado que mantienen mayor tiempo el estado húmedo en el concreto tienen un mejor comportamiento en cuanto a resistencia a la corrosión. La velocidad de corrosión indica que método de curado al vapor es el más propenso para el inicio de la corrosión del acero de refuerzo.

**Palabras clave:** Velocidad de corrosión, curado del concreto, resistencia a la polarización lineal, espectroscopia de impedancia electroquímica.

### INTRODUCCIÓN

Las técnicas de curado y duración del curado del concreto reforzado tienen efectos cruciales en la resistencia y durabilidad del concreto (Huo y Wong, 2006), esto aunado a las condiciones ambientales a las cuales estarán sometidas las estructuras de concreto reforzado, mismas que pueden provocar corrosión del acero de refuerzo, éstas son causas de daño o falla a temprana edad de estructuras de concreto reforzado (Sathiyarayanan, 2006), sin embargo estos parámetros regularmente no se toman en cuenta de manera conjunta, creando así la necesidad de otorgar al diseñador de mezclas de concreto, herramientas de diseño que logren obtener estructuras que cumplan el ciclo de vida para el cual fueron diseñadas.

En los 90's autores como Balayssac (1995), hacen hincapié en la importancia del método de curado y de la duración del mismo en la susceptibilidad del concreto a sufrir carbonatación, en esta misma década Castro (1997), reporta la importancia el tiempo de curado en la durabilidad del concreto reforzado en un medio ambiente tropical, a su vez en recientes investigaciones, Huo y Wong (2006), reportaron la importancia del método de curado en el concreto en la reducción de agrietamientos a edad temprana, de aquí la importancia de evaluar de manera conjunta en el concreto reforzado, el método de curado así como el ambiente de exposición.

Los procedimientos de curado que es la parte medular de esta investigación se agrupan en tres categorías, aquellos que previenen o impiden la evaporación por la

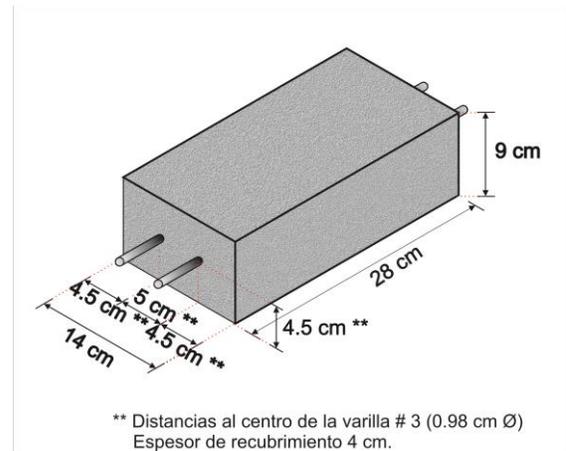
interposición de un medio húmedo; aquellos que tratan de impedir o reducen la pérdida de agua por la interposición de un medio impermeable, el cual controla la evaporación y de aquellos que aceleran el desarrollo de la resistencia por aplicación artificial de calor, mientras el concreto es mantenido en condición húmeda, de estas tres categorías y de acuerdo a la importancia que este proceso tiene, se eligieron los métodos más comunes por cada una de ellas, lo cuales son el de inmersión, el de membrana impermeable y curado por vapor a presión normal. En este trabajo se hace una comparativa sobre la velocidad de corrosión de especímenes de concreto reforzado curados bajo tres métodos, elaborados con una relación agua/cemento 0.40, inmersas en agua de mar sintética (ASTM D1141-98), por un periodo de 120 días.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### *Materiales*

Se elaboraron especímenes de concreto reforzado como se muestra en la figura 1, utilizando cemento portland ordinario CPO-RS (cemento portland ordinario tipo NMX C-414-ONNCCE) y agregados triturados.

El diseño de mezcla de volúmenes absolutos de la ACI (American Concrete Institute, 1992), se eligió para la realización de los especímenes esto fue, debido que al ser un método de diseño empírico-mecanicista donde la mayoría de sus datos son parámetros conocidos, hay una mejor reproducibilidad de la mezcla.

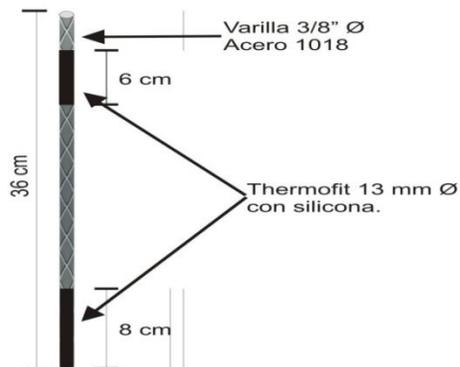


**Fig. 1.** Dimensiones de los especímenes.

Los parámetros de diseño que se emplearon son los siguientes: revenimiento máximo 75 mm, mínimo 25mm, tamaño máximo del agregado 3/4", relación agua cemento 0.40 para obtener una resistencia a la compresión simple de 40 MPa sin contenido de aire.

Al acero de refuerzo se le dio un tratamiento previo, el cual que consistió en limpieza de la varilla y colocación de tubo termo-contráctil, rellenando la interface entre el tubo y la varilla con sellador elástico de poliuretano no corrosivo, esto con el fin de tener bien delimitada el área de exposición del acero de refuerzo embebido en las vigas de concreto como se muestra en la figura 2.

Una vez coladas las vigas de concreto reforzado se procedió al curado, el cual se realizó de la siguiente manera:



**Fig. 2.** Acondicionamiento de la varilla para ser embebida en las vigas de concreto, con un área de exposición de  $60 \text{ cm}^2$ .

- El método de inmersión se realizó durante un periodo de 28 días, sumergiendo los especímenes de concreto reforzado en agua potable a una temperatura constante de  $20 \text{ }^\circ\text{C}$ .
- El método de membrana consistió en envolver los especímenes de concreto reforzado con una película impermeable de polietileno con un espesor  $e = 0.12 \text{ mm}$  por un periodo de 28 días.
- El método de curado al vapor, se realizó inyectando vapor a una temperatura de  $60 \text{ }^\circ\text{C}$  por un periodo de 18 horas, siguiendo el procedimiento establecido por el ACI (1981).

Las vigas a la edad de un mes, se sumergieron en agua de mar sintética (ASTM D1141-98) y se comenzó a monitorear su velocidad de corrosión  $I_{\text{corr}}$ , mismas que se sometieron a ciclos de

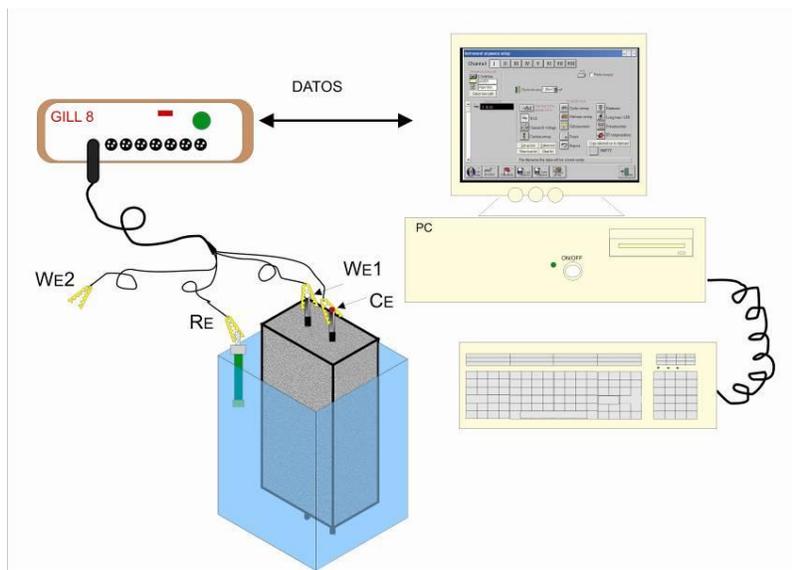
secado-inmersión por periodos de 7 días  $\times$  7 días, actividad que tiene la finalidad de acelerar el proceso de corrosión del acero de refuerzo hasta cumplir con los 120 días de exposición.

### **Métodos electroquímicos**

La técnica de resistencia a la polarización lineal (RPL) es de las más utilizadas comercialmente para obtener monitoreo instantáneo de variaciones en la velocidad de corrosión en sistemas acuosos, así como la técnica de espectroscopia de impedancia electroquímica (EIE), frecuentemente empleada para dar validez al análisis y confiabilidad de los datos de resistencia a la polarización lineal (L.R. Hilbert, 2006). Para la obtención de las velocidades de corrosión se utilizó un equipo potenciostato - galvanostato ZRA de la marca ACM Instruments - GILL 8AC, la celda electroquímica se formó con el concreto y las dos varillas de acero de refuerzo, donde una de las varillas actuó como WE (electrodo de trabajo) y la varilla adyacente como CE (contra electrodo).

Este diseño de celda obedece a los diseños típicos empleados por Cottis y Turgoose (1999), donde se indica que un CE puede ser del mismo material que el WE, para el monitoreo y evaluación de la velocidad de corrosión del concreto reforzado; figura 3. Los parámetros para la medición de la resistencia a la polarización fueron: polarización de  $\pm 25 \text{ mV}$ , una velocidad de barrido de  $5 \text{ mV/min}$ .

Para la técnica de espectroscopia de impedancia electroquímica los parámetros fueron: amplitud de  $\pm 10 \text{ mV}$ , utilizando frecuencia de  $0.01 \text{ Hz}$  a  $10\,000 \text{ Hz}$ .



**Fig. 3.** Diagrama de conexión de celda, para el monitoreo de la velocidad de corrosión por el método de resistencia a la polarización lineal y de espectroscopia de impedancia electroquímica.

En ambas técnicas (resistencia a la polarización lineal y espectroscopia de impedancia electroquímica se utilizó el electrodo de referencia de  $\text{Cu}/\text{CuSO}_4$ .

Mediante la aplicación del diagrama de potencial-pH (Pourbaix) se obtuvieron datos respecto a la termodinámica entre el metal y las especies asociadas a las condiciones medio ambientales dadas en este caso ambiente marino.

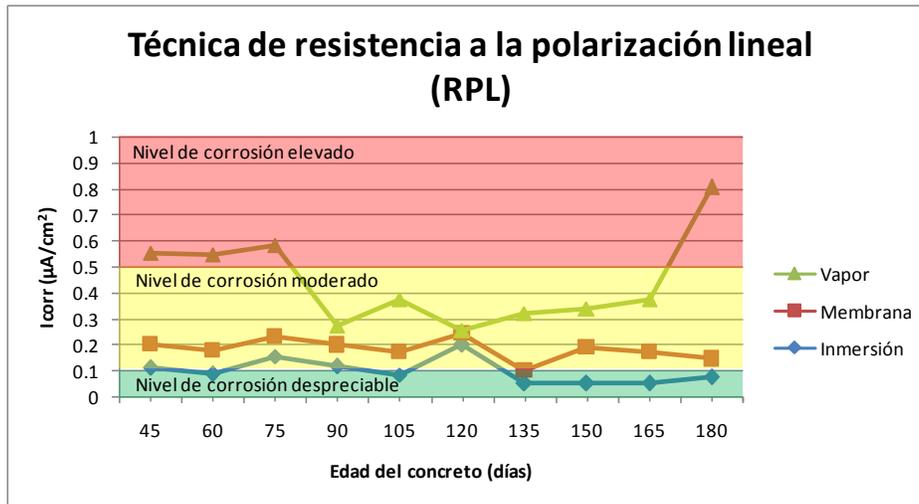
## RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

### *Resistencia a la polarización lineal (RPL)*

En la figura 4 se presentan los valores de la velocidad de corrosión ( $I_{\text{corr}}$ ) obtenidos a partir de las mediciones por la técnica de resistencia a polarización (RPL).

Analizando el gráfico de la figura 4 por medio del criterio sugerido por la red temática DURAR (Durabilidad de la armadura, 1997) tabla 1, de la cual se identificaron que las  $I_{\text{corr}}$ , obtenidas por la técnica de resistencia a la polarización lineal en todos los especímenes mostraron grado de corrosión de despreciable a moderado.

Sin embargo, el tipo de curado al vapor es el que muestra una  $I_{\text{corr}}$  más elevada durante el periodo de monitoreo, esto es asociado a que el curado al vapor ocasiona que el concreto tenga mayor porosidad; en cuanto a los especímenes curados por el método de membrana y de inmersión, se esperaba que el de membrana tuviera menor  $I_{\text{corr}}$ , debido a que su proceso de curado tiene un menor contacto con el agua.



**Fig. 4.**  $I_{corr}$  ( $\mu A/cm^2$ ) obtenidos a las diferentes edades de los especímenes, por la técnica de resistencia a la polarización lineal comparados con el criterio DURAR (1997).

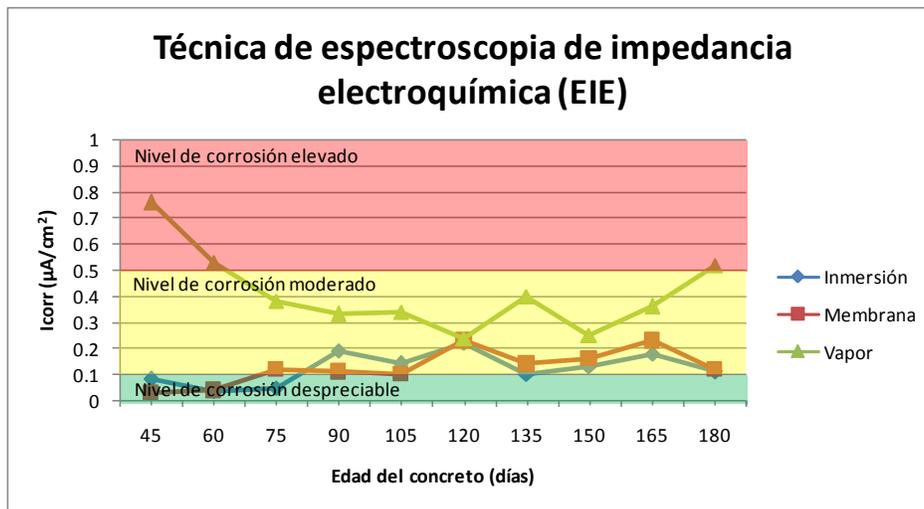
**Tabla 1.** Clasificación de los valores de  $I_{corr}$ , en términos de vida útil (DURAR, 1997).

$I_{corr}$ ( $\mu A/cm^2$ )	Grado de corrosión
< 0.1	Despreciable
0.1 – 0.5	Moderado
0.5 – 1	Elevada
> 1	Muy elevada

***Espectroscopia de Impedancia Electroquímica (EIE)***

Analizando los diagramas de Nyquist para los distintos métodos de curado al final del periodo del monitoreo,

por el criterio de la Strategic Highway Research Program (SHRP, 1994), se apreció que el diagrama tiene un comportamiento típico de un concreto cuyo acero de refuerzo aun no está bajo un proceso activo de corrosión, pero aún con mayor tendencia a activarse que a permanecer pasivo, esto debido al rango de frecuencias al que se formó el semicírculo, esto puede explicar la baja respuesta del sistema a edad temprana. En cuanto a las  $I_{corr}$  de la figura 5, podemos apreciar un comportamiento similar al obtenido por la técnica de resistencia a la polarización lineal, donde el concreto reforzado curado con vapor sigue mostrando una tendencia a la activación en un futuro.

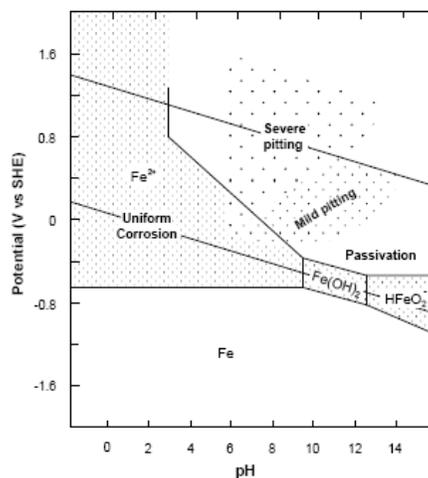
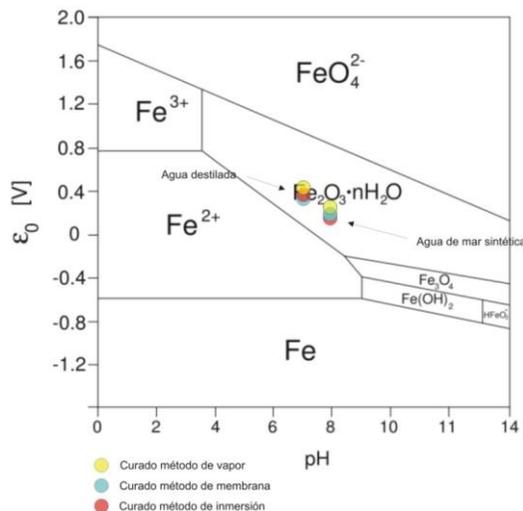


**Fig. 5.**  $I_{corr}$  ( $\mu\text{A}/\text{cm}^2$ ) obtenidos a las diferentes edades de los especímenes, por la técnica de espectroscopia de impedancia electroquímica, comparados con el criterio DURAR.

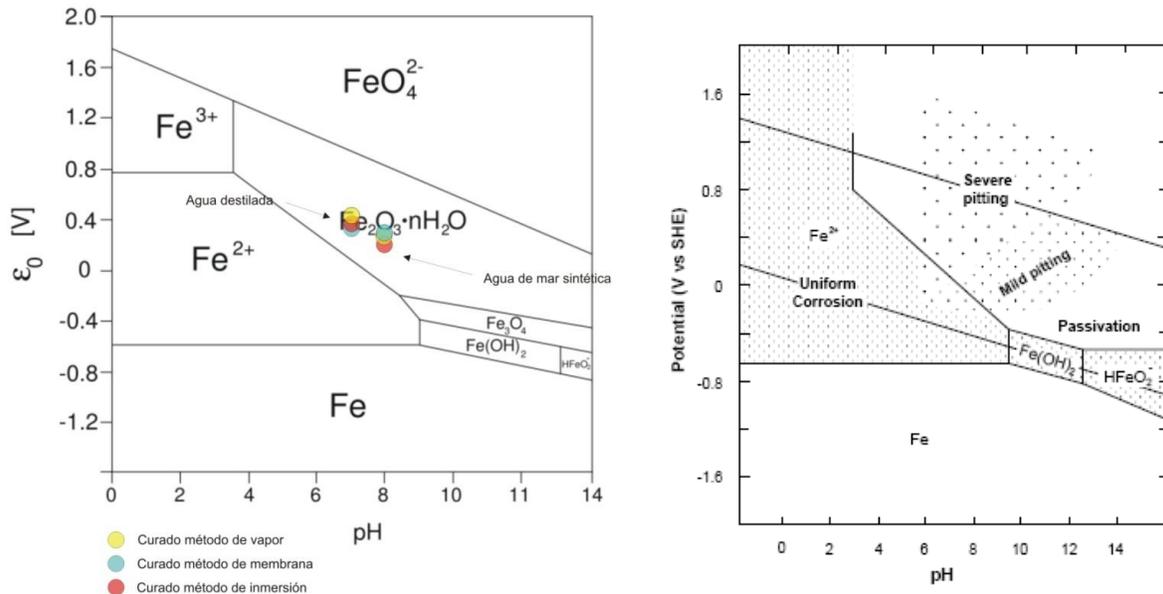
### Diagramas potencial-pH

Los diagramas de Pourbaix (figuras 6,7) muestran un comportamiento semejante durante el tiempo de exposición de las muestras, la superposición de los

potenciales sobre el diagrama indican pasividad del sistema en todos los casos, teniendo el cambio más significativo en el  $\text{pH}=7$  para los especímenes expuestos a agua destilada y  $\text{pH}=8$  en los expuestos en agua de mar sintética.



**Fig. 6.** Diagrama de Pourbaix para el Fe a  $25^{\circ}\text{C}$  para los especímenes a los 15 días de exposición.



**Fig. 7.** Diagrama de Pourbaix para el Fe a 25<sup>0</sup> C para los especímenes a los 120 días de exposición.

## CONCLUSIONES

De la comparativa de las velocidades de corrosión por las distintas técnicas de experimentación, se aprecia que el sistema acero-concreto, curado por el método de vapor a presión atmosférica, es el que más susceptibilidad podría presentar a ser un sistema activo de corrosión en su acero de refuerzo.

Así mismo podemos apreciar que los rangos de  $I_{corr}$  que presentan las dos técnicas son indicadores que el concreto elaborado con relación agua/cemento 0.40, expuesto a condiciones marinas, con un espesor de recubrimiento de 4 cm, tendrá una pérdida en la sección de la armadura despreciable.

Los diagramas de Pourbaix muestran que los experimentos se encuentran en una zona de corrosión localizada, lo que indica que inicio el proceso de corrosión pero

logró pasivarse rápidamente, ya que en los potenciales de corrosión no existió un cambio entre ellos mayor a 0.1 V, motivo por el cual no salieron de la zona termodinámicamente estable.

Los métodos de curado que mantienen mayor tiempo el estado húmedo en el concreto tienen un mejor comportamiento en cuanto a resistencia a la corrosión.

## REFERENCIAS

- ACI. (1981). ACI 308-81: *Standard Practice for Curing Concrete*. ACI report, American Concrete Institute.
- ASTM. (1991). ASTM C192-98: *Standard Practice for Making and Curing Concrete Test Specimens in the Laboratory*. American Society for Testing and Materials, USA.
- ASTM. (1998). ASTM D1141-98: *Standard Practice for the Preparation of Substitute*

*Ocean Water*. American Society for Testing and Materials, USA.

Balayssac J. P., Détriché Ch. H. and Grandet J. (1995). *Effects of curing upon carbonation of concrete*. Construction and Building Materials Vol. 9 pp. 91-95.

Castro P., Veleza L. y Balancan M. (1997). *Corrosion of reinforced concrete in a tropical marine environment and accelerated tests*. Construction and Building Materials Vol. 11 pp. 75-91.

Cottis R., Turgoose S. (1999). *Electrochemical Impedance and Noise*. NACE Internacional, United States of America.

L.R. Hilbert. (2006). *Monitoring corrosion rates and localized corrosion in low conductivity water*. Corrosion Science Vol. 48 article in press.

Macdonald DD., El-Tantawy Y. A., Rocha-Filho R.C., Urquidi-Macdonald M. (1994). *Evaluation of electrochemical impedance techniques*

*for detecting corrosion on rebar in reinforced concrete*. Strategic Highway Research Program, Washington, DC. SHRP-ID/UFR-91-524,.

Red temática DURAR, (1997). *Manual del inspección, evaluación y diagnóstico de corrosión en estructuras de concreto armado*, CYTED.

Huo, X. S., & Wong, L. U. (2006). *Experimental study of early-age behavior of high performance concrete deck slabs under different curing methods*. Construction and Building Materials, 20(10), 1049-1056.

Sathiyarayanan S., Natarajan P., Saravanan K, Srinivasan S., Venkatachari G.: (2006). *Corrosion monitoring of steel in concrete by galvanostatic pulse technique*. Cement and Concrete Composites Vol. 28 pp. 630-637.

Steven H. y William C. (1992). *Diseño y control de mezclas de concreto*. Instituto Mexicano del Cemento y del Concreto, A.C., México.

## Un estudio de las funciones y su variación a través del lenguaje gráfico

Heidy Cecilia Chavira, Juan de Dios Viramontes, Natividad Nieto, Francisco López Hernández

Universidad Autónoma de Ciudad Juárez

### RESUMEN

La matemática educativa como disciplina científica ha recorrido un largo camino y ha librado numerosas batallas tratando de legitimizar su actividad en torno a la problemática que surge al observar con ojos científicos los procesos de enseñanza y aprendizaje de las matemáticas. En la Universidad Autónoma de Ciudad Juárez se ha gestado desde hace aproximadamente 15 años un grupo de Matemática Educativa el cual ha contribuido a describir y caracterizar algunos aspectos en torno a dicha problemática, particularmente respecto al cálculo. En nuestra actividad como docentes nos hemos preocupado por identificar qué es lo que los alumnos conocen o conceptualizan como derivada. Con este objetivo en mente se ha desarrollado un proyecto que trata de fortalecer el concepto de la primera derivada de una función valiéndonos de actividades diseñadas en Derive 6. El presente artículo da cuenta del desarrollo y evolución que siguió este proyecto y algunos de los resultados que se obtuvieron, así como nuevas interrogantes que surgieron.

**Palabras clave:** Gráficas, Derivada, Variación, Derive 6, Lenguaje Grafico.

### INTRODUCCIÓN

En los planes de estudio de las Ingenierías se puede observar que uno de los principales conceptos, en especial para Cálculo I, es el de Derivada. Este concepto se introduce desde la preparatoria en la mayoría de los casos y es tratado casi exclusivamente de manera procedimental, es decir, los alumnos trabajan con algoritmos y se quedan con la idea de que el concepto de derivada es sólo aplicar una serie de formulas, las cuales carecen de sentido o significado fuera de este uso procedimental, y más aun no indican nada de la relación entre  $f$  y  $f'$ .

#### *Preguntas de investigación.*

De manera más puntual este proyecto trataba de responder de manera inicial las siguientes cuestiones:

- ¿Qué interpretaciones pueden hacer los alumnos cuando son cuestionados acerca de la gráfica de un tipo específico de función y si la pueden relacionar con la gráfica de su derivada?
- ¿De qué manera conocer la naturaleza de la función derivada incide en la comprensión de la misma en un contexto grafico?
- ¿La naturaleza de la función derivada determina el modo en que se debería presentar ante el alumno?
- ¿Podrían diferentes medios tecnológicos facilitar a los alumnos hacer interpretaciones en la gráfica de la función acerca de su derivada?

- ¿Pueden identificar en la gráfica de la derivada cómo varía la función dependiendo del tipo de función que sea? ¿Que significa esta variación?

El proyecto se realizó a lo largo de 5 semestres durante los cuales fue sufriendo modificaciones de acuerdo a los resultados que se fueron observando, las prácticas y observaciones fueron con alumnos de la carrera de Ingeniería Mecatrónica del primer semestre, los cuales llevaron la materia de Cálculo en preparatoria, esto para asegurar que ya habían sido expuestos de alguna

manera al concepto de función, al concepto de derivada y a tareas que requerían graficar. Otro aspecto a considerar es que los alumnos estuvieron trabajando con el software Derive 6 por lo menos dos meses antes de empezar a aplicar las actividades, esto para no agregar un obstáculo tecnológico al presentarles las actividades y además mostrarles al software como una herramienta más de apoyo para desarrollar lo que se les pedía (Castañeda, 2007) .

Trace una gráfica de las funciones en los problemas 18 y 19 en una calculadora o computadora. Explique lo que vea.

18.  $y = \log(10^x)$  19.  $y = 10^{\log x}$

27. Encuentre una pantalla en la calculadora en la que la gráfica de  $f(x) = 10x^2 + 1000x$  se vea exactamente igual a la de  $g(x) = x^2$  en la ventana  $-10 < x < 10$ ,  $-10 < y < 100$ . [Sugerencia: complete el cuadrado.]

28. Grafique  $f(x) = 3^x$  en la pantalla en la calculadora  $0 < x < 3$ ,  $0 < y < 27$ . A continuación grafique  $g(x) = 2(3^{x^2})$  en la pantalla  $0 < x < 6$ ,  $0 < y < 54$ . Explique por qué las dos gráficas se ven exactamente igual.

33. a) Use una calculadora, puesta en radianes, para hacer una tabla de valores con exactitud de dos decimales, de  $f(x) = \arcsen x$ , para  $x = -1, -0.8, -0.6, \dots, 0, \dots, 0.8, 1$ . (En casi todas las calculadoras,  $\arcsen$  aparece como  $\boxed{\text{sen}^{-1}}$ ).

b) Trace  $f(x) = \arcsen x$ . En la gráfica, marque el dominio y el contradominio de  $f$ .

35. Con una calculadora o computadora estime todos los puntos de intersección de las gráficas de  $f(x) = x + \text{sen } x$  y  $g(x) = x^3$ . ¿Cómo sabe que ya los determinó todos?

36. a) Use una calculadora graficadora o una computadora para estimar el periodo de  $2 \text{sen } \theta + 3 \cos(2\theta)$ .

b) Explique su respuesta, dado que el periodo de  $\text{sen } \theta$  es  $2\pi$ , y el de  $\cos(2\theta)$  es  $\pi$ .

En los problemas 3 a 6, trace a mano las gráficas de los polinomios. Compruebe su respuesta usando una calculadora o computadora.

3. $f(x) = (x - 3)(x - 4)(x - 5)$	4. $f(x) = (x + 3)(x + 4)(x + 1)(x + 2)$
5. $f(x) = 5(x^2 - 4)(x^2 - 25)$	6. $f(x) = -5(x^2 - 4)(25 - x^2)$

Fig. 1. Selección de problemas (Hughes-Hallet, 2005).

En las actividades que se desarrollaron en todo momento se tomo como base o guía problemas del libro de texto de el curso, incluso en algunos de los problemas el autor hacia la sugerencia de utilizar algún tipo de herramienta como una calculadora graficadora o un programa de computo para hacer visualizaciones e interpretaciones acerca de algún tipo de función en particular. Fueron estos problemas los que se utilizaron para introducir el uso del software Derive 6 en clase, esto para prevenir que el uso del software fuera un obstáculo al momento en que los alumnos trabajaran en las actividades por sí mismos. A continuación en la figura 1 se presentan algunos de los problemas tomados del libro de texto (Hughes-Hallet, 2005), los cuales se utilizaron para familiarizar a los alumnos con el uso del software.

## DESARROLLO Y OBSERVACIONES

Consideremos la definición de derivada del libro de texto de cálculo diferencial de los cursos de Cálculo I en la Universidad Autónoma de Ciudad Juárez que a la letra dice: “ Para cualquier función  $f$ , la función derivada  $f'$  se define como sigue:  $f'(x) = \text{Rapidez de cambio de } f \text{ en } x = \lim_{h \rightarrow 0} \frac{f(x+h) - f(x)}{h}$ . ”

Consideramos que existe una ambivalencia entre el significado institucionalizado de la derivada y el que manejan los alumnos. Existe un desvanecimiento entre lo que se enseña y lo que interpretan los alumnos cuando se enfrentan a situaciones donde requieren hacer interpretaciones de la primera derivada de una función en un contexto

diferente al matemático (Sánchez, 2006 y Sánchez-Matamoros, 2007).

La actividad inicial de este proyecto fue la aplicación de un cuestionario preliminar (Anexo 1). El cuestionario empezaba con una serie de preguntas dirigidas a tratar de acceder a lo que los alumnos recordaban de manera teórica sobre derivadas; en estas preguntas se identificaron cuatro tipos de respuestas en lo que se refería a la definición:

- Ninguna respuesta.
- Respuestas muy acertadas acerca de la definición de derivada
- Respuestas que aunque no eran correctas si mostraban que los alumnos tenían muy presente que el concepto de *pendiente* era parte importante de la definición.
- Las respuestas que definían o relacionaban al concepto de derivada con solo una serie de formulas, específicamente la formula de derivación para las funciones del tipo  $x^n$ .

Otro aspecto que fue evidente en esta primera parte es que tenían la expectativa de que la derivada debería ser de un grado menor que la función original, y esto lo referían de manera analítica o gráfica.

La segunda parte del cuestionario les pedía calcular la derivada de dos funciones relativamente sencillas, es decir, que se resolvían con la regla de las potencias y una última que requería la regla de derivación para un cociente, en esta última función algunos aplicaban las reglas de derivación de manera aislada en cada parte de la

función que se les daba (figura 2). Con estas observaciones preliminares pudimos identificar que aunque la primera intención de los alumnos es tratar de resolver problemas por medio de reglas o “fórmulas”, estas carecen de coherencia y significado para ellos.

•  $f(x) = x^2$   
 $d(x) = 2x$

•  $g(m) = 2m + 4$   
 $g'(m) = 2$

•  $h(t) = \frac{6t^3 + 6t}{t-1}$   
 $h'(t) = \frac{18t^2 + 6}{1} = 18t^2 + 6$

•  $f(x) = x^2$   $\boxed{2x}$

•  $g(m) = 2m + 4$   $\boxed{2}$

•  $h(t) = \frac{6t^3 + 6t}{t-1}$   $\boxed{\frac{18t^2 + 6}{1}}$

Fig. 2. Algunos resultados.

En la tercera parte del cuestionario se les presentaba la gráfica de una función y se les pedía que a partir de ella construyeran un bosquejo de la gráfica de la primera

derivada de la función, lo que se buscaba en este bosquejo era ver que aproximación hacían los alumnos al verse frente a un problema que no presentaba la ecuación de la función, y más aún no podrían basarse en fórmulas de manera directa para resolverlo, aunado a que la respuesta que se pedía no era una ecuación sino una gráfica (Dolores, 2007; Lara y Cordero, 2007); las respuestas que se obtuvieron (algunos alumnos no tenían ningún trabajo desarrollado en esta parte) se dirigieron claramente en dos sentidos:

- Buscaron la expresión algebraica de la función presentada en la grafica y en ella derivaron, basándose en formulas, y una vez que tuvieron esta expresión la graficaron, pero esto no en todos los casos produjo un bosquejo correcto. (figura 3).
- Se basaron en un aspecto que se reflejo en la primera parte de el cuestionario, y es el hecho de que ellos tenían la expectativa de que la derivada debería ser una función de un grado menor que la que tenían, de tal manera que la identificaron como una función cúbica y en consecuencia la derivada debería ser una función cuadrada, así que muchos graficaron una parábola dirigida hacia arriba sin mayor explicación o justificación para su gráfica (figura 4).

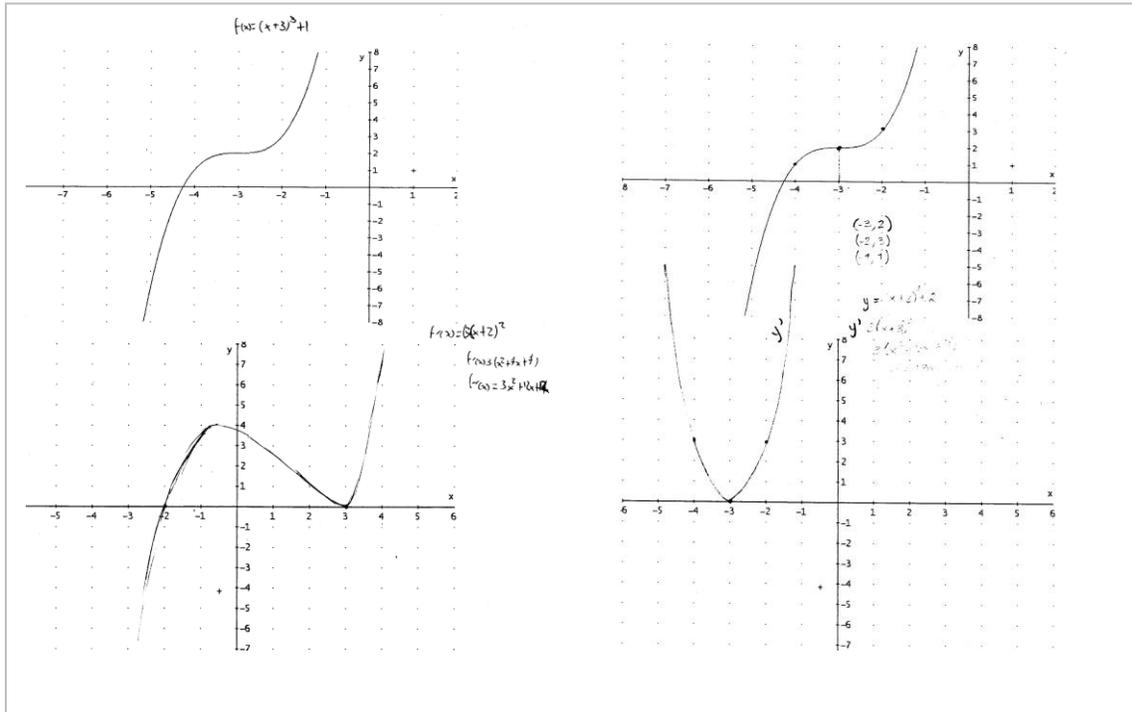


Fig. 3. Gráficas de la primera derivada de una función

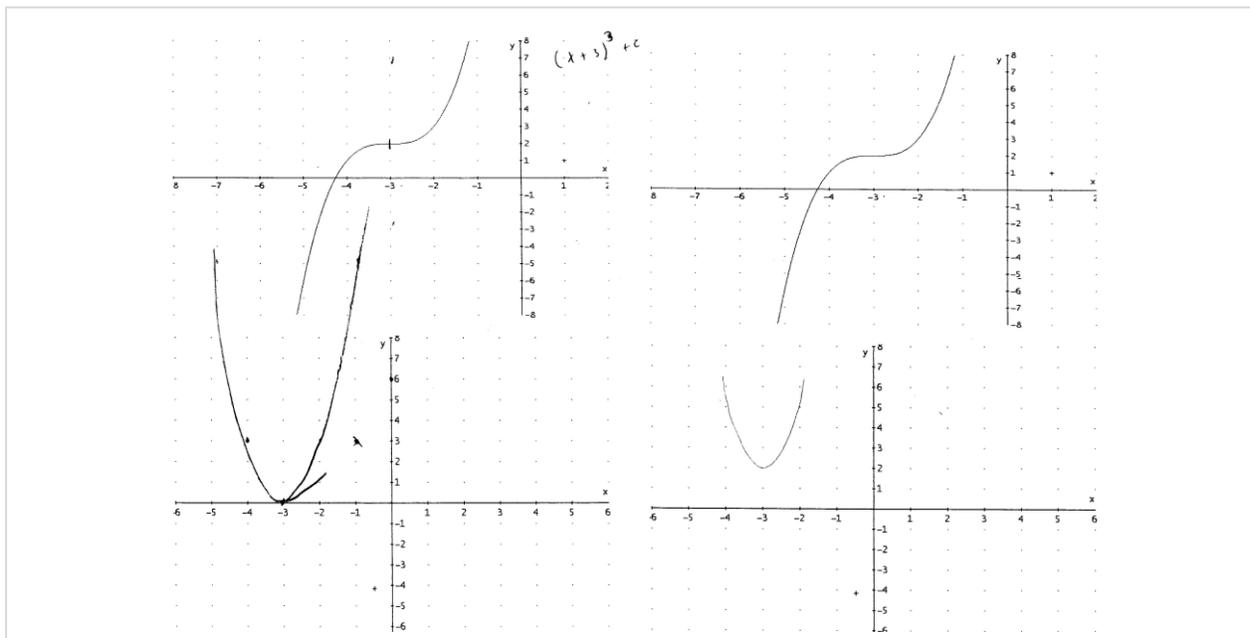


Fig. 4. Gráficas de la primera derivada de una función.

Después de este primer acercamiento en el que se busca identificar sus conocimientos previos, se sigue con la puesta en escena de una metodología de trabajo en clase para abordar este tema la cual contemplo varias etapas las cuales se fueron formulando conforme se fué desarrollando el proyecto:

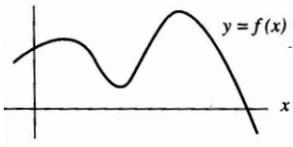
Primero tratamos de enfrentarlos a la resolución de problemas donde se les pide calcular derivadas por medio de la definición (la definición del libro de texto de la clase), ya sea de manera puntual o en general. Con esto tratamos de que el alumno reconozca el papel que juega cada aspecto de la definición, como, qué es lo que representa o significa que  $h$  tienda a 0, cuál es la diferencia entre  $f(a + h)$  y  $f(a)$  así como entre  $f(x + h)$  y  $f(x)$  y claro entre ambas, y la parte más importante de este desglose de la definición es resaltar que estamos estimando la variación de la función de  $f$  con respecto a  $h$ , de nuevo esto lo hicimos basándonos en problemas del libro de texto, ya fuera trabajándolos en la manera que el libro lo presentaba o

haciendo ampliaciones en algunos de ellos. La intención de presentar a la derivada de esta manera era reforzar y robustecer el significado que los alumnos tenían de la derivada.

Después en una segunda fase se pide interpretar la variación de una variable con respecto a otra se parte de un problema donde no se tiene una expresión algebraica que modele el comportamiento que se está analizando, sin embargo lo que se presenta para trabajar el problema es sólo la gráfica, esto con la finalidad de reforzar la idea de que la derivada representa una variación y de que esta variación se puede identificar en la grafica al analizar las tendencias de los signos de las pendientes y además tomando como referencia los puntos máximos y mínimos de la curva (figura 5), hasta este momento del curso los alumnos aun no identifican estos puntos como puntos críticos, sino solamente como puntos máximos o mínimos en los cuales la pendiente de una recta tangente a la curva en ellos es cero.

3. Identifique los puntos  $A, B, C, D, E$  y  $F$  en la gráfica de  $y = f(x)$  de la figura 2.19.

- a) El punto  $A$  es un punto de la curva donde la derivada es negativa.
- b) El punto  $B$  es un punto de la curva donde el valor de la función es negativo.
- c) El punto  $C$  es un punto de la curva donde la derivada es máxima.
- d) El punto  $D$  es un punto de la curva donde la derivada es cero.
- e) Los puntos  $E$  y  $F$  son puntos distintos en la curva donde la derivada es aproximadamente igual.



**Figura 2.19**

Fig. 5. Identificación de los puntos críticos de una función.

Estas dos partes de la metodología tenía la intención de dotar a los alumnos con ejemplos en donde se trabajara el concepto de derivada desde dos perspectivas diferentes una a través de análisis hechos por medio de los elementos de la definición y la otra a través de este mismo análisis pero en una gráfica (Ordoñez, 2007). En una tercera fase se aplica una actividad con el software *Derive 6* en la cual los alumnos construyen la gráfica de una función y programan una variable de movimiento (de nuevo buscamos que se refuerce el hecho de la variabilidad en el concepto de derivada) sobre la gráfica la cual dibuja tangentes a la curva de la función en diferentes puntos. Utilizando estos puntos calculan la pendiente de la tangente las cuales utilizan para graficar la derivada (Anexo 2).

Por último se trabaja en una actividad que retoma la importancia de la interpretación y reconocimiento por parte del alumno de la derivada como una variación, se pide graficar la función derivada de una función que se presenta de manera gráfica exclusivamente y (Anexo 3), se les da libertad de escoger el método que les sea más fácil y significativo para resolver el problema, es decir, pueden utilizar solo procedimientos numéricos, gráficos o herramientas como *Derive 6* para resolver el problema. Los métodos de resolución que produjo esta actividad se pudieron clasificar claramente en tres diferentes tipos, aparte de los que no contestaron nada:

- Los resultados que nuevamente se basaron en buscar una ecuación que representara a la gráfica que se daba, y una vez que identificaban esta expresión se derivaba y la expresión resultante era la que se

graficaba; y las justificaciones para esto se basaban en características de la gráfica que les eran familiares a los alumnos (numero de crestas, comportamientos crecientes o decrecientes, formas de la curva y otros).

- Algunos alumnos basaron su bosquejo de la gráfica de la derivada solamente en identificar en que intervalos la curva que se daba era creciente, decreciente o tenía puntos máximos o mínimos.
- Y por último otros alumnos tomaron algunos puntos sobre la curva, dibujaron una pequeña tangente y sobre ella identificaron otro punto para calcular las pendientes, una vez que obtuvieron varias pendientes (algunos de los alumnos que utilizaron este método tomaron solo puntos clave como partes de la curva donde la función era creciente, decreciente o tenía puntos mínimos o máximos) formaron algunos pares ordenados y con ellos construyen a la grafica de la derivada.

## CONCLUSIONES

Cuando los alumnos tienen herramientas más significativas para resolver problemas esto les permite obtener información o conclusiones dentro del escenario donde están usando la gráfica de la derivada sin necesariamente recaer en la parte analítica de la función, pero sí en sus propiedades y sobre todo, en su comportamiento.

Consideramos que es importante promover el análisis y la interpretación de las gráficas, en particular la de la derivada, esto con la finalidad de establecer una relación significativa entre la función y su derivada (Ordoñez, 2006). Después de estas observaciones se plantea un proyecto de investigación más específico el cual tendría como objetivo estudiar cómo se podría reconocer e identificar a la gráfica de la derivada como poseedora de identidad y significado en sí misma, lo cual podría llevar a un entendimiento más significativo del concepto de derivada para reconocerla como la variación de una función. Esto permite ofrecer a los alumnos las herramientas que les permitan utilizar estos conocimientos para interpretar problemas aplicados de manera significativa.

En resumen lo que nos interesaría investigar es: como describir y caracterizar la problemática que se genera al reconocer que la gráfica de la derivada es una función en sí misma, la cual provee información relativa al fenómeno que está representando, enriqueciendo así la significación e interpretación del mismo (Lara, 2007).

## REFERENCIAS

- Castañeda, P., Quintero, A. y Chávez, P. (2007). *Experiencia en el uso del asistente matemático derive, en la solución de problemas físicos y/o geométricos*. Acta Latinoamericana de Matemática Educativa 20.
- Dolores, C. (2007). *Tipos de representaciones gráficas sobre la rapidez de la variación*. Memorias de la XI Escuela de Invierno en Matemática Educativa.
- Hughes-Hallet, D. y Gleason, A. (2005) *Cálculo*. México: Editorial CECSA
- Lara, A. y Cordero, F. (2007). *Categorías de uso de la gráfica en ingeniería*. Acta Latinoamericana de Matemática Educativa 20.
- Lara, G., Parra, T., Palacios, J. y Briceño, E. (2007). *La graficación un medio para construir conocimiento*. Memorias de la XI Escuela de Invierno en Matemática Educativa.
- Ordóñez, A. y Buendía G. (2007). *Aspectos socioepistemológicos de la relación  $f - f'$  en un contexto periódico*. Memorias de la XI Escuela de Invierno en Matemática Educativa.
- Ordóñez, A. y Buendía, G. (2006). *Exploraciones de la relación  $f - f'$  en contextos*. X Escuela de Invierno en Matemática Educativa.
- Sánchez, M. y Molina, J. G. (2006). *Pensamiento y lenguaje variacional: Una aplicación al estudio de la derivada*. Acta Latinoamericana de Matemática Educativa 19.
- Sánchez-Matamoros, G., García Blanco, M. y Llinares Ciscar, S. (2006). *El desarrollo del esquema de derivada*. Enseñanza de las Ciencias 24(1).

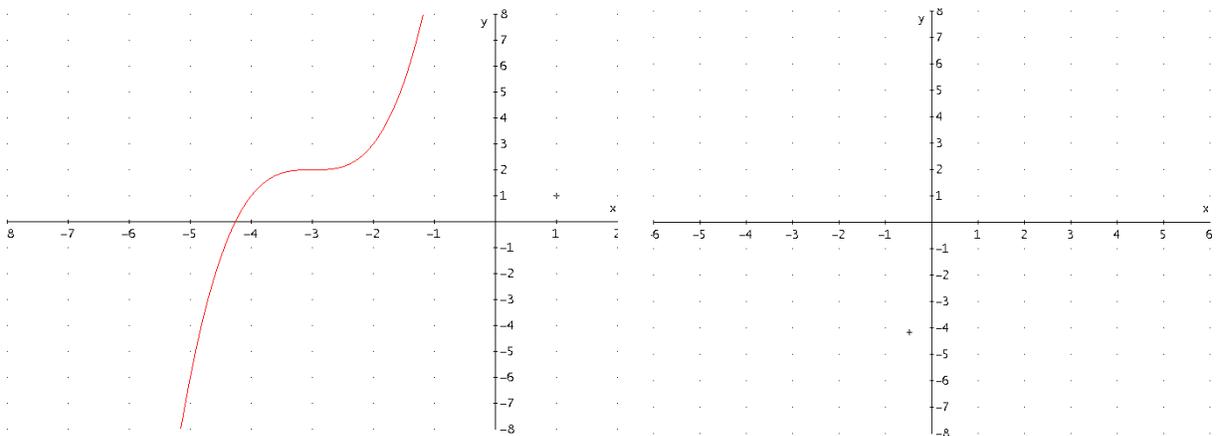
## ANEXO 1

### CUESTIONARIO PRELIMINAR

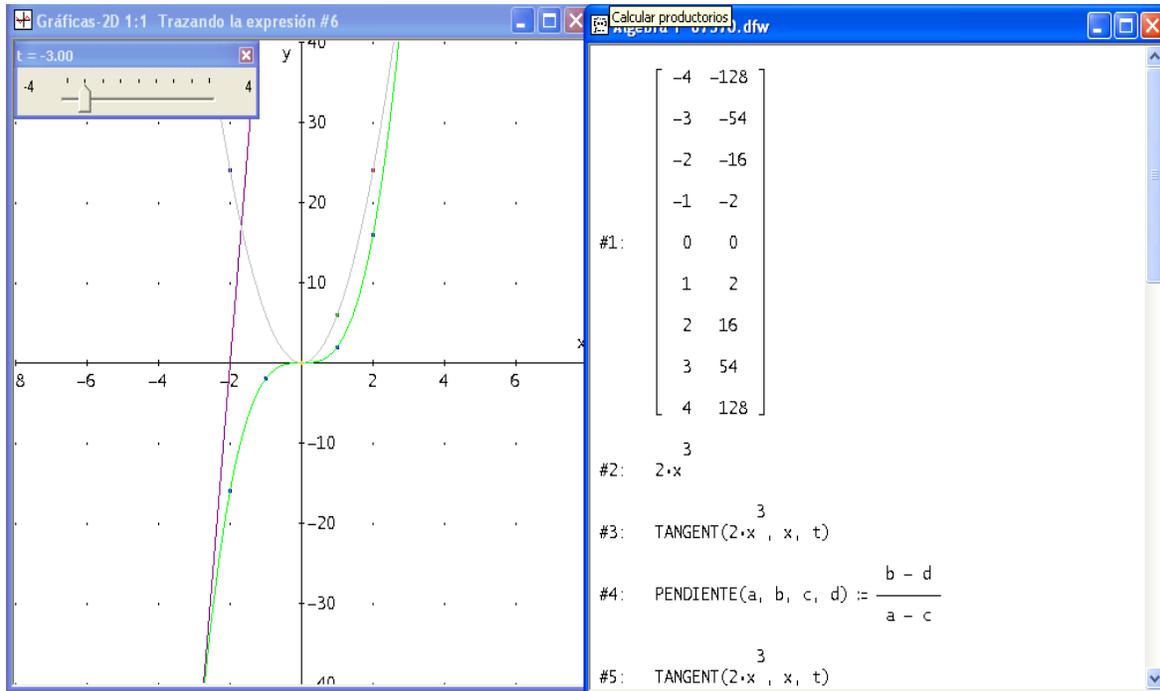
Matricula \_\_\_\_\_

Contesta las siguientes preguntas de la manera más extensa posible.

- a. ¿Sabes calcular derivadas?
- b. ¿Que significa calcular la derivada de una función?
- c. ¿Como se puede calcular la derivada de una función?
- d. ¿Hay alguna restricción para que una función sea derivable?
- e. ¿Como es la grafica de la función derivada?
- f. Deriva las siguientes funciones:
  - $f(x) = x^2$
  - $g(m) = 2m + 4$
  - $h(t) = \frac{6t^3 + 6t}{t - 1}$
- g. Suponga que el siguiente bosquejo representa la grafica de una función  $f$ . Construya con estos datos un bosquejo de la grafica de la primera derivada de  $f$ .



## ANEXO 2

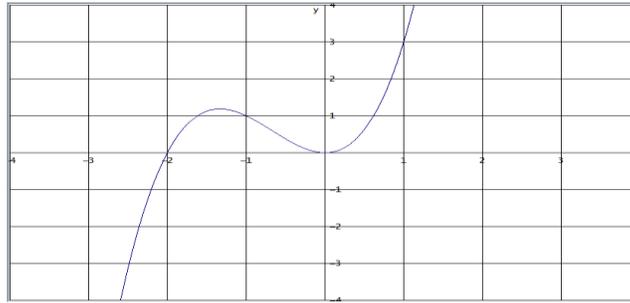


### ANEXO 3

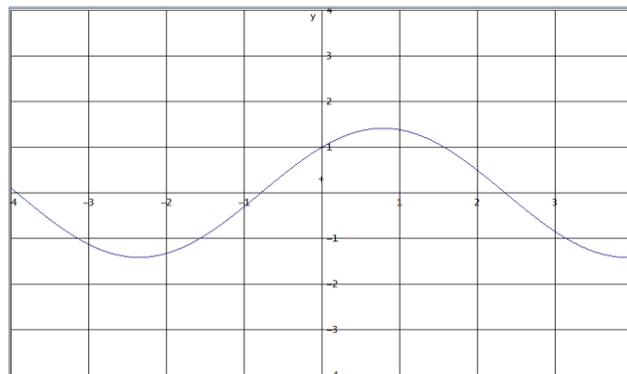
#### DE LA GRAFICA DE LA FUNCION A LA GRAFICA DE LA DERIVADA.

MATRICULA \_\_\_\_\_

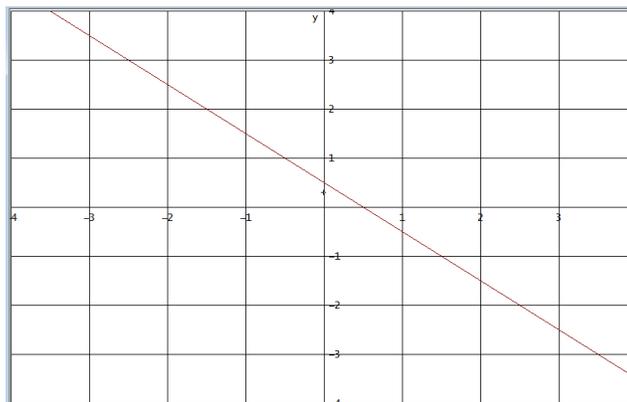
**INSTRUCCIONES GENERALES:** En las siguientes figuras se presentan las graficas de tres funciones diferentes, a partir de estas graficas haga un bosquejo de la grafica de la primera derivada para cada una de las funciones. Justifique todas sus respuestas y muestre todo su trabajo.



**FIGURA 1**



**FIGURA 2**



**FIGURA 3**

---

---

## Ética médica enfocada hacia la relación del Médico Veterinario Zootecnista y el laboratorio de patología clínica veterinaria

Victor Manuel Alonso Mendoza, María de la Soledad Loya Salas

Universidad Autónoma de Ciudad Juárez

*En términos legales, un hombre es culpable cuando viola los derechos de otros. En ética, lo es sólo con que piense hacerlo.*

**Henry more.**

La ética dirige la reflexión al mundo cognitivo para identificar los valores, pretendiendo dar razón de las elecciones. Representa el conjunto de principios y reglas morales que regulan el comportamiento y las relaciones del hombre con los animales y el medio que le rodea.

En Medicina Veterinaria, la ética y la moral se emplean para sensibilizar a los médicos veterinarios para ejercer profesionalmente la carrera, desenvolviéndose en un ámbito de honestidad, legitimidad y responsabilidad en beneficio de animales y de la sociedad.

Una de las funciones específicas de los colegios y asociaciones profesionales es revisar los principios contenidos en los códigos deontológicos para adaptarlos, orientados por los principios generales de la Bioética, a las nuevas situaciones del ejercicio profesional.

Antes de empezar a reflexionar sobre la ética aplicada a la profesión del Patólogo Clínico Veterinario (PCV) y su relación con el Médico Veterinario Zootecnista (MVZ),

es importante el recordar aspectos básicos que rodean a la profesión.

Como cualquier otra actividad profesional, el PCV expresa su vocación impulsando y acrecentando sus habilidades y cualidades que lo hacen crecer como profesional de la medicina de laboratorio.

La vocación profesional del PCV unifica a un grupo de individuos con intereses similares en un estilo de vida o identidad laboral.

El PCV por vocación, se renueva y perfecciona, en el inagotable y novedoso conocimiento científico, estimulando su creatividad y deseo de acrecentar sus habilidades y competencias para el ejercicio comprometido de su profesión.

La profesión de PCV perfecciona y da herramientas para explayar el horizonte de la vocación y ésta da sentido y perseverancia al trabajo que profesionalmente se realiza.

Por las características mencionadas en el párrafo anterior, es importante el

señalar que para entender la situación y problemática actual en que se desarrollan los profesionales de la Patología Clínica Veterinaria en cuanto al reconocimiento de su desempeño profesional, resulta necesario tener en cuenta los conceptos que se relacionan con su ejercicio y competencia profesional.

El concepto de profesión (*professio, onis*, que significa “acción y efecto de profesar”) ha estado ligado a la evolución y desarrollo de las sociedades. Para entender mejor el término de profesión es importante el considerar la semántica de los términos que se relacionan con el mismo:

- Profesionalizar (dar carácter de profesión a una actividad).
- Profesionalismo (cultivo o utilización de ciertas disciplinas, artes o deportes como medio de lucro):
- Profesionalidad (eficacia en la profesión).
- Profesional (perteneciente o relativo a la profesión, una persona que ejerce una profesión con relevante capacidad y aplicación.).
- Profesión (acción y efecto de profesar, empleo u oficio que alguien ejerce y por el que recibe una retribución).
- Profesar (ejercer una ciencia, un arte, un oficio, enseñar un oficio o arte).

Haciendo un análisis de los conceptos, podemos comentar que la profesionalización se asocia con un estatus social elevado, puesto que la imagen que la sociedad tiene de un profesional es la de un experto que merece valoración por sus

conocimientos y habilidades. El concepto de profesionalización demanda una formación inicial específica, acreditada con la titulación y una formación continua y permanente que garantice la adquisición de conocimientos y técnicas profesionales actualizadas. Un profesional, sabe dar razones del porqué de sus acciones, actúa de manera sistemática reflejando el grado de competencia adquirida en su formación. Competencia laboral que demuestra una capacidad efectiva para llevar a cabo exitosamente una actividad laboral.

En el proceso de formación del PCV tienen influencia fenómenos como la globalización (cambios en lo social y en lo económico), las tecnologías de información y comunicación y la subsecuente valoración del conocimiento como elemento de productividad. Habría que reconocer que los nuevos modelos educativos aplicados a la educación superior vienen a enfocar sus esfuerzos a la formación por competencias profesionales, las cuales aluden a la capacidad que tiene una persona para desarrollar una actividad determinada, es decir, el saber, el saber hacer y el saber ser que se activan durante la realización de una tarea.

En el caso particular del MVZ en su plan curricular se maneja una carga crediticia importante en lo relacionado con la Patología Clínica Veterinaria, ya que esta unidad didáctica representa una de las principales competencias que debe desarrollar el MVZ para lograr un ejercicio profesional de calidad y que es la capacidad de interpretación diagnóstica.

Una vez terminados los estudios de licenciatura, el MVZ interesado en su formación como PCV debe cursar un año de

internado si desea la especialidad o dos años si desea desarrollar la Maestría en Medicina Veterinaria y Zootecnia con área terminal en Patología Clínica Veterinaria. (FMVZ-UNAM).

Dentro del ejercicio profesional, el Patólogo Clínico Veterinario está legalmente



A pesar de lo anterior, el PCV se encuentra en desventaja competitiva misma que se ha ido acrecentando en las siguientes situaciones:

*Práctica de la dicotomía.*

*Usurpación de la profesión por médicos que utilizan y abusan de la llamada química seca.*

*Competencia desleal por laboratorios ilegalmente establecidos.*

De las situaciones anteriores, la dicotomía (ingreso que por su origen inmoral, el médico oculta tanto al paciente como a las autoridades y a la sociedad en general), representa un grave problema para el PCV establecido ya que es tentador para el Médico el recibir un dinero extra o apoyos indirectos por determinado volumen de muestras que se remiten al laboratorio.

El problema es grande, en México se estima que el 30% de los laboratorios de

establecido y cumple con las normas oficiales y en muchos de los casos se encuentran Colegiados o incluso Certificados mostrando su alta competencia en el área.

**Educación continua:** Se realiza a lo largo de la vida profesional englobando procesos formativos organizados, colegiados o institucionalizados que permiten al profesional la adaptación a las transformaciones tecnológicas, técnicas y de conocimientos.  
Congreso Latinoamericano de Patología Clínica Veterinaria (SLAPCV).

análisis clínicos ofrecen o motivan a la dicotomía. Es importante el señalar que los Médicos reconocidos por su prestigio no aceptan dicha práctica.

Las principales consecuencias de la práctica de esta actividad son de naturaleza ética, en la calidad en el servicio, económicas con cargo al cliente, fiscales entre otras.

Existen legislaciones específicas que prohíben y sancionan la dicotomía. El pagar o recibir cualquier honorario con el propósito de obtener un paciente o por enviar a un paciente a un establecimiento se considera conducta no ética.

Las dicotomías o dividendos económicos entre el personal de salud por la derivación de pacientes a laboratorios son actos inaceptables, contrarios a la dignidad y a la ética de los profesionales y al bienestar del paciente.

Es importante el señalar que el MVZ tiene la obligación de mandar a sus pacientes (o sus muestras clínicas) solamente a aquellos laboratorios que garanticen competencia profesional.

No es lícito que el MVZ participe de las ganancias de un laboratorio ya que esto inclinaría al Médico a que enviara a dicho laboratorio incluso determinaciones innecesarias, buscando más una ganancia económica para el Médico que el bien del paciente, lo cual viola el principio de no anteponer nada al bien del enfermo.

Un MVZ puede ser socio o accionista de un laboratorio participando lícitamente de las ganancias del mismo, sin que por esto se comprometa a enviar exclusivamente a dicho laboratorio sus muestras o enviar exámenes innecesarios, de ser así, los costos de los exámenes de laboratorio no deben ser superiores a los de laboratorios de calidad semejante.

En la búsqueda de mantener una relación armónica y de calidad en el servicio tanto el MVZ como el PCV se deben enfocar todos sus esfuerzos hacia:

- a) Concientización profesional sobre valores éticos en cada nivel formativo, desde la licenciatura a través de la asignatura de bioética hasta la inclusión de estatutos en los colegios y asociaciones profesionales.
- b) Un ejercicio ético de su profesión.
- c) Educación del cliente.

#### **REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS:**

García G. *Ética Médica*. (2007). El médico en su relación con el laboratorio clínico, Ed. Trillas, México.

Mendoza E. (2007). *Bioética. De su Mirada estándar al arte de las humanidades médicas*, Ed. ETM, México.

Tanur B., Córdova V., Escarela M., Cedillo M. (2008). *Bioética en medicina, Actualidades y futuro.*, Ed. Arfil, México.

---

---

## Las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) en educación en América Latina: una política educativa

María de la Soledad Loya Salas

Universidad Autónoma de Ciudad Juárez

### INTRODUCCIÓN

En la actualidad existe un reconocimiento del papel central que la educación desempeña en los procesos de desarrollo. Este papel se relaciona con la capacidad de los países latinoamericanos para afrontar los desafíos planteados por la revolución científico-tecnológica, para ponerse al día con la transformación productiva que dicha revolución implica, para resolver problemas sociales y para consolidar sus regímenes democráticos. En el marco de una conceptualización más compleja sobre el desarrollo que se ha venido formulando hace ya más de una década, la educación deja de ser entendida como una mera consecuencia del crecimiento económico para ser concebida como una de las fuentes del proceso de desarrollo que impacta tanto en sus aspectos sociales y políticos, así como en aquellos estrictamente económicos. En suma, existe una tendencia en la región a considerar que la educación constituye un elemento decisivo para el desarrollo, entendido éste como un proceso de transformación complejo y multidimensional.

Por otro lado, existe un consenso que la educación –concebida como fuente de desarrollo- debe ser distinta de aquella que los países latinoamericanos imaginaron durante gran parte del siglo XX. Este consenso, orientado por la necesidad de

mejorar la calidad y equidad de la educación, “es amplio y nutre muchas de las reformas a los sistemas educacionales que casi todos los gobiernos emprenden hace más de una década. Si bien los contenidos y orientaciones de aquellas no son homogéneos entre los países, existe un sustrato común de coincidencia. Este sustrato incluye replantearse el rol del Estado en la provisión de educación y conocimiento, desarrollar mecanismos de monitoreo y evaluación periódica de logros en el aprendizaje, reformular los mecanismos de financiamiento del sistema educacional, reformar los contenidos y prácticas pedagógicas en función de los nuevos soportes del conocimiento y los cambios en el mundo del trabajo, repensar el papel y la formación de los docentes, e introducir en las escuelas las nuevas tecnologías de información y comunicación” (Hopenhayn, 2003, p. 8).

En la concepción de la educación como fuente del desarrollo ésta se enfrenta a nuevos desafíos: entre otros, expandir y renovar permanentemente el conocimiento, dar acceso universal a la información y promover la capacidad de comunicación entre individuos y grupos sociales. Las políticas educacionales que implican la incorporación de las tecnologías de información y comunicación (TIC) en los establecimientos educacionales -y su utilización efectiva, tanto en los procesos de

enseñanza/aprendizaje como en la organización de la tarea docente- son una forma de dar respuesta a estos desafíos. Por lo tanto, no son una simple moda o una mera sofisticación sino que responden a las necesidades de desarrollo de los países latinoamericanos y de su inserción en el mundo globalizado.

Algunas aclaraciones son pertinentes. Primero: el tema de este documento es la incorporación de las TIC en los sistemas educativos. Pero como bien lo ha señalado Bonilla, esta noción da cuenta de la exterioridad de la demanda: “las nuevas tecnologías no fueron concebidas para la educación; no aparecen naturalmente en los sistemas de enseñanza; no son ‘demandas’ por la comunidad docente; no se adaptan fácilmente al uso pedagógico; y, muy probablemente, en el futuro se desarrollarán sólo de manera muy parcial en función de demandas provenientes del sector educacional” (Bonilla, 2003, p. 120). Esto plantea uno de los problemas claves de la relación entre las políticas nacionales de educación y las TIC: la dificultad de implantar a la educación elementos que le son extraños, que no surgen ni se desarrollan dentro de los sistemas educativos y, por tanto, que no se instalan en ellos de manera natural.

La exterioridad de la demanda hace que la incorporación de las TIC a la educación resulte ser un proceso altamente dificultoso pues supone el injerto de un modelo (con sus conceptos, sus discursos y sus prácticas) originado en el exterior de los sistemas de enseñanza (Bonilla, 2003). En este proceso de ‘afuera’ hacia ‘adentro’ del sistema educacional la dimensión temporal es clave: los cambios generados por la

incorporación de las TIC a la educación no son inmediatos ni fáciles de identificar. Se trata de un proceso complejo que sólo da frutos de mediano a largo plazos. Por otro lado, cabe destacar que dos tipos de lógicas han permitido reducir la exterioridad inicial de las TIC: la lógica de aprender de la tecnología, proporcionando conocimientos acerca de las TIC y sus códigos; y la lógica de aprender con la tecnología, poniendo la tecnología al servicio de los procesos de enseñanza-aprendizaje (Bonilla, 2003, p. 120).

Segundo: la literatura acerca de las TIC tiende a presentarlas como un gran factor igualador de oportunidades de la población. Según algunos autores esta potencialidad incluye oportunidades para acceder a materiales de alta calidad desde sitios remotos; aprender independientemente de la localización física de los sujetos; acceder a un aprendizaje interactivo y a propuestas de aprendizajes flexibles; reducir la presencia física para acceder a situaciones de aprendizaje; desarrollar servicios para el aprendizaje que permitan superar la situación de acceso limitado a la información que tienen principalmente los países pobres; generar mejor información sobre los progresos, preferencias y capacidad de los aprendizajes, posibilidad de evaluar y certificar los aprendizajes on-line y usar las TIC para incrementar la eficiencia, el mejoramiento del servicio y la reducción de costos. Pero además de democratizadoras, las TIC también incrementarían los niveles educativos debido a los cambios que generarían en los procesos y estrategias didácticas-pedagógicas implementadas por los docentes, en la promoción de experiencias de aprendizaje más creativas y diversas y en la posibilidad

de propiciar un aprendizaje independiente y permanente de acuerdo a las necesidades de los sujetos.

Así también, las TIC fomentarían la “educación permanente que se presenta bajo la aceptación de la idea de que el hombre se educa durante toda la vida y además reconoce todas las posibilidades educativas que ofrece la vida en sociedad. Este principio del nuevo paradigma educativo rompe con el condicionamiento del tiempo y el mito de la ‘edad escolar’ y por otra parte implica la aceptación de que el proceso educativo rebasa los límites del salón de clases, el ‘espacio escolar’. Esta conceptualización reciente, que en gran parte se debe a los esfuerzos de la UNESCO y de la Comisión de Cultura y Educación del Consejo de Europa, parte de la exigencia de considerar la educación en forma global y como un proceso permanente (lifelong education) en la línea del pleno desenvolvimiento de la personalidad humana y haciendo frente a las rápidas mutaciones tecnológicas, científicas y económico-sociales que acontecen a diario” (Vitarelli, 2002, p. 211).

Pero, tal como advierte Tedesco (2005, p. 10): “estas promesas de las TIC en educación están lejos de ser realidad. No se trata de negar la potencialidad democratizadora o innovadora de las nuevas tecnologías, sino de enfatizar que el ejercicio de esa potencialidad no depende de las tecnologías mismas, sino de los modelos sociales y pedagógicos en las cuales se utilice”. En esta perspectiva, la reducción de las desigualdades sociales no nace naturalmente de las TIC sino del marco de política educativa en la cual éstas se insertan. “Para que las TIC se integren

efectivamente en un proyecto destinado a reducir las desigualdades, será preciso que formen parte de un modelo pedagógico en el cual los componentes que han sido identificados como cruciales para romper el determinismo social, sean asumidos por los procesos que impulsan las tecnologías” (Tedesco, 2005, p. 14).

Tercero, y en línea con lo anterior, es importante plantear una visión social de las TIC en un momento en que éstas reciben creciente atención de los gobiernos, las empresas, los donantes y las organizaciones de la sociedad civil. De acuerdo a esta visión, las TIC no son una solución mágica a los problemas del desarrollo sino que son herramientas que pueden aumentar o bien disminuir las desigualdades (sociales, económicas) existentes. Es decir, las TIC no son inherentemente beneficiosas para los procesos de desarrollo. Sin embargo, es evidente que las TIC han llegado para quedarse y, por tanto, se requiere de una visión que las ponga al servicio del desarrollo humano. Al respecto, se ha planteado que una visión social de las TIC supone cuatro elementos centrales: a) ir más allá de la conectividad (lo que requiere acceso equitativo, uso significativo y apropiación social); b) promover ambientes habilitadores (lo que requiere integrar las TIC en las prácticas sociales existentes, utilizarlas como parte de una visión estratégica de la comunicación, incluirlas en programas que promuevan la participación social y en un marco ético de solidaridad); c) minimizar las amenazas y posibles consecuencias negativas de las TIC (tales como la profundización de las desigualdades, la homogenización de la cultura, la parálisis de los individuos y las organizaciones producto de la saturación de

información y el aislamiento de los individuos de su “mundo real”); y, d) maximizar los resultados positivos de las TIC (tales como la participación en un mundo más amplio, la participación en nuevas formas de trabajo colaborativo y el empoderamiento de personas y organizaciones).

Cuarto: los elementos anteriores sirven para poner en perspectiva un consenso al que se ha llegado en el nivel más alto de la política mundial y de la región, a saber, que las TIC tienen gran importancia para el futuro de la educación. En consecuencia, lo que está en el debate no es si acaso la incorporación de las TIC en la educación es un objetivo deseable desde el punto de vista de la política pública, sino más bien, cuánto han avanzado los países en el cumplimiento de unas metas con las que se encuentran comprometidos y cuáles son los indicadores más adecuados para hacer el seguimiento de ese plan de acción.

Por último, un alcance respecto a la noción de las TIC en la educación. Según algunos autores esta noción produce confusión pues hay quienes usan el término para referirse al modo en que los estudiantes aprenden a usar las TIC (porque esa es una habilidad que demanda el mercado laboral en la actualidad), mientras otros, lo usan para referirse a la educación tradicional a través de las TIC, que sería el campo del e-learning y la educación a distancia a través de tecnologías de la comunicación (e-educación a distancia, e-learning). Efectivamente, como lo ha destacado Bonilla (2003), se trata de dos lógicas diferentes: la lógica de aprender de la tecnología (adquiriendo conocimientos acerca de las TIC y sus códigos) y la lógica

de aprender con la tecnología (que implica poner las TIC al servicio de los procesos de enseñanza-aprendizaje). Pero se trata de dos lógicas complementarias donde la lógica de aprender con la tecnología, que es el objetivo central del proceso de informatización de las escuelas, presupone un cierto conocimiento de la tecnología y sus códigos. En este tema es importante distinguir entre: a) los cursos de “computación y tecnología” diseñados para enseñar a los estudiantes a usar computadoras y otras tecnologías; b) e-learning que son cursos o programas educativos para cualquier área de estudio que son entregados por medios electrónicos, y; c) áreas relacionadas con las TIC, que incluyen campos varios como la ciencia de la computación, la ingeniería computacional, informática, desarrollo de sistemas y programas, etc. que son áreas referidas principalmente a los aspectos técnicos de las TIC.

### *Política y estrategia*

De inicio habría que entender que “política es un comportamiento propositivo, intencional, planeado, no simplemente reactivo, casual y que se pone en movimiento con la decisión de alcanzar ciertos objetivos a través de ciertos medios: es una acción con sentido. La política denota las intenciones de las fuerzas políticas, particularmente las intenciones de los gobernantes, y las consecuencias de sus actos, aunque en su uso normal tienda a significar intenciones más que consecuencias, situaciones que se desean alcanzar más que resultados de hecho” (Aguilar, 2000, pp. 24-25).

Una primera categoría de indicadores que resulta útil para examinar el avance de

la incorporación de las TIC en los sistemas educacionales se refiere a la política y estrategia adoptada por los países. Básicamente, mediante esta categoría se intenta abordar la existencia/inexistencia de una política nacional sobre las TIC en educación y las características centrales de los programas de informática educativa incluyendo los objetivos de política, la institucionalidad y el financiamiento. Ello remite a los programas públicos de informática educativa, es decir, a las estrategias desplegadas por los estados para implementar programas de alcance nacional. □ Desde esta perspectiva, la educación constituye un espacio estratégico para la superación de la brecha digital en la medida que existe el compromiso y apoyo de los policy makers y las autoridades educacionales respecto al uso de las TIC en la educación. Pues es sólo mediante los programas públicos que buscan dotar a las escuelas de soportes informáticos que este esfuerzo puede ser un contrapeso eficaz para impedir la profundización de las desigualdades sociales determinadas por el punto de partida.

### **LA RED LATINOAMERICANA DE PORTALES EDUCATIVOS (RELPE)**

La Red Latinoamericana de Portales Educativos (RELPE), creada en el 2004 como un acuerdo de cooperación regional en políticas de informática educativa, representa el compromiso de las autoridades educacionales de 16 países de la región respecto al uso de las TIC en la educación. En el acta de constitución de RELPE los Ministros de Educación de los 16 países (Argentina, Bolivia, Brasil, Chile, Colombia, Costa Rica, Cuba, Ecuador, El Salvador, México, Nicaragua, Panamá, Paraguay, Perú, República Dominicana,

Uruguay y Venezuela) acordaron: “1. Constituir la Red Latinoamericana de Portales Educativos con el fin de promover el uso de las nuevas tecnologías de información y comunicación al servicio del mejoramiento de la calidad y equidad de la enseñanza mediante el libre intercambio y uso de los recursos digitales localizados en los Portales miembros. 2. Establecer acciones para el intercambio de políticas, experiencias y colaboración en el uso de las TIC en el ámbito de la educación, en las siguientes áreas: a) políticas de adquisición, reacondicionamiento, sustentabilidad para la entrega de equipamiento (hardware y software) a las escuelas, junto con acciones que favorezcan la conectividad de los centros escolares; b) estrategias para la capacitación de profesores en usos pedagógicos y de gestión apoyados en TIC; c) estrategias para la incorporación de las TIC en las prácticas pedagógicas tales como entrega y desarrollo de contenidos educativos para Internet, herramientas de software y materiales de apoyo a los profesores; d) estrategias específicas para estudiantes, orientadas a formar y certificar sus competencias TIC; e) estrategias de apertura de los centros educativos para fomentar la participación activa de toda la comunidad en proyectos de innovación y de masificación del acceso y uso de las TIC; f) desarrollo de estudios y evaluaciones de resultados de las TIC en el sistema escolar, que sean comparables regionalmente y permitan buscar la complementariedad para abordar soluciones a problemas comunes latinoamericanos” (RELPE, 2004).

RELPE es una red conformada por los portales educativos –autónomos, nacionales y de servicio público- designados para tal efecto por el Ministerio de

Educación respectivo. La red ofrece a docentes y estudiantes un espacio de conectividad mediante la cual se accede a un enorme archivo de conocimientos de origen regional. “Lo que se busca es acercar las nuevas tecnologías a la escuela y a la educación en general, poniendo a disposición de los profesores, los alumnos y las familias, materiales y recursos digitales que puedan apoyar los procesos de enseñanza-aprendizaje. Destinatarios principales son los docentes, a cuyo servicio se desea poner el vasto mundo de Internet, filtrado en forma selectiva, reorganizado y localizado nacionalmente para propósitos educacionales, como por ejemplo planificaciones y guías docentes, recursos multimedia, juegos, textos e hipertextos, evaluaciones y otros medios digitales de enseñanza” (Brunner, 2003, p. 65).

El acuerdo de cooperación regional en políticas de informática educativa que da origen al RELPE no implica la existencia de una política nacional sobre las TIC en educación en cada uno de los países participantes. Pero en la medida que el acuerdo incluye aspectos relativos a la adquisición de equipamiento, capacitación de profesores, incorporación de las TIC en las prácticas pedagógicas, etc., sienta las bases para la formulación de políticas en cada uno de los países.

## **LOS PROGRAMAS DE INFORMÁTICA EDUCATIVA**

Una política nacional sobre las TIC en educación requiere de un programa que transforme esa política en acción, que es lo que corresponde a los programas públicos de informática educativa. En la mayoría de los países de la región existen programas públicos de informática educativa de alcance

nacional, encargados de promover el uso de las TIC en las escuelas comenzando por el equipamiento. En algunos países, además de los programas públicos, hay programas de informática educativa que han sido desarrollados por otros organismos.

Países como Brasil, Chile, Costa Rica, México, Paraguay, Perú, El Salvador y Uruguay, tienen programas públicos de informática educativa, pero hay diferencias significativas en términos del tiempo que llevan desde su implementación. Entre los programas antiguos destaca el de Costa Rica –Pie MEP FOD- que se inicia en 1988 cuando recién se comenzaba a difundir las computadoras personales y aún no comenzaba el uso de Internet en América Latina; y el programa chileno Enlaces que tuvo sus inicios en 1992. En una segunda categoría están los programas de informática educativa de Brasil (ProInfo, iniciado en 1997) y el de México (Red Escolar, iniciado en 1996). Por último, entre los programas más recientes –iniciados con posterioridad al 2000- está el de Perú (Huascarán), El Salvador (Conéctate) y Paraguay (Programa Integral de Incorporación de la Tecnología en la Educación).

## **CONCLUSIÓN**

La incorporación de las TIC en los sistemas educativos de algunos países de la región desprende algunas conclusiones. Un primer punto es que en los países latinoamericanos la educación constituye un área estratégica para la reducción de la brecha digital. Por una parte, ello se debe a que el acceso a Internet en América Latina a nivel de hogares es extremadamente bajo comparado con lo que ocurre en los países desarrollados. Por ejemplo, en el 2002 la proporción de hogares británicos que

disponía al menos de una computadora en el hogar era de 81% y un 68% tenía acceso a Internet (Becta, 2002). Ello contrasta marcadamente con lo que ocurre en América Latina donde Uruguay encabeza la lista con un 17% de los hogares conectados a Internet. A este rezago se agregan las brechas internas. Es decir, profundas desigualdades en el acceso a las TIC desde los hogares que están condicionadas por el nivel de ingresos, el área de residencia y el ciclo de vida familiar.

En consecuencia, la educación se convierte en un área estratégica para la reducción de la brecha digital en una región que presenta un fuerte rezago en materia de conectividad, con grandes diferencias entre los países y donde el acceso a las TIC se concentra preferentemente en los hogares de mayores ingresos y, por tanto, no existen computadoras en la gran mayoría de los hogares. Es en ese contexto que la educación pasa a ser el lugar donde el acceso puede democratizarse. Por ello, “es urgente incorporar masivamente las TIC en la educación, dado que es la forma más expedita, económica y masiva de reducir la brecha digital entre países y al interior de los mismos. Si la inclusión social pasa cada vez más por acceso al conocimiento, participación en redes, uso de tecnologías actualizadas de información y comunicación, el sistema de educación formal es la clave para difundir ese acceso, dado que permite masificar conectividad y uso de redes electrónicas” (Hopenhayn, 2003, p. 28).

Un segundo punto, es que el uso de los sistemas de educación formal para democratizar el acceso a las TIC requiere de políticas públicas. La existencia de una

política nacional sobre las TIC en educación y de un programa público de informática educativa revela en que medida existe compromiso y apoyo de los policy makers y las autoridades educacionales respecto al uso de las TIC en la educación. Pues es sólo mediante los programas públicos que buscan dotar a las escuelas de soportes informáticos que este esfuerzo puede ser un contrapeso eficaz para impedir la profundización de las desigualdades sociales determinadas por factores adscriptivos.

La Red Latinoamericana de Portales Educativos (RELPE), creada en el 2004 como un acuerdo de cooperación regional en políticas de informática educativa, representa el compromiso de las autoridades educacionales de 16 países de la región respecto al uso de las TIC en la educación. Este acuerdo de cooperación regional sienta las bases para la formulación de políticas en cada uno de los países y, por tanto, representa un avance significativo. Sin embargo, no implica la existencia de una política nacional sobre las TIC en educación en cada uno de los países participantes.

El tercer punto es que el proceso de informatización de las escuelas se encuentra en distintos momentos de desarrollo. Los momentos se relacionan con la existencia/inexistencia de una política nacional de educación de las TIC pero también con las diferencias en términos de acceso, en los procesos de capacitación docentes, en la integración de las TIC al currículum y en los procesos de aprendizaje.

Villanueva (2003) distingue cuatro etapas diferentes de avance en la incorporación de las TIC a la educación: la etapa emergente, que es cuando se ha tomado conciencia de los beneficios de las

TIC en la educación; la etapa de aplicación, que es cuando las autoridades educacionales comienzan a realizar proyectos pilotos en escuelas seleccionadas; la etapa de integración, que es cuando las escuelas cuentan con recursos tecnológicos, se han instalado procesos de capacitación de los docentes y se ha integrado el uso de las TIC en el currículum; y la etapa de transformación, que es cuando las escuelas han incorporado las TIC de manera sistemática e integral en el proceso de enseñanza-aprendizaje y en la organización de la tarea del docente.

Por último, cabe resaltar que los cambios generados por la incorporación de las TIC a los sistemas educativos no son inmediatos ni fáciles de identificar. Se trata de un proceso complejo que sólo da frutos a mediano y largo plazos.

## REFERENCIAS

Aguilar, Villanueva, Luis F. (2000). El estudio de las políticas públicas. México: Miguel Ángel Porrúa.

Becta (British Educational Communications and Technology Agency) (2002). *Young People and ICT 2002. Findings from a survey conducted in autumn 2002*. ICT in Schools Research and Evaluation Series, N° 12.

Bonilla, Javier (2003). "Políticas nacionales de educación y nuevas tecnologías: el caso de Uruguay". En *VVAA Educación y Nuevas Tecnologías. Experiencias en América Latina*. Buenos Aires: IPEE-UNESCO.

Brunner, José Joaquín (2003). "Educación al encuentro de las nuevas tecnologías". En Brunner, J. J. y Tedesco, J. C. (editores), *Las nuevas tecnologías y el futuro de la educación*. Buenos Aires: IPEE-UNESCO.

Hopenhayn, Martín (2003). *Educación, comunicación y cultura en la sociedad de la información: una perspectiva latinoamericana*. Serie Informes y Estudios Espaciales, núm. 12, CEPAL.

RELPE (2004). *Declaración de Santiago. Acuerdo de Cooperación Regional en Políticas de Informática Educativa y Acta de Constitución de la Red Latinoamericana de Portales Educativos*. Obtenida el 7 de febrero de 2007, de <http://www.relpe.org>.

Tedesco, Juan Carlos (2005). *Las TICs y la desigualdad educativa en América Latina*. Presentado en el Tercer Seminario: Las Tecnologías de Información y Comunicación y los Desafíos del Aprendizaje en la Sociedad del Conocimiento, realizado entre el 30 de marzo y el 1 de abril de 2005, en Santiago de Chile. Seminario CEDI/OCDE de Habla Hispana.

Villanueva, Carmelita (2003). *Measuring ICT use in Education in Asia and the Pacific through Performance Indicators*. Presentado en el Joint UNECE/UNESCO/ITU/OECD/Eurostat Statistical Workshop: Monitoring the Information Society: Data, Measurement and Methods, Geneva, 8-9 December, 2003.

Vitarelli, Marcelo Fabián (2002). *Desarrollo y cambio de la Educación Superior Latinoamericana. La evaluación de la calidad como política educativa de los 90*. Nuevas políticas de la Educación Superior, Serie Universidad Contemporánea.

World Bank (1998). *Latin America and the Caribbean: education and technology at the crossroads*. Obtenida el 1 de febrero de 2007, de <http://www.pitt.edu/~jeregall/pdf/lac.pdf>.

---

---

## Elementos básicos de matemáticas en la cinemática inversa

Oscar Guerrero Miramontes, Sergio Flores García María D. González Quezada, Juan Luna González, Juan E. Chávez Pierce, Luis L. Alfaro Avena

Universidad Autónoma de Ciudad Juárez

### RESUMEN

En este artículo mostramos los hechos que determinan la configuración de enlaces en objetos sólidos. Es posible efectuar predicciones de estas configuraciones por medio de la aplicación de las leyes de transformación de coordenadas homogéneas, las cuales relacionan los marcos de referencia del movimiento. Las ecuaciones de movimiento pueden ser numéricamente resueltas utilizando el método algorítmico de Newton-Raphson en función de la unión de los ángulos para un sistema de brazo manipulador, en el plano con tres grados de libertad. Algunas simulaciones fueron realizadas en una animación flash macromedia desarrollada que nos permitió introducir los ángulos de unión para la posición deseada.

**Palabras clave:** Cinemática inversa, Newton-Raphson, ángulos de unión, cuerpos rígidos.

### INTRODUCCIÓN

El área de conocimiento llamada cinemática inversa es el proceso de determinar los parámetros de una unión de objetos flexible (una cadena cinemática) con el propósito de adquirir una posición deseada (Grochow et al., 2004). Esta área de conocimiento es un tipo de planeación del movimiento, siendo también relevante para la programación de juegos y a la animación en 3D (Flores et al., 2008). La aplicación más común es conectar físicamente a los personajes con la vida real, por ejemplo, hacer que los pies toquen la tierra firmemente sobre un terreno. Un juego de parámetros matemáticos son articulados a través de varias representaciones matemáticas para desarrollar un conjunto físico de segmentos rígidos conectados en varios puntos (Goldstein, 2002). Como consecuencia, un número enorme de ángulos variantes pueden ser unidos para generar un número indefinido de configuraciones. Es

posible encontrar Información más técnica y detallada en muchas referencias en artículos de divulgación. Invitamos a los lectores curiosos a leer estos artículos para que amplíen su conocimiento en esta interesante área.

### FUNDAMENTO MATEMÁTICO

Un cuerpo rígido puede ser considerado como un conjunto de puntos en el espacio cuando la distancia entre los dos permanece constante. Esta restricción es de relevante importancia, ya que reduce el número de grados de libertad necesaria para expresar el movimiento como  $3N$ . En este caso,  $N$  es el número de objetos que describen al objeto sólido a solamente 6. De estos seis grados de libertad, tres definen la translación y los restantes definen la rotación (Angeles, 2003).

La rotación de un cuerpo rígido se expresa por medio de los ángulos de Euler.

Usando la convención z-x-z. La rotación del cuerpo rígido es dado por:

$$\mathbf{R}(\theta, \beta, \alpha) = \begin{bmatrix} \cos \theta & \sin \theta & 0 \\ -\sin \theta & \cos \theta & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & \cos \beta & \sin \beta \\ 0 & -\sin \beta & \cos \beta \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \cos \alpha & \sin \alpha & 0 \\ -\sin \alpha & \cos \alpha & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} = \dots \quad 1$$

$$\begin{bmatrix} c_\alpha c_\gamma - c_\beta s_\alpha s_\gamma & c_\gamma s_\alpha + c_\alpha c_\beta s_\gamma & s_\beta s_\gamma \\ -c_\beta c_\gamma s_\alpha - c_\alpha s_\gamma & c_\alpha c_\beta c_\gamma - s_\alpha s_\gamma & c_\gamma s_\beta \\ s_\alpha s_\beta & -c_\alpha s_\beta & c_\beta \end{bmatrix}$$

en donde la matriz en la extrema derecha representa la rotación  $\alpha$  alrededor del eje z del marco de referencia original. La matriz en el medio representa la rotación  $\beta$  alrededor de un eje intermedio  $x$  el cual es la "línea de". La matriz a la extrema izquierda representa la rotación  $\theta$  alrededor del eje z del marco de referencia final. En las matrices en (1),  $C_\alpha$  representa  $\cos(\alpha)$ ,  $S_\beta$  representa  $\sin(\beta)$ , y de manera similar para los otros subíndices.

$$\begin{pmatrix} \cos \square & \sin \square & t_x \\ -\sin \square & \cos \square & t_y \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} R(\theta) & | & \vec{t} \\ \hline 0 & | & 1 \end{pmatrix}, R(\square) \in \square^2 \quad 3$$

La misma representación es conveniente en un escenario en 3D, pero en este artículo nos concentramos en el escenario en donde el movimiento se encuentra restringido al plano  $x$ - $y$ .

Para el caso especial de la contracción de la rotación alrededor del plano  $x$ - $y$  en la ecuación (1)  $\alpha = \beta = 0$ . y entonces la rotación alrededor del plano  $x$ - $y$  esta dado por:

Debido a las propiedades de los cuerpos rígidos (un cuerpo en el cual la posición relativa de todos sus puntos es coistante), la transformación (3) operando en el punto representado por  $p$  debe preservar la distancia entre pares de puntos como:

$$\mathbf{R}(\theta) = \begin{bmatrix} \cos \theta & \sin \theta & 0 \\ -\sin \theta & \cos \theta & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \quad 2$$

$$(\mathbf{R}(\theta), \vec{t}): \vec{p} \mapsto \mathbf{R}(\theta)\vec{p} + \vec{t} \quad 4$$

Por conveniencia, los componentes translacionales y rotacionales se encuentran en una sola matriz:

por lo que una regla general para transformaciones sucesivas puede ser derivada (Peters, 2006):

$$(\mathbf{R}(\theta_1), t_1)(\mathbf{R}(\theta_2), t_2) \vec{p} = (\mathbf{R}(\theta_1)\mathbf{R}(\theta_2), \mathbf{R}(\theta_1)t_2 + t_1) \vec{p} \quad 5$$

Como existe un número infinito de ejes de rotación en donde el cuerpo rígido puede rotar, la necesidad de encontrar una relación para trasladar el eje a otro punto en el espacio es de gran importancia. Sea

$p = (p_x, p_y)$  el punto en donde la rotación toma lugar en el espacio. Entonces, la condición es que el punto  $p$  tiene que ser invariante bajo la transformación de rotación, y eso significa que:

$$\begin{pmatrix} R(\theta) & | & \vec{t} \\ 0 & | & 1 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} R(\theta) & | & \vec{p} - R(\theta)\vec{p} \\ 0 & | & 1 \end{pmatrix} \rightarrow \vec{t} = (1 - R(\theta))\vec{p} \quad 6$$

de esta manera, encontramos el valor de  $t$  necesaria para mantener la transformación invariante para el punto  $p$ .

### EL MANIPULADOR EN EL PLANO

Un sistema de un brazo manipulador en el plano consiste en un conjunto de cuerpos rígidos conectados por varias uniones. Los tipos de uniones para este caso especial son del tipo revolvente. Usando las capacidades del programa de animación Adobe Flash (Riley, 2006), una cadena cinemática de 3 grados de libertad fue implementada. La Figura 1 muestra la imagen del manipulador.

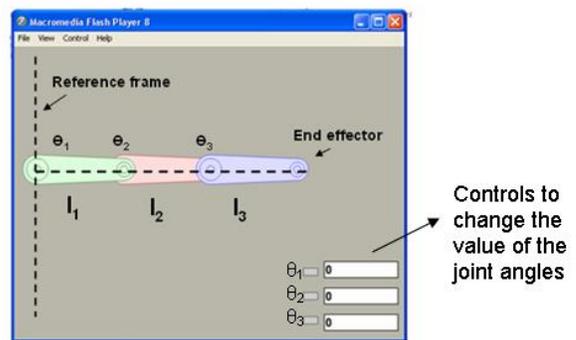


Fig. 1. Imagen de un manipulador y su configuración inicial, así como la posición del *end effector* en  $(l_1 + l_2 + l_3, 0)$

El procedimiento para encontrar la posición del *end effector* como una función de los ángulos de unión es:

$$K(\theta_i) = \prod_{i=1}^3 A_i(\theta_i) = A_1(\theta_1)A_2(\theta_2)A_3(\theta_3) \quad 7$$

donde  $A_1(\theta_1), A_2(\theta_2), A_3(\theta_3)$  son:

$$A_1(\theta_1) = \begin{pmatrix} R(\theta_1) & | & t_1 \\ 0 & | & 1 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \cos \theta_1 & -\sin \theta_1 & t_{1x} \\ \sin \theta_1 & \cos \theta_1 & t_{1y} \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$$

de manera que, el valor de  $\vec{t}_1$  está dado por la relación  $\vec{t}_1 = (1 - R(\theta_1))\vec{p}$ ,

ahora si  $\vec{p} = \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \end{pmatrix} \rightarrow \vec{t}_1 = \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \end{pmatrix}$ .

$$A_2(\theta_2) = \begin{pmatrix} R(\theta_2) & t_2 \\ 0 & 1 \end{pmatrix} \\ = \begin{pmatrix} \cos \theta_2 & -\sin \theta_2 & t_{2x} \\ \sin \theta_2 & \cos \theta_2 & t_{2y} \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$$

de manera que, el valor de  $\vec{t}_2$  está dado por la relación  $\vec{t}_2 = (1 - R(\theta_2))\vec{p}$ ,

$$\text{ahora si } \vec{p} = \begin{pmatrix} I_1 \\ 0 \end{pmatrix} \rightarrow \vec{t}_2 = \begin{pmatrix} I_1(1 - \cos \theta_2) \\ -I_1 \sin \theta_2 \end{pmatrix}.$$

$$A_3(\theta_3) = \begin{pmatrix} R(\theta_3) & t_3 \\ 0 & 1 \end{pmatrix} \\ = \begin{pmatrix} \cos \theta_3 & -\sin \theta_3 & t_{3x} \\ \sin \theta_3 & \cos \theta_3 & t_{3y} \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$$

así, el valor de  $\vec{t}_2$  está dado por la relación  $\vec{t}_3 = (1 - R(\theta_3))\vec{p}$ ,

$$\text{ahora si } \vec{p} = \begin{pmatrix} I_1 + I_2 \\ 0 \end{pmatrix} \rightarrow \dots \vec{t}_3 = \begin{pmatrix} (I_1 + I_2)(1 - \cos \theta_3) \\ -(I_1 + I_2) \sin \theta_3 \end{pmatrix}$$

aquí  $A_1$ ,  $A_2$  y  $A_3$  constituyen la matriz que define la rotación alrededor de la unión definida por el parámetro  $\vec{P}$ . Para  $A_1$  el punto es igual a  $(0, 0)$ , para  $A_2$ ,  $\vec{P}$  es  $(I_1, 0)$  y finalmente para  $A_3$ ,  $\vec{P}$  debe ser igual a  $(I_1 + I_2, 0)$ . En donde,  $I_1, I_2$  y  $I_3$  son las longitudes de los enlaces del manipulador.

Después de desarrollar el producto de matrices, la matriz  $K(\theta_i)$  es la siguiente:

$$K(\theta_1, \theta_2, \theta_3) = \begin{pmatrix} \cos(\theta_1 + \theta_2 + \theta_3) & -\sin(\theta_1 + \theta_2 + \theta_3) & t'_x \\ \sin(\theta_1 + \theta_2 + \theta_3) & \cos(\theta_1 + \theta_2 + \theta_3) & t'_y \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \quad 8$$

aquí  $t'_x, t'_y$  tienen el siguiente valor:

$$t'_x = I_1 C \theta_1 + I_2 C(\theta_1 + \theta_2) - (I_1 + I_2) C(\theta_1 + \theta_2 + \theta_3) \\ t'_y = I_1 S \theta_1 + I_2 S(\theta_1 + \theta_2) - (I_1 + I_2) S(\theta_1 + \theta_2 + \theta_3) \quad 9$$

## ALGORITMO DE CINEMÁTICA INVERSA

Teniendo la matriz  $K(\theta_i)$  dada en (3.2), podemos describir el movimiento del manipulador por:

$$K(\theta_i) : \vec{v} \rightarrow \vec{v}' \quad 10$$

En otras palabras, si aplicamos (8) a la posición del *end effector*  $v$ , podemos moverlo a una posición definida por  $v'$ . La

cinemática inversa utiliza otro acercamiento: Teniendo la posición  $v' = (X_e, Y_e)$ , debemos encontrar los valores de los ángulos de unión  $\theta_i$  que pueden mover al “end effector” a la posición deseada.

$$K^{-1}(v') : v \rightarrow \theta \quad 11$$

Un algoritmo clásico para encontrar las raíces de un sistema de  $n$  ecuaciones con  $n$  variables es el método de Newton-Raphson (Hassani, 2003).

$$\theta^{(n+1)} = \theta^{(n)} - J^{-1}(\theta^{(n)})f(\theta^{(n)}) \quad 12$$

y como consecuencia, un sistema de  $n$  ecuaciones debe ser igual a cero si lo que queremos es encontrar las raíces:

$$K(\theta_i)v = v' \leftrightarrow K(\theta_i)v - v' = 0 \quad 13$$

Aplicando la definición a nuestra matriz  $K$  del manipulador, e igualando  $v = (I_1 + I_2 + I_3, 0, 1)$ , el siguiente sistema de ecuaciones es obtenido.

$$\begin{aligned} -x_e + l_1 C \theta_1 + l_2 C(\theta_1 + \theta_2) + l_3 C(\theta_1 + \theta_2 + \theta_3) &= 0 \\ -y_e + l_1 S \theta_1 + l_2 S(\theta_1 + \theta_2) + l_3 S(\theta_1 + \theta_2 + \theta_3) &= 0 \\ \theta_1 + \theta_2 + \theta_3 - \arctan(y_e/x_e) &= 0 \end{aligned} \quad 14$$

La ecuación  $\theta_1 + \theta_2 + \theta_3 - \arctan(y_e/x_e) = 0$  se introduce para tener el juego completo de  $n$  ecuaciones y  $n$  variables para resolver el sistema (14). El ángulo formado por el eje de la referencia horizontal y la posición final del efector  $(y_e, x_e)$ , puede ser encontrado por simple observación trigonométrica, y es dada por la

suma de los ángulos de unión individuales  $\theta_1, \theta_2$  y  $\theta_3$

Enseguida podemos resolver el sistema de ecuaciones usando el programa Mathematica a través de la función FindRoot. Las soluciones correspondientes son mostradas en la Figura 2.

```
f1 = -1.5 + Cos[θ1] + Cos[θ1 + θ2] + Cos[θ1 + θ2 + θ3];
f2 = Sin[θ1] + Sin[θ1 + θ2] + Sin[θ1 + θ2 + θ3];
f3 = θ1 + θ2 + θ3 - ArcTan[ye / xe];

FindRoot[{f1, f2, f3}, {{θ1, π/3}, {θ2, π/6}, {θ3, π/6}}]

{θ1 → -7.6013, θ2 → 15.2026, θ3 → -7.6013}
```

Fig. 2. Soluciones obtenidas con Mathematica.

Mathematica provee los valores de  $\theta_1, \theta_2$  y  $\theta_3$  necesarias para mover el *end effector* al punto  $v' = (\frac{l}{2}, 0)$ . Desafortunadamente Mathematica no provee los resultados en términos de ángulos menores que  $2\pi$  radianes, pero podemos obtener la conversión de manera sencilla. Aquí, los valores de las longitudes son  $l_1 = l_2 = l_3 = 1$ .

Repetiendo el mismo algoritmo para diferentes posiciones del *end effector*  $v'$ , es posible crear una trayectoria que puede ser seguida por nuestro manipulador, por lo que podemos observar su movimiento. La Figura 3 muestra una imagen con los arreglos de las posiciones de los enlaces necesarias para que la posición del *end effector* esté dada por  $v' = (1.5, 0)$ . La Tabla 1 ilustra las unions y los correspondientes ángulos.

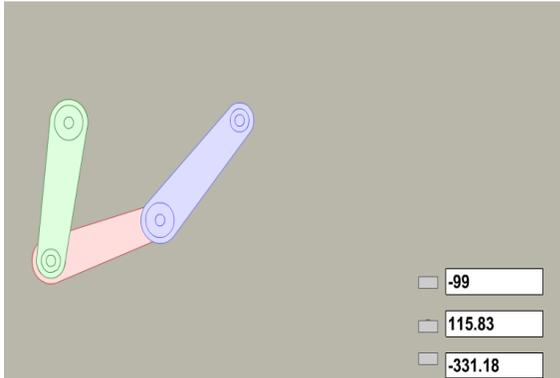


Fig. 3. Arreglos de las posiciones de los enlaces necesarias para que la posición del *end effector* esté dada por  $v'=(1.5,0)$ .

Tabla 1. Uniones y los ángulos correspondientes.

Unión	Valor del ángulo (en grados)
Unión 1 $\Theta_1$	$-99^\circ$
Unión 2 $\Theta_2$	$115.83^\circ$
Unión 3 $\Theta_3$	$-331.18^\circ$

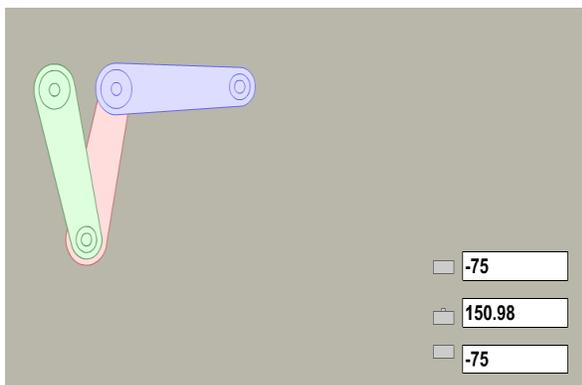


Fig. 4. Arreglo de los enlaces necesarios para que el *end effector* alcance la posición  $v'=(1.5,0)$ .

Tabla 2. Uniones y los ángulos correspondientes.

Unión	Valor del ángulo (en grados)
Unión 1 $\Theta_1$	$-75^\circ$
Unión 2 $\Theta_2$	$150.98^\circ$
Unión 3 $\Theta_3$	$-75^\circ$

La Figura 4 muestra otro arreglo de los enlaces necesarios para que el *end effector* alcance la posición  $v'=(1.5,0)$ . La Tabla 2 ilustra las uniones y los correspondientes ángulos.

Es importante mencionar que la solución encontrada usando el algoritmo IK no es única. En otras palabras, puede haber más de una configuración de uniones para mover el *end effector* al punto deseado  $v'$ . Aunque podemos reducir los tres grados de libertad del manipulador, manteniendo fijas las coordenadas del *end effector*, dadas por  $(x_e, y_e)$ , aún dejamos el parámetro angular que describe la rotación del sistema como una variable libre.

## CONCLUSIONES

El método Newton-Rhapson es eficiente pero con ciertas limitaciones, ya que requiere una estimación inicial de los valores de unión. También, los cálculos de la inversa del Jacobiano puede ser considerada como una operación que consume mucho tiempo de la computadora. Este tipo de técnica matemática puede ser usada en varios campos de investigación como robótica, física moderna, diseño de prótesis médicas, animaciones gráficas y sistemas de producción

## REFERENCIAS

Angeles J., (2003). Fundamentals of robotic mechanical systems, Springer, New York, p. 48

Flores S., Chávez J. E., Luna J., González M. D., M. González V. y Hernández A., (2008). El aprendizaje de la física y las matemáticas en contexto, CULCyT, **24**, 19-24.

Goldstein H. (2002). Classical mechanics, Addison Wesley, San Francisco, p. 150,

Grochow K., Martin S. L., Hertzmann A. y Popović Z. (2004). Style-based inverse kinematics,

ACM Transactions on Graphics (TOG) 23(3): 522–531.

Hassani S. (2003). Mathematical Methods Using *Mathematica*, Springer, Verlag, p. 15.

Peters K., (2006). Foundation ActionScript animation, (Friends of ED, Calif, p. 283.

Riley K. F., (2006). Mathematical methods for physics and engineering, (Cambridge University Press, Cambridge, p. 985.

## Diagnóstico y Monitoreo de las Condiciones de vida de los niños y niñas de 0 a 4 años en Juárez, Chihuahua

Georgina Martínez Canizales, Lourdes Almada Mireles, Ignacio Guillermo Reyes

Centro de Investigaciones Sociales, Universidad Autónoma de Ciudad Juárez

### INTRODUCCIÓN

Juárez ha sido foco de atención desde hace varios años debido a las condiciones de inseguridad en las que vive su población. Sin embargo, algo que ha llamado la atención es la vulnerabilidad de toda la población ante dichos eventos y no sólo de aquellos involucrados en actos delictivos. Los y las jóvenes y niños y niñas de esta ciudad no han sido la excepción, ya que muchos de ellos han sido víctimas de hechos violentos pero también han sido vinculados a acciones delictivas. Esta situación ha puesto en la mesa de discusión cuáles son las condiciones en las que se desarrolla la vida de los niños y niñas y jóvenes de esta ciudad y la vulnerabilidad de sus derechos. Por otro lado, se plantea necesario el atender las necesidades de estos grupos de población para garantizar el disfrute pleno de sus derechos, mejorar sus condiciones de vida y disminuir la probabilidad de que se involucren en actividades delictivas, situaciones todas que redundarían en beneficios para la ciudadanía en general.

La recolección de información y la elaboración de indicadores sobre las condiciones de los derechos de los niños y niñas y adolescentes, es una premisa fundamental para vigilar y hacer cumplir los

derechos de los niños y niñas. Esta es una recomendación de la Convención de los Derechos de los Niños, en el año 2003, emitida hacia los Estados para hacer efectos los derechos reconocidos en esa Convención (González-Bueno et al., 2010).

Sin embargo, hasta hoy, no existe en México un sistema de información continua sobre indicadores de infancia a nivel municipal. Si bien el INEGI presenta información diversa sobre grupos de población, ésta se presenta mayormente a nivel nacional, o estatal, cuando mucho, ya que pocas veces se publica información con datos municipales y mucho menos desagregados por sexo. Además, cuando existe información municipal ésta se presenta esporádica y aisladamente sobre algunos indicadores de la población joven e infantil. Un sistema de indicadores para el monitoreo de los derechos de la infancia y adolescencia vendría a cubrir esta necesidad de información, proveyendo de material necesario para construir y evaluar diversos indicadores que permitan conocer los rezagos o avances en el cumplimiento de los diferentes derechos de niños y niñas en este municipio. Ello daría la oportunidad de visibilizar las áreas de retraso y las áreas de oportunidad en cuanto al cumplimiento de los derechos de infancia y la posibilidad de colocarlas en la agenda pública, así como la

toma de decisiones informadas de las autoridades políticas para el tema de infancia.

### **Los niños y niñas como sujetos de derechos**

La Convención de los Derechos del Niño (La Convención) fue suscrita por el Estado Mexicano en septiembre de 1989 y ratificada por el Senado el 19 de junio de 1990. Por ser un Tratado con carácter vinculante, la Convención se convierte en ley suprema del país, sólo por debajo de nuestra Carta Magna (Red por los Derechos de la Infancia en México, 2012).

La CDN implica el reconocimiento de que las personas menores de 18 años requieren cuidados y protección especiales que no necesitan los adultos y establece cuatro principios rectores: a) el principio de no discriminación; b) el principio del interés superior del niño; c) el principio de la supervivencia y el desarrollo y d) el derecho a la participación (UNICEF, 2012a).

Con la convención “aparece la doctrina de la protección integral de los derechos de las niñas, niños y adolescentes en la vida jurídica del país” (Altamirano, 2011).

La Convención representa un cambio de paradigma, al pasar del modelo tutelar o de la situación irregular (que partía de considerar al menor como objeto de protección y con ello legitimaba prácticas peno-custodiales y represivas encubiertas) a uno de protección integral. Con ello se reconoce a las niñas, niños y adolescentes como sujetos de derechos, con necesidad de una protección integral que incluye todos los derechos de todos los niños y niñas (Beloff, 2005)..

Así mismo, la Convención especifica la necesidad de protección especial para las niñas y niños en situaciones de excepción; las niñas y niños que tienen conflictos con la justicia; las niñas y niños sometidos a explotación, incluida su recuperación física y psicológica y su reintegración social; y las niñas y niños pertenecientes a minorías o a grupos indígenas (Altamirano, 2011)..

Al suscribir esta Convención, los Estados Parte se asumen como garantes de los derechos de las niñas, niños y adolescentes y se comprometen a proteger y asegurar sus derechos, asumiendo la responsabilidad de ello ante la comunidad internacional (UNICEF, 2012b).

Como afirma UNICEF:

La Convención de los Derechos del Niño establece los derechos que es preciso convertir en realidad para que los niños y niñas desarrollen su pleno potencial y no sufran a causa del hambre, la necesidad, el abandono y los malos tratos. Refleja una nueva visión sobre la infancia. Los niños y niñas no son la propiedad de sus familias ni tampoco son objetos indefensos de la caridad. Son seres humanos y son también los titulares de sus propios derechos. La Convención ofrece una visión del niño como un individuo y como miembro de una familia y una comunidad, con derechos y responsabilidades apropiados para su edad y su etapa de desarrollo (*Ibid.*).

La perspectiva planteada por la Convención y suscrita por el Estado Mexicano tiene un contenido radical que debería estar presente en el diseño y aplicación de políticas públicas orientadas al cumplimiento de los derechos de las niñas, niños y adolescentes.

Por una parte, los derechos de las personas menores de 18 años tienen las mismas características que todos los derechos humanos: son indivisibles, universales, históricos, obligatorios, exigibles, inalienables, inviolables, interdependientes, irreversibles y progresivos (Ramírez, 2009).

Por otra parte, la perspectiva de la Convención replantea las políticas públicas, tradicionalmente basadas en un esquema de necesidades, para definir las en función de los derechos y sus características. Según la Red de Información sobre los Derechos del Niño (CRIN por sus siglas en inglés), establecer la diferencia entre necesidades y derechos es fundamental, pues tiene repercusiones serias sobre la forma como son planteadas las acciones y programas para el bienestar de la infancia.

Para esta organización, un derecho es algo de lo que las personas son titulares, es aquello que les permite vivir con dignidad. Un derecho es algo que puede ser exigido al gobierno y supone una obligación por parte de éste; por otro lado, una necesidad puede ser completamente legítima, pero no obliga al Estado a darle cumplimiento (Child Rights Information Network, 2005).

### **Juárez, ícono de rezago y abandono de la niñez**

Ciudad Juárez representa prácticamente el 40% de la población total de la entidad (39.64% según el Censo de Población 2005 y 39.11% según el Censo 2010). Desde 2006, la Mesa de Infancia del Consejo Ciudadano por el Desarrollo Social en Ciudad Juárez (ahora Red por la Infancia en Juárez) planteaba que los indicadores publicados en el *Vigía de los Derechos de la*

*Niñez* (UNICEF) y *La Infancia Cuenta en México* (REDIM) eran fuertemente influenciados por la situación de riesgo y abandono en que se encontraban (encuentran) la niñez y adolescencia juarenses.

Según Almada y Delgado (2006), la población estimada para Juárez en 2004 casi duplicaba la de la ciudad de Chihuahua, mientras el total de niños y niñas inscritos en preescolar en 2004, era menor en la ciudad fronteriza que en la capital (31,249 vs 30,499 respectivamente) (Almada y Delgado, 2006).

Juárez tenía en 2004 el 43.2% de la población de la entidad. Sin embargo, sólo el 29.5% de la población inscrita en preescolar se ubicaba en la ciudad; 39% del total de primaria, 35% de los inscritos en secundaria y 34% del total de preparatoria (Almada, 2008). En todos los niveles educativos, el porcentaje de personas inscritas en Juárez representa un porcentaje menor que el que ocupa la población total de la edad correspondiente en relación al total de la entidad.

Desde 2005, se veía como uno de los grandes focos rojos el hecho de que el 24% de las y los jóvenes en edad de cursar la secundaria se encontraran fuera de la escuela (*Ibid.*). Según Ballesteros, de la población con 14 años únicamente el 76.5% asistía a la escuela. “Juárez se encontraba, en el 2000, muy lejos de la cobertura universal en educación básica” (Ballesteros, (2008).

En materia de salud, Pérez (2008) muestra el rezago del Estado de Chihuahua. Hay dos datos que llaman especialmente la atención: la entidad ocupó el lugar número 29 en cobertura de vacunación (igual que en

*La Infancia cuenta en México 2005*) y la misma posición en cuanto al gasto público en salud como % del producto interno bruto (2.31 vs 2.85 a nivel nacional).

Por su parte, Almada y Delgado (2006, p. 9) muestran el deterioro de las condiciones de salud por la falta de inversión: entre 1990 y 2000 la población asegurada (y derechohabiente) prácticamente se duplicó, mientras el número de camas de hospital permaneció igual y el número de médicos creció apenas en un 8.7%, lo que generó que en el año 2000 hubiera un médico por cada 3,063 derechohabientes.

Como afirma Clara Jusidman), “Ciudad Juárez es un ejemplo paradigmático de que no basta la suficiencia de empleos y de ingresos” (Jusidman, SF).

Aproximarse a la intensa, compleja y particular realidad social de Ciudad Juárez demanda superar las visiones tradicionales del desarrollo social y de combate a la pobreza, centrados en la cobertura de requerimientos materiales y biológicos de la población y del desarrollo de sus capacidades o de su capital humano (*Ibid.*).

Coincidimos con Arellano en cuanto a las causas básicas del rezago en las condiciones de vida de las y los juarenses. Por una parte, los empleos masivos creados por la industria maquiladora han sido de baja remuneración, en muchos casos insuficientes para la subsistencia alimentaria; y por otra, no se ha invertido lo necesario para crear la infraestructura requerida en función del crecimiento demográfico y en consonancia con el crecimiento económico de la ciudad (Martínez, 2010).

Como se aprecia en los datos, Juárez es una ciudad con grandes rezagos sociales en general y en materia de atención, cuidado y protección de su infancia en particular. La Mesa de Infancia del Consejo Ciudadano por el Desarrollo Social (ahora Red por la Infancia en Juárez) ha planteado la situación de abandono y falta de oportunidades de desarrollo para las niñas, niños y adolescentes como una de las causas principales de la situación de violencia que prevalece en la ciudad.

En el año 2006, la Red por la Infancia definía a Juárez como una ciudad en “estado de emergencia”, que se expresaba en la situación de rezago y abandono social, especialmente en materia de educación y salud; y en la profundización “entre sus niñas y niños de situaciones de sufrimiento y agresión a escalas alarmantes” (Plan de acción social para la infancia, SF).

Durante los últimos años la situación de las niñas, niños y adolescentes se ha agravado aún más. Como muestra Ampudia (Ampudia, 2010), la crisis económica en Estados Unidos ha tenido un fuerte impacto en la economía de Juárez y ocasionó, sólo entre 2006 y 2009 la pérdida de cerca de 75 mil empleos en el ramo de la industria manufacturera.

El desempleo se elevó de 3% en 2005 a 8.4% en 2009: del total de trabajadores desocupados, 40% había perdido su empleo, pero el 21% quedaron desocupados porque tuvieron que cerrar su negocio propio. Por un lado la crisis económica que aun no tiene recuperación, por otro la constante amenaza de extorsión e inseguridad que prevalece” (*Ibid.*).

Además del crecimiento del desempleo, se elevó también la precariedad laboral, pues si en 2005 el 76.5% de los trabajadores tenían prestaciones, en 2009 sólo 68.7% contaban con ellas. Adicionalmente, la certidumbre de contar con el empleo se redujo, ya que las condiciones contractuales también se redujeron en el periodo observado (*Ibid.*).

La combinación de crisis económica e inseguridad generó graves problemas en las familias. Según testimonios de organizaciones que tienen a su cargo servicios de cuidado infantil, aproximadamente el 20% de las niñas y niños que atienden, todos de 0 a 4 años, están pasando hambre. Las coordinadoras narran que los niños “comen doble o triple ración los viernes, como que se preparan para el fin de semana; el lunes llegan con mucha hambre. Sabemos de casos en los que el fin de semana hacen una sola comida al día” (Barraza, 2010).

Las organizaciones de la Red por la Infancia en Juárez ven con gran preocupación la forma como se va incrementando la cantidad de niños y niñas y adolescentes fuera de la escuela. Según Catalina Castillo, “uno de los primeros efectos de la crisis es el ‘vaciamiento’ de las secundarias” (*Ibid.*).

Por su parte, Verónica Jiménez, directora de la Fundación Pedro Zaragoza, documenta que el 20% de los niños y niñas de las escuelas en las que entregan desayunos tiene algún grado de desnutrición.

“... es importante que todos los que tenemos alguna responsabilidad en la determinación de las condiciones en las que viven los niños y niñas, nos pongamos de acuerdo en lo que es realmente la situación actual del bienestar y garantía de los derechos

“Es una realidad que no conocíamos en la ciudad”, afirma (Jiménez, 2011).

A pesar de la crítica situación que vive nuestra niñez y de la importancia de conocerla con evidencia empírica y datos precisos, no existe en la ciudad una fuente confiable que genere dicha información. Tampoco existe por parte de las autoridades un interés manifiesto por contar con un diagnóstico preciso y generar a partir de él acciones y programas para el bienestar de los más pequeños.

En este contexto de derechos de la infancia se presenta el siguiente estudio “Diagnóstico y monitoreo de las condiciones de la infancia en Juárez”, con los objetivos de generar información para el municipio de Juárez, que permita visibilizar la infancia como grupo social, evaluar los derechos de niños y niñas en nuestra ciudad e identificar las áreas dónde hay mayor y menor rezago en estos derechos, información que esperamos pueda traducirse en programas de intervención y políticas públicas que ayuden a mejorar las condiciones de vida de esta población.

### **Las condiciones de vida de la Infancia en Juárez**

Al igual que *La Infancia Cuenta en México y Vigía de los Derechos de la Niñez*, este estudio aporta información relevante sobre la situación de las niñas y niños en Ciudad Juárez. Es un primer paso en el largo camino que nos falta para lograr el cumplimiento universal de los derechos de la niñez. Como afirmara Yasukawa:

humanos: dónde están las brechas más importantes, cuáles son las causas de esas brechas”.

“...y segundo, es importante llegar a un acuerdo de lo que hay que hacer; tiene que haber un proceso de diálogo que permita ir más allá de generalidades, llegar a cosas concretas; habrá que identificar responsabilidades y construir un compromiso de todos los sectores y en especial de las instituciones públicas, para que trabajen expresamente en función de la meta del cumplimiento de los derechos de la niñez” (Yasukawa, 2006).

Este primer acercamiento a la infancia en Juárez, sus condiciones de vida y el cumplimiento de sus derechos, se enfocó en la primera infancia (0 a 4 años) y se incluyeron tres apartados: condiciones socioeconómicas, cuidado infantil y salud y mortalidad.

En trabajos posteriores se pretende analizar los siguientes grupos de edad.

Sea esta pues nuestra contribución para hacer realidad el sueño de que las niñas y niños en Juárez vean realizados sus derechos, con la certeza de que “el bienestar de la infancia es el indicador más seguro de un hábitat sano, una sociedad democrática y un buen gobierno” (ONU, SF).

#### *Condiciones socioeconómicas de la primera infancia en Juárez*

De acuerdo al Censo del 2010 Juárez tiene una población total de 1,332,331 habitantes. De éstos, un 15% son menores de 5 años, es decir, un total de 199,784 niños y niñas. Una población de 0 a 4 años mayor que la del municipio que alberga la capital del estado, ya que el municipio de

Chihuahua, con menos de un millón de habitantes, sólo tiene poco más del 11% en este grupo de edad.

Los siguientes datos socioeconómicos fueron obtenidos del análisis sobre la muestra censal del 2010. La tabla 1 nos muestra los porcentajes sobre diferentes características de los menores de 5 años y sus familias en Juárez y Chihuahua.

Características del jefe del hogar donde viven menores de 5 años.

De acuerdo a los datos de la muestra censal 2010 (Tabla 1) un 20.2 % de los niños y niñas menores de 5 años vive en hogares con jefatura femenina mientras en Chihuahua esta cifra es de 22%. En cuanto a escolaridad del jefe del hogar, un mayor porcentaje de menores de 5 años en Juárez que en Chihuahua vive en hogares donde el jefe tiene un bajo nivel de escolaridad, ya que un 24.8% de los niños y niñas de 0 a 4 años vive en hogares donde el jefe del hogar tiene una escolaridad menor a secundaria, mientras que en Chihuahua sólo un 17.7% se encuentra en esta situación.

**Tabla 1. Datos sociales y económicos sobre las condiciones de vida de menores de 0 a 4 años en los municipios de Juárez y Chihuahua**

	Juárez	Chihuahua
Población total *	1332131	819543
Población menor 5 años	199784	91653
	%	%
Porcentaje de menores de 0 a 4 viviendo en ...		
% del total	15	11.18
<i>Características del jefe del hogar</i>		
viviendo en hogar con jefatura femenina	20.2	22.0
viviendo en hogares con jefe menos que primaria completa	7.1	5.6
viviendo en hogares con jefe menos que secundaria	24.7	17.7
viviendo en hogares con jefe desempleado <sup>a</sup>	4.0	2.0
viviendo en hogares donde el jefe no tiene ingresos <sup>**</sup>	1.3	1.4
<i>Ingreso en el hogar</i>		
viviendo en hogares con 0 ingresos en hogar	0.1	0.1
viviendo en hogares con menos de 1 salario mínimo	2.3	1.0
viviendo en hogares con ingreso de 1 a 2 salarios mínimos	18.5	7.6
viviendo en hogares con más de 2 y hasta 3 salarios mínimos	17.1	18.1
viviendo en hogares con más de 3 y hasta 4 salarios mínimos	14.3	13.0
viviendo en hogares con más de 4 y hasta 5 salarios mínimos	11.0	10.8
viviendo en hogares con más de 5 y hasta 6 salarios mínimos	6.5	7.3
viviendo en hogares con más de 6 salarios mínimos	19.7	32.3
viviendo en hogares donde se desconoce el ingreso en hogar	10.5	9.9
<i>Vivienda</i>		
viviendo en viviendas con hacinamiento +	59.7	41.2
<i>Educación</i>		
% niños 3 a 5 que asisten a la escuela	34.5	57.7
<i>Discapacidad</i>		
Porcentaje de niños 0 a 4 con alguna discapacidad	0.9	0.6
<i>Derechohabiciencia</i>		
% niños consultan en consultorio privado	25.7	14.3
IMSS	44.5	50.4
ISSSTE	1.7	3.1
% niños 0 a 4 consulta en SS/seguro popular	18.9	22.2
% niños 0 a 4 que no consultan	2.1	2.3
<i>Migración</i>		
% niños 0 a 4 nacidos en otro estado	14.6	5.4

Fuente: elaboración propia a través de la muestra del Censo 2010

\* Los datos del total de población y de población infantil se obtuvieron de la consulta interactiva de datos

<sup>a</sup> Sólo se consideraron como desempleados a aquellos que dijeron que la semana pasada no trabajó pero estaba buscando trabajo.

<sup>+</sup> hacinamiento es el número de personas/dormitorios de una vivienda. Un cociente de 2.5 en adelante se considera hacinamiento

<sup>\*\*</sup> en aquellos casos donde se conoce el ingreso por trabajo mensual para el jefe del hogar

Como salario mínimo se consideró aquel para Juárez al 2010 que era de 54.47 diarios (mensual \$1723.80)

Así también, un 4% de los niños y niñas menores de 5 años de Juárez vive en hogares donde el jefe se encuentra desempleado, mientras en Chihuahua es sólo un 2%. Por otro lado, el salario percibido por el jefe del hogar refleja la mala situación de Juárez en comparación con Chihuahua ya que un 20.9% de los niños y niñas de 0 a 4 años en Juárez vive en hogares donde el jefe percibe menos de 2 salarios mínimos, mientras que en Chihuahua únicamente el 8.7 de los niños y niñas se encuentra en esta circunstancia.

Respecto a las condiciones en la vivienda, una gran mayoría de los niños y niñas de Juárez y de Chihuahua residen en una vivienda inadecuada, ya que presentan condiciones de hacinamiento. Pero parece ser que los niños y niñas en Juárez viven en peores condiciones que los de Chihuahua, ya que 6 de cada 10 niños y niñas de 0 a 4 años viven en hogares con hacinamiento, mientras que en Chihuahua sólo 4 de cada 10 vive en una vivienda con hacinamiento.

En cuanto a educación, ambos municipios están muy lejos de presentar una cobertura satisfactoria en preescolar, ya que 4 de 10 niños y niñas en edad preescolar no asiste a la escuela en Chihuahua, mientras en Juárez 7 de cada 10 niños y niñas no asiste a preescolar.

Respecto al acceso a la salud encontramos que un mayor porcentaje de menores de 5 años es derechohabiente en instituciones de salud en Chihuahua que en Juárez. Un 50% de los menores de 5 años consulta en el IMSS, mientras que en Juárez sólo el 45% de éstos niños y niñas consulta en dicha institución; así también, un 3% de los niños y niñas de 0 a 4 se encuentra afiliado al ISSSTE, mientras que en Juárez

esta cifra no llega al 2%. Un dato que podría ser engañoso es el de quienes consultan en consultorios privados, ya que podría parecer que la población decide recurrir a servicios privados por la posibilidad de pagar un mejor servicio, sin embargo, el que esta cifra sea más alta para Juárez que para Chihuahua señala más bien una falta de acceso a otras instituciones de salud, por lo cual la única alternativa es recurrir al servicio privado, que en este caso, dadas las condiciones de mayor vulnerabilidad de la población juarense, pudiéramos hipotetizar son los consultorios de las farmacias Similares, debido al bajo costo en el precio de consulta y medicamentos. Los niños y niñas de 0 a 4 años que recurren a servicios privados de salud son 26% para Juárez y 14% para Chihuahua.

Finalmente, respecto a migración, en Juárez 15 de cada 100 niños y niñas menores de 5 años nació en otra entidad, mientras que sólo 5 de cada 100 niños y niñas en Chihuahua nació fuera del estado. Esta situación señala una mayor vulnerabilidad de la población menor de 5 años en Juárez que en Chihuahua, ya que ser migrante, y aún más ser migrante reciente, podría implicar menor cantidad de redes sociales para sus familias y un menor conocimiento de los padres sobre la dinámica del mercado laboral local.

Resumiendo, podríamos concluir que los datos de la muestra censal señalan que en Juárez tenemos a una población menor de 5 años más pobre, con familias con menos recursos educativos, laborales, económicos, de salud y una mayor vulnerabilidad social y económica en general, que su contraparte de Chihuahua.

### *Cuidado infantil*

Como se ha descrito líneas arriba, la realidad socioeconómica de las niñas y niños pequeños y sus familias es de mayor riesgo y vulnerabilidad en Juárez que en la ciudad de Chihuahua. Esta desventaja podría compensarse con el desarrollo de políticas públicas y una mayor inversión pública en programas de atención y cuidado infantil. Sin embargo, las estadísticas relacionadas con este tema reflejan, de la misma manera que los datos socioeconómicos, que los derechos de las niñas y niños juarenses se cumplen menos que los de los habitantes de la capital. La vulnerabilidad de las niñas y niños juarenses se agrava con el abandono y la inversión desigual entre ambas ciudades en materia de cuidado infantil.

Como se observa en la Tabla 3, Juárez tiene más del doble de niños y niñas menores de 5 años que Chihuahua. De los 426 mil 216 niños y niñas de estas edades contabilizados en el 2010, 46.9% vivían en Juárez; sólo el 21.5% lo hacía en la capital. Sin embargo, la oferta de cuidado infantil tiene prácticamente la misma magnitud en ambas ciudades. Al iniciar el 2012, el IMSS contaba con 32 guarderías en la ciudad fronteriza y 30 en la capital, mientras SEDESOL tenía 107 y 116 estancias infantiles abiertas respectivamente. Esto significa que un niño menor de 5 años que vive en Juárez tiene el 50% de posibilidad de acceder a un espacio de cuidado infantil que uno que vive en Chihuahua.

**Tabla 2. Población menor de 5 años, Cuidado Infantil IMSS y SEDESOL en Juárez, Chihuahua y Estatal, 2012**

	<b>Población menor de 5 años</b>	<b>% del total</b>	<b>Guarderías IMSS</b>	<b>% del total</b>	<b>Est.Inf. SEDESOL</b>	<b>% del total</b>
Ciudad Juárez	199,784	46.9%	32	34%	107	34%
Chihuahua	91,653	21.5%	30	32%	116	37%
Estatal	426,216	100%	94	100%	315	100%

FUENTE: Elaboración propia con información del Censo 2010, IMSS y SEDESOL.

Además del problema de cobertura, Juárez vive serias dificultades en cuanto al acceso de las familias a los espacios de cuidado infantil. Como se observa en la Tabla 3, se encuentra ocupada únicamente el 59% de la capacidad instalada en guarderías y estancias infantiles presentadas como oferta de cuidado infantil a través de programas públicos. Las guarderías del IMSS son las que tienen un mayor porcentaje de ocupación, pues los espacios disponibles se componen apenas del 19% de la capacidad instalada. Sin embargo, tanto

los Centros Municipales de Bienestar Infantil (CMBI), como las Estancias Infantiles de SEDESOL (EIS) se encuentran funcionando a menos del 50% de su capacidad (43 y 45% respectivamente).

Aunque existen otros factores que dificultan la accesibilidad de los servicios a las familias, la causa principal de la desocupación es económica, pues con excepción de las guarderías del IMSS, cuyos costos son cubiertos vía el pago de impuestos, los costos de operación tienen

que ser cubiertos en gran medida con el pago de las familias. Según Giovanna Ortiz, directora de Casas de Cuidado Diario en Juárez, el cuidado de un niño menor de 6 años cuesta más de 1,500 pesos al mes. Las EIS aportan 700 para niños y niñas de 1 a 3

años y los CMBI otorgan apoyos esporádicos de 300 pesos mensuales para niños y niñas mayores de 4. El resto, es cubierto por las familias, por la persona responsable de la estancia y/o a costa de la calidad mínima de los servicios.

**Tabla 3. Oferta de Cuidado Infantil en Progrmas Públicos Ciudad Juárez, 2011**

Modalidad	Estancias	Cap. Instalada	Cap. Ocupada	%
Centros Municipales de Bienestar Infantil	57	3,565	1,529	43%
Estancias Infantiles de SEDESOL	109	3,945	1,793	45%
IMSS	32	5290	4290	81%
Total	198	12,800	7,612	59%

FUENTE: Elaboración propia con información de las dependencias y periodística (IMSS, 2011).

Lo anteriormente expuesto ha llevado a que programas que en su origen fueron propuestos para las familias con mayor necesidad de servicios de cuidado infantil se hayan consolidado en los sectores en los que éstas pueden pagar, quedando marginadas las zonas “prioritarias”, ubicadas en el poniente y en las zonas de nuevo crecimiento de la ciudad.

La Red por la Infancia señala también como causas del bajo porcentaje de ocupación de las estancias, la mala ubicación y dificultades de transporte y la fragmentación de las edades, por lo que propone, además de la ampliación de la cobertura, la necesidad de crear condiciones reales de acceso, garantizando que los costos sean cubiertos –al menos mayoritariamente– con recursos públicos y un sistema de transporte que incremente el acceso (Red por la Infancia en Juárez, 2010).

#### *Salud y mortalidad en niñas y niños de 0 a 4 años*

En el tema de salud se habla en México de diferencias regionales que señalan que tenemos en el país un norte desarrollado, con indicadores de salud semejantes a los de los países desarrollados, mientras existen en el sur condiciones que resultan en indicadores de salud similares a las de los países más pobres. Aunque Juárez se encuentra en un estado hasta hace poco calificado de gran desarrollo, la revisión de indicadores a nivel municipal señala que las diferencias prevalecen dentro de una misma región. Si a estas diferencias, ya de por sí existentes, añadimos la situación de crisis social vinculada a la violencia, al desempleo y la emigración de una buena parte de la población por la que atravesamos actualmente en esta frontera, lo que podríamos esperar es una agudización de las problemáticas sociales en los municipios más afectados por esta emergencia social

que vive el país, particularmente para las poblaciones más vulnerables, como es el caso de los más pequeños en la escala de edades, la designada como primera infancia. Nos parece pertinente realizar este análisis en relación con otro municipio fronterizo con condiciones socioeconómicas similares a la nuestra, como lo es Tijuana, B.C., y otro municipio del estado de Chihuahua, para identificar qué circunstancias obedecen a problemas del estado y cuáles son específicas de este municipio.

Decidimos incluir la tasa de mortalidad infantil porque es uno de los indicadores más usados para evaluar las condiciones de vida y el desarrollo socioeconómico de una población y porque refleja la probabilidad de sobrevivir al nacimiento. Este dato refleja el número de muertes de menores de un año por cada cien mil nacidos vivos. La tasa de mortalidad para menores de 5 años y la razón de muertes maternas se incluyeron por la misma razón que se incluye en el IDN, ya que evidencian la probabilidad que tiene un menor de sobrevivir a los 5 años, es decir, el derecho a la vida, y una mayor probabilidad de sobrevivir si menos madres mueren, ya que son ellas a quienes se asigna el cuidado del infante y, además, porque consideramos que da una idea de la atención a la salud de la madre y del infante previo al nacimiento. El primero indica la probabilidad por cada 1000 nacimientos de que un bebé muera antes de cumplir cinco años y el segundo el número de mujeres que mueren por causas vinculadas al embarazo por cada mil nacimientos.

Las muertes por causas específicas seleccionadas son aquellas más sensibles a las condiciones sociales de la población, ya

que tienden a variar según los niveles de pobreza, marginación, concentración de contaminantes en la región y el acceso a los servicios de salud. Así, las tasas de mortalidad por enfermedades infecciosas, respiratorias y de nutrición creemos que reflejan las circunstancias en las que viven los infantes y su derecho a la salud. Finalmente, las tasas de mortalidad por causas externas nos parece que reflejan el mayor o menor cuidado que la población tiene con sus niños y niñas, ya que las muertes por causas externas muestran la negligencia o el abuso de los cuales los niños y niñas son objeto y podrían acercarnos a evaluar el derecho que tienen los niños y niñas a la seguridad.

La revisión de los indicadores seleccionados en cuanto a la situación de salud para la primera infancia -en este caso evaluada indirectamente a través de la mortalidad-, muestra que los niños y niñas de Juárez están en desventaja en comparación con su contraparte de los municipios de Chihuahua y Tijuana, en la mayoría de ellos (tabla 4). Los datos señalan que en el municipio de Juárez mueren 19.1 menores de un año por cada cien mil nacimientos, mientras que en Tijuana este dato es de apenas 14.6 menores de un año por cada cien mil. Para México, en el 2009, este indicador era de 14.9, por lo que la tasa de mortalidad infantil para Juárez se encuentra por encima del nivel nacional.

De la misma forma, la tasa de mortalidad para los menores de 5 años es mayor en Juárez que en los municipios comparados. Esto indica que en Juárez mueren 21.3 menores de 5 años por cada mil nacimientos, lo cual supera los niveles de este mismo indicador para Chihuahua y

Tijuana, e incluso los niveles nacionales, que se sitúan en casi 18 muertes de menores

de 5 años por cada mil nacimientos, para este periodo.

**Tabla 4. Indicadores de mortalidad en menores de 5 años**

	Juárez	Chihuahua	Tijuana	Mexico
<i>tasa de mortalidad infantil (por mil)</i>	19.1	15.4	14.6	14.9
<i>tasa de mortalidad menores de 5 años (por mil)</i>	21.3	18.7	17.1	17.9
<i>tasa de mortalidad por infecciones respiratorias agudas (IRA, por cien mil)</i>	18.6	27.5	10.2	22.7
<i>tasa de mortalidad por enfermedades infecciosas intestinales (por cien mil)</i>	5.0	4.6	6.1	9.9
<i>tasa de mortalidad por desnutricion (por cien mil)</i>	5.7	3.1	3.4	6.5
<i>tasa de mortalidad por causas externas Menores de 5 (por diez mil)</i>	3.9	3.4	2.3	25.6
<i>Razón de muertes maternas (por cien mil)</i>	57.1	41.8	61.7	63.6

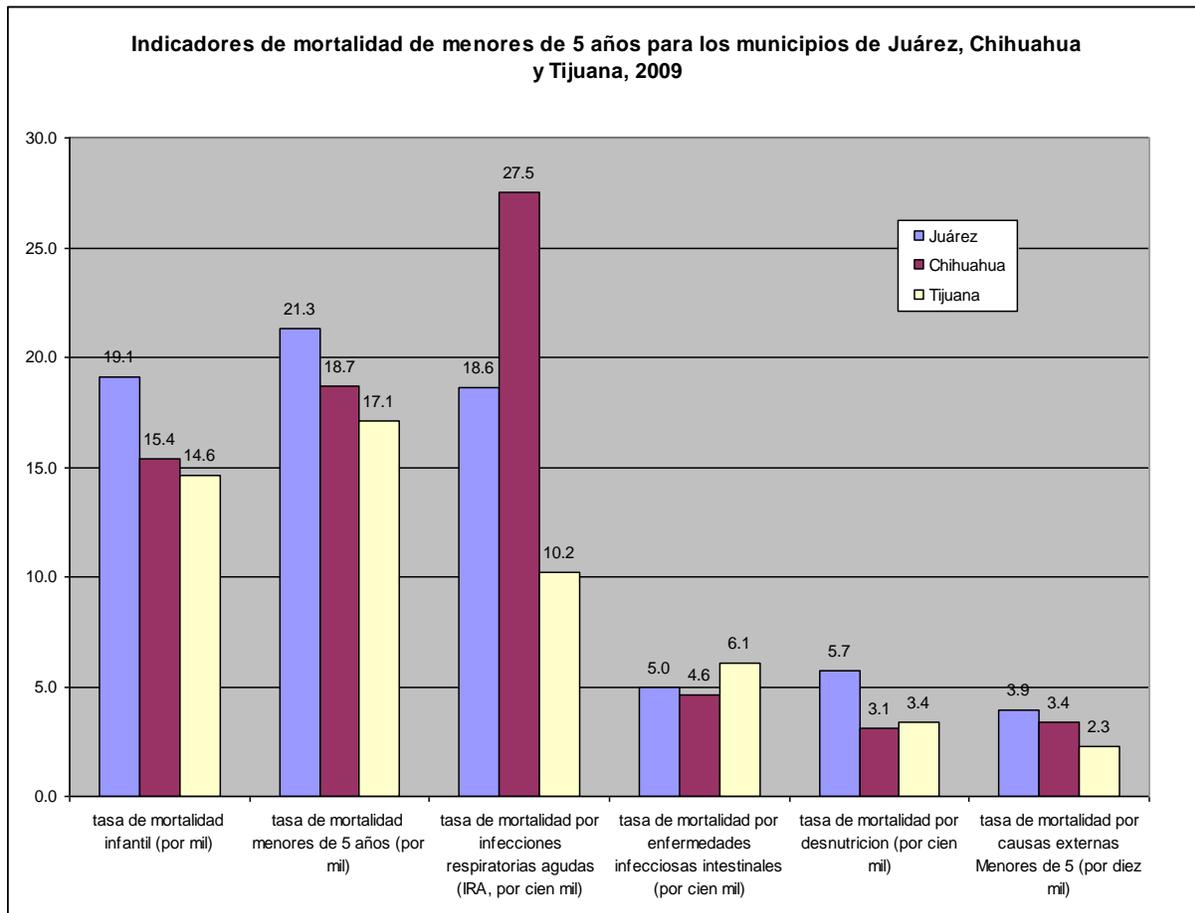
*Cálculos propios a partir de base de datos de defunciones (ocurridas y registradas en 2009), del Sistema Nacional de*

*Indicadores en Salud (SINAIS), Censo 2010, estimaciones de nacimientos SOMEDE-COLMEX y estimaciones de población propias*

En cuanto a la tasa de mortalidad para menores de 5 años por grupos de enfermedades específicas observamos que la mortalidad por infecciones respiratorias agudas (IRA) se presenta con mayor intensidad en Chihuahua, ya que el nivel de mortalidad por esta causa está por encima de la tasa nacional, quizás respondiendo a las condiciones climáticas de la región, o bien por un mayor porcentaje de población indígena viviendo en este municipio. Sin embargo, respecto a la tasa de mortalidad por enfermedades infecciosas intestinales (II) es Tijuana quien presenta el nivel más alto. En mortalidad por desnutrición Juárez tiene la tasa más alta. En cuanto a las tasas de mortalidad por causas externas, es decir, suicidios, homicidios y accidentes, Juárez

presenta una tasa ligeramente mayor que Chihuahua y Tijuana, evidenciando menor seguridad para los niños y niñas de Juárez en comparación con los otros municipios. Sin embargo, parece ser que en los municipios fronterizos los menores de 5 años corren menos riesgos en cuanto a accidentes y homicidios que los niños y niñas de otros municipios, ya que la tasa nacional por esta causa sextuplica las ocurridas en los municipios fronterizos.

La gráfica siguiente muestra estas diferencias con mayor claridad. En todos los indicadores, exceptuando las IRA y las II, Juárez tiene niveles más elevados de mortalidad que los municipios de Tijuana y Chihuahua.



Finalmente, la razón de muertes maternas señala la tasa más alta para Tijuana, en 61.7, siguiéndole Juárez con 57.1 y Chihuahua con 41.8 muertes maternas por cada 100 mil nacimientos. Para el total del país este indicador se encontraba en 63.6.

En este conjunto de indicadores Chihuahua presenta los mejores resultados, exceptuando la tasa de mortalidad por IRA, lo que señala mejores condiciones de vida y mejor cumplimiento de los derechos de la infancia en la capital del estado que en nuestro municipio, en lo que a derecho a la vida, a la salud y a la seguridad se refiere. Estos indicadores, además de mostrar las

diferencias, señalan también las áreas de oportunidad para mejorar las condiciones de vida de los menores de 5 años, por lo que mejorar la tasa de mortalidad infantil, la razón de muertes maternas y la tasa de mortalidad de menores de 5 años resulta una tarea impostergable.

Reconocemos que en la realidad actual de violencia e inseguridad de Juárez subyace una historia de abandono y rezago social de la población en general y de sus niñas y niños en particular. Construir una ciudad mejor para vivir pasa, inevitablemente, por la generación de mejores condiciones de vida para la población y por el desarrollo de las acciones

necesarias para garantizar los derechos de la niñez, creando las condiciones básicas para el crecimiento de las niñas y niños.

Conocer la realidad es el primer paso para transformarla. *Diagnóstico y Monitoreo de las Condiciones de vida de los menores de 5 años en Juárez* busca hacer visible la situación de la primera infancia en la ciudad y ser una herramienta para el monitoreo de los indicadores incluidos en cuanto a las condiciones socioeconómicas, el cuidado infantil y la salud y mortalidad de las niñas y niños pequeños.

Sólo desde el conocimiento de la realidad de los niños y niñas podrán generarse las políticas y programas necesarios para garantizar sus derechos. Esa es la apuesta de fondo: abrir un diálogo que parta del reconocimiento de la realidad de la infancia y lleve a los diversos actores sociales a asumir la responsabilidad de dar cumplimiento a los derechos de la niñez. Desde este compromiso, las acciones, programas y políticas para la infancia serán evaluados a través del mejoramiento de los indicadores. Ojalá pronto Juárez ocupe los primeros lugares en bienestar de la niñez. Cuando ello suceda habremos construido, sin lugar a dudas, una ciudad más feliz.

## **Metodología**

### *Fuentes de información*

El análisis de los datos censales 2010 se realizó a partir de la muestra censal, disponible en la página del INEGI, utilizando los datos para el estado de Chihuahua. Los porcentajes obtenidos fueron ponderados utilizando el programa de STATA y los comandos de svy, los cuales son recomendados en el caso de encuestas

complejas. Con estos comandos se utilizaron los datos de la “unidad primaria de muestro”, el “estrato” y el “factor de ponderación”, que la encuesta designó como tales.

Para este estudio se obtuvo la tasa de mortalidad infantil y para niños de 0 a 4 años de edad con información a nivel municipal, utilizando los datos de Juárez como base primordial de la investigación y los municipios de Chihuahua y Tijuana, así como los totales nacionales, como datos comparativos.

La información de población utilizada en los indicadores de mortalidad por causas de 0 a 4 años fue estimada a partir de la información obtenida de la página oficial de internet del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), en su publicación de los Censos de Población y Vivienda 2005 y 2010. La información sobre nacimientos para el denominador de las tasas de mortalidad infantil, en la razón de muertes maternas y en la tasas de mortalidad de menores de 5 años se obtuvo de las bases de datos sobre estimaciones de nacimientos del COLMEX en la página del SINAIS. Para la obtención de la información sobre las defunciones se consultó la base de datos del 2009 de la página oficial del SINAIS, de ésta se consultaron las muertes por lugar de residencia del difunto que ocurrieron y se registraron en el 2009.

Para la clasificación de las causas de defunción en las tasas de mortalidad por causas específicas se utilizó el catálogo en la página en línea de la International Statistical Classification of Diseases and Related Health Problems 10th Revision (ICD-10 Version: 2010).

### *Cálculo de tasas de mortalidad*

#### 1. Tasa de mortalidad infantil

La tasa de mortalidad infantil se obtiene mediante el número de defunciones de un año determinado de los menores de 1

Los indicadores elaborados y la metodología para la obtención de los mismos se enuncia a continuación:

año entre los nacimientos en ese año, multiplicado por 1000. La tasa representa una relación entre la cantidad de defunciones existentes en los menores de 1 año por cada mil nacimientos.

$$\frac{\text{Defunciones menores de 1 año en 2009}}{\text{Nacidos vivos en el 2009}} * 1000$$

#### 2. Tasa de mortalidad niños y niñas entre 0 a 5 años

La tasa de mortalidad de menores de 5 años se obtiene mediante el número de

defunciones de un año determinado de los menores de 5 años entre los nacimientos en ese año, multiplicado por 1000. Este dato representa la probabilidad que tiene un recién nacido de morir antes de llegar a los 5 años

$$\frac{\text{Defunciones menores de 5 años en 2009}}{\text{Nacidos vivos en el 2009}} * 1000$$

#### 3. Tasa de mortalidad por causas externas (suicidios, homicidios y accidentes) en menores de 5 años

La tasa de mortalidad por causas externas en menores de 5 años se obtiene mediante el número de defunciones de un

año determinado de los menores de 5 años por las causas específicas de violencia (suicidios, homicidios, accidentes – excluyendo los accidentes de tráfico-), entre la población media estimada de menores de 5 años, multiplicada por cien mil. Ello indica el número de menores de 5 años que mueren por esta causa por cada cien mil.

$$\frac{\text{Defunciones por causas externas de menores de 5 años en 2009}}{\text{Nacidos vivos en el 2009}} * 100,000$$

#### 4. Tasa de mortalidad por infecciones respiratorias agudas (J00-J22)

La tasa de mortalidad por infecciones respiratorias agudas (IRA) en menores de 5 años se obtiene mediante el número de defunciones de un año determinado de los

menores de 5 años por las causas específicas de IRA, entre la población media estimada de menores de 5 años, multiplicada por cien mil. Ello indica el número de menores de 5 años que mueren por esta causa por cada cien mil niños y niñas de 0 a 4 años.

$$\frac{\text{Defunciones por IRA de menores de 5 años en 2009}}{\text{Población media de niños y niñas 0 a 4 años en 2009}} * 100,000$$

5. Tasa de mortalidad por enfermedades infecciosas intestinales (A00 – A09 en la CIE, 10ª revisión)

Para el cálculo de esta tasa es necesario el número de defunciones de un año determinado de los menores de 5 años

por las causas específicas de infecciones intestinales, entre la población media estimada de menores de 5 años, multiplicada luego por cien mil. Ello indica el número de menores de 5 años que mueren por esta causa por cada cien mil niños y niñas de 0 a 4 años.

$$\frac{\text{Defunciones por II de menores de 5 años en 2009}}{\text{Población media de niños y niñas 0 a 4 años en 2009}} * 100,000$$

6. Tasa de mortalidad por desnutrición (E40-E64)

Esta tasa se obtiene mediante el número de defunciones de un año determinado de los menores de 5 años que

murieron por desnutrición entre la población media estimada de menores de 5 años, multiplicada por cien mil. Ello indica el número de menores de 5 años que mueren por esta causa por cada cien mil niños y niñas de 0 a 4 años.

$$\frac{\text{Defunciones por desnutrición de menores de 5 años en 2009}}{\text{Población media de niños y niñas 0 a 4 años en 2009}} * 100,000$$

7. Razón de muertes maternas (O01-O75, O85-O97, A34, F53, M83)

La razón de muertes maternas se calcula mediante la división de las defunciones de mujeres por causas maternas

*Estimación de la población media al 2009*

Para estimar la población media en el cálculo de las tasas de causas específicas, se utilizó la información de los censos y conteos de población y vivienda de 2005 y 2010 del INEGI. La estimación de población media de un año específico (en este caso para el 2009) se obtiene mediante la aplicación de la tasa de crecimiento intercensal al dato sobre población cercano a la fecha que se desea estimar.

en un año entre los nacidos vivos de ese año, posteriormente el cociente se multiplica por cien mil. Este indicador se interpreta como el número de muertes de mujeres que murieron por una causa materna por cada 100 mil nacidos vivos.

La tasa de crecimiento intercensal se obtiene mediante la siguiente fórmula:

$$r = \frac{\ln(P_0/P_1)}{t}$$

$r$  = Tasa de crecimiento intercensal

$P_0$  = Población de 2005

$P_1$  = Población de 2010

$t$  = Tiempo transcurrido entre censos

La estimación de la población media se obtuvo de aplicar la tasa de crecimiento intercensal a la siguiente fórmula:

$$Pi(1 + r)^h$$

Donde  $Pi$  es la población de menores de 5 años en el 2005,  $1$  es una constante, " $r$ " es la tasa de crecimiento intercensal y " $h$ " el tiempo que existe de la fecha censal del 2005 a mitad de año del 2009.

## REFERENCIAS

Almada, H. (2008). La realidad social de Ciudad Juárez. Análisis territorial. T. 2. Universidad Autónoma de Ciudad Juárez, pp. 65 y 78.

Almada, H. y Delgado L. (2006). La situación de la infancia en Juárez, 2005, Mesa de Infancia del Consejo Ciudadano por el Desarrollo Social de Ciudad Juárez.

Altamirano, O. (2011), Análisis de la regulación vigente de los derechos de la infancia en el estado de Chihuahua, Red por la Infancia en Juárez.

Ampudia, Lourdes (2010). "Empleo y estructura económica en el contexto de la crisis en Ciudad Juárez: las amenazas de la pobreza y la violencia", en Barraza, Laurencio (coord.) Diagnóstico sobre la realidad social, económica y cultural de los entornos locales para el diseño de intervenciones en materia de prevención y erradicación de la violencia en la región norte: el caso de Ciudad Juárez, Chihuahua, Comisión Nacional para Prevenir y Erradicar la Violencia contra las Mujeres, México, 2010, pp. 12-56, p. 31.

Ballesteros, G. (2008). "Capítulo 5. Educación", en Jusidman, Clara (coord.), La realidad social de Ciudad Juárez. Análisis Social. T. 1, pp. 139-197, Universidad Autónoma de Ciudad Juárez, p. 162.

Barraza, L. (coord.) (2010), Diagnóstico sobre la realidad social, económica y cultural de los entornos locales para el diseño de intervenciones en materia de prevención y erradicación de la violencia en la región norte: el caso de Ciudad Juárez, Chihuahua, pp. 57-84, México: Comisión Nacional

para Prevenir y Erradicar la Violencia contra las Mujeres, México, pp. 85-120, p. 108.

Beloff, M. (2005). El Impacto normativo de la Convención Internacional Sobre los Derechos del Niño en Latinoamérica. Seminario Internacional sobre los Derechos Humanos de los Niños, Niñas y Adolescentes. Monterrey, Nuevo León, octubre de 2005. Citado en Altamirano, op. cit, p. 10.

Child Rights Information Network (2005). "Archivo de datos: Preguntas y respuestas. Preguntas frecuentes sobre una programación basada en derechos", en CRIN Newsletter. Red de Información sobre los Derechos del Niño, número 18, marzo de 2005, p. 7

González-Bueno, G. Von Bredow, M. y Becedóniz, C. (2010). Propuesta de Un Sistema de Indicadores sobre Bienestar Infantil en España, UNICEF España.

IMSS, (2011). Coordinación de Centros Municipales de Bienestar Infantil, Jefatura de Unidad Jurídica del Programa de Estancias Infantiles de SEDESOL Chihuahua. Los datos del IMSS fueron tomados de la página [www.imss.gob.mx](http://www.imss.gob.mx), el 20 de abril de 2011. La información sobre vacantes en guarderías IMSS fueron tomados de Chihuahua Express ([www.chihuahuaexpres.com.mx](http://www.chihuahuaexpres.com.mx)), "Guarderías del IMSS con espacios disponibles", 7-oct-2011.

Jiménez, V. (2011). Ponencia realizada en el Primer Encuentro de Estancias Infantiles de Ciudad Juárez, Teatro de la Ciudad

Jusidman, Clara (coord.), "Introducción", en La realidad social de Ciudad Juárez. Análisis Social. T. 1, p. 7.

Martínez, W. (2010). "Situación y evolución demográfica en Ciudad Juárez", en Barraza, Laurencio (coord.) Diagnóstico sobre la realidad social, económica y cultural de los entornos locales para el diseño de intervenciones en materia de prevención y erradicación de la violencia en la región norte: el caso de Ciudad Juárez, Chihuahua, Entrevista a Jaime Arellano Quiroga, Profesor-investigador de la UACJ, 5 de abril de 2010, pp. 57-84, Comisión Nacional para Prevenir y Erradicar la Violencia contra las Mujeres, México.

ONU, (SF). Conferencia de la ONU sobre Asentamientos Humanos, en

<http://www.alzira.es/alziraPublic/educacio/redes/ciudad.html>

Pérez, L. E. (2008), "Capítulo 6. Salud", en Jusidman, Clara (coord.), La realidad social de Ciudad Juárez. Análisis Social. T. 1, pp. 199-240. Universidad Autónoma de Ciudad Juárez, p. 226.

Plan de acción social para la infancia, (SF). p. 15

Ramírez, N. (2009), Derechos Humanos, Mimeo, 13 páginas.

Red por la Infancia en Juárez, (2010). Propuesta ciudadana por la primera infancia, Mimeo. Junio 2010.

Red por los Derechos de la Infancia en México (2012). "13 años de Convención en México:

entre el protagonismo y la simulación", en [http://www.derechosinfancia.org.mx/Derechos/conv\\_10.htm](http://www.derechosinfancia.org.mx/Derechos/conv_10.htm).

UNICEF (2012a). "Convención sobre los derechos del niño. Derechos bajo la Convención sobre los Derechos del Niño, en [http://www.unicef.org/spanish/crc/index\\_30177.html](http://www.unicef.org/spanish/crc/index_30177.html).

UNICEF (2012b). "Convención sobre los derechos del niño. Introducción"; en [http://www.unicef.org/spanish/crc/index\\_protecting.html](http://www.unicef.org/spanish/crc/index_protecting.html).

Yasukawa, Y. (2006). Palabras de la Representante de UNICEF en México. Apertura del 1er Foro Internacional de Infancia, Memoria. Mesa de Infancia del Consejo Ciudadano por el Desarrollo Social. Mayo de 2006, Ciudad Juárez, Chihuahua.