



UNEXPO



# XIX JORNADAS DE INVESTIGACIÓN 2022

## III CONGRESO DE INVESTIGACIÓN, CIENCIA Y TECNOLOGÍA

Unexpo - Puerto Ordaz

4<sup>ta</sup> Revolución Industrial: Retos y Oportunidades

- Temáticas a Desarrollar**
- Gerencia
  - Educación
  - Ciencias Básicas
  - Ciencias Sociales
  - Ingeniería Aplicada
  - Servicio Comunitario
  - Operación y Producción

Modalidad: Online



@DIP.POZ



@DIP.POZ



urinvestigacion-poz@unexpo.edu.ve

## UNIVERSIDAD, CIENCIA y TECNOLOGÍA

Edición Especial de la Jornadas de Investigación 2021  
Revista electrónica Trimestral editada por la Universidad  
Nacional Experimental Politécnica "Antonio José de Sucre",  
UNEXPO, Vicerrectorado Puerto Ordaz.

### INDIZADA EN:

- Actualidad Iberoamericana 
- Aluminium Industry Abstracts
- Corrosion Abstracts
- CSA Engineering Research Database
- CSA Materials Research Database with METADEX
- CSA Recent References Related to Technology
- CSA Technology Research Database
- Environment Abstracts
- LATINDEX 
- Mechanical & Transportation Engineering Abstracts
- METADEX
- REVENCYT 
- Colección Scielo (www.scielo.org.ve) 
- CiteFactor 
- MIAR 
- ERIHPLUS 

### REGISTRADA EN:

- Ulrich's Internacional Periodicals Directory

"Para garantizar la originalidad de los documentos presentados debe llenar el formulario de compromiso de originalidad que se encuentra en este enlace: <https://www.uctunexpo.autanabooks.com/index.php/uct/formatos> Todos los artículos presentados deben ser inéditos y originales."

### Diagramación y Diseño de Portada:

Br. Manuelis Salazar

### Impresión:

Dirección de Investigación y Postgrado, UNEXPO Puerto Ordaz

### Visualización de la Revista:

<http://uctunexpo.autanabooks.com/index.php/uct>  
[www.uct.unexpo.edu.ve](http://www.uct.unexpo.edu.ve)

## DIRECTORIO DE LA REVISTA UNIVERSIDAD, CIENCIA Y TECNOLOGÍA

Director: Dr. Luis Rosales

Editor: Dr. Sergio Velásquez

Co-Editoras: MSc. Franyelit Suárez ; Dr. Linda Gil

### Comité Editorial:

Dr. Oscar Dam( Universidad Nacional Experimental Politécnica "Antonino José de Sucre")

Dr. Ángel Custodio ( Universidad Nacional Experimental Politécnica "Antonino José de Sucre")

Dr. Herman Fernández( Universidad Nacional Experimental Politécnica "Antonino José de Sucre")

Dra. Linda Gil( Universidad Nacional Experimental Politécnica "Antonino José de Sucre")

Dr. Luis Rosales( Universidad Nacional Experimental Politécnica "Antonino José de Sucre")

PhD. Simón Caraballo( Universidad Nacional Experimental Politécnica "Antonino José de Sucre")

Dr. Ovidio León( Universidad Nacional Experimental Politécnica "Antonino José de Sucre")

Dr. Alejandro Marcus( Universidad Nacional Experimental de Guayana)

PhD. Henry Izquierdo( Universidad Nacional Experimental de Guayana)

MSc. Franyelit Suárez (empresa AutanaBooks-Ecuador )

Dr. Janio Jadán (Universidad Tecnológica Indoamérica-Quito-Ecuador)

Dra. Hilda Márquez (Universidad Metropolitana de Quito-Ecuador)

Dr. Diego Bonilla (Universidad Estatal de Bolívar-Provincia de Bolívar- Ecuador)

Dr. David Parra (Universidad Israel-Quito- Ecuador)

Mgt. Alberto Haro (Empresa Enyde.ec- Ecuador)

Mgt. Gustavo Chango (Pontificia Universidad Católica-Sede Esmeraldas- Ecuador)

Dra. Gloria Peña ( Pontificia Universidad Católica-Sede Esmeraldas- Ecuador )

Dra. Beatriz Maldonado (Pontificia Universidad Católica-Sede Esmeraldas- Ecuador)

Mgt. Karina Mendoza (Universidad UTE-Quito- Ecuador)

Mgt. Juan Segura ( Universidad Tecnológica Indoamérica-Quito- Ecuador)

Dra. Neris Ortega (Universidad Metropolitana de Quito-Ecuador)

Dra. Elsa Zamora (Universidad Metropolitana de Quito-Ecuador)

### Autoridades Nacionales de la UNEXPO

Rectora: Dra. Rita Añez

Vicerrectora Académica: Dra. Fraisa Codecido

Vicerrectora Administrativa: MSc. Mazra Morales

Secretaria: Ing. Magly de Peraza

### Autoridades Regionales, Vicerrectorado Puerto Ordaz

Vicerrector: Dr. Luis Rosales

Director Académico: Lic. Richard Resplandor

Director Administrativo: Dr. Sergio Velásquez

Director de Investigación y Postgrado: Ing. Luisa Boet

Los artículos, opiniones y colaboraciones que se publican en esta revista no representan necesariamente la filosofía informativa ni institucional de la UNEXPO y podrán ser reproducidos previa autorización del Editor. En caso de reproducción se agradece citar la fuente y enviar ejemplares del medio utilizado a la UNEXPO, a la siguiente dirección: Dirección de Investigación y Postgrado, UNEXPO, Vicerrectorado Puerto Ordaz, Alta Vista Sur, Urb. Villa Asia, Final Calle China, Apdo. Postal 8050. Puerto Ordaz, Estado Bolívar, Venezuela. Telf./fax (0286) 9625245-9611382. Email: [uct-poz@unexpo.edu.ve](mailto:uct-poz@unexpo.edu.ve)

## Contenido

- 4** *Patiño Maryalbis, y Leal Carlos*, Análisis de Speckle Dinámico Mediante Filtrado por Segmentación.
- 11** *Richard J Veramendi B.*, Aplicación del mantenimiento predictivo a diseños de estructuras en concreto armado para uso de edificaciones comerciales basadas en la norma covenin 1756 en Venezuela.
- 17** *Núñez Ernesto, Siso Gregory, Hernández Wilmer, Rivas Ruth y Ramírez Luis*, Caracterización Macroscópica de Especies Litológicas de Mineral de Hierro.
- 24** *Ramírez Linares Nelson Javier, Villarroel Rojas Jesús Manuel y Lira Carlos*, Conocimiento del uso de los pepinos de mar en la medicina.
- 30** *Galindez Lesbia Karina, Izquierdo Henry*, Control Inteligente: aplicación de un control PID difuso a un sistema no lineal.
- 37** *Leal Carlos, Briceño Alexis, Riera Ylma y Uzcátegui Damaris*, Determinación de la Calidad de Imágenes Clínicas para Proyecciones Postero-Anterior de Tórax
- 44** *Azocár Luis Alberto*, Efecto combinado de presión de nitrógeno, vacancias y termo plasticidad en el fenómeno de hinchamiento anormal en la wustita.
- 51** *Girón Villarroel Thamara*, La Influencia De Internet En La Producción, Consumo De Cultura Y Energía
- 59** *Izquierdo Henry*, “La Sociometría En La Telemedicina. Caso Médico Express, C.A. ”
- 66** *Pineda Zaida, Bonomie Justo y Leal Carlos*, Nivel de Conocimiento de los Responsables de Equipos de Rayos X Intraorales sobre la Normativa que Regula las Radiaciones Ionizantes en la Ciudad de Mérida
- 75** *Eduardo Silveira Gómez*, Sintonización De Un Controlador Pid Basado En El Algoritmo Competitivo Imperialista Para El Control De Velocidad De Un Motor De Corriente Continua.
- 85** *Humberto Rivas*, Nuestro Futuro. ¿Competencia o Convivencia?
- 92** *Villarroel Yanna, Lobo Eladio*, Sistema de diagnóstico del perfil de aprendizaje en ambiente web.
- 101** *Izquierdo Henry*, Sustentabilidad de la Telemedicina. La prospectiva del Neuromarketing como realidad actual de Médico Express, C.A.

# ANÁLISIS DE SPECKLE DINÁMICO MEDIANTE FILTRADO POR SEGMENTACIÓN

Patiño, Maryalbis<sup>1,2</sup>, y Leal, Carlos<sup>3</sup>.

{maryalbis1, cleal78}@gmail.com

<sup>1</sup> Universidad de Los Andes. Facultad de Ciencias. Departamento de Física. Mérida Venezuela.

<sup>2</sup> International Centre for Theoretical Physics (ICTP). Quantitative Life Science Section. Trieste Italia.

<sup>3</sup> Instituto Venezolano de Investigaciones Científicas (IVIC). Centro Multidisciplinario de Ciencias. Laboratorio de Óptica Aplicada. Mérida Venezuela

---

**Resumen:** Se plantea un nuevo método de análisis de patrones de speckle dinámico, basado en las técnicas de segmentación de imágenes digitales, para diferenciar patrones de alta y baja intensidad, mediante el diseño de un filtro por segmentación, con la finalidad de realizar análisis de intensidad por separado, para luego ser comparados. Este nuevo enfoque se aplicó a imágenes de patrones de speckle dinámicos, subjetivos por transmisión, con un láser de  $(532 \pm 1)$  nm y una potencia sobre la muestra de  $(20,72 \pm 0,55)$   $\mu$ W, producidos por granos de kéfir en agua destilada, variando la concentración (de 30 a 100% con pasos de 5%) en porcentaje relativo volumen-volumen, tomando 3 videos de 200 fotogramas, por cada variación de concentración. Mejorando el ajuste de la curva de intensidad vs. concentración, pasando de un valor de R2 de 0,64 (videos originales) a 0,75 (videos de baja intensidad) y 0,90 (videos de alta intensidad), permitiendo la mejora de los ajustes y el límite de detección, pasando de un error absoluto en la pendiente de 1,1 a 0,69 y 0,48, expresado en un error relativo porcentual de 19,64; 16,33 y 8,73%, que representa una mejora del 10,91% en la sensibilidad.

---

**Palabras Clave:** Análisis de Imágenes, Láser, Segmentación, Speckle Dinámico.

## DYNAMIC SPECKLE ANALYSIS USING SEGMENTATION FILTERING

---

**Abstract:** new method for analyzing dynamic speckle patterns is proposed, based on digital image segmentation techniques, to differentiate high and low intensity patterns by designing a segmentation filter. This allows for separate intensity analysis, which can then be compared. This new approach was applied to images of dynamic speckle patterns, subjective by transmission, using a laser of  $(532 \pm 1)$  nm and a power on the sample of  $(20.72 \pm 0.55)$   $\mu$ W, produced by kefir grains in distilled water, varying the concentration (from 30 to 100% in 5% steps) in relative volume-volume percentage, taking 3 videos of 200 frames for each concentration variation. Improving the fit of the intensity vs. concentration curve, from an R2 value of 0.64 (original videos) to 0.75 (low intensity videos) and 0.90 (high intensity videos), allowing for improved fits and detection limits, reducing the absolute error in the slope from 1.1 to 0.69 and 0.48, expressed in a relative percentage error of 19.64; 16.33 and 8.73%, representing a 10.91% improvement in sensitivity.

---

**Keywords:** Image Analysis, Laser, Segmentation, Dynamic Speckle.



## I. INTRODUCCIÓN

Cuando se inventó el láser en la década de 1960, nadie pudo prever la cantidad de aplicaciones que este tendría, uno de los primeros fenómenos revelado, fue que objetos iluminados con luz láser presentaban un patrón de interferencia de apariencia granular. Las superficies de la mayoría de los materiales son rugosas, si se comparan con la escala de una longitud  $\lambda$  de onda del rango visible. Si se ilumina una superficie rugosa con una fuente de luz altamente coherente (todos los fotones están en fase) como la de un láser, la luz reflejada desde dicha superficie (o transmitida por el material), presenta un patrón de interferencia en forma granular o moteada [1].

A este patrón de interferencia se le dio el nombre de Speckle, el fundamento básico del mismo, se basa en que una superficie ópticamente rugosa es iluminada con luz coherente, a partir del principio de Huygens-Fresnel, el campo óptico en un punto de observación, es igual a la suma coherente de las ondas emitidas por cada centro dispersor (rugosidad de la superficie iluminada), produciendo un patrón de interferencia, siendo un fenómeno estadístico que tiene lugar siempre que la luz coherente esté sometida a fluctuaciones aleatorias de fases [2]. Si existen movimientos de la superficie rugosa o del centro de dispersión, o alteraciones temporales del medio de transmisión o la fuente de luz, el patrón observado comienza a variar con el tiempo, denominándose Speckle dinámico [3].

Tras la invención del láser y surgimiento del speckle, numerosos estudios se llevaron a cabo en las distintas ramas de la óptica y a medida que surgían técnicas de fotografía y métodos de medición de alta sensibilidad para aplicar a superficies dispersoras, se dio origen a lo que se conoce hoy como interferometría speckle, que son técnicas basadas en la comparación de dos o más distribuciones de speckle para obtener información de la superficie.

Actualmente, las áreas de estudios del fenómeno de speckle comprenden [8]: sus propiedades estadísticas, reducción del mismo en sistemas ópticos y holográficos, medición de rugosidad superficial, codificación y encriptación. Entre sus aplicaciones tenemos: en procesamiento de imágenes y análisis de objetos con “actividad” (tejidos biológicos, pinturas, espumas, corrosión, etc.), metrología, astronomía, entre otros. Los métodos de análisis de patrones de speckle dinámicos abarcan enfoques temporales, frecuenciales, espaciales o una combinación de estos [9].

Debido a las múltiples aplicaciones existentes, es necesario ampliar y mejorar los métodos de análisis. Las técnicas convencionales de procesamiento digital, con-

siderando las variaciones temporales en la intensidad del patrón de interferencia, presentan dificultades, al momento de visualizar pequeñas variaciones, presentes en los cambios del patrón de speckle, se propone el procesamiento digital por segmentación, el cual permite un análisis más detallado en las regiones de interés, por lo que este trabajo está centrado en el estudio del fenómeno de speckle dinámico, a través del procesamiento digital aplicando un filtrado por segmentación, a las imágenes obtenidas de los patrones speckle, con la finalidad de evaluar el aumento de la sensibilidad de detección del sistema.

La segmentación es un proceso que consiste en la división de la imagen en múltiples partes, con la finalidad de identificar objetos dentro de la misma. También llamada umbralización, es una técnica para el procesamiento de imágenes en la que una imagen de entrada en escala de grises, se recuantifica a dos niveles de gris, es decir, se convierte en una imagen binaria [10].

A través del desarrollo de un nuevo método de procesamiento, para separar los objetos presentes en las imágenes por debajo del umbral de binarización (baja intensidad) y por encima del umbral (alta intensidad), siendo estudiados las variaciones temporales de la intensidad, para ser posteriormente analizadas y comparadas, desarrollando en el software Matlab® un algoritmo para el procesamiento, de manera automatizada de un gran conjunto de datos, mejorando el tiempo de análisis, en comparación con el procesamiento manual.

## II. MATERIALES Y MÉTODO

La muestra utilizada para la creación del patrón de speckle dinámico, fue de granos de Kéfir disueltos en agua destilada. Los granos de Kéfir son una masa microbiana que combina bacterias probióticas, levaduras, lípidos y proteínas, envueltos en una matriz polisacárida, denominada kefiran [11], tienen un color blanco y son de aspecto similar al de la coliflor, pero son más blandos y gelatinosos.

Los principales microorganismos que conforman este consorcio microbiano son: las bacterias *Lactobacillus acidophilus* y la levadura (hongo unicelular) *Kluyveromyces marxianus*, aunque esto puede variar según las regiones y métodos de cultivo.

El montaje experimental consiste en tres haces colineales, con longitudes de onda de 447 nm (azul), 532 nm (verde) y 660 nm (rojo), acoplados a un microscopio óptico (ver Figura 1), durante el recorrido de los haces de luz se coloca un difusor para crear el patrón de interferencia inicial, esta atraviesa la muestra (transmisión de haz de luz coherente), captado por un objetivo y un ocular, para ser grabado los cambios en el patrón

de interferencia con una cámara CCD, acoplada a un ordenador [12].

Este montaje de diseño propio, tiene la peculiaridad de permitir el uso de varias longitudes de ondas, dependiendo de las características de las muestras a ser estudiadas. Los haces pueden ser utilizados independientemente o todos a la vez, permitiendo una gran versatilidad en los métodos de análisis a ser empleados [12].

Los patrones de interferencia fueron capturados por la cámara CCD, con una velocidad de obturación de 5 FPS y un tiempo de exposición de 120 ms, generando una colección de 200 imágenes. Luego, con ayuda de la aplicación ThorCam fueron grabados como video en un archivo de formato .avi con 40 s de duración en total, almacenados en el PC anfitrión para ser finalmente procesados haciendo uso del software Matlab® mediante el algoritmo de segmentación diseñado.

Se toman 3 videos para cada una de las 16 muestras

de kéfir disuelto en agua destilada con una solución de volumen constante de 15 ml, iniciando con una concentración del 100%, es decir, 15 ml eran totalmente de muestra inicial, y luego disminuyendo en pasos de 5% la concentración de volumen a volumen V/V%, hasta llegar a 30 % V/V, con una muestra control de agua destilada, para un total de 48 videos.

Posteriormente, se procede a aplicar el filtrado por segmentación, calculando el umbral que sirve como referencia para llevar la imagen de 8 bits en escala de grises a binaria, si un píxel está por debajo del valor umbral, se le asigna un valor igual 0 (el píxel pertenece al fondo de la imagen y se denotará baja intensidad) y si está por encima se le asigna el valor de 1 (el píxel forma parte de un objeto en la imagen, alta intensidad). Reconstruyendo dos nuevos videos, donde se encuentran contenidos la información de los valores de la imagen original por debajo del

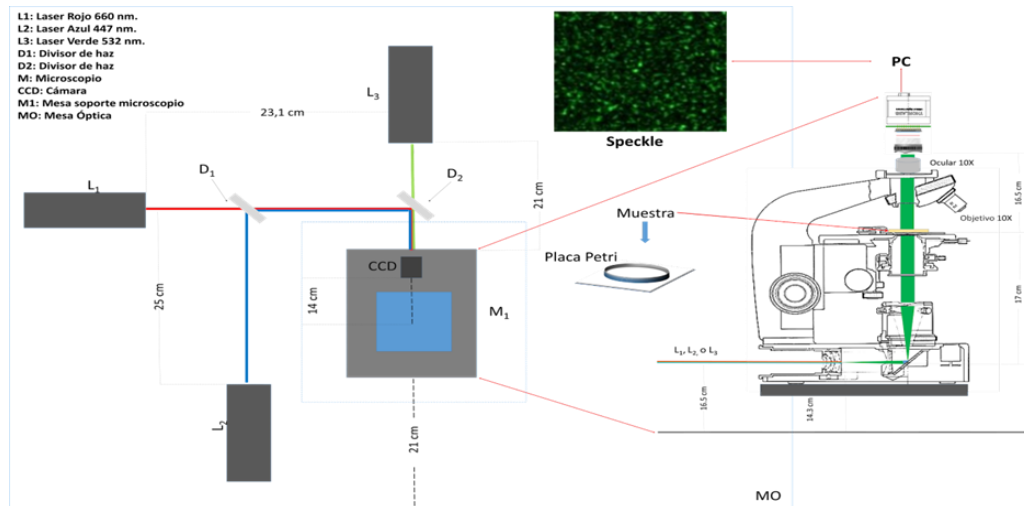


Figura 1: Montaje experimental utilizado.

Finalizado el proceso de aplicación del filtrado por segmentación, se puede observar las diferencias entre la

imagen original y las obtenidas para baja y alta intensidad, como se muestra en la figura 2

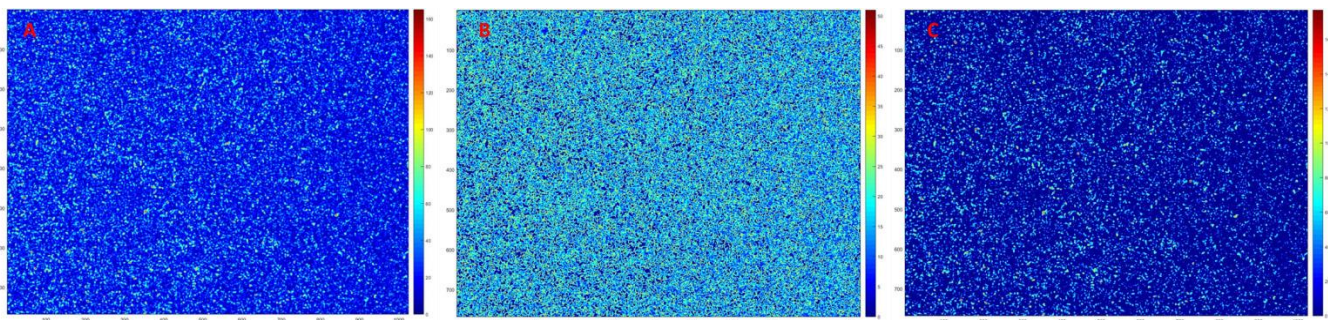


Figura 2: Fotograma de un video en falsos colores. A) Fotograma original en escala de grises, B) Fotograma filtrado por segmentación baja intensidad, C) Fotograma filtrado por segmentación alta intensidad.

Una vez obtenido los 9 videos para cada concentración, se procede al análisis de la intensidad  $I(i,j,t)$  para cada fotograma de  $(i,j)$  píxeles en un tiempo  $t$ , y la intensidad  $I(i,j,t+\tau)$  en un tiempo  $t+\tau$  posterior, es utilizado para evaluar los cambios temporales de la intensidad, a través del valor medio del pixel  $D(\tau)$ , denominado método de las diferencias temporales, se calcula mediante la ecuación 1 [13]:

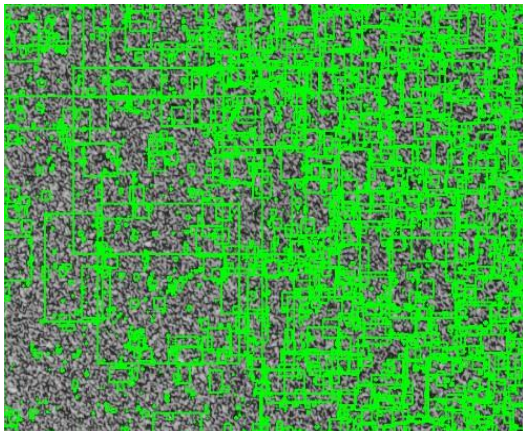
$$D(\tau) = \frac{1}{N} \sum_{i,j} |(i,j,t) - (i,j,t - \tau)| \quad (1)$$

Obteniéndose el valor medio para cada valor de concentración, para finalmente realizar la curva de variación de la intensidad en función de la concentración.

### III. RESULTADOS

El principal problema que se presenta al momento de proceder a la binarización de la imagen, es la determinación del valor del umbral, se puede hacer los cálculos del umbral óptimo de manera automática, mediante el método Otsu [14], a través del comando en Matlab® `graythresh`, este método proporciona un umbral óptimo, bajo el criterio de máxima varianza entre el fondo y objeto, tomando un umbral que representa la máxima varianza entre las clases.

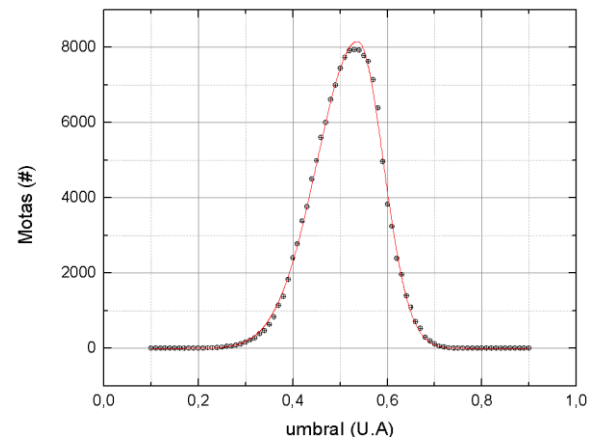
Pero al momento de aplicarlo a los patrones de speckle, la estadística no es buena, ya que hay objetos con áreas que no son consistentes con el tamaño esperado (ver Figura 3), puesto que se pretende estimar las propiedades de cada mota individual del patrón de interferencia, mostrando dificultades para segmentar áreas, donde hay superposición de las motas, por tanto, identifica menor número de granos de speckle, afectando la estimación del valor medio del grano, propuesto en el presente trabajo.



**Figura 3: Objetos identificados en un fotograma, mediante umbral por método de Otsu.**

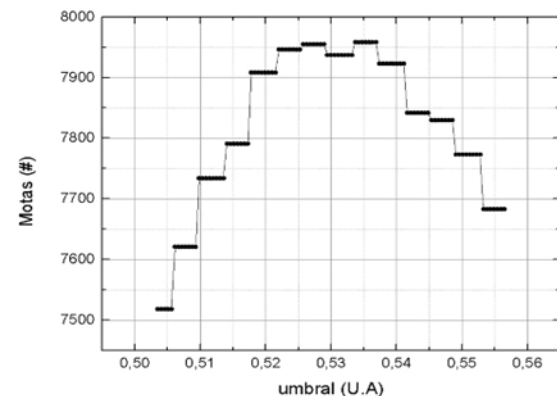
Debido a esto, es necesario desarrollar un método que mejore la segmentación de las regiones, mejorando la selección del umbral de binarización. Para esto se realizan dos ajustes manuales, el primero un ajuste grueso y finalmente un ajuste fino del umbral durante el procesamiento.

El ajuste grueso se somete cada fotograma a una variación del valor de umbral entre 0,1 y 0,9 en pasos de 0,01 y se escoge el valor umbral en donde mayor cantidad de objetos (granos de speckle) son detectados, como se puede observar en la Figura 4, haciéndose un ajuste de una función gaussiana, con un  $R^2=0,99$ .



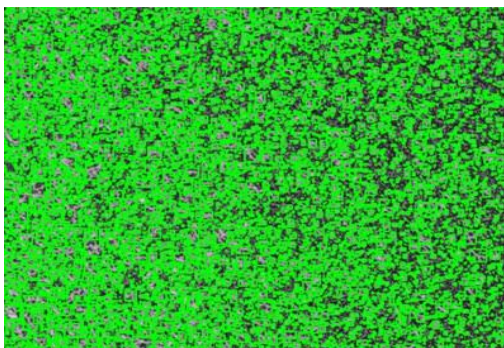
**Figura 4: Ajuste grueso del umbral.**

Luego se procede al cálculo de ajuste fino, se establece un intervalo que va entre el  $\pm 5\%$  del valor umbral máximo determinado en el ajuste grueso, se realizan 100 pasos dentro del rango de umbral, para quedarnos finalmente con el que mayor cantidad de objetos detecte (ver Figura 5), siendo este el valor utilizado para el proceso de segmentación. Este procedimiento permite hacer una distinción mejor de las motas presentes en el patrón de speckle como se muestra en la Figura 6, en comparación del obtenido por el método de Otsu mostrado en la Figura 5.



**Figura 5: Ajuste fino del umbral.**

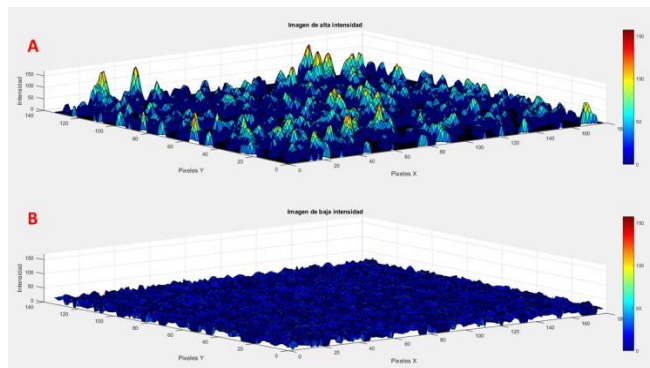
Se decide usar el sistema del cálculo del umbral por el ajuste grueso y fino, ya que no se encontró una diferencia significativa entre los valores obtenidos para el umbral a través del ajuste de una función gaussiana, siendo esta del 2% de diferencia. Tampoco se determina el umbral para cada fotograma, se emplea el valor medio de tres puntos, ubicados al 25, 50 y 75% del video, la diferencia en entre el cálculo del umbral para cada fotograma, respecto al utilizado, es inferior al 0,5%, pero se disminuye el tiempo de cálculo en un 98%.



**Figura 6: Objetos identificados en un fotograma mediante el cálculo propuesto.**

Una vez determinado el umbral óptimo, se aplica el filtrado por segmentación, obteniendo los videos de alta y baja intensidad. La diferencia entre la superficie de las imágenes de alta y baja intensidad es mostrada en la Figura 7, se puede apreciar que para los videos de alta intensidad solo contribuyen al valor medio de la intensidad los píxeles con valores superiores al umbral de binarización (ver Figura 7-A), en cambio, se puede

observar para los videos de baja intensidad que valores de la intensidad del píxel con menor dispersión (ver Figura 7-B).

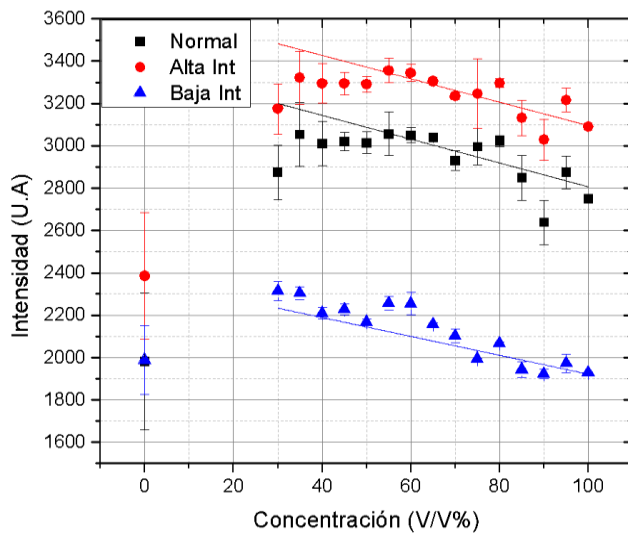


**Figura 7: Superficie de un fragmento de un fotograma, donde se muestra la diferencia entre las imágenes de alta y baja intensidad. A) Alta intensidad, B) Baja intensidad.**

Los resultados obtenidos del análisis a través del método de las diferencias temporales, se pueden apreciar en la tabla I y la gráfica de las curvas en la figura 8, en esta podemos observar las comparaciones entre las variaciones de la intensidad de los 3 grupos de videos y se puede apreciar que se obtuvo una correlación lineal, las pendientes son negativas y era de esperarse, ya que por ser un montaje de speckle por transmisión la intensidad disminuye con la concentración, puesto que el haz luminoso en su trayectoria atraviesa una muestra más densa a medida que aumenta la concentración.

**TABLA I  
VARIACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN RELATIVA V/V Y LA INTENSIDAD**

N°	Concentración V/V	Video Original			Video Alta Intensidad			Video Baja Intensidad		
		I (U.A)	±des	CV%	I (U.A)	±des	CV%	I (U.A)	±des	CV%
1	0	1982	322	16,25	2385	298	12,49	1988	161	8,10
2	30	2875	129	4,49	3174	120	3,78	2315	44	1,90
3	35	3054	151	4,94	3321	126	3,79	2304	30	1,30
4	40	3011	105	3,49	3294	93	2,82	2210	27	1,22
5	45	3020	45	1,49	3293	53	1,61	2228	27	1,21
6	50	3015	51	1,69	3290	37	1,12	2168	14	0,65
7	55	3056	103	3,37	3356	58	1,73	2256	31	1,37
8	60	3050	35	1,15	3345	39	1,17	2255	54	2,39
9	65	3038	18	0,59	3305	9	0,27	2157	6	0,28
10	70	2931	47	1,60	3235	14	0,43	2103	33	1,57
11	75	2995	86	2,87	3246	164	5,05	1994	3	0,15
12	80	3022	27	0,89	3296	22	0,67	2067	8	0,39
13	85	2849	103	3,62	3132	83	2,65	1943	38	1,96
14	90	2638	106	4,02	3029	96	3,17	1923	23	1,20
15	95	2874	77	2,68	3216	57	1,77	1974	43	2,18
16	100	2750	22	0,80	3091	6	0,19	1929	2	0,10
Promedio Original				3,37	Promedio Alta		2,67	Promedio Baja		1,62



**Figura 8: Variación de la concentración relativa V/V y la intensidad.**

Si comparamos los ajustes obtenidos (ver tabla II) para los tres tipos de videos, el valor de R2 mejora considerablemente entre la curva obtenida en el procesamiento convencional (análisis aplicado al video original) de 0,64 a 0,90 que es el obtenido en el de los videos de alta intensidad, también mejora la señal, aumentando el valor del píxel medio de la imagen obtenida por este método.

**TABLA II  
PARÁMETROS DE AJUSTE OBTENIDOS**

	m	$\Delta m$	$\Delta e$	R <sup>2</sup>	%dif
Original	-5,6	1,1	19,64	0,64	1,00
Baja Intensidad	-4,45	0,69	15,51	0,75	-37,27
Alta Intensidad	-5,53	0,48	8,68	0,90	-56,36

A pesar de que, en los videos de baja intensidad, se tiene una poca relación señal ruido, también mejora el ajuste obtenido, por lo tanto, el procesamiento por segmentación mejora los resultados obtenidos, en comparación con los datos originalmente adquiridos.

También se puede observar (ver tabla II) una disminución del error relativo porcentual  $\Delta e$ , al pasar de 19,64% en los videos originales a 8,73% en los videos de alta intensidad, representando una mejora del 10,91%. Esto también puede observarse en la sensibilidad de la curva representada por la pendiente m, siendo el menor valor medible el error de la m, expresado por  $\Delta m$ , pasando de 1,1 a 0,48, disminuyendo en un factor de 2,29.

Tomando como referencia los valores obtenidos para el error de la pendiente, al calcular el porcentaje de diferencia, se puede observar que hay una mejora en la sensibilidad de la curva, mostrando una disminución del

-37,27% para baja intensidad y -56,36% para alta intensidad, respecto a los videos originales. Obteniendo una mejora significativa en la sensibilidad al detectar pequeñas variaciones en el patrón de interferencia, debido a los cambios de concentración de la muestra estudiada.

#### IV. C O N C L U S I O N E S

Se desarrolla con éxito, un nuevo método de procesamiento, que permite aplicar un filtrado por segmentación, a imágenes de speckle dinámico, permitiendo separarla en señales de alta y baja intensidad, mejorando la respuesta en la curva concentración intensidad, calculada por el método de las diferencias temporales, mejorando los ajustes, pasando de un R2 (imagen original) de 0,64, a un R2 de 0,90 (alta intensidad), mejorando así un 26% el ajuste, en comparación con el análisis convencional. Mejorando la señal a estudiar, permitiendo observar pequeñas variaciones de la actividad, en muestras de material biológico, con muy bajas concentraciones.

Se obtiene una buena respuesta en entre las variaciones de la concentración y la señal de baja intensidad, a pesar de que la relación señal ruido es muy baja, también mejora el ajuste obteniendo un R2 de 0,75. Por lo tanto, el procesamiento por segmentación mejora significativamente los resultados obtenidos en los análisis de intensidad, permitiendo el aumento en la sensibilidad de la técnica, por ende puede percibir menores cambios en la intensidad del patrón de interferencia al variar la concentración.

#### REFERENCIAS

- [1]J. Goodman, "Statistical properties of laser speckle patterns", Technical Report No. 2303-1, Stanford Electronics Laboratories, 1963.
- [2]F. Marengo, "Medición de la distribución de fase en interferometría de speckle temporal usando descomposición empírica de modos y transformada de Hilbert.", Tesis doctoral, Universidad Nacional de Rosario, 2008.
- [3]G. Sendra, "Análisis de actividad en patrones de speckle dinámico", Tesis Doctoral, Universidad Nacional de Mar de Plata, 2009.
- [4]J. D. Rigden and E. I. Gordon, "The granularity of scattered optical maser light", Bell Labs Institute, 1962.
- [5]B. M. Oliver, "Sparkling spots and random diffraction", Proceedings of the IEEE, vol 51, pp.220-221, 1963.
- [6]L. Allen and D. G. Jones, "An analysis of the granularity of scattered optical maser", Physics Letters, vol 7, no. 5, pp. 321-323, 1963.
- [7]J. Ratcliffe, "Some aspects of diffraction theory and their application to the ionosphere", Reports on Progress in Physics, vol. 19, no. 1, pp. 188-267, 1956.
- [8]J. Goodman, "Speckle Phenomena in Optics: Theory

and Applications”, Washington, 2nd ed, Society of Photo-Optical Instrumentation Engineers (SPIE), 2020.

[9]G. Senda, “Análisis de actividad es patrones de speckle dinámico”, Tesis Doctoral, Universidad Nacional de Mar del Plata, 2009.

[10]E. Laorden, “Descripción, comparación y ejemplos de uso de las funciones de la toolbox de procesamiento digital de imágenes de MATLAB”, Tesis Ingeniería en Telecomunicaciones, Universidad Politécnica de Madrid, 2012.

[11]F. Lopitz-Otsoa, “Kefir: a symbiotic yeasts-bacteria

community with alleged healthy capabilities”, *Revista Iberoamericana de Micología*, vol. 23, no. 2, pp. 67-74, 2006.

[12]C. Leal, “Nuevo método para determinar el tiempo de licuefacción en semen fresco mediante Speckle dinámico”, *Conocimiento Libre y Licenciamiento*, vol. 11, pp. 103–116, 2020.

[13]J. Pamarico and H. DiRocco, “Compact device for assessment of microorganism motility”, *Review of Scientific Instruments*, vol. 75, 2004.

[14]N. Otsu, “A Threshold Selection Method from

# APLICACIÓN DEL MANTENIMIENTO PREDICTIVO A DISEÑOS DE ESTRUCTURAS EN CONCRETO ARMADO PARA USO DE EDIFICACIONES COMERCIALES BASADAS EN LA NORMA COVENIN 1756 EN VENEZUELA.

Richard J, Veramendi B.

---

**Resumen:** Este trabajo de investigación conduce a los estudios de análisis de recuperación estructural de edificaciones diseñadas en concreto armado para uso de comercios basadas en la norma COVENIN 1756 en Venezuela, esto con el propósito de generar un periodo de vida útil acorde a los establecidos en el diseño original en este tipo de edificaciones, es por ello que se requiere de un diagnóstico apropiado y riguroso para realizar mantenimiento predictivo en los nodos más críticos de acuerdo a las cargas de diseño para cada caso en particular, fue necesario plantear unas variables aprioris y a posteriori, que una vez evaluadas dieron como resultado, proponer la aplicación del mantenimiento predictivo a diseños de estructuras en concreto armado basadas en la norma COVENIN 1756 en Venezuela

---

**Palabras Clave:** Mantenimiento predictivo/ vigas de carga/ momentos máximos

## APPLICATION OF PREDICTIVE MAINTENANCE TO DESIGNS OF REINFORCED CONCRETE STRUCTURES FOR USE IN COMMERCIAL BUILDINGS BASED ON THE COVENIN 1756 STANDARD IN VENEZUELA

---

**Abstract:** This research work leads to the studies of structural recovery analysis of buildings designed in reinforced concrete for commercial use based on the COVENIN 1756 standard in Venezuela. The purpose is to generate a useful life period in accordance with the original design established for this type of buildings. Therefore, an appropriate and rigorous diagnosis is required to perform predictive maintenance on the most critical nodes according to the design loads for each particular case. It was necessary to propose a priori and a posteriori variables, which, once evaluated, resulted in the proposal of applying predictive maintenance to reinforced concrete structure designs based on the COVENIN 1756 standard in Venezuela.

---

**Keywords:** Mantenimiento predictivo/ vigas de carga/ momentos máximos.



## I. INTRODUCCION

La conservación de estructuras diseñadas en concreto armado en los últimos 20 años se han convertido en los retos principales en América del Sur, es por ello que surge la necesidad de aplicar el mantenimiento predictivo en estos sistemas, asumiendo las acciones que le confiere la Ley Orgánica de Régimen Municipal, en su título III, Artículo 36, Ordinal 4, que refiere que: ... “Es competencia propia del Municipio las materias... Promoción y Fomento de Viviendas, parques y jardines, plazas, playas y otros sitios de recreación y deporte; pavimentación de las vías públicas y urbanas”, aunque estos no han tomado las acciones que le corresponden, el mantenimiento predictivo en este tipo de edificaciones garantiza a utilidad de las mismas a largo de tiempo. A los fines de mejorar parte de la infraestructura Social – Habitacional y acorde con las normativas venezolanas vigentes.

## II. DESARROLLO

### 1.) Métodos y Materiales

#### 1.a) Preparación Superficial

Presentar los planos e indicar de acuerdo al caso en específico las solicitaciones críticas correspondientes al diseño en concreto armado y acero de refuerzo (construcción tradicional) de la Infraestructura y Superestructura la cual previamente está diseñada considerando los requerimientos técnicos indicados en las normas venezolanas vigentes. Contempla el diseño y análisis estructural de la superestructura e infraestructura en concreto armado y las respectivas verificaciones de La estructura a ser diseñada está conformada principalmente por pórticos en sentido longitudinal y transversal con el fin de brindar estabilidad en ambas direcciones. Una edificación seguridad basado en los parámetros establecidos en la normativa venezolana. comercial turística para el uso de Hotel

Es por ello que se requiere de un vibro metro que deberá ser colocado en los puntos más críticos de acuerdo a las cargas de servicio, estos puntos se seleccionan en los planos de detalles estructurales que deja en ingeniero calculista en los archivos del proyecto, se deberá verificar donde se encuentran los momentos máximos y en esos nodos registrar los datos de las vibraciones en las vigas de carga, vigas de amarre, zapatas, empotramientos y volados.

#### 1.b) Tratamiento posterior.

En esta etapa se realiza un tratamiento especial para evitar el deterioro de las estructuras externas e inter-

nas, este consiste en el chequeo del envejecimiento del concreto y el acero de refuerzo en los nodos críticos y también en los menos desfavorables.

### Normas y códigos aplicables

Todo el diseño, ingeniería y materiales deberán ser realizados en total conformidad con las normas, códigos y especificaciones (nacionales e internacionales) que se citan en ésta sección. En caso de presentarse durante la realización de los trabajos alguna contradicción entre este documento y las normas, códigos y especificaciones citadas, se usará el criterio más exigente y beneficioso para el proyecto.

### Normas y códigos internacionales

ASCE 7-2005 American Society of Civil Engineers. Minimum Design Loads for Buildings and Other Structures.

ACI 318-08 Building Code Requirement for Reinforced Concrete.

IBC – 2012

AISC 360-10 International Building Code Specification for Structural Steel Buildings

### Normas y códigos nacionales (COVENIN – MIN-DUR)

1753-2006 "Proyecto y Construcción de Obras en Concreto Estructural" (1era Revisión)

1756-1:2001 Edificaciones Sismo resistentes. Parte 1. Requisitos. (1era Revisión)

1756-2: 2001 Edificaciones Sismo resistentes. Parte 2. Comentarios (1era Revisión).

2002-88

1618-1998 Criterios y Acciones Mínimas para el Proyecto de Edificaciones. (Provisional) Estructuras De Acero Para Edificaciones.

Método De Los Estados Límites

IDIOMA

Todos los planos y memoria de cálculo están escritos en idioma Español.

### UNIDADES DE MEDICIÓN

Las unidades a usarse en los planos y memoria de cálculo, se regirán por el Sistema Métrico Decimal (Sistema Internacional).

Los símbolos asociados a las magnitudes físicas, se indican entre paréntesis y a partir de ellas se generarán unidades derivadas o símbolos adicionales relacionados con estas, a continuación alguna de las unidades típicas y algunas derivadas de estas:

- Área (A) en metro cuadrado (m<sup>2</sup>).

- Aceleración (a) en (m/s<sup>2</sup>).

- Ángulos en grados decimales.
- Cotas o acotamientos, dimensionamiento en planos en metros (mm).
- Distancias, longitudes (L) en m (m).
- Coordenadas (N) y (E) en metros (m).
- Diámetros de cabillas y tuberías ( $\phi$ ) en pulgadas.
- Elevaciones están referidas al nivel de piso  $\pm 0.00$ .
- Fuerza (F), peso (W), masa (M) en toneladas (T).
- Pendientes en porcentajes (%).
- Peso unitario y/o densidad en kilogramo por metro cúbico ( $\text{kg}/\text{m}^3$ ).
- Presión, tensión, esfuerzo en kilogramo por metro

cuadrado ( $\text{kg}/\text{m}^2$ ).

•Resistencia del concreto, acero de refuerzo y acero estructural en kilogramo por centímetro cuadrado ( $\text{kg}/\text{cm}^2$ ).

•Volumen de sólidos en metro cúbico ( $\text{m}^3$ ).

## MATERIALES ESTRUCTURALES

En ésta sección se indican los tipos y calidad de los materiales a utilizar en el análisis y diseño de la infraestructura y superestructura que forman parte del alcance del Proyecto.

Acero

Pesos y Medidas Pulgadas		Pesos y medidas milimétricas		Propiedades Mecánicas				
Tolerancias								
Designación	Diámetro	Diámetro	Area	Longitud	Peso	Peso/pieza	Embalaje	Peso atado
No.	pulg.	mm	$\text{cm}^2$	m	$\text{kgf}/\text{m}$	$\text{kgf}/\text{pieza}$	piezas/atado	$\text{kgf}/\text{atado}$
3	3/8	9,53	0,71	6	0,559	3,354	300	1006
4	1/2	12,70	1,27	6	0,994	5,964	150	895
3	3/8	9,53	0,71	12	0,559	6,708	300	2012
4	1/2	12,70	1,27	12	0,994	11,928	150	1789
5	5/8	15,88	1,98	12	1,554	18,648	100	1865
6	3/4	19,05	2,85	12	2,237	26,844	80	2147
7	7/8	22,22	3,88	12	3,044	36,528	60	2192
8	1	25,40	5,07	12	3,977	47,724	42	2004
11	1 3/8	35,81	10,07	12	7,906	94,872	20	1897

### Concreto

Los elementos de concreto armado se diseñarán de acuerdo a la Norma ACI 318-08, la cual se basa en el diseño por solicitaciones últimas.

### Propiedades:

- Peso Específico:  $\gamma_c = 2400 \text{ Kg}/\text{m}^3$
- Módulo de Elasticidad:  $E_c = 15100 * \sqrt{f'c}$
- Coeficiente de Poisson:  $\mu = 0,20$
- Resistencia a la compresión,  $f'c = 250 \text{ kg}/\text{cm}^2$

### Acero de refuerzo

El acero de refuerzo debe cumplir con los requerimientos del código ASTM A615 grado de acero S-60 y/o COVENIN 316:2000 grado de acero S-60.

- Límite Elástico:  $F_y = 4200 \text{ kg}/\text{cm}^2$
- Límite elástico nominal:  $f_y = 4200 \text{ kgf}/\text{cm}^2$
- Resistencia a la tracción nominal:  $f_{su} = 6300 \text{ kgf}/\text{cm}^2$
- Alargamiento mínimo en 200 mm: 12%

La malla electro soldada a ser usada deberá cumplir con los requerimientos de la norma COVENIN 1022-97

- Clasificación 50

- Límite elástico nominal:  $f_y = 5000 \text{ kgf}/\text{cm}^2$
- Resistencia a la tracción nominal  $f_{su} = 5500 \text{ kgf}/\text{cm}^2$

•Alargamiento de rotura: 5%

### Generales

### Aditivos:

Se podrá especificar el uso de aditivos plastificantes o retardadores para controlar el tiempo de fraguado y lograr una mejor trabajabilidad. La proporción y uso de cualquier aditivo deberá seguir estrictamente las especificaciones del fabricante. No se permitirá el uso de aditivos que contengan cloruro de calcio. Los aditivos a ser especificados deberán cumplir con la norma COVENIN 356-1994.

### Juntas de Construcción:

Las juntas de construcción deberán estar localizadas en lugares donde la resistencia y servicio de la estructura resulten menos afectados. Se deberán especificar detalles estructurales para transmitir el corte y otras fuerzas a través de las juntas según sea requerido. Las juntas de construcción deberán ser localizadas de manera que la cantidad de concreto necesaria pueda ser colocada en

un tiempo máximo de 8 horas continuas. La ubicación y diseño de las juntas de construcción deberán cumplir con lo establecido en la ACI 318-08.

Recubrimiento Mínimo:  
El recubrimiento del acero de refuerzo deberá cumplir con los requerimientos de la norma COVENIN 1753-2006.

**Tabla 1. Recubrimiento Mínimo del Acero de Refuerzo**

Características del Ambiente	Diámetro del acero de refuerzo	Recubrimiento mínimo en cm			
		Vigas y Columnas	Losas y Placas	Muros	Cáscaras y Placas Plegadas
Piezas al abrigo de la intemperie	db $\phi$ No 5 (16M) y alambres con db < 16 mm	4	2.5	2.5	
	No 6 a No 11 (20M a 36M)			2.5	
	No 14 y No 18 (40M y mayor)		4		
Piezas expuestas a la intemperie en ambientes no agresivos	db $\square$ No 5 (16M) y alambres con db < 16 mm	4			
	db > No 6 (20M)	5			
Piezas vaciadas sobre el terreno y permanentemente en contacto con el mismo	Todos los diámetros	7,5	NA		

#### Análisis estructural

La estructura de concreto será diseñada por la teoría de rotura, a tal efecto, las solicitaciones se multiplicarán por sus factores de mayoración para cuantificar la demanda y las resistencias teóricas se multiplicarán por sus factores de minoración para calcular la capacidad, definidos en la NORMA COVENIN 2002-88 dicha norma es aplicable para estructuras de concreto armado.

#### Fundaciones

El diseño estructural del sistema de fundación de la edificación será compatible con los principios del Nivel de Diseño que se exija al sistema resistente a sismos de la estructura, según la Norma Venezolana 1753:2006 "Proyecto y Construcción de Obras en Concreto Estructural y la 1756-1:2001 "Edificaciones Sismo resistentes".

El sistema de fundación solicitado por las combinaciones especificadas, se proyectarán de manera de evitar que tanto el terreno de fundación como las fundaciones mismas alcancen cualquiera de los Estados (agotamiento,

deformación, estabilidad general).

El área de la losa de fundación, se determinará con las solicitaciones de servicio provenientes de la estructura y que deben ser transmitidas al terreno con la condición de no exceder la capacidad del suelo a ser determinadas según los principios de la Mecánica de los Suelos.

El espesor y el acero de refuerzo de la losa de fundación se calculará para resistir: (a) las solicitaciones mayoradas o de las reacciones inducidas, en condiciones estáticas de acuerdo con el Capítulo 9 de la Norma 1753:2006, y; (b) en condiciones sísmicas, conforme al Capítulo 11 de la Norma Venezolana 1756-1:2001.

Para verificar la estabilidad de la fundación al volcamiento y deslizamiento se trabajarán con las cargas actuantes de servicio.

Se define el factor de seguridad de volcamiento como la relación del momento resistente al momento del volcamiento, tomado en una arista de la base de la fundación.

Para el deslizamiento, consiste en la relación de la fuerza resistente al movimiento (generalmente por fricción), a la sumatoria de fuerzas horizontales que solicita a la fundación.

El mínimo factor de seguridad por volcamiento para la fundación debe ser 1,8 y por deslizamiento 1,5.

No se tomará en cuenta la resistencia pasiva del suelo en las verificaciones de estabilidad, pero si puede considerarse el peso del relleno que gravita sobre la fundación.

Para cálculos de estabilidad con cargas últimas, las fuerzas resistentes se mayoran como carga permanente o variable según el caso.

#### Fuerzas Horizontales

#### Carga de Sísmica (S):

A continuación, se presentan los factores necesarios para calcular el espectro de diseño:

-Factor de importancia ( $\alpha$ ): 1.00 (COVENIN 1756-01, Artículo 6.1.3 Pág. 25, GRUPO B2)

-Coeficiente de Aceleración Horizontal (A0): 0.20 (COVENIN 1756-01, Artículo 4.2 Pág. 15, ZONA SÍSMICA 3, Edo. Bolívar)

-Forma espectral S2 y f. de corrección( $\phi$ ): 0.55 (COVENIN 1756-01, Artículo 5.1 Pág. 21)

-Nivel de diseño: ND2 (COVENIN 1756-01, Artículo 6.2.2 Pág. 26, Zona 3, Grupo B2, hasta 30m de altura)

-Tipo de Estructura: Tipo I (COVENIN 1756-01, Artículo 6.3.1 Pág. 27, Sistema Estructural constituido por Pórticos)

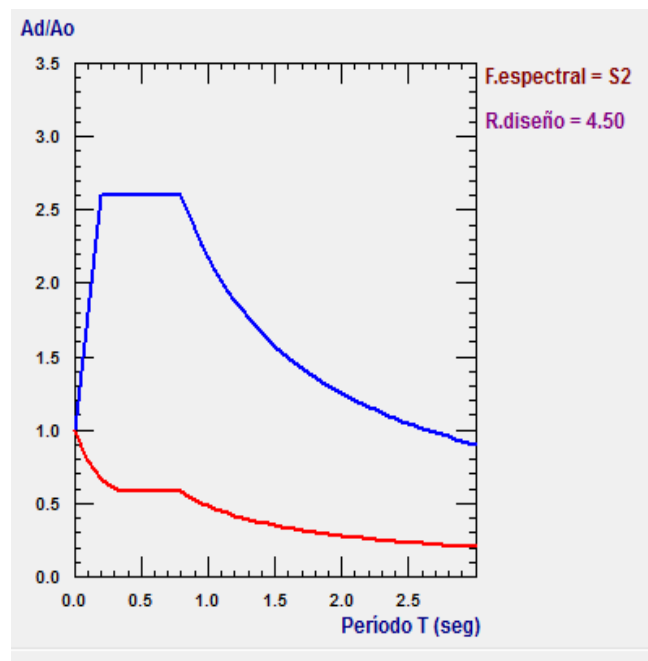
-Factor de reducción(R): 4.5 (COVENIN 1756-01, Tabla 6.4 Pág. 29, ND2, Tipo I)

-Valores de:  $T^*=0.7$   $\beta=2.6$   $p=1.0$  (COVENIN 1756-01, Tabla 7.1 Pág. 35, Forma Espectral S2)

-Valor de Máximo Periodo  $T_+=0.4$  (COVENIN 1756-01, Tabla 7.2 Pág. 35, para R=6)

### ESPECTRO DE DISEÑO DE LA ESTRUCTURA

Para el cálculo de los efectos sísmicos se considerara la combinación modal CQC (Complete Quadratic Combination) y para el efecto en cada dirección se utilizara el 100% en una dirección y el 30% en la otra dirección, se considerara un amortiguamiento del 5% y una excentricidad del 6% para considerar la torsión accidental. Se considera para la masa sísmica el 100% de la carga permanente y 25% de la carga variable (COVENIN 1756-01 Tabla 7.1 Pág. 33, edificaciones privadas)



### DEFINICIÓN DE MANTENIMIENTO

Según la norma COVENIN 2002-88, define el mantenimiento como " las técnicas destinadas a la conservación de equipos, maquinarias o sistemas estructurales". Cómo también explica que: " El mantenimiento es una actividad destinada a la conservación de sistemas en funcionamiento"

En ingeniería "El mantenimiento es una acción en la cual se aplican técnicas destinado a conservar equipos e instalaciones industriales en servicio durante el mayor tiempo posible (buscando la más alta disponibilidad) y con el máximo rendimiento."

### MANTENIMIENTO PREDICTIVO

En el (2012), SILVA Define el mantenimiento Predictivo como la detección y el diagnostico de averías antes de que se produzcan, para poder así programar los paros para las reparaciones en los momentos oportunos. Es el mantenimiento del presente y sobre todo del futuro el cual está basado en detectar estos defectos con antelación para corregirlos y evitar paros no programados averías importantes y accidentes.

Según norma COVENIN 3049-93 El objetivo del mantenimiento es mantener un sistema productivo en forma adecuada de manera que pueda cumplir su misión, para lograr una producción esperada en empresas de producción y una calidad de servicios exigida. Está norma tiene gran importancia en la investigación ya que en base a los criterios mínimos se garantizaría el funcionamiento del plan de mantenimiento.

**APLICACIÓN DEL MANTENIMIENTO PREDICTIVO A DISEÑOS DE ESTRUCTURAS EN CONCRETO ARMADO PARA USO DE EDIFICACIONES COMERCIALES BASADAS EN LA NORMA COVENIN 1756 EN VENEZUELA.**

<b>Hora:-----</b>	<b>Fallas presentadas</b>	<b>Observación al</b>
<b>Día:-----</b>	<b>diarias:-----</b>	<b>sistema de</b>
<b>Operador:-----</b>	<b>Fallas presentadas</b>	<b>seguridad</b>
<b>-----</b>	<b>semanales:-----</b>	<b>interna:-----</b>
	<b>Fallas presentadas</b>	
	<b>mensuales:-----</b>	
<b>Requiere mantenimiento semanal si (--)</b>	<b>Histórico de fallas por turno laboral:-----</b>	<b>Horometro:-----</b>
<b>no (--)</b>		
<b>Requiere reemplazo si (--)</b>	<b>Ingeniero/ supervisor:</b>	<b>Observaciones</b>
<b>) no (--)</b>		<b>-----</b>
<b>Nivel de vibrometro(-----)</b>	<b>Sistema interno de seguridad:-----</b>	<b>Observaciones</b>
		<b>-----</b>

### III. CONCLUSIONES:

- Identificar las áreas que requieren mantenimiento predictivo para detectar fallas en los diferentes espacios, según su nivel de criticidad.
- Determinar la confiabilidad y mantenibilidad en los diferentes espacios para detectar fallas a mediano, corto y largo plazo, se le brinda al sistema un método de control de fallas y su corrección dado a que se mantenía en constante observación de los mismos, aumentando de esta forma la eficiencia de los procesos de mantenimiento.
- Determinar la gestión del mantenimiento y su mejora a partir de las fallas encontradas en el diagnóstico en las áreas.

[4]COVENIN-3049-93. (s.f.). [http://www.sencamer.gob.ve.](http://www.sencamer.gob.ve/), de <http://www.sencamer.gob.ve/sencamer/normas/3049-93.pdf>

[5]COVENIN-2002-88 (s.f.). [http://www.sencamer.gob.ve.](http://www.sencamer.gob.ve/), de <http://www.sencamer.gob.ve/sencamer/normas/2002-88.pdf>

### REFERENCIAS

- [1]Fratelli, M. P| (2008) Diseño de Estructura de Concreto (4ta. Ed.) Mc Graw Hill. Caracas - Venezuela.
- [2]Prando, R. (1996) Características del Mantenimiento Predictivo. Gestión de Mantenimiento. Caracas. Editorial Sypal.

## CARACTERIZACIÓN MACROSCÓPICA DE ESPECIES LITOLÓGICAS DE MINERAL DE HIERRO

Núñez Ernesto<sup>1</sup>, Siso Gregory<sup>2</sup>, Hernández Wilmer<sup>3</sup>, Rivas Ruth<sup>4</sup> y Ramírez Luis<sup>5</sup>  
{enunez<sup>1</sup>, gsiso<sup>2</sup>, whernandez<sup>3</sup>, rivasar<sup>4</sup>, ramirezl<sup>5</sup>}@orinoco-iron.com  
Orinoco Iron S.C.S.

---

**Resumen:** En este artículo de investigación se describe el desarrollo de una nueva metodología de caracterización macroscópica de especies litológicas de mineral de hierro alimentado al proceso FINMET de Orinoco Iron S.C.S., con la cual se puede cuantificar las proporciones presentes de estas especies en una muestra, lote o pila proveniente de la mina, área de homogenización o patios de la Planta. Al ser implementada se pudieron definir o recomendar condiciones operativas para el procesamiento del mineral en la Planta.

---

**Palabras Clave:** Especies Litológicas, Finmet, Mineral de Hierro, Reducción Directa.

## MACROSCOPIC CHARACTERIZATION OF LITHOLOGICAL SPECIES OF IRON ORE

---

**Abstract:** This research article describes the development of a new methodology for macroscopic characterization of iron ore lithological species fed to the FINMET process of Orinoco Iron S.C.S., with which the proportions present of these species in a sample, batch, or pile from the mine, homogenization area, or Plant patios. When implemented, it was possible to define or recommend operating conditions for the processing of the mineral in the Plant.

---

**Keywords:** Lithological Species, Finmet, Iron Ore, Direct Reduction.



## INTRODUCCIÓN

La caracterización de la materia prima en un proceso siderúrgico constituye una herramienta básica para el control de proceso, al ser hecha con un enfoque geometalúrgico, donde se evalúe también la respuesta metalúrgica, permite predecir el comportamiento del material en el proceso y seleccionar el más adecuado. La Superintendencia de Investigación Geometalúrgica de Orinoco Iron desarrolló una nueva metodología de caracterización macroscópica de especies litológica de mineral de hierro proveniente de Ferrominera Orinoco (FMO) que permite la selección y evaluación de esta materia prima.

## II. CARACTERIZACIÓN DEL MINERAL DE HIERRO

Los minerales son compuestos naturales, inorgánicos, sólidos, con composición química más o menos definida, propiedades físico-química relativamente constantes y estructura interna característica. Se forman por ordenamiento de elementos con disposiciones tridimensionales específicas y repetición de la molécula elemental a distancias específicas en direcciones específicas. Ello obedece a clases de simetría de los sistemas cristalinos, de tal manera que cada especie mineral presenta una estructura interna propia, la cual se puede manifestar o no en formas externas. El desarrollo de estas formas depende del ambiente de formación [1].

El mineral de hierro puede ser caracterizado a nivel microscópico para el estudio de su mineralogía y a nivel macroscópico para el estudio de sus especies litológicas y propiedades físicas.

### A. Caracterización Mineralógica

Una buena interpretación mineralógica de un yacimiento mineral es el resultado de estudios petrográficos, mineralógicos, estudios mineralógicos al microscopio, estudios mineralógicos por Difracción de Rayos X (DRX), análisis químico por Fluorescencia de Rayos X (FRX) y estudios por Microscopía Electrónica de Barrido (SEM). Para realizar una caracterización mineralógica es necesario en primer lugar, conocer la composición mineralógica cualitativa del mineral. Tal conocimiento puede exigir el uso de técnicas complementarias de identificación, como la difracción de rayos X y análisis químico por microsonda electrónica [1].

Los principales equipos, normalmente, utilizados son:

- Microscopio Óptico con Luz Polarizada para estudio con luz reflejada, con aumentos de 500X y con lámpara de al menos 100W de potencia.
- Microscopio estereoscópico (lupa binocular), con aumentos de 10X a 50X, de preferencia con sistema de zoom de variación de aumentos.
- Lupa con pala, con aumento de 3X, como auxiliar para el conteo de partículas sueltas con tamaño por encima de 1 mm.
- Imán de mano.
- Pinza, espátula y aguja.

Una cuantificación hecha volumétricamente de las especies mineralógicas, puede ser transformada para ponderar las proporciones en peso de estas especies, a partir del conoci-

miento del peso específico de cada mineral o tipo de partícula (Tabla I) [2].

**TABLA I**  
**PESOS ESPECÍFICOS ESTIMADOS DE MINERALES DE HIERRO**

Minerales	Peso Especifico [g/cm <sup>3</sup> ]
Hematita Tabular	5,20
Hematita Granular	5,20
Hematita Tabular Policristalina	4,80
Hematita Granular Policristalina	4,80
Hematita Lobular	4,60
Martita	4,40
Magnetita	5,00
Goethita (Limonita)	4,00
Agregado Terroso	3,50
Cuarzo	2,65
Gibbsita	2,35
Otros	3,00

B.Método de Caracterización Mineralógica de la Universidad Federal de Ouro Preto (UFOP-Brasil) para Minerales de Hierro[2]

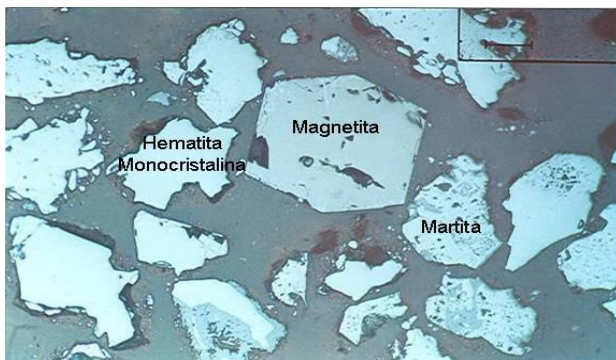
Una muestra representativa del lote de mineral es triturada y molida a tamaños por debajo de 0,150 mm, con el fin de lograr la liberación de partículas.

La caracterización es hecha por fracción granulométrica, cuando una fracción granulométrica es inferior a 5% debe ser incorporada a la fracción contigua de menor valor proporcional.

La muestra debe ser separada entre 3 a 5 mallas, resultando entre 4 a 6 fracciones granulométricas, la determinación de composición mineralógica también puede ser hecha en 4 fracciones granulométricas del producto obtenido con la molienda.

La cuantificación se realiza por estimación de las proporciones de los diferentes constituyentes por campo de visión del microscopio, el cálculo se hace por conteo de las partículas contenidas en el campo, para obtener resultados con un margen de error inferior a 3%, debe hacerse el conteo de por lo menos 500 partículas equivalentes a 50 campos por fracción granulométrica. En la Fig. 1 se muestran los minerales presentes en un campo de visión del microscopio.

La granulometría volumétrica es obtenida a partir de la medida del volumen aparente de cada porción granulométrica, cuyos valores serán utilizados en la ponderación del análisis mineralógico de cada fracción para la obtención de la composición global.



**Figura 1: Ejemplo de Mineralogía de Mineral de Hierro**

C. Metodología de Caracterización Mineralógica del Instituto de Investigaciones Metalúrgicas y de los Materiales IIMM - (SIDOR-Venezuela) para Mineral de Hierro [3]

Esta metodología es una adaptación del método de la UFOP, dando más detalles en su descripción.

Se tritura la muestra para posteriormente ser separada en dos porciones; una de ellas estará compuesta por todas las partículas que superan la malla 100 (149 micras), mientras la otra porción se compone de todas las partículas pasantes de la malla 100 (-149 micras). La caracterización mineralógica se realiza con la nueva subdivisión de ambas porciones (mallas 100 y -100), en 4 fracciones granulométricas (mallas +150, +200, +325 y -325). En total, una muestra debe tener 8 fracciones granulométricas, 4 provenientes de las partículas superiores a la malla 100 y 4 a partir de las partículas inferiores a la malla 100. A cada fracción se le mide el volumen aparente.

Estas fracciones son embutidas con una resina y una solución endurecedora, para generar baquelitas mediante la utilización de un molde (Fig. 2). Cada una de las baquelitas se identifica y se somete a un conteo de partículas, hasta cumplir con un número de especies mineralógicas de 400. Bajo esta condición se asegura que el conteo sea representativo. El conteo de partículas mineralógicas se registra en un formato para posteriormente proceder a calcular las proporciones volumétricas y proporciones en peso.

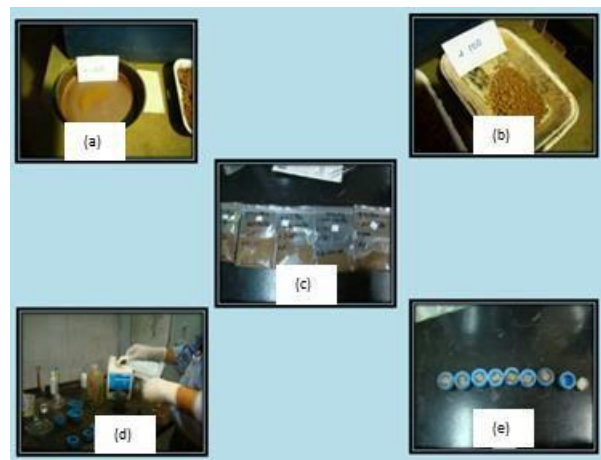


Figura 2: Preparación de baquelitas para la caracterización mineralógica. (a) Fracción malla -100. (b) Fracción malla 100. (c) Fracciones granulométricas +150, +200, +325, -325. (d) Aplicación de resina de fraguado rápido. (e) Endurecimiento de baquelitas.

D. Caracterización Macroscópica de Especies Litológicas

La Litología es la parte de la geología que estudia las características de las rocas que aparecen constituyendo una determinada formación geológica, es decir una unidad litostratigráfica, en la superficie del territorio, o también la caracterización de las rocas de una muestra concreta [4].

La caracterización macroscópica de minerales corresponde a un estudio litológico que permite cuantificar las proporciones de las diferentes especies litológicas presentes en una muestra ya sea de un frente de mina o de mineral homogenizado.

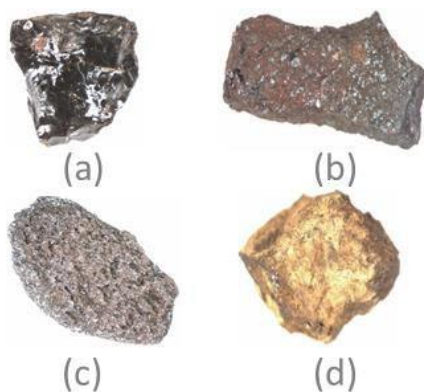
La muestra de mineral debe ser acondicionada previamente para su observación con la ayuda de una lupa o un amplificador de imagen.

FMO, agrupa las especies litológicas de acuerdo al tipo de mena, clasificándolas de acuerdo a su textura, estructuras y composición química (Tabla II) [5].

Ejemplos de algunas especies litológicas se presentan en la Fig. 3.

**TABLA II**  
**ESPECIES LITOLÓGICAS DE MINERALES DE**  
**HIERRO**

Menas Duras o Costras		
Costra Hematítica (Vh)	Costra Goethítica (Vg)	Costra Limonítica (Vy)
Costra Laminada (Vp)	Costra Masiva (Vm)	Costra Bandeada (Vb)
Costra Recementada (Vc)	Costra Sílicea (Vs)	Canga (C)
Menas Blandas o Friables (finos)		
Finos Negros (B)	Finos Negros Síliceos (Bs)	Finos Marrones (F)
Finos Marrones Síliceos (Fs)	Finos Negros muy Síliceos (Bv)	Finos Marrones muy Síliceo (Fv)
Limonita (Y)		
Menas de Bajo Tenor		
Cuarcita Ferruginosa Friable (IFf)		
Estéril.		
Laterita (L)		



**Figura 3: Especies Litológicas. (a) Goethita. (b) Costra Masiva. (c) Finos Negros. (d) Limonita. (Lab. Geometalurgia Orinoco Iron).**

### III. METODOLOGÍA DESARROLLADA

Basado en las experiencias y métodos de la UFOP y SIDOR para la Caracterización Mineralógica del Mineral de Hierro se desarrolló, a partir del mes de junio del año 2020, una nueva metodología para la Caracterización Macroscópica de Especies Litológicas del Mineral de Hierro, la técnica fue aplicada a Finos de Mineral de Hierro con un tamaño de partícula inferior a 9,5 mm (3/8"). La muestra proveniente de la mina, del área de homogenización o patios de Planta, es secada, separada por fracciones granulométricas y finalmente lavada para su inspección macroscópica, ya sea con ayuda de una lupa o un amplificador de imagen. Una vez realizada la inspección y cuantificadas las especies litológicas, son medidos sus volúmenes aparente y conociendo las densidades aparentes se determina los porcentajes en peso de las especies litológicas presentes.

A. Pasos de la Metodología de Caracterización Macroscópica de Especies Litológicas De-

sarrollada por el Laboratorio de Geometalurgia de Orinoco Iron para Mineral de Hierro

#### 1.- Recepción y Secado de la Muestra

Se verifica la identificación y origen de la muestra. Para humedades inferiores a un 6% se somete la muestra a un periodo de secado de 4 horas y para humedades superiores al 6% se somete la muestra a un periodo de secado de 8 horas, en una mufla a 105 °C.

#### 2.- Homogenización y Cuarteo de la Muestra

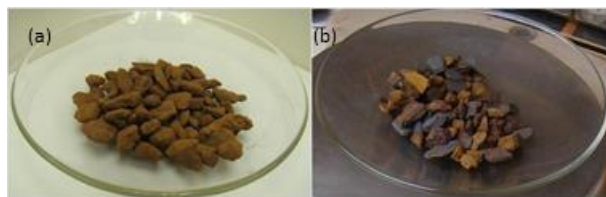
La mezcla se efectúa frecuentemente con paño ro-leador, este varía en tamaño de acuerdo a la cantidad de muestra. Si se cuenta con un Cuarteador, se distribuye la muestra (homogenizada y seca) uniformemente a lo largo del cortador de los dos recipientes que reciben la muestra y se descarta uno de ellos. El contenido del recipiente que no ha sido descartado, se vuelve a verter sobre el cortador y se repite el proceso hasta obtener la muestra de aproximadamente 1,2 kg.

#### 3.- Separación Granulométrica

Una vez obtenida la porción de muestra necesaria, se procede a realizar un cernido húmedo empleando un tamiz de 3/8", esto permitirá extraer los perfiles granulométricos 1/2" y 3/8" que debido a su baja proporción son sumados a la fracción gruesa. El material restante con un perfil granulométrico de <math>3/8''</math> se procede a pasarlo por el tamiz 6 mesh para obtener dos porciones, una porción +6 mesh (Fracción Gruesa) y otra porción -6 mesh (Fracción Fina).

#### 4.- Lavado de Muestra

Las fracciones obtenidas en la separación granulométrica deben ser lavadas, en una bandeja receptora (pan), por separadas y usando agua, para así limpiar las superficies de las partículas de mineral. Una vez lavada, se procede a depositar la muestra en un recipiente hermético, se le agrega agua, se tapa y luego se agita, suavemente, con la intención de desprender la poca suciedad restante en el mineral (Fig. 4).



**Figura 4: (a) Muestra Sin Lavary (b) Muestra Lavada.**

### 5.- Secado de la Muestra Lavada

Una vez esté la muestra bien lavada, se procede a someterla a un proceso de secado por 8 horas en una estufa. Luego de haberse cumplido las horas de secado respectivo, se deberá sacar la muestra y esperar que se enfríe, se pesa la muestra para luego ser sometidas a un ensayo granulométrico.

### 6.- Ensayo Granulométrico de la Muestra Lavada

Toda la porción de la muestra seca se deberá descargar en una batería de tamices (1/4", 6, 10, 16, 25, 30, 50 y 60 mesh) para realizar una separación granulométrica empleando un tamizador vibratorio de movimiento circular por 7 minutos. Una vez culminado el tamizado, se deberá pesar cada incremento retenido en cada tamiz y proceder a su registro respectivo.

### 7.- Ensayo Volumétrico

Una vez recolectadas las muestras, por fracción granulométrica, se determinará el volumen aparente de cada malla, utilizando un cilindro graduado donde se introduce el mineral retenido por malla.

### 8.- Ensayo de Caracterización Macroscópica de Especies Litológicas

Las muestras por fracción granulométrica son caracterizadas macroscópicamente para cuantificar las proporciones de especies litológicas. El proceso de identificación consiste en determinar y separar las especies litológicas presentes en las muestras, previamente identificadas por tamaño, considerando las siguientes características físicas: Color, Brillo, Forma, Textura, Fractura y Tenacidad. Para ello se toma como referencia muestras patrones. La caracterización consistirá en contar por cada malla las partículas por especies litológicas presentes en la muestra del mineral de hierro.

### 9.- Método de Conteo con Lupa

Se caracteriza la porción de Mineral Grueso, con el uso de una lupa. Se debe tener una buena iluminación, preferiblemente luz blanca, ya que, es de vital importancia para apreciar las características macroscópicas del mineral. La muestra es esparcida en una superficie blanca. Utilizar el contador y la lupa (Fig. 5).



**Figura 5: Método de Conteo de Partículas con Lupa.**

### 10.- Método de Conteo con el Amplificador de Imagen

Se esparce una porción representativa de la muestra, con el uso de una espátula, en un porta muestra, de superficie blanca (Fig. 6). Se utiliza el amplificador, ajustando iluminación y distancia, para tener una mejor visión de la muestra, también se puede utilizar el monitor para visualizar el contenido de la muestra.



**Figura 6: Método de Conteo de Partículas en un Amplificador de Imagen.**

### 11.- Cálculo del Porcentaje de Especies Litológicas.

Considerando la cantidad de especies litológicas presentes y el volumen aparente de una fracción dada, se determina el porcentaje en volumen de cada especie en la misma. Posteriormente, se toman en cuenta los valores de las densidades aparentes de las especies (Tabla III), para obtener, a partir de los porcentajes en volumen, los porcentajes en peso por fracción granulométrica. Para el resultado total del porcentaje en peso de toda la muestra se ponderan los valores con los datos obtenidos por fracción granulométrica.

**TABLA III**  
**DENSIDADES APARENTES DE**  
**ESPECIES LITOLÓGICAS DEL MINERAL**  
**DE HIERRO**

Especies Litológica	Densidad Aparente [g/cm <sup>3</sup> ]
Limonita	2,51
Costra Limonítica	3,29
Costra Laminada	3,54
Costra Goethítica	3,66
Costra Aluminica	3,36
Costra Masiva	4,02
Finos Negros	3,76
Cuarcita Friable	2,97
Cuarzo	2,65
Canga	3,25
Laterita	3,40

**TABLA IV**  
**CARACTERIZACION MACROSCOPICA DE**  
**ESPECIES LITOLÓGICAS DE MINERAL DE**  
**HIERRO**

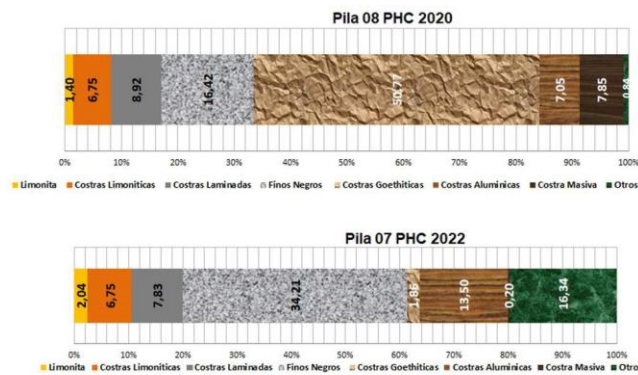
Especies Litológica	Pila 08 PHC 2020 [%]	Pila 07 PHC 2022 [%]
Limonita	1,40	2,04
Costra Limonítica	6,75	24,02
Costra Laminada	8,92	7,83
Finos Negros	16,42	34,21
Costra Goethítica	50,77	1,86
Costra Aluminica	7,05	13,50
Costra Masiva	7,85	0,20
Otros	0,84	16,34

**IV. RESULTADOS**

Al ser aplicada la nueva metodología se han podido caracterizar lotes de mineral provenientes de áreas de exploración, conos de perforación, zonas de voladura, área de trituración de la mina, del área de homogenización y patios de Planta. Desde mediados del año 2020 a la fecha se han procesado 424 muestras.

Con un enfoque geometalúrgico, se han podido correlacionar parámetros litológicos con parámetros químicos y de proceso, lográndose predecir el comportamiento metalúrgico de un lote de mineral, y en conjunto las áreas de Planificación Minera, Operaciones Mineras, Control de Calidad e Investigación Geometalúrgica seleccionar mezclas de especies litológicas adecuadas para el proceso FINMET.

Al ser caracterizadas las pilas por especies litológicas se puede determinar la especie más preponderante y conociendo el comportamiento metalúrgico de esta especie, en el lecho fluidizado en condiciones reductoras, se pueden definir o recomendar las condiciones operativas para su procesamiento, facilitando la toma de decisiones al momento de procesar un lote de mineral, mostrándose aquí la importancia de esta investigación, generando el conocimiento de una nueva metodología de caracterización de mineral de hierro para el proceso FINMET. A manera de ejemplo se muestra en la Tabla IV y Fig. 7 resultados de caracterizaciones macroscópicas de especies litológicas de mineral de hierro.



**Figura 7: Caracterización Macroscópica de Especies Litológicas de Pilas 08 PHC 2020 y 07 PHC 2022.**

**V. CONCLUSIONES**

Se logró desarrollar el conocimiento de una nueva metodología para la caracterización macroscópica de especies litológicas de mineral de hierro que permite seleccionar mezclas adecuadas para el proceso FINMET.

Al conocerse la caracterización macroscópica de especies litológicas para una pila o lote de mineral de hierro y aplicando un enfoque geometalúrgico se pueden definir o recomendar condiciones operativas para su procesamiento en la Planta FINMET de Orinoco Iron.

Esta metodología puede ser aplicada a otros procesos metalúrgicos como lo es la pelletización.

**REFERENCIAS**

[1]INTERNET, “Mineralogía Óptica” [Reporte de una investigación en línea de Mineralogía] Puerto Ordaz (Venezuela). Disponible en: <https://parada14.com/mineralogia-optica/>, 08 de abril de 2021.

[2]C. Mendoça. “Caracterização Mineralógica Tecnológica de Minérios de Ferro”. Fundação Gorceix - Escola de Minas Universidad Federal de Ouro Preto. Brasil. 2004.

[3]SIDOR, Procedimiento de Caracterización Mineralógica. Instituto de Investigaciones Metalúrgicas y de

los Materiales Sidor (IIMM). 2019.

[4]J. Aubouin; R. Brousse; J. Lehman,(1988). Tratado de Geología (2a. edición). Barcelona: Omega. 1988.

[5]FMO. The Mining of Iron Ore in Venezuela. Presentación Técnica. CVG Ferrominera Orinoco. Puerto Ordaz. Venezuela. 1992.

## CONOCIMIENTO DEL USO DE LOS PEPINOS DE MAR EN LA MEDICINA

Ramírez Linares Nelson Javier<sup>1</sup>, Villarroel Rojas Jesús Manuel<sup>2</sup> y Lira Carlos<sup>3</sup>

noslenr1993@gmail.com<sup>1</sup>, jesusvil281197@gmail.com<sup>2</sup>, carloslirag@gmail.com<sup>3</sup>

Universidad de Oriente. Núcleo Nueva Esparta. Escuela de Ciencias Aplicadas del Mar (ECAM), Departamento de Acuicultura, Boca de Río, Isla de Margarita, Venezuela.

---

**Resumen:** Los pepinos de mar son organismos que poseen componentes orgánicos importantes como: aminoácidos (glicina, ácido glutámico y arginina), carbohidratos, proteínas, enzimas, sulfatos de condroitina, saponinas, ácidos poliinsaturados (ácido eicosapentaenoico y docosahexaenoico) y fenoles. Estos compuestos pueden ser empleados en la medicina, ya que poseen propiedades: antiinflamatorias, analgésicas antipiréticas, antibacterianas, antitumorales, anti-hipertensión, antifúngica, anticoagulantes, antivirales, antipatógenas, antioxidantes y anticancerígenas. Estos compuestos son empleados para el tratamiento de algunas enfermedades como: el asma, úlceras estomacales, reumatismo, renales, artritis reumatoide, espondilitis reumática, osteoartritis, distintos tipos de cáncer (pulmón, páncreas, seno y próstata) y también para combatir algunos patógenos como: bacterias, hongos y virus. Por lo tanto, se plantea como objetivo de esta investigación realizar una recopilación bibliográfica del uso de los pepinos de mar en el área de la medicina y farmacología.

---

**Palabras Clave:** Medicina, pepinos de mar, propiedades, uso.

## KNOWLEDGE OF THE USE OF SEA CUCUMBERS IN MEDICINE

---

**Abstract:** Sea cucumbers are organisms that possess important organic components such as amino acids (glycine, glutamic acid, and arginine), carbohydrates, proteins, enzymes, chondroitin sulfates, saponins, polyunsaturated acids (eicosapentaenoic acid and docosahexaenoic acid), and phenols. These compounds can be used in medicine due to their anti-inflammatory, analgesic, antipyretic, antibacterial, antitumor, antihypertensive, antifungal, anticoagulant, antiviral, antipathogenic, antioxidant, and anticancer properties. These compounds are employed in the treatment of various diseases such as asthma, stomach ulcers, rheumatism, kidney diseases, rheumatoid arthritis, ankylosing spondylitis, osteoarthritis, different types of cancer (lung, pancreas, breast, and prostate), and also to combat certain pathogens such as bacteria, fungi, and viruses. Therefore, the objective of this research is to conduct a bibliographic compilation on the use of sea cucumbers in the field of medicine and pharmacology.

---

**Keywords:** Medicine, properties, sea cucumbers, use.



## I. INTRODUCCIÓN

Muchos grupos de organismos marinos producen compuestos bioactivos con propiedades que son aprovechadas artesanalmente en la medicina tradicional y con numerosas aplicaciones biotecnológicas actuales y/o potenciales, ejemplo de ello son los crustáceos, de cuyo exoesqueleto se obtiene el quitosano, empleado en la industrias farmacológica, alimenticia, cosmética, así como para saneamiento de aguas e infinidad de otros usos [1], y las ascidias de las cuales se obtienen medicamentos para combatir el cáncer e incluso el SARS-CoV2 [2].

Los pepinos mar (Echinodermata: Holothuroidea) son equinodermos de cuerpo blando y simetría bilateral, conformados por más de 1700 especies [3]. Son muy apreciados en la cocina asiática, pudiendo comercializarse en fresco, congelados, secos, deshidratados, en salmuera y procesados industrialmente. También son empleados en la medicina tradicional asiática y se ha encontrado que poseen metabolitos intermediarios con propiedades antiinflamatorias, antitumorales, anti-hipertensión, analgésicas antipiréticas, antibacterianas, anticoagulantes, anti-fúngicas, antivirales y anticancerígenas [4], [5], [6].

Por tal motivo, en los últimos años se ha incrementado el comercio de productos con extractos derivados de los pepinos de mar que están siendo utilizados en el tratamiento de diversas enfermedades como la artritis reumatoide, osteoartritis y espondilitis reumática, entre otras [7], [8]. Debido a ello se plantea como objetivo de esta investigación hacer una recopilación bibliográfica del uso de los pepinos de mar en el área de la medicina y farmacología.

## II. USOS MÉDICOS DE LOS PEPINOS DE MAR

Las holoturias, o pepinos de mar, son ampliamente reconocidos en la medicina tradicional y en la gastronomía asiática. Sus metabolitos intermedios poseen propiedades anticancerígenas, anticuagulantes, antitumorales, anti-hipertensivos, antioxidantes, antibacteriales, anti-arterioesclerosis y antifúngicas [9].

Estos compuestos han sido empleados en el tratamiento de ciertas enfermedades como el asma, úlceras estomacales, reumatismo, enfermedades renales y como cicatrizante, entre otras aplicaciones [10] También se ha demostrado que ayudan a la regulación de los niveles de triglicéridos en la sangre.

Los tejidos de su cuerpo son ricos en glicina, ácido glutámico y arginina, los cuales fortalecen el sistema inmunitario [11], [12]. La proteína más abundante en estos animales es el colágeno, un componente importante del tejido conectivo [13], [14]. Presenta también

peptidos que han mostrado tener propiedades para combatir la hipertensión, anticoagulantes, antioxidantes y antimicrobiales [15], [16].

Otros compuestos importante son los ácidos grasos, claves para la reparación de tejidos. Entre estos, el principal componente de las especies tropicales es el araquidónico, el cual es un ácido graso poliinsaturado. Este ácido es conocido por tener la propiedad de promover el crecimiento y la reparación de los tejidos y el principal componente de las especies tropicales [17].

Algunas especies presentan ácido eicosapentaenoico (EPA) y docosahexaenoico (DHA), los cuales son ácidos grasos sumamente importantes para prevenir enfermedades del corazón y el cáncer [13]. También existen otros componentes como los mucopolisacáridos y los sulfatos de condroitina, con capacidad para aliviar el dolor de enfermedades como la artritis; y las saponinas (conocidas como holoturinas), con efectos antiinflamatorios, antineoplásicos, anticancerígeno y antitumoral [18], [19].

Adicional a estos, presentan glucósidos, y glucósidos de triterpenos, los cuales tienen propiedades antifúngicas y antitumorales [13]. El incremento de la incidencia de cáncer y la limitada efectividad de los tratamientos convencionales ha llevado a los investigadores a buscar nuevos medicamentos que sean efectivos en la lucha contra el cáncer y que tengan limitados efectos secundarios [20], [21].

Por otro lado, extractos acuosos del pepino de mar *Holothuria edulis*, son capaces de incrementar la producción de proteínas proapoptóticas en presencia de células cancerígenas “eliminándolas” [21].

### A. Uso de sus extractos

Una investigación para intentar comprobar las propiedades antiproliferativas de los extractos orgánicos de tres especies de pepino de mar de Malasia (*Holothuria scabra*, *Holothuria leucospilota* y *Stichopus chloronotus*) contra células cancerígenas de pulmón y cervicales, mostró que *Stichopus chloronotus* posee un alto efecto inhibitorio en el crecimiento de las mismas, dependiendo de la dosis suministrada [22].

Estudios comparados de la capacidad antitumoral y antibacterial de los extractos de diferentes equinodermos de Filipinas, entre los cuales se encontraban *Holothuria nobilis*, *Bohadscia marmorata*, *Stichopus chloronotus* y *Holothuria axiologa* frente a medicamentos comerciales contra el cáncer como el Taxol, Etoposide y Ara-C mostraron que los extractos de los pepinos de mar (especialmente ricos en saponinas y glucósidos) presentaban mayor actividad antitumoral que los medicamentos comerciales [23].

El pepino de mar *Holothuria polii* también ha demostrado tener una gran capacidad inhibitoria en el crecimiento de cáncer del tipo melanoma en un 50% [24]. Lo mismo ocurre con extractos de la especie *Holothuria leucospilata*, los cuales además inducen apoptosis a las células [25]. En la actualidad existen medicamentos anticancerígenos contra distintos tipos de cáncer, como el Frondadol, creado a partir del Frondosido A del pepino de mar *Cucumaria frondosa*, el cual es el más estudiado en modelos animales de cáncer de seno, próstata, pulmón y de páncreas [24], [26].

#### B. Uso en algunas enfermedades comunes

Tradicionalmente, los pepinos de mar han sido usados para tratar diferentes enfermedades inflamatorias como el asma y para mitigar las alergias [27]. Extractos acuosos de *Stichopus japonicus*, estimulan la actividad del gen responsable de la expresión de las células inmunitarias, confiriéndole potencial antiinflamatorio en ratones con asma [28], [29]. Por otro lado, se ha demostrado que las saponinas de los pepinos de mar son eficientes en el tratamiento de arterioesclerosis en ratones alimentados con una dieta rica en lípidos [30].

#### C. Uso como antipatógeno

Uno de los principales problemas de la farmacología actualmente es la resistencia de los patógenos a los medicamentos, lo que reduce su eficacia y pone la vida de los afectados en peligro. Por ello se investigan los efectos antimicrobiales de los extractos de varios organismos marinos prometedores, incluyendo los pepinos de mar [31].

Ejemplo de ello es la Heparina, uno de los medicamentos más usados para combatir la malaria, cuya función es impedir que el parásito se adhiera a las células sanguíneas del hospedador y las infecte. No obstante, su efectividad se ve limitada por sus elevadas propiedades anticoagulantes y hemorrágicas, lo que supone un elevado riesgo para el afectado [32].

Se ha demostrado que el Sulfato de Condroitina Fucosilado (FucCs) extraído de la pared del cuerpo del pepino de mar *Holothuria grisacea* interfiere en el ciclo de vida del patógeno *Plasmodium falciparum*. Este compuesto es capaz de impedir que eritrocitos infectados con el patógeno se adhirieran a los tejidos de los pulmones y además, es capaz de bloquear el ciclo de vida del patógeno [33], [34]. Un estudio para determinar la efectividad de los FucCs de dos especies de pepinos de mar (*Ludwigothurea grisacea* e *Isostichopus badiotus*) en cultivos de los patógenos *Plasmodium falciparum* y *Plasmodium yoelii* arrojó que los FuCs disminuyen la tasa de invasión de *P. falciparum* en células sanguíneas,

aunque los valores más altos de actividad antimalarial los tuvo el pepino de mar *L. grisacea* [32].

Por otro lado, este compuesto tuvo la capacidad de reducir la parasitemia en la sangre de ratones infectados con *P. yoelii*, pero en menor grado que *I. badiotus*. Los FucCs extraídos de invertebrados marinos como los pepinos de mar pueden ayudar a tratar casos severos de malaria. Cabe destacar que sus principales ventajas son: que se puede administrar de forma natural y disminuye del riesgo de contagio del patógeno [33]. El tejido del cual es obtenido el extracto acuoso de los pepinos de mar afecta su actividad anti-patógena. Se ha demostrado que extractos en metanol del fluido celómico de *Holothuria leucospilata* es más efectivo contra *Leishmania infantum* que los obtenidos de la pared corporal y órganos de Cuvier del pepino de mar [35].

Sin embargo, existen especies de pepinos de mar cuyos metabolitos intermedios muestran poca o ninguna actividad antibacteriana, al menos contra algunos patógenos. Por ejemplo, estudios que buscaron explorar la capacidad antibacteriana de los extractos de metanol y etil acetato extraídos de la pared del cuerpo, fluido celómico y los órganos de cuvier de *Actinopyga echinites*, *Actinopyga miliaris*, *H. atra* y *H. leucospilata* demostraron no tener ningún efecto sobre *Pseudomonas aeruginosa*, *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus* [33].

Estos compuestos, por otra parte, mostraron una marcada actividad anfífungica. Los compuestos metanólicos de *Actinopyga lecanora* demostraron ser efectivos en la inhibición del crecimiento de *Candida albicans*, *C. neoformans*, *Sporothrix schenckii*, *Trychophyton mentagrophytes* y *Aspergillus fumigatus*. Esta actividad se debe a la presencia de dos glicósidos de triterpeno: holoturina A y holoturina B, mostrando esta última incluso mejores resultados que el fluconazol [33]. Otros estudios también han arrojado mejor actividad antifúngica que antibacteriana de los extractos de pepino de mar [36].

También se tiene evidencia del potencial antiviral de los compuestos de los pepinos de mar. Como ejemplo tenemos a los compuestos acuosos de *Holothuria* sp contra el virus del herpes, que inhiben la adhesión del virus en las células y suprimen sus efectos citotóxicos [33], [37]. Por otro lado, los FuCs anteriormente mencionados tienen el amplio potencial para prevenir la infección y la resistencia a medicamentos contra varias cepas del VIH [38], [39].

### III. CONCLUSIONES

Los pepinos de mar son empleados en la medicina tradicional asiática contra distintas enfermedades, mostrando potencial para el desarrollo de nuevos fármacos.

Extractos acuosos y alcohólicos de distintas especies

de pepino de mar han sido probados con éxito en el tratamiento de enfermedades de origen microbial como la malaria, sin embargo muestran poca efectividad contra otras enfermedades.

Uno de los compuestos extraídos de pepinos de mar que han mostrado mejores resultados farmacológicos es el Sulfato Fucosilado de Condroitina.

Los extractos de pepino de mar resultan más eficientes, o presentan menores efectos colaterales que algunos medicamentos, tales como heparina o el fucanazol.

Los compuestos bioactivos obtenidos de pepinos de mar también muestran potencial en el tratamiento de enfermedades fúngicas, como la candidiasis, y de origen viral, como el herpes o el VIH.

#### APÉNDICE

Se deben realizar estudios del ciclo de vida y análisis bioquímicos de las especies de pepinos de mar, específicamente en los países caribeños donde existe poca información al respecto, además de profundizar más el conocimiento e información de los extractos orgánicos para otras posibles aplicaciones. Por otro lado, las especies en cultivos son de importancia y aprovechamiento, para no sobreexplotar su población en su hábitat o ambiente natural. Se recomienda tomar conciencia de este recurso marino, ya que posee un ciclo biológico muy lento y cumplir con las normativas o leyes de veda del mismo.

#### RECONOCIMIENTO

Dedicado a la difunta señora Olga Xiomara Linares Aché por su dedicación y entrega maternal al autor. Agradecimiento al Profesor Carlos Lira por su paciencia, comprensión y correcciones del manuscrito. También con mucha gratitud de paciencia, enseñanzas, consejos morales y preparación profesional a todos los profesores en las distintas especialidades de la Escuela de Ciencias Aplicadas del Mar, Universidad de Oriente, Núcleo Nueva Esparta.

#### REFERENCIAS

- [1]M. Dash, F. Chiellini, R. M. Ottenbrite and E. Chiellini, E, “Chitosan—A versatile semi-synthetic polymer in biomedical applications”, *Prog. Polym. Sci.*, vol. 36, no. 8, pp. 981-1014, August 2011.
- [2]K.M. White, R. Rosales, S. Yildiz, T. Hehrer, L. Miorin, E. Moreno, S. Jangra, M. Uccellini, R. Rahnasinghe, L. Coughlan, C. Martínez-Romero, J. Batra, A. Rojc, M. Bouhaddou, J. M. Fabius, K. Obernier, M. Dejoze, M. J. Guillén, A. Losada, P. Avilés, M. Schotsaert, T. Zwaka, M. Vignuzzi, K. M. Shokat, N. J. Krogan and A. García-Sastre, “Plitidepsin has potent clinical efficacy against SARS-CoV-2 targeting the host protein eEF1A”, *Science*, vol. 371: pp. 926-931, 2021.
- [3]R. Pangestuti and Z. Arifin, “Medical and Health benefit effects of functional sea cucumbers”, *J. Tradit. Complement. Med.*, vol. 8, no. 3, pp. 341-351, July 2018.
- [4]K. Díaz-Sol, C. Sánchez-Robinet, C. Pariona and P. Londoño-Bailon. “Actividad antibacteriana del pepino de mar (*Pattalus mollis*) frente bacterias patógenas”. *Rev. investig. vet. Perú* vol. 30, no. 3, July-September 2019.
- [5]I. Hawa, M. Zulaikah, M. Jamaludin, A.A. Zainal, M. Kaswandi and B. Ridzwan, “The potential of the coelomic fluid in sea cucumber as an antioxidant”, *Mal J Nutr*, vol. 5, no. 1, pp. 55–59, 1999.
- [6]B. Ridzwan, T. Leong and S. Idid, “The antinociceptive effects of water extracts from sea cucumbers *Holothuria leucospilota* Brandt, *Bohadschia marmorata* vitiensis Jaegar and coelomic fluid from *Stichopus hermannii*”, *Pak J Biol Sci*, vol. 6, no. 24, pp. 2068 –2072, 2003.
- [7]A. Hernández, R. Armenta, X. Guzmán and I. Guereo. “Bioactividad del pepino de mar”. En R. Armenta, X. Guzmán, & I. Guereo, “Utilización de pescados y mariscos: tecnología e innovación”. Editorial Académica Española. 2018, ch. 4.
- [8]B. Fredalina, B. Ridzwan, A. Abidin, M. Kaswandi, H. Zaiton and I. Zali, “Fatty acid compositions in local sea cucumber, *Stichopus chloronotus* for wound healing”, *Gen Pharmacol*, vol. 33, no. 1, pp.337–340, 1999.
- [9]H. Ebrahimi, G. H. Mohebbi, A. Vazirizadeh, I. Nabipour and M. N. Bahabadi, “Sea cucumbers, the ocean of bioactive compounds”, *Iranian South Medical Journal*, vol. 18, pp. 664-679, Jun. 2015.
- [10]A. Hossain, D. Dave and F. Shahidi, “Northern Sea Cucumber (*Cucumaria frondosa*): A Potential Candidate for Functional Food, Nutraceutical, and Pharmaceutical Sector”. *Mar. Drugs*, vol. 18, May 2020.
- [11]J. Wen, C. Hu, and F.S. Sigang, “Chemical composition and nutritional quality of sea cucumbers”, *J Sci Food Agric*, vol. 90, pp. 2469–2474, November 2010.
- [12]S. Bordbar, F. Anwar and N. Saari, “High-Value Components and Bioactives from Sea Cucumbers for Functional Foods—A Review”, *Mar. Drugs*, vol. 9, no. 10, pp. 1761–1805, October 2011.
- [13]H. Achmad, A. Mardiana, T. Rezdy, T. Huldani, B. Sukmana and A. Prahata, “Use os Cucumber Extract as an Alternative treatment of Infammation By Chronic Periodontitis”, *Int. J. Pharm. Res*, vol. 12, pp. 3567-3575, 2020.
- [14]A.M. Rafiuddin, U. Venkateshwarlu and R. Jayakumar, “Multilayered peptide incorporated collagen tubu-

- les for peripheral nerve repair”, *Biomaterials*, vol. 25, no. 1, pp. 85–94, June 2004.
- [15]R. Pangestuti and Z. Arifin, “Medical and Health benefit effects of functional sea cucumbers”, *J. Tradit. Complement. Med.*, vol. 8, no. 3, pp. 341-351, July 2018.
- [16]A. Popov, A. Artyukov, O. Krivoshapko and E. Kozlovskaya, “Biological Activities of Collagen Peptides Obtained by Enzymic Hydrolysis from Far-Eastern Holothurian”, *Am J Biomed Life Sci*, vol. 1, no. 1, pp. 17-26, June 2013.
- [17]Y. S. Khotimchenko, “The nutritional value of holothurians”, *Russ J Mar Biol*, vol. 41, no. 6, pp. 409–423, January 2016.
- [18]G. Caulier, E. Igor, P. Gerbaux and P. Flammang, “Review of saponin diversity in sea cucumbers belonging to the family Holothuriidae”, *SPC Beche-de-mer Information Bulletin*, vol. 31, no. 1, January 2011.
- [19]Y. C. Zhao, C.-H. Xue, T. T. Zhang and Y. M. Wang, “Saponins from Sea Cucumber and Their Biological Activities”, *J Agric Food Chem*, vol. 66, no. 28, pp. 7222–7237, June 2018.
- [20]E. Kamyab, S. Rohde, M. Y. Kellermann and P. J. Schupp, “Chemical Defense Mechanisms and Ecological Implications of Indo-Pacific Holothurians”, *Molecules*, vol. 25, no. 20, pp. 4808, October 2020.
- [21]W. Wijesinghe, Y. J. Jeon, P. Ramasamy, M. Wahid and C. Vairappan, “Anticancer activity and mediation of apoptosis in human HL-60 leukaemia cells by edible sea cucumber (*Holothuria edulis*) extract”, *Food Chem*, vol. 139, no. 1-4, pp. 326-331, August 2013.
- [22]Y. Osama, R. B. Althunibat, T. J. M.-A. Muhammad and B. Zali, “In Vitro Antioxidant and Antiproliferative Activities of Three Malaysian Sea Cucumber Species”, *Eur. J. Sci. Res.*, vol. 37, no. 3, pp. 376-387, 2009.
- [23]R. Layson, M. Rodil, E. Mojica and C. Deocariz, “Potential Anti-cancer and Anti-bacterial Activities of Philippine Echinoderm Extracts”, *J. Trop. Life Sci.*, vol. 4, no. 4, pp. 175-181, 2014.
- [24]M. Kareh, R. El Nahas, L. Al-Aaraj, S. Al-Ghadban, N. Naser-Al Deen, N. Saliba, M. El-Sabban and R. Talhouk, “Anti-proliferative and anti-inflammatory activities of the sea cucumber *Holothuria polii* aqueous extract”, *SAGE Open Med.*, vol. 6, pp. 1-14, November 2014.
- [25]J. Baharara, E. Amini, N. Nikdel and F. Salek-Abdollahi, “The Cytotoxicity of Dacarbazine Potentiated by Sea Cucumber Saponin in Resistant B16F10 Melanoma Cells through Apoptosis Induction”, *Avicenna J Med Biotechnol.*, vol. 8, no. 3, pp. 112-119, July-September 2016.
- [26]S. Attoub, K. Khoulood, A. Gélaude, M. Al Sultán, M. Bracke, P. Collin, P., et al, “Fronodoside A Suppressive Effects on Lung Cancer Survival, Tumor Growth, Angiogenesis, Invasion, and Metastasis”, *PLoS ONE* vol. 8, January 2013.
- [27]L. Almaral-Machado, W, N, Oliveira, S. S. Moreira-Oliveira, D. T., Pereira, E. N. Alencar, N. Tsapis and E.S.T. Egito, “Use of Natural Products in Asthma Treatment”, *Evid-Based Compl. Alt*, vol. 1, pp. 1-35, February 2020.
- [28]D.-I. Lee, M.-K. Park, S. Kang, J.-H. Choi, S.-J. Kang, J.-Y. Lee and H. Yu, “Preventive Intra Ora Treatment of sea cucumber Ameliorate OVA-Induced allergic way Inflammation”, *Am. J. of Chinese Med.*, vol. 44, pp. 1663-1674, 2016.
- [29]S.W.A. Himaya, B. Ryu, Z. J. Qian and S. K. Kim, “Sea cucumber, *Stichopus japonicus* ethyl acetate fraction modulates the lipopolysaccharide induced iNOS and COX-2 via MAPK signaling pathway in murine macrophages”, *Eviron. Toxicol. Pharmacol.*, vol. 31, pp. 68-75, July 2010.
- [30]L. Ding, T. T. Zhang, H.-X. Che, L.- Y. Zhang, C. H. Xue, Y.-H., Chang et al, “Saponins of sea cucumber attenuate atherosclerosis in ApoE mice via lipid-lowering and anti-inflammatory properties”, *J. Funct. Food*, vol. 48, pp. 490-497, September 2018.
- [31]N. Adibpour, F. Nasr, F. Nematpour, A. Shakouri and A. Ameri, “Antibacterial and Antifungal Activity of *Holothuria leucospilota* Isolated From Persian Gulf and Oman Sea”, *Jundishapur J Microbiol*, vol. 7, no. 1, January 2014.
- [32]J. Marques, E. Vilanova, P. Mourao and X. Fernández-Busquets, “Marine organism sulfated polysaccharides exhibiting significant antimalarial activity and inhibition of red blood cell invasion by *Plasmodium*”, *Sci. Rep.*, vol. 6, April 2016.
- [33]Y. Khotimchenko, “Pharmacological potential of sea cucumbers”, *Int. J. Mol. Sci.*, vol. 19, no. 5, 2018.
- [34]M. F. Bastos, L. Albrecht, E. O. Kozłowski, S. C. Lopes, Y. C. Blanco, B. C. Carlos, F. T. M. Costa et al, “Fucosylated Chondroitin Sulfate Inhibits *Plasmodium falciparum* Cytoadhesion and Merozoite Invasion”, *Antimicrob Agents Chemother*, vol. 58, no. 4, pp. 1862–1871, January 2014.
- [35]S. Khademvatan, A. Eskandari, J. Saki and M. Foroutan-Rad, “Cytotoxic Activity of *Holothuria leucospilota* Extract against *Leishmania infantum* In Vitro”, *Adv. Pharmacol. Pharm. Sci.*, vol. 1, pp. 1-6, February 2016.
- [36]S. Khademvatan, A. Eskandari, J. Saki and M. Foroutan-Rad, “Cytotoxic Activity of *Holothuria leucospilota* Extract against *Leishmania infantum* In Vitro”, *Adv. Pharmacol. Pharm. Sci.*, vol. 1, pp. 1-6, February

2016.

[37]S. Shi, W. Feng, S. Hu, S. Liang, N An, and Y. Mao “Bioactive compounds of sea cucumbers and their therapeutic effects”, *Chin J Oceanol Limnol*, vol. 34, no. 3, pp. 549–558, November 2015.

[38]N. Huang, M.-Y. Wu, C.-B. Zheng, L. Zhu, J.-H. Zhao and Y.-T. Zheng, “The depolymerized fucosylated chondroitin sulfate from sea cucumber potently inhibits

HIV replication via interfering with virus entry”, *Carbohydr Res.*, vol. 380, no. 18, pp.64-69, October 2013.

[39]F. Farshadpour, S. Gharibi, M. Taherzadeh, R. Amirinejad, R. Taherkhani, A. Habibian and K. Zandi, “Antiviral activity of *Holothuria* sp. a sea cucumber against herpes simplex virus type 1 (HSV-1)”, *Eur Rev Med Pharmacol Sci*, vol. 18pp, no. 1, pp. 333-337, 2014.

## CONTROL INTELIGENTE: APLICACIÓN DE UN CONTROL PID DIFUSO A UN SISTEMA NO LINEAL

Galindez Lesbia Karina y Izquierdo Henry.  
{lesbiakarina.galindez, hizquier}@gmail.com

---

**Resumen:** Actualmente muchos de los procesos presentes en la industria 4.0 y en las plantas de producción en general se caracterizan por su no linealidad requiriendo se apliquen estrategias de control eficientes. Esto es posible gracias a la presencia de la Inteligencia Artificial y a los desarrollos de computadores, procesadores, sensores inteligentes y hardware industrial. Este trabajo aborda desde una perspectiva amplia los fundamentos básicos acerca de la inteligencia artificial, especialmente la lógica difusa y el control inteligente, así como también se desarrolla todo un método de sintonización de un control inteligente a un proceso no lineal presente en la industria de la biotecnología

---

**Palabras Clave:** Control, control inteligente, inteligencia artificial, sistemas no lineales.

## INTELLIGENT CONTROL: APPLICATION OF FUZZY PID CONTROL TO A NONLINEAR SYSTEM.

---

**Abstract:** Currently, many of the processes present in Industry 4.0 and production plants in general are characterized by their non-linearity, requiring the application of efficient control strategies. This is made possible by the presence of Artificial Intelligence and the developments in computers, processors, smart sensors, and industrial hardware. This work broadly addresses the basic fundamentals of artificial intelligence, especially fuzzy logic and intelligent control, as well as developing a whole tuning method for an intelligent control applied to a nonlinear process present in the biotechnology industry.

---

**Keywords:** Control, control inteligente, inteligencia artificial, sistemas no lineales.



## I. INTRODUCCIÓN

Los procesos industriales en la actualidad se caracterizan por tener inmersas múltiples variables que actúan de forma dinámica, presentando una serie de consideraciones en su formulación, desarrollo y aplicación de estrategias de control, teniendo como resultado sistemas industriales complejos.

En este sentido, este tipo de sistemas (complejos) requieren ser analizados de acuerdo con el número de elementos que lo componen, por la incertidumbre presente en el comportamiento interno de cada una de sus partes y por el producto resultante de las interacciones que ocurren de manera activa.

Además de ello, estos sistemas se caracterizan por la no linealidad, presentando multiplicidad de estados estacionarios, variados puntos de operación y por la presencia de mayor sensibilidad a las condiciones iniciales, generando respuestas caóticas [1].

Cuando se habla de sistemas no lineales se hace referencia a aquellos cuyos comportamientos no pueden ser representados con ecuaciones lineales [2]. De manera que no se puede aplicar las simplificaciones, aproximaciones o posibles suposiciones que se utilizan en el abordaje de estudios de sistemas lineales.

De aquí, que controlar estos sistemas complejos con eficiencia requiere de estrategias de control avanzadas que permitan resolver el abordaje de la no linealidad, así como el resto de las características predominantes en estos. De manera que el desarrollo de las técnicas de control inteligente surge por la necesidad de optimizar procesos y plantas con características no lineales, los cuales presentan multiplicidad de estados estacionarios, variados puntos de operación, mayor sensibilidad a las condiciones iniciales y en general sistemas con un entorno de incertidumbre [3].

## II. CONTROL INTELIGENTE

El control inteligente surge debido a la intensión de aplicar las diversas técnicas de inteligencia artificial al control de sistemas complejos, donde la no linealidad y sus características impiden que su análisis y estrategia de control sea abordada desde la perspectiva del control tradicional. En concreto, busca resolver problemas de control de procesos que no pueden ser abordados por el esquema del control clásico y para ello utiliza técnicas de inteligencia artificial (IA) [3].

La aplicación de un control inteligente permite un alto desempeño del sistema no lineal, reduciendo las desviaciones, controlando las fluctuaciones, manteniendo la estabilidad del proceso, así como ofreciendo un óptimo aprovechamiento de los recursos durante la fase de operación, que redunde en la capitalización de

la productividad del sistema.

Para el diseño y aplicación de controladores inteligentes no solo se depende de las técnicas de inteligencia artificial, sino también del software y hardware disponible, haciendo uso de los recursos que ponen a disposición los avances tecnológicos y que hacen posible el procesamiento de grandes volúmenes de datos en tiempo real, haciendo uso de computadores industriales, procesamiento en el borde o en la nube.

### A. Breve revisión histórica del control inteligente

Si bien el término “control inteligente” fue introducido por el Dr. Fu, a principio de la década de los años 50 [4], se considera el año 1.960 el comienzo del control no lineal de la era moderna [5]. A partir de este año se realizaron múltiples investigaciones para el desarrollo de controles óptimos aplicados para sistemas determinísticos y estocásticos; también se abordó el control de espacios de estados, las técnicas de control adaptativo. Durante la década de 1.980 se desarrollan las primeras aplicaciones de sistemas expertos y herramientas de inteligencia artificial para el desarrollo del control inteligente [6]. El transitar del control inteligente entre los siglos XX y XXI no se ha detenido; en la actualidad son múltiples las técnicas de IA implementadas para su desarrollo que son aplicados a diferentes campos e industrias y que responden a las demandas tecnológicas presentes en el siglo XXI e Industria 4.0.

## III. TÉCNICAS DE INTELIGENCIA ARTIFICIAL

Para conocer las diferentes técnicas de IA que se pueden utilizar al momento de diseñar controles inteligentes para sistemas no lineales, es importante entender qué es inteligencia artificial.

Una definición la presenta como la “rama de las ciencias computacionales preocupada por la automatización de la conducta inteligente” [7]. Por otra parte, desde la perspectiva de los procesos mentales y razonamiento [8] se entiende por inteligencia artificial como el “campo de estudio que se enfoca en la explicación y emulación de la conducta inteligente en función de procesos computacionales” [9].

Sin embargo, hay una definición pragmática donde se plantea a la IA como “la ciencia y la ingeniería de hacer máquinas inteligentes, especialmente programas informáticos” [10]- [11]. A partir de esta definición se puede construir un entendimiento de la inteligencia artificial y su incidencia en los procesos industriales, además de su gran relevancia y significancia en el área de control de procesos complejos.

Ahora bien, son múltiples las técnicas de IA que se aplican en el área de control de procesos, como las redes de Petri (muy útil en el campo de modelado) [4],

sistemas expertos, los algoritmos genéticos, redes neuronales, lógica difusa y sistemas híbridos que combinan dos o más técnicas de IA para abordar soluciones para sistemas con alta complejidad.

Este trabajo se va a enfocar en la lógica difusa, debido que permite de manera práctica y simplificada diseñar e implementar un control inteligente adaptable para procesos complejos con presencia de no linealidad, además de que no requiere el modelo matemático de la planta para su diseño [8].

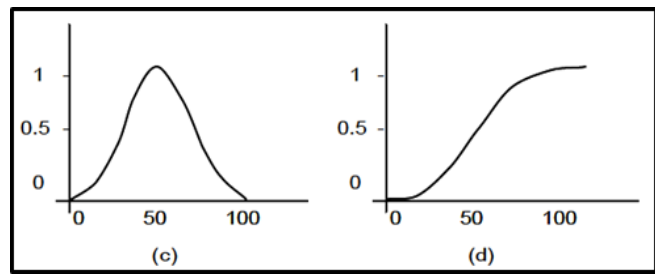
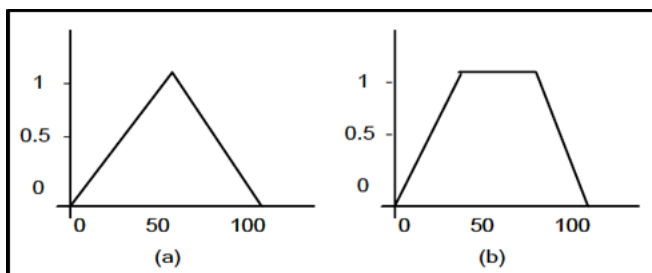
#### IV. LÓGICA DIFUSA Y EL CONTROL DIFUSO

##### A. Lógica Difusa.

La lógica difusa es una lógica multivaluada que permite representar la incertidumbre y lo poco preciso por medio de un conjunto de principios matemáticos basados en grados de membresía, cuya función es modelar información [8]- [12]- [13]. Este modelado se basa en diversas reglas lingüísticas.

En la teoría de conjuntos difusos, la pertenencia de un elemento dado obedece a una lógica multivaluada dentro del intervalo [0, 1] que asigna al elemento un grado de pertenencia " $\mu$ ", la cual puede ir desde la no pertenencia (0) hasta la pertenencia total (1). Estos conjuntos difusos están definidos por mostrar todos los grados de pertenencia entre 0 y 1, incluyéndolos [8].

La función de pertenencia de un conjunto difuso es aquella función que indica el grado en que una determinada entrada pertenece a los elementos de ese conjunto [14]. Las funciones de pertenencia triangular, trapezoidal, gaussiana y sigmoideal son de las más usadas al momento de representar aplicaciones de lógica difusa, esto se debe a su simplicidad matemática y fácil manejo [15]. Una representación gráfica de estas es tal como se ilustra en la figura 1.



**Figura 1: Funciones características: (a) triangular, (b) trapezoidal, (c) gaussiana, (d) sigmoideal.**

Matemáticamente la función de pertenencia " $\mu_A$ " se puede describir de la manera siguiente:

$$\mu_A = X \rightarrow [0,1] \quad (1)$$

De esto se desprende el siguiente análisis:

$$\mu_A(x) = 1 \quad \text{si } x \text{ está totalmente en } A.$$

$$\mu_A(x) = 0 \quad \text{si } x \text{ no está en } A.$$

$$0 < \mu_A(x) < 1 \quad \text{si } x \text{ está parcialmente en } A.$$

Este valor que se observa entre 0 y 1 representa el grado de pertenencia.

La lógica difusa es muy útil para modelar y controlar sistemas no lineales ya que puede aprender de los datos por medio de algoritmos de aprendizaje.

Un sistema basado en lógica difusa cuenta con un bloque difusor donde a cada dato de la entrada se le asigna un grado de pertenencia a cada uno de los conjuntos difusos. También tiene un bloque de inferencia donde se relaciona los conjuntos difusos de entrada y salida y representa a las reglas que representa al sistema. Finalmente, posee el desdifusificador que es donde se obtiene el resultado concreto aplicando los métodos matemáticos propios de desdifusificación [16].

##### B. Control Difuso.

En los casos de plantas de orden superior, sistemas con tiempo muerto prolongado, sistemas no lineales o sistemas que integren las anteriores características y además que por su complejidad se desconozca su modelo matemático, el control difuso es un abordaje que permite diseñar un control óptimo donde el clásico control PID (proporcional, integrativo, derivativo) no es adecuado [17].

A diferencia del control PID que cuenta con diferentes técnicas de sintonización como el método de Ziegler – Nichols, métodos analíticos, manuales, por optimización, entre otros [18], el diseño de un control difuso puede resultar una tarea de probablemente muchos más intentos buscando una sintonización eficiente. Por lo que se propone el diseño de un control difuso utilizando el algoritmo presentado por [18]. Este algoritmo hace

posible establecer metódicamente una serie de pasos que permite obtener un control difuso robusto a partir de diseño de control PID, lo cual es una ventaja debido a la falta de una metodología general para un proceso de sintonizado eficiente [4].

### C. Diseño Control PID Difuso.

De acuerdo con [18], los pasos para diseñar un control PID difuso son los siguientes:

- Entonamiento de un controlador PID.
- Reemplazamiento del controlador PID por un controlador difuso lineal.
- Conversión a no lineal del controlador difuso del paso anterior.
- Ajuste fino del controlador no lineal obtenido.

## V. METODOLOGÍA

Caso de estudio: diseño de un controlador PID difuso para un biorreactor.

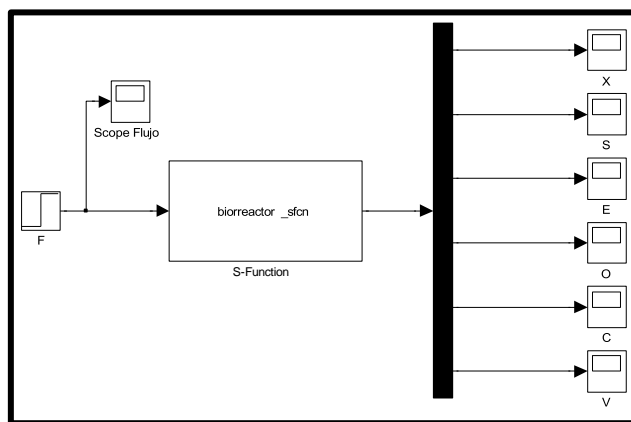
El cultivo de *Saccharomyces cerevisiae* en un biorreactor se caracteriza por la presencia de múltiples estados estacionarios y características no lineales [19], lo cual no hace posible la aplicación de estrategias de control convencional como lo es el control PID.

Este caso de estudio consiste en diseñar un controlador PID difuso para controlar en nivel de concentración de etanol para el cultivo de *Saccharomyces cerevisiae* en un biorreactor de agitación semi continua. Este diseño busca mantener la concentración de etanol del biorreactor constante de 0,5 (g/l), de manera que puedan los microorganismos reproducirse bajo los niveles requeridos de etanol durante todo el proceso evitando la inhibición del sustrato y obtener una alta concentración de biomasa.

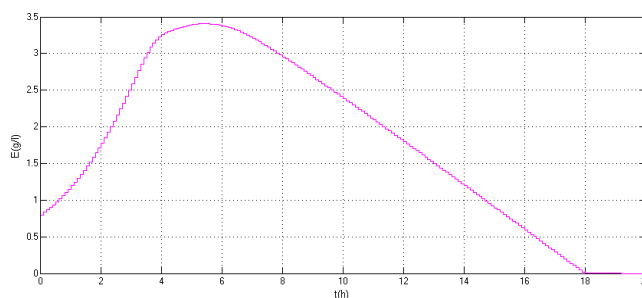
Para la validación del diseño del controlador PID difuso se utiliza la técnica de la Simulación, implementando la simulación del proceso de cultivo de la *Saccharomyces cerevisiae*, utilizando el modelo matemático desarrollado por [20].

Se utilizó Matlab y la herramienta Simulink para el modelado y simulación, tal como se muestra en la figura 2.

Por otra parte, al analizar el comportamiento de la concentración de etanol durante el cultivo de la *Saccharomyces cerevisiae* sin aplicar ninguna acción de control se observa que obtiene su máximo valor cerca de las 5 horas y luego experimenta un descenso hasta a llegar a cero, tal como se visualiza en la figura 3.



**Figura 2: Diagrama de bloques en Simulink del modelo de biorreactor para el cultivo de *Saccharomyces cerevisiae*.**



**Figura 3: Concentración de etanol(g/l) vs. Tiempo (h).**

Diseño:

Entonamiento del control PID: se utiliza el método de Ziegler-Nichols de asentamiento  $\frac{1}{4}$  y el método de Aström-Hägglund [21]. Se calculan los parámetros de la ganancia proporcional ( $K_p$ ), tiempo integrativo ( $T_i$ ) y tiempo derivativo ( $T_d$ ). Los resultados son los mostrados en la tabla 1.

**TABLA 1**  
**Parámetros del controlador PID sintonizado**

Parámetro	Valor
$K_p$	9,5493
$T_i$	0,10 h
$T_d$	0,025 h

El controlador PID está descrito por la ecuación 2, donde el control de la señal “u”, es una combinación lineal del error “e”, el cual es integral y derivativo.

Una vez diseñado el control PID se procede a implementarlo en el Simulink (figura 4) y se integra a la planta para analizar el comportamiento de la variable a controlar.

$$u = K_p \left( e + \frac{1}{T_i} \int_0^t e * dt + T_d \frac{de}{dt} \right) \quad (2)$$

Ahora la salida del etanol presenta oscilaciones cuya amplitud máxima es de 0,53 (g/l), además busca la estabilización a su valor de referencia (0,5 g/l) posterior aproximadamente a las 6 horas, tal como se aprecia en la figura 5.

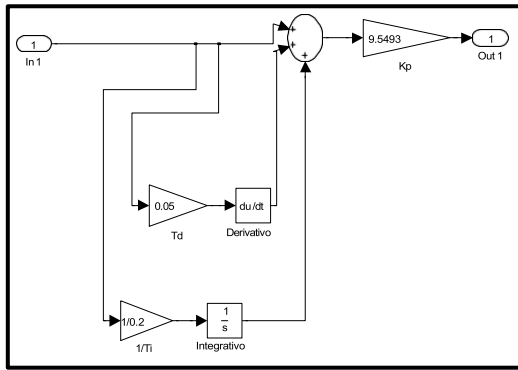


Figura 4: Diagrama de bloques en Simulink del control PID.

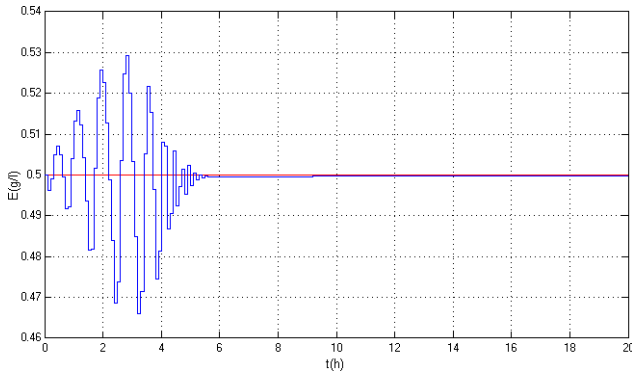


Figura 5: Concentración de etanol aplicando el control PID.

Reemplazamiento del control PID por un controlador difuso lineal: este paso consiste en calcular los parámetros de las ganancias de los errores, de la señal de control, del cambio del error [18], tal como se visualiza en el diagrama de bloques de la figura 6.

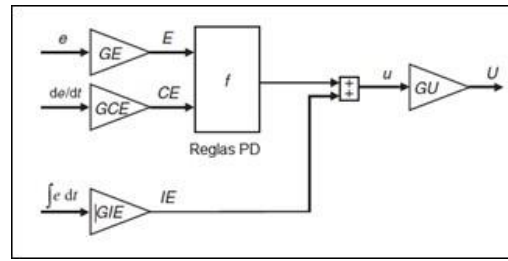


Figura 6: Controlador proporcional, integrativo, derivativo difuso FPD+I.

Se utilizó como modelo de inferencia difusa tipo Mamdani, se consideran como variables de entrada el error y la variación del error. Además, se utiliza las funciones de membresía triangulares y cortan a sus vecinos en el valor de membresía  $\mu=0.5$ , con un universo de entrada de -100 a 100.

Como variable de salida se considera el cambio del flujo del sustrato.

En los cuadros 1 y 2 se observan las variables de entrada y salida respectivamente del controlador difuso lineal tipo Mamdani. Allí se presentan las etiquetas lingüísticas utilizadas, la función de membresía y el universo del discurso para ambos casos.

CUADRO 1

Variables de entrada del control difuso lineal tipo Mamdani

Etiquetas Lingüísticas	ERROR			VAREROR		
	NEG (negativo)	CCERO (casi cero)	POS Positivo	NEG (negativo)	CCERO (casi cero)	POS Positivo
Función de Membresía	Triangular	Triangular	Triangular	Triangular	Triangular	Triangular
Universo del discurso	-100 a 100 (g/l)			-100 a 100 (g/l)		

CUADRO 2

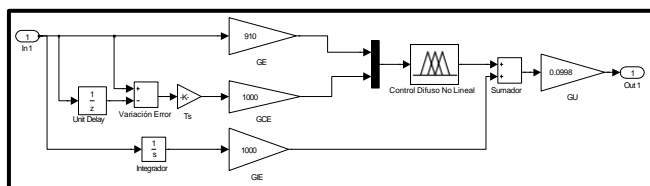
Variable de salida del control difuso lineal tipo Mamdani

Etiqueta Lingüística	SALIDA				
	NEG200	NEG100	CERO	POS100	POS200
Función de Membresía	Impulso	Impulso	Impulso	Impulso	Impulso
Universo del discurso	-200 a 200				

Conversión a no lineal del controlador difuso lineal obtenido: para esta conversión se utiliza funciones gaussianas y se mantienen las reglas difusas.

Ajuste fino: este ajuste se realizó de acuerdo con la metodología propuesta por [18], de manera que se ajustó el valor de la ganancia del error (GE), se removió la acción integral y derivativa, se ajustó la ganancia de la señal de control (se ignoran los errores de estados estacionarios). Posteriormente se incrementa la ganancia derivativa e integral, esto con la finalidad de disminuir el sobrepaso y el error de estado estacionario respectivamente.

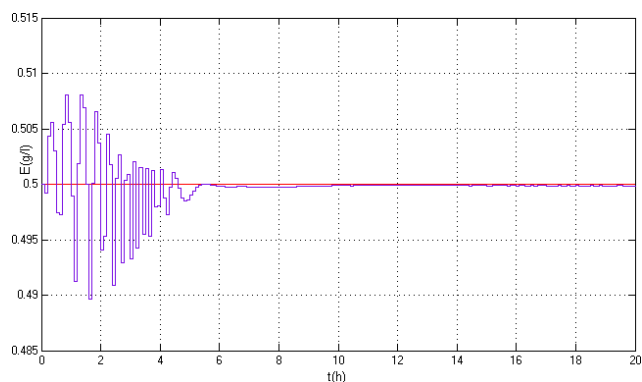
Una vez culminado el ajuste fino se tiene el diseño del controlador difuso PID no lineal, en la figura 7 se puede apreciar el diagrama de bloques en Simulink de controlador diseñado con sus respectivas ganancias.



**Figura 7: Diagrama de bloques en Simulink del controlador FPD+I no lineal.**

El resultado de la aplicación de este controlador difuso no lineal permitió mantener la cantidad de etanol producido en el proceso de cultivo de la *Saccharomyces cerevisiae* en el valor de referencia (valor deseado) de 0,5 g/l.

En la figura 8 se observa el comportamiento del etanol durante el proceso de cultivo. Entre las 0 y 5 horas la salida del etanol exhibe pequeñas oscilaciones, donde uno de los valores máximos pico es de 0,508 g/l, el cual ocurre aproximadamente a la hora de comenzar su ejecución el proceso. Esto representa tan solo  $8 \times 10^{-3}$  de desviación del valor establecido (0,5 g/l). En ese mismo orden de ideas, se tiene el otro valor pico en 0,49 g/l que ocurre cuando han transcurrido 1,8 h aproximadamente; esto representa una desviación de 0,01 g/l del valor de referencia.



**Figura 8: Concentración de etanol aplicando el controlador FPD+I no lineal.**

#### B. Criterios de desempeño.

Como criterios de desempeño se considera el criterio de la integral del cuadrado del error (ICE) y el porcentaje del error máximo (PEM). Los resultados obtenidos se pueden visualizar en la tabla 2.

**TABLA 2**  
**Criterios de desempeño**

	PID	FPD+I lineal	FPD+I no lineal
			1
ICE	0,0009655	0,0006067	8,823e-005
PEM	7,2%	4,8%	2,4%

## VI. CONCLUSIONES

Diseñar una estrategia de control eficiente para sistemas no lineales es posible utilizando la inteligencia artificial aplicada al control de procesos. Esto ha permitido al control inteligente estar presente en diversidad de aplicaciones e industrias.

La sintonización de un control PID difuso propuesto requiere establecer las reglas difusas de que representan la descripción del experto del proceso acerca de las características de la variable usada como salida, en este caso de estudio, el cambio del flujo de sustrato de salida.

Un aspecto primordial es analizar el tipo de proceso no lineal que se quiere controlar para seleccionar la estrategia de control inteligente más conveniente.

## REFERENCIAS

- [1] J. Espinoza, Apuntes: Introducción al análisis de sistemas no lineales, 9na edición. ed., Concepción.: Universidad de Concepción., 2.009.
- [2] A. Martín, Modelado y control de sistemas no lineales de tipo SMA, Madrid.: Tesis doctoral Universidad Carlos III de Madrid., 2.013.

- [3]R. Sanz, *Arquitectura de control inteligente de procesos.*, Madrid.: Tesis doctoral, departamento de automática, Universidad Politécnica de Madrid., 1.990.
- [4]M. Santos, «Un Enfoque Aplicado del Control Inteligente,» ELSEVIER, 2.011.
- [5]M. U. S. G. K. B. K. S. Ć. J. Iqbal, *Nonlinear control systems – A brief overview of historical and recent advances*, De Gruyter, 2.017.
- [6]A. J. R. S. F. M. R. Galán, «Control Inteligente,» *Inteligencia Artificial. Revista Iberoamericana de Inteligencia Artificial*, vol. 4, nº 10, pp. 43-48, 2.000.
- [7]A. T. F. Q. A. S. J. Ponce, *Inteligencia Artificial, Iniciativa Latinoamericana de Libros de Texto Abiertos*, 2.014.
- [8]P. Ponce, *Inteligencia Artificial con Aplicaciones a la Ingeniería*, México: Alfaomega, 2.010.
- [9]R. Schalkoff, *Artificial Intelligence: An Engineering Approach*, McGraw-Hill College, 1.990.
- [10]J. McCarthy, *Some expert systems need common sense.*, New York: Acad. Sci. 426, 1.984.
- [11]B. Mondal, «Artificial Intelligence: State of the Art,» *de Recent Trends and Advances in Artificial Intelligence*, Springer Nature Switzerland, 2.020, pp. 389 - 425.
- [12]A. Olivas, *Lógica borrosa y sus aplicaciones.*, España.: Universidad de Castilla – La Mancha, 2.001.
- [13]C. González., *Lógica difusa: una introducción práctica. Técnicas de softcomputing.*, España: Universidad de Castilla – La Mancha., 2.011.
- [14]C. González, *Lógica difusa: una introducción práctica. Técnicas de softcomputing.*, España: Universidad de Castilla – La Mancha., 2.011.
- [15]R. Pérez, *Procesado y optimización de espectros Raman mediante técnicas de lógica difusa: aplicación a la identificación de materiales pictóricos. Tesis doctoral.*, Universidad politécnica de Catalunya., 2.005.
- [16]M. D. T. Benito, *Lógica Borrosa.*, España.: Universidad Carlos III., 2.10.
- [17]J. Jatsen, *Foundations of Fuzzy Control*, John Wiley & Sons, 2.007.
- [18]J. Jatsen, «Tuning Of Fuzzy PID Controllers,» 2.007.
- [19]J. Corriou, *Process Control Theory and Applications*. Springer., 2.004.
- [20]O. K. B. Sonnleitner, «Growth of *Saccharomyces cerevisiae* is controlled by its limited respiratory capacity: formulation and verification of hypothesis; *Biotechnology and Bioengineering.*,» 1.986.
- [21]K. Ogata, *Ingeniería de Control Moderna.*, México: PRENTICE-HALL HISPANOAMERICANA, S.A., 1.998.

# DETERMINACIÓN DE LA CALIDAD DE IMÁGENES CLÍNICAS PARA PROYECCIONES POSTERO-ANTERIOR DE TÓRAX

Leal Carlos<sup>1</sup>, Briceño Alexis<sup>2</sup>, Riera Ylma<sup>3</sup> y Uzcátegui Damaris<sup>3</sup>.

{cleal78, alexisbriceno22, yuxahara, damariscup27}@gmail.com

<sup>1</sup> Instituto Venezolano de Investigaciones Científicas (IVIC). Centro Multidisciplinario de Ciencias. Laboratorio de Óptica Aplicada. Mérida Venezuela.

<sup>2</sup> Universidad de Los Andes. Facultad de Ciencias. Departamento de Física. Mérida Venezuela.

<sup>3</sup> Universidad Politécnica Territorial de Estado Mérida "Kleber Ramirez" (UPTM). Departamento de Radiología e Imagenología. Ejido Venezuela.

**Resumen:** Se evalúan los criterios de calidad de las imágenes clínicas establecidos por la Unión Europea, con una muestra de 154 estudios de Rayos X de Tórax, proyección Postero-anterior en formato digital DICOM, de dos centros de salud ubicados en el municipio Libertador del estado Mérida, 140 estudios para el centro 1, y 14 respectivamente para el centro 2. Con pacientes de ambos sexos, de cualquier edad, comprendidas entre septiembre de 2018 a marzo de 2021, la muestra es probabilística por racimos. El centro 1 posee predominantemente imágenes de una buena calidad, el porcentaje de imágenes Excelentes y Bien es de 63,57%, las imágenes Regular es del 22,86% presentando pocas imágenes Deficientes y Muy deficientes, con el 15,71%. En el centro 2 es de un 42,86% de imágenes Bien, mostrando un menor porcentaje en comparación con el centro 1. Con una disminución del 20,71%, el porcentaje de imágenes Regular es de 35,71% con un incremento de 12,85% respecto al centro 1. Se establece un criterio cuantitativo que permite la fácil comparación entre los resultados obtenidos en los dos centros estudiados, a través del parámetro C. Permitiendo hacer una mejor descripción de la calidad de las imágenes en comparación con otros autores.

**Palabras Clave:** Calidad de imagen, Criterios anatómicos de calidad, Proyección postero-anterior, Radiodiagnóstico.

## IMAGE QUALITY, ANATOMICAL QUALITY CRITERIA, POSTERO-ANTERIOR PROJECTION, RADIODIAGNOSIS

**Abstract:** The quality criteria of clinical images established by the European Union are evaluated with a sample of 154 chest X-ray studies, postero-anterior projection in DICOM digital format, from two health centers located in the Libertador municipality of Mérida state, 140 studies for center 1, and 14 respectively for center 2. With patients of both sexes, of any age, between September 2018 and March 2021, the sample is probabilistic by clusters. Center 1 predominantly has good quality images, with 63.57% of the images rated as Excellent and Good, 22.86% as Regular, and a few images rated as Deficient and Very Deficient, with 15.71%. In center 2, 42.86% of the images are rated as Good, showing a lower percentage compared to center 1, with a decrease of 20.71%. The percentage of Regular images is 35.71%, with an increase of 12.85% compared to center 1. A quantitative criterion is established that allows easy comparison between the results obtained in the two centers studied, through the parameter C, allowing for a better description of the image quality compared to other authors.

**Keywords:** Image quality, Anatomical quality criteria, Postero-anterior projection, Radiodiagnosis.



## I. INTRODUCCIÓN

En todo el mundo se realizan al año aproximadamente 3.600 millones de diagnósticos médicos a través del uso de radiografías, este número continúa en aumento cada año [1], de los cuales 3,1 billones son de procedimientos de radiodiagnóstico, 500 millones de exámenes dentales y 37 millones de exámenes de medicina nuclear, duplicándose aproximadamente la dosis en los últimos 10 años [2].

Se estima que los estudios de tórax representa el 40%, con una "tasas de rechazo" de rayos X, que puede acercarse al 25% (cantidad de imágenes que no pueden ser utilizados debido a la mala calidad de la imagen o al posicionamiento del paciente) [3]. En Venezuela se estima que el 50% de todos los procedimientos radiológicos, son las radiografías de tórax, solicitadas de manera rutinaria al ingreso hospitalario y antes de la intervención quirúrgica [3].

Se estima que la dosis efectiva anual por persona, es del orden de 6,24 mSv por año, desglosándose en el 49,68%, debido a la radiación natural de fondo o background, seguido por las exposiciones de uso médico, siendo la mayor exposición por la actividad humana representando el 48,08% de la dosis efectiva anual por persona, del orden de 3 mSv, valor similar al recibido por la radiación natural. Las exposiciones médicas representan el 95,54% de la fuente de exposiciones anuales, en comparación a la industria nuclear, que solo es del 4,46%. Se estima que la dosis efectiva colectiva anual total para la población mundial a partir de exposiciones médicas de diagnóstico es de 4.000.000 Sv hombre [2].

Se considera a la radiografía de tórax, el examen de diagnóstico por rayos X más comúnmente utilizado, por ser una técnica simple de realizar, la amplitud de visualización de diferentes órganos, como el corazón, los pulmones, las vías respiratorias, los vasos sanguíneos, y los huesos de la columna y el tórax. Es un examen clínico no invasivo que ayuda a los médicos a diagnosticar y tratar las condiciones médicas. Además, requiere poco tiempo, es accesible y barata, y la dosis de radiación recibida es baja [5].

El tipo de estudio empleado en la presente investigación es la radiografía de Tórax postero-anterior. En esta el paciente se posiciona en bipedestación o de pie con la parte anterior del Tórax pegada al bucky de pared, rayo central a nivel de T7, con los hombros y codos bien pegados al bucky, para sacar las escápulas de los campos pulmonares, el mentón estirado, el dorso de las manos pegados sobre la cresta iliaca, una distancia tubo-película de 1,80 m para evitar la magnificación del corazón, se le indica al paciente que inspire profundo y

en ese momento se realiza la emisión de los Rayos X, se utiliza un formato de película 14x14 o 14x17 pulgadas o 35x43 cm de acuerdo al tamaño y espesor del paciente [6].

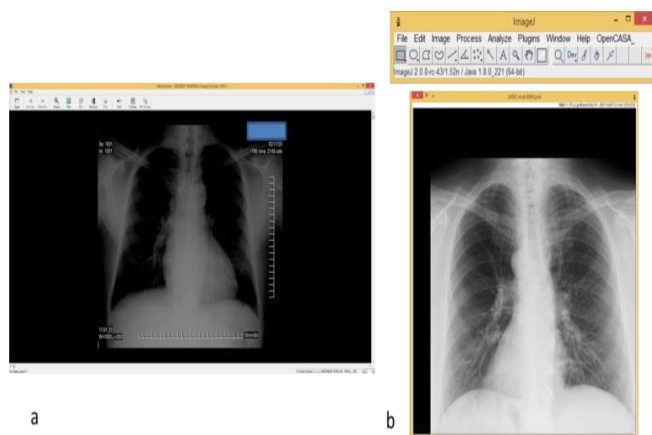
Debido a la frecuencia de este tipo de estudio, se plantea la siguiente interrogante, ¿Cómo determinar la calidad de imágenes clínicas para la proyección postero-anterior de tórax?. La Unión Europea posee un documento técnico, en el que se establece las características que definen la calidad clínica de diferentes proyecciones, siendo compilada en el documento European Guidelines on Quality Criteria for Diagnostic Radiographic Images, haciendo una descripción de los requerimientos técnicos, niveles orientativo de dosis, criterio de imagen, entre otros.

En el país hay poca literatura en este tema, por lo que se plantea la necesidad de hacer estudios que permitan hacer la estimación de la calidad de las imágenes clínicas, empleadas en radiodiagnóstico, tomando la iniciativa con la proyección más frecuente, siendo esta la proyección postero - anterior. Proponiendo una metodología sencilla que puede implementar cualquier centro, para la evaluación de la calidad de las imágenes.

## II. MATERIALES Y MÉTODO

Se emplea una muestra de 154 estudios de Rayos X de Tórax, con una proyección postero-anterior (PA), de dos centros de salud ubicados en el municipio Libertador del estado Mérida, estando distribuidos de la siguiente manera: 140 estudios para el centro número 1, y 14 respectivamente para el centro número 2. Teniendo como criterio de inclusión todas las radiografías digitales PA, en formato digital de pacientes de ambos sexos, de cualquier edad, comprendidas entre septiembre de 2018 a marzo de 2021, suministradas por los centros estudiados, la muestra es probabilística por racimos.

Las imágenes se encuentran en formato digital, empleándose el estándar Dicom (siglas en inglés de Digital Imaging and Communications in Medicine), extrayendo del encabezado información general (Fecha del estudio, nombre del paciente, sexo), ya que los sistemas de adquisición de imágenes es a través de radiografía computarizada, conocidos como sistemas CR (Computed Radiography), los cuales no guardan la información de los parámetros técnicos utilizados (kV y mAs).



**Figura 1: Programas empleados para análisis de las imágenes. a) Philips DICOM Viewer, b) ImageJ.**

Se utilizan para desplegar la información del encabezado, el programa Philips DICOM Viewer (ver Figura 1-a) y para realizar el análisis de las imágenes, el programa ImageJ (ver Figura 1-b), procediendo a la identificación visual, de los parámetros que establecen los criterios de calidad, según la Unión Europea [7], consistiendo en 8 criterios a cumplir, mostrados en la tabla I.

**TABLA I  
CRITERIOS DE CALIDAD DE IMAGEN SEGÚN  
UNIÓN EUROPEA**

N°	Criterio	Sub-criterio
1	inspiración completa	1.1 Se observan campos pulmonares hasta fto arco costal anterior 1.2 Se observan campos pulmonares hasta 10mo arco costal posterior
2	Reproducción simétrica del tórax (Posición central de la espina entre los extremos medial de las clavículas)	
3	El borde medial de las escápulas fuera de los campos pulmonares.	
4	Visualización de toda la caja torácica por encima del diafragma.	NA
5	Reproducción visualmente nítida del patrón vascular en todo el pulmón (vasos periféricos)	
6	Se observa toda la caja torácica por encima del diafragma	6.1 Se observa la tráquea y los bronquios proximales 6.2 Se observa los límites del corazón y la aorta 6.3 Se observa el diafragma y los ángulos costofrénicos laterales
7	Visualización del pulmón retrocardíaco y del mediastino.	
8	Visualización de la columna a través de la sombra del corazón	NA

Finalmente, para la evaluación cuantitativa de la calidad, se calcula un valor normalizado, el cual consiste en la asignación de un valor numérico  $\leq 1$ , para cada criterio  $N_i$  de los 8 criterios generales  $N$  establecidos en la Tabla I. Debido a que los ítems número 1 y 6, poseen más de un criterio, se establece que para el ítem 1 cada parámetro posee un valor de  $1/2$ , y para el ítem 6 un valor de  $1/3$  respectivamente, finalmente se define el parámetro  $C$  como:

$$C = \left( \frac{\sum_{n=1}^8 N_i}{N} \right) \tag{1}$$

Empleando un criterio en escala de Likert para la evaluación de la imagen, estimada mediante el valor de  $C$ , a través de la escala que va desde muy deficiente hasta excelente, dividida en 5 pasos, que se muestra en la Tabla II.

**TABLA II  
ESCALA DE LIKERT PARA EL CRITERIO DE  
EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE LA  
IMAGEN**

Criterio de Calidad	Rango	
	Mínimo	Máximo
Excelente	>0,80	1,00
Bien	>0,60	$\leq 0,80$
Regular	>0,40	$\leq 0,60$
Deficiente	>0,20	$\leq 0,40$
Muy deficiente	>0,00	$\leq 0,20$

### III. RESULTADOS

Las imágenes analizadas representan una muestra de 154 imágenes, distribuidas en dos centros, con 140 imágenes para el centro 1 y 14 imágenes para el centro 2, a pesar de que se cuentan con una estadística notablemente menor para el centro 2, se considera pertinente para poder realizar comparaciones con los valores obtenidos para el centro 1. Con imágenes obtenidas en un intervalo de tiempo, comprendido entre septiembre de 2018 a marzo de 2021.

Se obtiene un valor menor en la evaluación de la completa inspiración, media para el centro 1 de 57,50%, en contraste con el 93% obtenido por Chacaltana [5], pero mayor a solo el 36,0% obtenido por Reyes y colaboradores [8], siendo un valor semejante al promedio obtenido para el centro 2 de 35,72%.

Para el segundo criterio, posición central de la espina entre los extremos medial de las clavículas, se obtiene para el centro 1 un 47,86% y para el centro 2 64,29%, siendo superior al 36% obtenido por Chacaltana [5] y de 37,0% obtenido por Reyes [8], con una notable mejor calidad de imagen al momento de evaluar la simetría del tórax.

Para el caso del borde medial de las escápulas fuera de los campos pulmonares (tercer ítem), el centro 1 presenta un valor del 96,43% y el centro 2 el 100,00%, siendo un gran contraste respecto a los valores obtenidos por Chacaltana [5] del 59% y de 35,0% por Reyes [8], obteniéndose mejores resultados en la presente investigación.

Para la visualización de toda la caja torácica por encima del diafragma, se obtiene para el centro 1 el 97,86% y para el centro 2 de 85,71%, obteniéndose mejores resultados que Reyes [8] del 69,0%, y del 98% obtenido por Chacaltana [5], siendo este último semejante a los valores obtenidos esta investigación.

Para la reproducción visualmente nítida del patrón vascular en todo el pulmón (vasos periféricos ítem 5), para el centro 1 se obtiene un 73,57% y para el centro 2 de 64,29%, siendo valores menores a los obtenidos por Chacaltana [5] del 100%, los valores que obtuvimos son semejantes a los obtenidos por Reyes [8] de 62,0%.

La sección 6, se verifica que se puede observar toda la caja torácica por encima del diafragma, dividida en 3 sub-secciones, esta no evaluada por Chacaltana [5], sustituyéndolo por la identificación de la ausencia de artefactos externos. Al realizar la comparación con los resultados obtenidos por Reyes [8], son bastante heterogéneos, en el caso de la visualización de la tráquea y los bronquios proximales, se observa en el 55,0% de los estudios, a diferencia de nuestros resultados superiores para el centro 1 del 75,71% e inferior para el centro 2 de 28,57%. Siendo semejantes para el caso de la visualización de los límites del corazón y la aorta, siendo nues-

tros resultados superiores, para el centro 1 de 93,57% y el centro 2 de 85,71%, en comparación con el valor obtenido por Reyes [8] de 75,0%. Para la observación del diafragma y los ángulos costofrénicos laterales de 60,0% obtenidos por Reyes [8], respecto al 90,00% obtenidos para el centro 1 y de 85,71% para el centro 2.

La visualización del pulmón retrocardíaco y del mediastino (ítem 7), los resultados son variados; en el caso de Chacaltana [5], obteniendo un valor del 99%, teniendo una notable reducción con respecto a los resultados obtenidos por Reyes [8] del 51,9%. Los valores más bajos son los obtenidos en la presente investigación, para el centro 1 solo es visible en un 22,86% y para el centro 2 este parámetro no es observado, lo que evidencia una inadecuada penetración del haz de radiación.

Finalmente, el parámetro que todos los autores presenta dificultada en su evaluación, es la visualización de la columna a través de la sombra del corazón, obteniendo Chacaltana [5] solo un 42% y 24,0% obtenido por Reyes [8], siendo un valor semejante al obtenido para el centro 1 de 23,57%, sin poder ser visualizado en el centro 2. Esta comparación entre la literatura más relevante consultada, se puede resumir en la Tabla III.

**TABLA III**  
**COMPARACIÓN DE RESULTADOS OBTENIDOS POR DIFERENTES AUTORES**

Criterio establecido por la Unión Europea	Autores			
	Chacaltana (2015) [5] N=90	Reyes y colaboradores (2015) [8] N=100	Leal, Briceño, Riera y Uzcátegui	
			Centro 1 N=140	Centro 2 N=14
1.- Inspiración completa	93%	36,0%	57,50%	35,72%
2.- Reproducción simétrica del tórax (Posición central de la espina entre los extremos medial de las clavículas)	36%	37,0%	47,86%	64,29%
3.- El borde medial de las escápulas fuera de los campos pulmonares	59%	35,0%	96,43%	100,00%
4.- Visualización de toda la caja torácica por encima del diafragma	98%	69,0%	97,86%	85,71%
5.- Reproducción visualmente nítida del patrón vascular en todo el pulmón (vasos periféricos)	100%	62,0%	73,57%	64,29%
6.1.- Se observa la tráquea y los bronquios proximales	----	55,0%	75,71%	28,57%
6.2.- Se observa los límites del corazón y la aorta	----	75,0%	93,57%	85,71%
6.3.- Se observa el diafragma y los ángulos costofrénicos laterales	----	60,0%	90,00%	85,71%
7.- Visualización del pulmón retrocardíaco y del mediastino	99%	51,0%	22,86%	0,00%
8.- Visualización de la columna a través de la sombra del corazón	42%	24,0%	23,57%	0,00%

Los resultados obtenidos en el proceso de segmentación establecido por el parámetro C, definido en la Ecuación 1, a través de un análisis de frecuencia, se obtienen los valores expresados en la Tabla IV, observán-

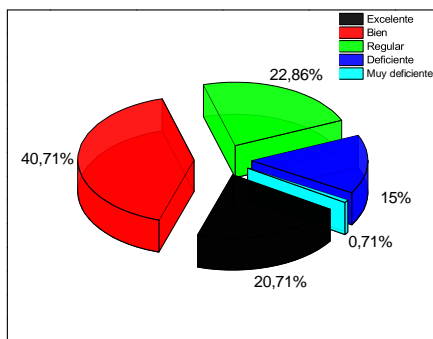
dose para ambos centros la moda como imágenes Bien, tanto para el caso general como para las imágenes de hombres y mujeres.

**TABLA IV**  
**ANÁLISIS DE FRECUENCIA EN LA ESCALA DE LIKERT PARA EL PARÁMETRO C PARA AMBOS CENTROS**

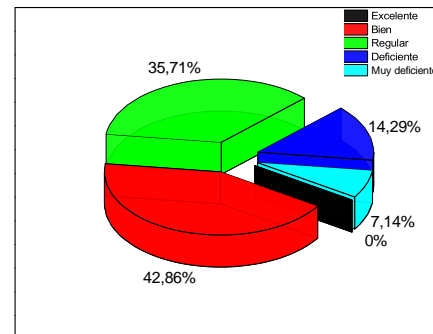
Criterio de calidad	Centro 1			Centro 2		
	General	M	F	General	M	F
Excelente	29	11	18	0	0	0
Bien	57	21	36	6	3	3
Regular	32	17	15	5	5	0
Deficiente	21	12	9	2	1	1
Muy deficiente	1	0	1	1	1	0
<b>Total</b>	<b>140</b>	<b>61</b>	<b>79</b>	<b>14</b>	<b>10</b>	<b>4</b>

También se puede observar para el centro 1 (ver Figura 2) que es predominante el porcentaje de imágenes Excelente y Bien, representando un 63,57%, en contraste con el centro 2 (ver Figura 3), donde no se obtienen imágenes Excelente, siendo las imágenes Bien el 42,86%, mostrando una diferencia notable en la disminución de la calidad de las imágenes analizadas del 20,71%.

El porcentaje de imágenes Deficientes y Muy deficientes para el centro 1 es de solo 15,71%. Para el centro 2 de 21,43%, presentando un incremento respecto al centro 1 del 5,72%. Las imágenes Regular para el centro 1 representan el 22,86%, a diferencia del centro 2 que es del 35,71%, con un incremento respecto al centro 1 del 12,85%. Notándose una diferencia apreciable en el parámetro de calidad C de  $5,07 \pm 1,53$  y un CV de 30,25% (centro 1) y de C de  $4,17 \pm 1,50$  y un CV de 36,05% (centro 2), entre los centros estudiados. Siendo un método sencillo y factible que permite comparar la calidad de las imágenes clínicas entre diferentes centros.



**Figura 2: Calidad de la imágenes para el centro 1**



**Figura 3: Calidad de la imágenes para el centro 2**

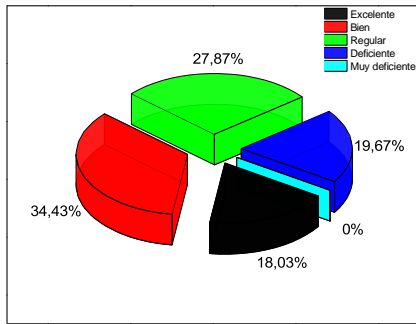
Haciendo una distinción entre los valores obtenidos de C para los hombres, se muestra en la Figura 4 para el centro 1 y para el centro 2 la Figura 5. Se puede observar que para el centro 1 el porcentaje de las imágenes Excelente y Bien de 52,46%, presentando una reducción del 11,11% en la calidad de las imágenes estudiadas, no se presentan imágenes Muy deficientes, y junto a las imágenes Deficientes representa el 19,67%, mostrando un aumento del 3,96%. Las imágenes Regular representan el 22,87%, de igual manera presenta un aumento del 5,01%.

Teniendo como tendencia general que las imágenes son de menor calidad, con un valor medio de C de  $4,75 \pm 1,49$  y un coeficiente de variación (CV) de 31,29%, obteniéndose un porcentaje de diferencia del -6,31%.

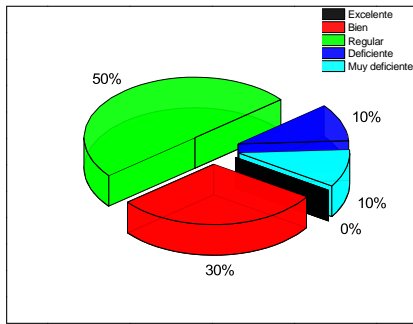
Haciendo un análisis similar para las imágenes de mujeres, se observa que en el centro 1 (ver Figura 6), el porcentaje de imágenes Excelente y Bien es de 75,35%, mostrando un aumento del 11,78%, hay un debe incremento tanto para las imágenes Excelente y Bien, pasando de un 40,71% a un 45,57% para la Bien y de 20,71% a 22,78% para Excelente, hay un menor porcentaje entre las imágenes Deficiente y Muy deficiente del 12,66%, reduciéndose en un -3,05%, esta reducción también es observada en las imágenes Regular que pasa a ser el 18,99% disminuyendo en un -3,87%.

El valor medio de C de  $5,30 \pm 1,53$  y un CV de 28,89%, obteniéndose un porcentaje de diferencia del

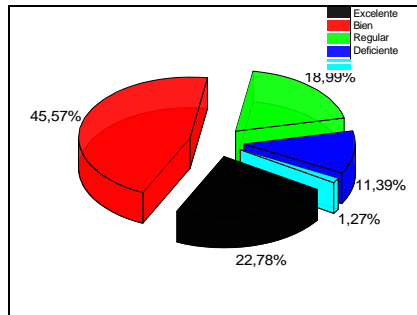
+4,54%, respecto a la muestra, incrementándose la calidad de las imágenes clínicas.



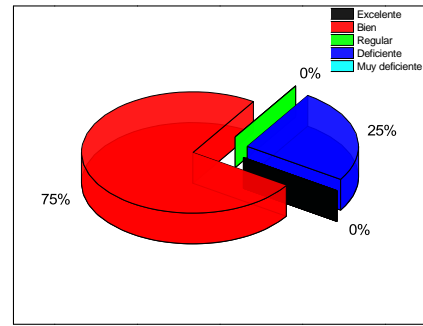
**Figura 4: Calidad de la imágenes para los hombre en el centro 1**



**Figura 5: Calidad de la imágenes para los hombre en el centro 2**



**Figura 6: Calidad de la imágenes para los mujeres en el centro 1**



**Figura 7: Calidad de la imágenes para los mujeres en el centro 2**

Finalmente, si comparamos los resultados obtenidos con otros autores, podemos notar que no hay un criterio estándar, para la evaluación de la calidad de las imágenes, se evalúan diversos rangos. Comenzaremos con las imágenes de mayor calidad, realizado por Chacaltana [5], tomando como criterio el análisis de frecuencia para imágenes que cumplen 4, 5, 6, 7 y 8 criterios, con la finalidad de poder realizar comparaciones con los resultados, se agrupa los porcentajes de las imágenes que cumplen con 7 y 8 criterios, obteniéndose que el 35% de las imágenes pueden ser consideradas como excelente, para un intervalo semejante los resultados obtenidos por Reyes [8] con un porcentaje menor, obteniendo solo el 15%, siendo un valor parecido al obtenido para el centro 1, con el 20,71%, a diferencia de los resultados obtenidos para el centro 2, en el que no se obtienen imágenes con un criterio de calidad excelente.

En el caso de las imágenes Bien, se encuentran los mayores porcentajes para los diferentes autores, en el caso de Chacaltana [5] con un 52,00%, para Reyes [8] el 50,00%, los valores obtenidos para el centro 1 de 40,71% con un valor semejante para el centro 2 del 42,86%, siendo valores menores a los reportados por los otros autores.

Finalmente, los estudios con menor calidad de imagen, para el caso de los resultados obtenidos por Chacaltana [5] obtiene un 13%, siendo el valor más bajo en comparación con los otros estudios, Reyes [8] obtiene que el 35,0% de las imágenes, obteniéndose un valor semejante para el centro 1 con un 38,57%, contrastando con los resultados para el centro 2, con el mayor de los porcentajes reportados, con un 57,14%. Resumiéndose estos valores expresados en la Tabla V.

**TABLA V**  
**COMPARACIÓN DE RESULTADOS OBTENIDOS PARA LA CALIDAD DE LAS IMÁGENES**  
**PARA DIFERENTES AUTORES**

Criterio	Autores				
	Chacaltana (2015) [5]	Reyes y colaboradores (2015) [8]	Rango C	Leal, Briceño, Riera y Uzcátegui	
				Centro 1	Centro 2
Buenas	0,88-1,00 35%	0,8-1,0 15,0%	(0,8-1,0]	20,71%	0,00%
Regulares	0,63-0,75 52%	0,5-0,7 50,0%	(0,6-0,8]	40,71%	42,86%
Malas	≤0,5 13%	≤0,4 35,0,0%	≤0,6	38,57%	57,14%

#### IV. CONCLUSIONES

El centro 1 posee predominantemente imágenes de una buena calidad, el porcentaje de imágenes Excelente y Bien es de 63,57%, las imágenes Regular el 22,86% presentando pocas imágenes Deficiente y Muy deficiente, con el 15,71%. Se encuentra para el centro 1 que el valor medio de C de  $5,07 \pm 1,53$  y un CV de 30,25%.

El centro 2 posee un 42,86% de imágenes Bien, mostrando un menor porcentaje de imágenes Excelente y Bien en comparación con el centro 1. Con una disminución del 20,71%, el porcentaje de imágenes Regular de 35,71% con un incremento de 12,85% respecto al centro 1, con un porcentaje mayor en las imágenes Deficiente y Muy deficiente de 21,43%, siendo +5,72% mayor que el centro 1. Se encuentra para el centro 1 que el valor medio de C de  $4,17 \pm 1,50$  y un CV de 36,05%, con un porcentaje de diferencia respecto al centro 1 del -6,31%. Obteniéndose imágenes de menor calidad respectivamente.

En ambos centros hay una reducción de la calidad en las imágenes, para los pacientes masculinos, para el centro 1 el valor medio de C de  $4,75 \pm 1,49$  y un CV de 31,29% y para el centro 2 el valor medio de C de  $3,87 \pm 1,47$  y un CV de 38,00%, mostrando un porcentaje de diferencia promedio del -6,75% respecto al valor general obtenido para cada centro.

En ambos centros hay un aumento de la calidad de las imágenes para los pacientes femeninos, para el centro 1 el valor medio de C de  $5,30 \pm 1,53$  y un CV de 28,89% y para el centro 2 el valor medio de C de  $4,92 \pm 1,50$  y un CV de 30,51%, mostrando un porcentaje de diferencia promedio del +11,27% respecto al valor general obtenido para cada centro.

Se establece un criterio cuantitativo que permite la fácil comparación entre los resultados obtenidos en los dos centros estudiados, a través del parámetro C. siendo de mayor utilidad en comparación con el análisis mediante estadística descriptiva, permitiendo hacer una mejor descripción de la calidad de la imagen, en comparación con otros autores, siendo un método que permitiría evaluar la calidad de las imágenes de manera

periódica.

#### REFERENCIAS

- [1] WHO. (2021, Sep.). To X-ray or not to X-ray?. [Online]. Available: <https://www.who.int/news-room/feature-stories/detail/to-x-ray-or-not-to-x-ray>
- [2] United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation (UNSCEAR). United Nations. 2008. "Source and Effects of Ionizing Radiation". vol. I.
- [3] K. Murphy. 2019. "How data will improve health-care without adding staff or beds". The Global Innovation Index 2019: Creating Healthy Lives - The Future of Medical Innovation. pp. 129-132.
- [4] Comisión Venezolana de Normas Industriales. 2000. "Protección Contra las radiaciones Ionizantes Provenientes de Fuentes Externas Usadas en Medicina. Parte 1. Radiodiagnóstico Médico y Odontológico". Parte 1. COVENIN 218-1.
- [5] P. Chacaltana. 2015. "Calidad de las radiografías digitales de tórax postero – anterior en el Hospital Nacional Dos de Mayo. Octubre – Diciembre 2014". Tesis pregrado. Universidad Nacional Mayor de San Marcos.
- [6] L. Ramírez. 2016. "Aprendiendo y enseñando radiología simple y especializada. El mundo fascinante de las radiaciones en las técnicas radiológicas". Tesis pregrado. Universidad Politécnica Territorial del Estado Mérida "Kléber Ramírez".
- [7] European Commission. 1996. "European Guidelines on Quality Criteria for Diagnostic Radiographic Images". UE. EUR 16260 EN.
- [8] J. Reyes, L. Landaeta y R. Gásperi. 2015. "Calidad de imagen de las radiografías de tórax. Emergencia Hospital Central "Antonio M. Pineda". Barquisimeto. Venezuela". Revista Venezolana de Salud Pública. vol. 3. pp. 29-34.

## EFFECTO COMBINADO DE PRESIÓN DE NITRÓGENO, VACANCIAS Y TERMO PLASTICIDAD EN EL FENÓMENO DE HINCHAMIENTO ANORMAL EN LA WUSTITA

Azocár Luis Alberto

{Azocarluialberto@hotmail.com}

Universidad Experimental Antonio José de Sucre, Vicerrectorado Puerto Ordaz, Unexpo.

---

**Resumen:** El presente documento se enfoca en el cálculo de esfuerzos mecánicos que se generan debido a la presión del nitrógeno absorbido en una vacancia del óxido de hierro wustita en el rango de temperaturas de 600 a 1100°C y su efecto en el fenómeno de hinchamiento anormal que se asocia con la característica de termo plasticidad que presenta la wustita en este rango de temperaturas. El método para la cuantificación se basa en el análisis de datos experimentales reportados en la literatura, acoplados a un procedimiento de cálculos previamente desarrollado. Se generaron dos ecuaciones que relacionan la variable: índice de hinchamiento con el tiempo de reducción y con el esfuerzo debido a la presión del nitrógeno durante su absorción y desorción, en ambas ecuaciones las variables se correlacionan de manera significativa al nivel de confianza del 99%.

---

**Palabras Clave:** Esfuerzo / Hinchamiento / Nitrógeno / Reducción.

## COMBINED EFFECT OF NITROGEN PRESSURE, VACANCIES AND THERMOPLASTICITY ON THE PHENOMENON OF ABNORMAL SWELLING IN WUSTITE

---

**Abstract:** This document focuses on the calculation of mechanical stresses generated due to the pressure of nitrogen absorbed in a vacancy of wüstite iron oxide in the temperature range of 600 to 1100°C and its effect on the abnormal swelling phenomenon associated with the thermoplasticity characteristic of wüstite in this temperature range. The quantification method is based on the analysis of experimental data reported in the literature, coupled with a previously developed calculation procedure. Two equations were generated that relate the variable: swelling index with the reduction time and with the stress due to nitrogen pressure during its absorption and desorption. In both equations, the variables are significantly correlated at the 99% confidence level.

---

**Keywords:** Nitrogen / Reduction / Stress / Swelling.



## I. INTRODUCCIÓN

En el rango de temperaturas (600 a 1100°C) del proceso de reducción de minerales de hierro en estado sólido, ocurren los siguientes hechos en forma simultánea [1] y que contribuyen a potenciar la aparición del fenómeno de hinchamiento:

(a). A partir de 600°C se generan las fases cristalina wustita (FeO) y hierro metálico (Fe<sup>0</sup>), conocido como punto Chaudron [2].

(b). En ambas fases existen defectos puntuales, espacios vacíos formados por falta de átomos (vacancias) tanto en la superficie como en el interior de sus redes cristalinas, donde se puede adsorber o des adsorber átomos de nitrógeno.

(c). Hay nitrógeno durante el proceso de reducción.

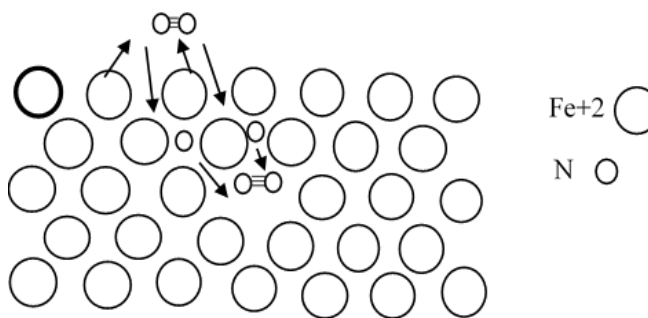
En términos generales, los óxidos son considerados como materiales frágiles y si la wustita lo fuese, no

contribuiría con el hinchamiento anormal, aunque sí con el normal. El objetivo de la presente investigación, tipo teórico, es determinar si realmente la wustita siendo un óxido presenta propiedades termoplásticas que favorezca su expansión por causa del nitrógeno des absorbido en sus vacancias interiores y mediante el procedimiento de cálculos propuesto en [1], cuantificar los esfuerzos generados y determinar su efecto expansivo. A continuación se describen las fases del método a seguir: (a). Adsorción del nitrógeno en wustita, (b). Termo plasticidad en wustita, (c). Obtención de los esfuerzos generados por la presión del nitrógeno (pN<sub>2</sub>) en vacancias, (d). Determinación del índice de hinchamiento (IH), para conocer si ocurre el fenómeno de hinchamiento anormal (HA).

## II. DESARROLLO

### A. Adsorción del nitrógeno en la wustita

En [1], se propuso un procedimiento para la desorción del nitrógeno en Fe<sup>0</sup> el cual conceptualmente es aplicable a la wustita [3], considerando el radio atómico del ion hierro (Fe<sup>+2</sup>), constitutivo del FeO. En la Figura 1, se visualiza el mecanismo propuesto y que resume las seis etapas descritas, asociadas con la wustita:



**Figura 1. Mecanismo para la disociación- adsorción- desorción del N<sub>2</sub> en wustita. Inspirada en [4].**

La disociación de la molécula de nitrógeno se convierte en la etapa limitante del proceso de adsorción, debido al elevado valor de la energía de enlace: 226 Kcal/mol (9,76 eV), [5], pág. 472, valor igual al obtenido en [6]: 9,75 eV, y según [7], pág. 206 es 7,37 eV. La energía cinética media (E<sub>c</sub>) que adquiere una molécula de gas por efecto de la temperatura es (3/2) k T, [5], pág. 55, y [7] pág. 463; asumiendo la temperatura de wustita 750°C (1023K), se obtiene:

$$E_c = 0,132 \text{ eV/molec.}$$

Esta energía sumada a 1,28 eV [8], no es suficiente para disociar la molécula de nitrógeno en sus dos átomos constitutivos, para lo cual deberían aglutinarse al menos 6 vacancias (7,37 eV/1,41 eV/vacancia = 5,2 vacancias) en la superficie de la red cristalina.

La separación de un átomo de hierro en su red cristalina sería fuente de energía equivalente a 4,2 eV [9] pág. 28, y 4,3 eV [10] pág. 43, así al generarse una vacancia por desplazamiento de un átomo de hierro, demandaría solo dos vacancias aglomeradas en la superficie de la red. Por razón de probabilidad se considerarán dos vacancias, en lugar de seis en la superficie de la red cristalina del hierro para aportar la energía necesaria en la ruptura de los tres enlaces atómicos y descomposición de la molécula del nitrógeno.

### B. Termo plasticidad en wustita

Se conocen bien las características de plasticidad y termo plasticidad en metales, como en el hierro y aceros, y poco en sus óxidos cuya característica en general es ser frágil, y en referencia a termofluencia de materiales cerámicos, en [11], pág. 425, se especifica: "Las cerámicas tienden a conservar sus propiedades mecánicas por encima de 1200°C", aun cuando se habían realizado investigaciones sobre la termo plasticidad en óxidos, entre 1950 y 2000 [12], [13], [14], [15] y en [16], donde se divulgó resultados experimentales de elongación y

resistencia a la tracción en muestras de wustita obtenidas por oxidación a temperaturas entre 600 y 1200 °C, rango de ocurrencia del proceso de reducción en estado sólido, razón por la que se utilizaron sus datos, Anexo 1, para obtener la expansión de volumen por efecto de la presión del nitrógeno confinado en defectos puntuales de la red cristalina del FeO.

C. Cuantificación de los esfuerzos generados por pN<sub>2</sub> en vacancias de la wustita

Conocida la existencia, en forma simultánea, de cavidades cerradas en la red cristalina de la wustita, esto es la vacancia y la presencia del gas nitrógeno en el aglomerado, se puede estimar la presión y esfuerzo interno generado, aplicando el método de cálculo descrito en el Apéndice 1, del cual se obtienen los siguientes datos:

(a). Dos átomos de nitrógeno, esto es una molécula, pueden alojarse en una vacancia del ion Fe<sup>2+</sup>.

(b). 455 Kg/mm<sup>2</sup> para el valor de la presión (4,4 10<sup>4</sup> Atm.) calculada para temperatura de 600°C.

La expansión del procedimiento al rango de temperaturas de 600 a 1100°C, e incorporado los valores de resistencia a la tracción, asociados a la temperatura y obtenidos de [16], curva (b) Anexo 1, conducen a estimar la relación esfuerzo pN<sub>2</sub>/ rotura. Los resultados se recogen en Tabla I:

**Tabla I. Esfuerzos generados por la presión del nitrógeno en una vacancia de wustita, en el rango de temperaturas 600 a 1100°C**

Esfuerzo (Kg/mm <sup>2</sup> )	455,4	507,9	560,2	612,9	664,6	717,3
Temperatura (°C)	600	700	800	900	1000	1100
Resistencia a la tracción: (MPa) (*) (Kf/mm <sup>2</sup> )	~ 27 2,5	~ 20 2,0	~ 15 1,5	~ 10 1,0	~ 5 0,7	~ 4 0,5
Elongación (%) (*)	~ 0	~ 40	~ 60	~ 80	~ 100	~ 120
Relación esfuerzo/rotura	183	254	375	615	953	1139

Nota: (\*) Fuente [16].

D. Determinación del índice de hinchamiento

Se destaca la elevada relación entre el esfuerzo por efecto de pN<sub>2</sub> y la resistencia a la tracción existente en la wustita, lo que conduce a considerar el potencial

efecto en la generación del HA, y puede cuantificarse utilizando los resultados experimentales sobre la elongación, esto es la deformación ( $\epsilon$ ) de la wustita, reportado en Figura (a) Anexo 1 y asociándola con la relación matemática (1) [17], pág. 91:

$$\epsilon = (\Delta L/L) 100 \quad (1)$$

$\Delta L = L_f - L_i$  = Cambio de longitud, por efecto de pN<sub>2</sub>

$L_f$  = Longitud final

$L_i$  = Longitud inicial

Realizando operaciones de despeje en (1), se obtiene (2) para calcular L<sub>f</sub>, partiendo del radio inicial del ión F<sup>2+</sup> a temperatura de 600°C, fijada como inicio de formación de la wustita. Como ejemplo se calculan los valores de L<sub>f</sub>, para 600 y 700°C, y el procedimiento se aplica para expandir el rango hasta 1100°C.

$$L_f = L_i (\epsilon/100) + L_i \quad (2)$$

Para iniciar los cálculos de L<sub>f</sub> a 600 °C, es necesario fijar el valor de L<sub>i</sub>, por cuanto presenta variaciones, según la fuente consultada: 0,75A (0,075nm) [18], 0,8A (0,08nm) [19], 0,087 nm [20] Apéndice 2, se utilizó 0,087 por estar más actualizado, así  $L_f = 0,087 \text{ nm} * 0 + 0,087 \text{ nm} = 0,087 \text{ nm}$ , este resultado donde  $L_f = L_i$ , es consistente con la no existencia de elongación tipo plástica a la temperatura de 600°C, indicada en Tabla II. A 700°C,  $L_f = 0,087 \text{ nm} * 0,4 + 0,087 \text{ nm} = 0,122 \text{ nm}$ . En resumen, a medida que se incrementa la temperatura, L<sub>f</sub> se convierte en L<sub>i</sub> para la siguiente temperatura, y representa la expansión del espacio confinado dejado por una vacancia del ion Fe<sup>2+</sup> a causa de la pN<sub>2</sub> según la temperatura y el tiempo de retención del FeO, durante la etapa de reducción, reportado en [1]. A través de los valores de L<sub>f</sub>, se determinan los volúmenes expandidos (Vol.exp.), en el rango de temperaturas establecido, y con estos se cuantifica el IH [21]. En Tabla II, se registran los valores indicados.

**Tabla II. Longitud expandida del radio de la vacancia en wustita por efecto de pN<sub>2</sub> y volumen asociado.**

Tem p (°C) (*)	600	700	800	900	1000	1100
Lf (nm)	0,087	0,122	0,195	0,351	0,703	1,544
Vol. exp. (nm <sup>3</sup> )	2,758 · 10 <sup>-3</sup>	7,606 · 10 <sup>-3</sup>	0,031	0,181	1,449	15,418
IH(%) (**)	0	17,56	307,6	483,9	700,6	964,0
Tiem. (min) (*)	20	40	60	80	100	120

Notas: (\*) Fuente [3]; (\*\*) Calculados según Fuente [21].

En Tabla II, se destaca el incremento continuo del IH, sin embargo las probabilidades de que ocurra, disminuyen en la medida que avanza la etapa de reducción, por cuanto también disminuye la formación de FeO, por su conversión a Fe°. Del Anexo 2 [22], se extrae el contenido del FeO, en el rango de temperaturas de la etapa de reducción, valores que al multiplicarse por el IH, actúan como factores de disminución, e identificado con IH corregido (IHC), en Tabla III se recogen los valores resultantes.

**Tabla III. Corrección del IH, por efecto de la disminución del FeO en la etapa de reducción**

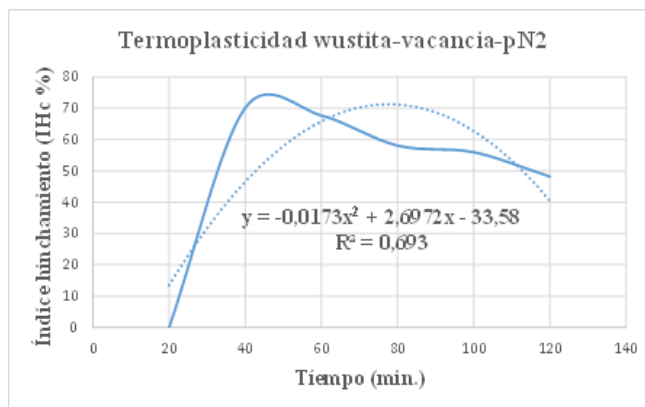
IH(%)	0	175,6	307,6	483,9	700,6	964,0
FeO (%) (*)	~ 22	~ 40	~ 22	~ 12	~ 8	~ 5
IHC(%) (%) x FeO/100	0	70,2	67,7	58,1	56,0	48,2

### III.RESULTADOS

A. Índice de hinchamiento corregido relacionado con el tiempo y termo plasticidad de la wustita

En la Figura 2, obtenida mediante el software Excel, se observa el diagrama de dispersión y la ecuación de correlación, representada por la línea punteada, entre las variables IHC (Tabla III) y el tiempo de permanencia, esto es de reducción (Tabla II), según la temperatura. La ecuación permite estimar una variable a partir

de la otra en el rango considerado y así obtener el grado de dependencia entre esas variables, tanto en sentido de tendencia, como en magnitud, representada por el índice de Pearson (r).

**Figura 2. Gráfico de dispersión en wustita de las variables IHC%=y, en función del tiempo de reducción t= x. Fuente: el autor.**

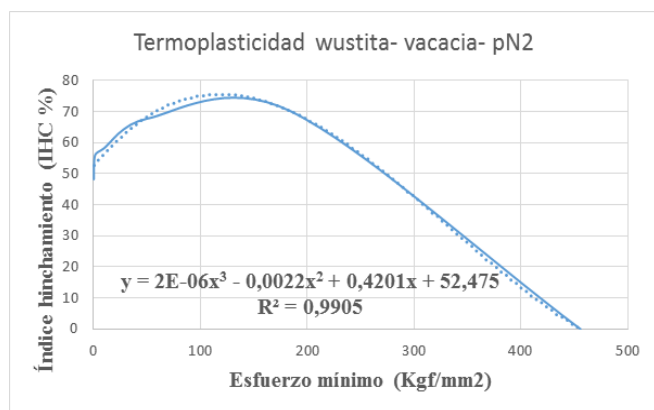
B. Cuantificación de los esfuerzos mínimo necesarios para la expansión de una vacancia asociado con la temperatura, la termo plasticidad y tiempo de reducción de la wustita

En Tabla I, se muestran valores del esfuerzo generado por la pN<sub>2</sub>, sin considerar la característica termo plástica de la wustita, y en Tabla II el volumen de la vacancia, según su termo plasticidad, sin embargo debido a la alta relación esfuerzo/resistencia a la rotura, el volumen expandido mostrado en Tabla II, ocurre a un esfuerzo menor (Esfmini) al indicado en Tabla I, y se calculó mediante el procedimiento expuesto en Apéndice 1, introduciendo los valores Vol. exp., y despejando la pN<sub>2</sub> en la ecuación de los gases ideales, los resultados, junto a los valores de IHC, tomados de Tabla III, se agrupan en Tabla IV.

**Tabla IV. Esfuerzos mínimos necesarios para la expansión de una vacancia en wustita**

Esf <sub>mini</sub> (Kgf/mm <sup>2</sup> )	455,7	184,0	49,8	9,3	1,3	0,13
IHC (%)	0	70,2	67,7	58,1	56,0	48,2

El gráfico de dispersión y la ecuación de correlación entre las variables IHC y Esf.mín., se muestran en Figura 3.



**Figura 3. Índice de hinchamiento corregido (y) y su relación con el esfuerzo mínimo (x) necesario para expansión de la wustita. Fuente: el autor.**

### C. Análisis de resultados

En figura 2, se muestra la evolución del IHC hacia la baja y contraria a la tendencia mostrada en Tabla II, y puede explicarse por la existencia simultánea del crecimiento del  $\text{Fe}^\circ$  y la disminución de la wustita que podrían favorecer el efecto del menor volumen molar aportado por el  $\text{Fe}^\circ$ , y sugerido en [23], para explicar el cambio de pendiente en el perfil característico asociado con el fenómeno de hinchamiento anormal, además se acopla con la inclusión del factor IHC de disminución de wustita como corrector del IH, Tabla III, creciente en la wustita y obtenida por oxidación en [16]. A través del coeficiente de determinación ( $R^2$ ), se obtiene  $r = \sqrt{R^2} = 0,8325$  para la Figura 2 y  $0,9952$  en la Figura 3. Valores asociados con una fuerte dependencia entre las variables, y correlación significativa del 99%, más detalles sobre el análisis estadístico en [3]

Las relaciones:  $\text{IHC} = f(\text{tiempo})$  e  $\text{IHC} = f(p\text{N}_2)$ , de las Figuras, 2-3, se ajustan al fenómeno físico del proceso de reducción, e involucra la característica termoplástica de la wustita, el tiempo-aumento de temperatura y el efecto expansivo de la  $p\text{N}_2$  y coadyuvaría la validez del procedimiento de cálculos empleado.

En la Figura 2, se destaca que al final de la etapa de reducción existe un remanente de IHC entre 70 y 40% a los 80 y 120 min de reducción respectivamente y podría ser efecto de la presión ejercida por el nitrógeno des absorbido en la vacancia de la wustita, y de ser así podría estimular la revisión del ensayo de reducción de la norma ISO 4698.

En Figura 3, se muestra la existencia de un elevado valor de esfuerzo generado por la  $p\text{N}_2$  (455,7  $\text{Kg}/\text{mm}^2$ ) a inicios de la etapa de reducción, sin generar efecto expansivo en la wustita debido a la baja temperatura ( $600^\circ\text{C}$ ), donde la wustita no presenta características termoplásticas y al contrario se comporta como mate-

rial frágil, así el esfuerzo de fractura de su red cristalina, presenta un bajo valor de esfuerzo de cedencia, con limitada expansión de tipo elástica que es recuperada al fluir el nitrógeno des absorbido. Mientras avanza la etapa de reducción, la tendencia al aumento en la termoplasticidad de la wustita es contrarrestada por su disminución al convertirse en hierro metálico.

## IV. CONCLUSIONES

1. Al comienzo de la etapa de reducción,  $600^\circ\text{C}$ , la wustita presenta propiedades de material frágil, y mientras avanza la reducción se incrementa su plasticidad, cuyo efecto en el hinchamiento anormal está limitado por su conversión a hierro metálico

2. Se determinaron dos relaciones matemáticas entre el índice de hinchamiento en función: del tiempo reducción y del esfuerzo generado por la presión del nitrógeno des absorbido en una vacancia de la wustita., en el rango de temperaturas de reducción en estado sólido de  $600^\circ\text{C}$  hasta  $1100^\circ\text{C}$ , con nivel de confianza del 99%.

3. De la correlación entre las mencionadas variables se destaca el aporte del 40 al 70%, en el índice de hinchamiento, al final de la etapa de reducción y podría tener origen en la presencia del nitrógeno des absorbido en la red cristalina de la wustita.

4. El resultado anterior podría conducir a la revisión del ensayo de reducción contenido en la norma ISO 4856, que establece el uso del nitrógeno para determinar el índice de hinchamiento, y que podría ser fuente de distorsión de los resultados de hinchamiento actualmente reportados.

## APÉNDICE 1

### Memoria cálculos en wustita

Cálculo de presión debido al nitrógeno en una vacancia de wustita

Conocidas la existencia de cavidades, vacancias, en la red cristalina de la wustita y la presencia del gas nitrógeno en el aglomerado, y mediante el mecanismo propuesto [1] para la ejecución de cálculos [3] se podría estimar la presión y el esfuerzo interno generado a temperatura ambiente, considerando la relación (R) de volumen del ion  $\text{Fe}^{+2}$  y el átomo de nitrógeno (N) cuyos valores de radios atómicos son 0,087 y 0,071 nm respectivamente, [20] Apéndice 2:

$$\begin{aligned} \text{Vol. Fe}^{+2} &= \text{Vol. } \square_{\text{Fe}^{+2}} = 4/3 \pi (0,087 \text{ nm})^3 = 2,76 \cdot 10^{-3} \text{ nm}^3 \\ \text{Vol. N} &= 4/3 \pi (0,071 \text{ nm})^3 = 1,50 \cdot 10^{-3} \text{ nm}^3 \rightarrow R = 1,84 \end{aligned}$$

La cantidad de átomos de nitrógeno que la vacancia potencialmente puede contener, se relaciona con núme-

ros enteros debido a la teoría atómica de la bola rígida, donde el átomo es indivisible, así que se alojaran dos átomos de forma ajustada, en lugar de uno que estaría holgado y no contribuiría con el equilibrio termo mecánico de la red cristalina. Estos dos átomos tenderían a ubicarse en menor estado de energía que al estar separados, formando una molécula gaseosa y de esta manera se cumpliría con el equilibrio termodinámico “Un sistema con masa, presión y temperatura constante y sin ejecutar trabajo que no sea contra la presión, alcanzará el equilibrio cuando la energía libre de Gibbs, sea mínima” [24] pág. 185.

La molécula de gas nitrógeno confinada en la vacancia ejercerá una presión que se puede estimar, usando la ley de los gases ideales ( $P V = nRT$ ) por cuanto existen las condiciones de alta temperatura y baja concentración del gas en el interior de la fase cristalina wustita:

Obtención de datos faltantes para cálculo de la presión a temperatura de 600°C (873K)

$V =$  Volumen de vacancia  $\square$  (1/Lit.)

$n =$  cantidad de moles asociados a una molécula de gas nitrógeno (mol).

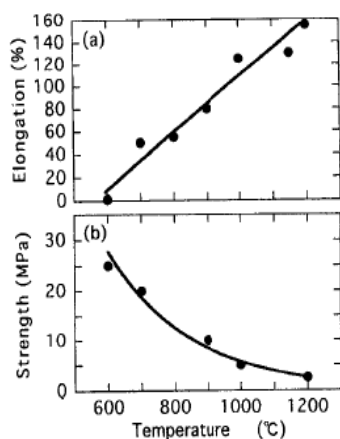
Cantidad moles de gas  $N_2$ , en relación al número de Avogadro:

$n = 1 \text{ molécula} \cdot \text{mol} / 6,02 \cdot 10^{23} \text{ moléculas} = 0,17 \cdot 10^{-23} \text{ mol}$

$V_{\square} Fe^{+2} = 2,76 \cdot 10^{-3} \text{ nm}^3 \cdot (10^{-9} \text{ m/nm})^3 \cdot 10^3 \text{ Lit/m}^3 = 2,76 \cdot 10^{-27} \text{ Lit.}$

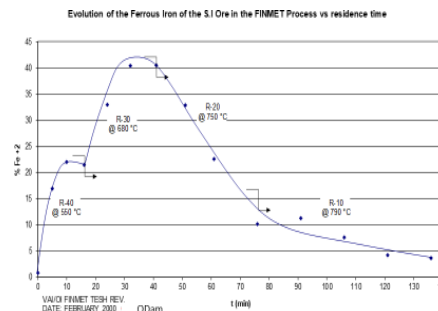
$P = (0,17 \cdot 10^{-23} \text{ mol} \cdot 0,082 \text{ At} \cdot \text{Lit} / \text{mol K} \cdot 873 \text{ K}) / 2,76 \cdot 10^{-27} \text{ Lit} = 4,4 \cdot 10^4 \text{ At} \cdot 0,102 \cdot 10^{-6} \text{ Kgf/mm}^2 / 9,869 \cdot 10^{-6} = 455 \text{ Kgf/mm}^2.$

## ANEXO 1



Fracture elongation(a) and tensile strength(b) of FeO specimen at the strain rate of  $2.0 \times 10^{-3} \text{ s}^{-1}$

## ANEXO 2



## REFERENCIAS

- [1].L. Azócar. Mecanismo de hinchamiento de óxido de hierro en procesos de metalización. In print-Revista Athenea. 2021.
- [2].L. Azocar. Efectos de la velocidad de metalización y cambios de volumen de transformación de óxidos de hierro en el fenómeno de hinchamiento durante el proceso de reducción en estado sólido. Monografía de Investigación. Unexpo, Vicerrectorado Puerto Ordaz. 2021.
- [3].L. Azócar. Cuantificación de los esfuerzos generados en el mecanismo de hinchamiento anormal del hierro por efecto de la presión del nitrógeno y flujo viscoso durante el proceso de reducción. En revisión-Revista Athenea 2022.
- [4].M. Yang, Nitriding – fundamentals, modeling and process optimization. A Dissertation Submitted to the Faculty of the Worcester Polytechnic Institute in partial fulfillment of the requirements for the Degree of Doctor of Philosophy in Material Science and Engineering, 2012, pp. 14
- [5].B. H. Mahan. University Chemistry. 3°ed. Addison-Wesley Publishing Company. Philippines. 1975.
- [6].A. G. Gaydon and W. G. Penney. The dissociation energies of CO, N2, NO and CN. Imperial College of Science and Technology, S. W 7. (Communicated by Sir Alfred Egerton, Sec.R.S.—Received 30 March 1944), pp. 374-388.
- [7].M. Alonso, E. Finn. Fundamentos cuánticos y estadísticos. Addison-Wesley Iberoamericana. USA. 1986. Vol. III.
- [8].O. G. Dam. The effect of nitrogen of swelling iron ore. Thesis Doctoral Imperial College, London. 1983.
- [9].W. D. Calister,jr, Introducción a la ciencia e ingeniería de materiales.2° ed., México. Limusa Wiley, 2009.
- [10].W. F. Smith. Fundamentos de la Ciencia e Ingeniería de Materiales. 3ed. Mc Graw Hill. España 1998.
- [11].D. R. Askeland, Ciencia e ingeniería de los materiales. 3° ed., México. International Thomson Editores.

1998.

[12].J. D. Mackenzie and C. E. Birchenal. Plastic flow of iron oxides and the oxidation of iron. Corrosion National Association of Corrosion Engineers. Vol. 13, December 1957, pp. 17-20.

[13].D. L. Douglass. The Role of Oxide Plasticity on the Oxidation Behavior of Metals: A Review. Oxidation of Metals, Vol. 1, No. 1, 1969, 127-142.

[14].M. F. Ashby. Mechanisms of Deformation and Fracture. Advances in Applied Mechanics. Vol. 23. Copyright © 1983 by Academic Press, Inc. All rights of reproduction in any form reserved. ISBN 0-12-002023-8, pp. 117-177.

[15].M. Schütze. Plasticity of protective oxide scales. Materials Science and Technology. January 1990 Vol. 6, pp.32-38.

[16].Y. Hidaka, T. Anraku and N. Otsuka. Deformation of FeO oxide scales upon tensile tests at 600-1200°C. Materials Science Forum Vols. 369-372 (2001), 555-562.

[17].R. C. Hibbeler. Mecánica de materiales. 6° ed. Pearson Prentice Hall. Mexico. 2006.

[18].R. Nicolle and A. Rist. The Mechanism of Whisker Growth in the Reduction of Wustite. Metallurgical

Transactions B. Vol. 10B, September 1979, pp. 429-438.

[19].M. H. Davies, M. T. Simnad, and C. E. Birchenall. On the mechanism and kinetics of the scaling of iron. Transactions Aime, Journal of Metals, October 1951, 889- 896.

[20].J. F. Shackelford. Ciencia de los materiales para ingenieros. 3° ed. Mexico. Prentice Hall Hispanoamericana. S. A. 1995.

[21].ISO 4698 (2007). Iron ore pellets for blast furnace feedstock-Determination of free swelling index.

[22].G. O. Dam. Archivo personal programa de simulación de los resultados de planta piloto de los reactores del [proceso finmet./ oi-bhp research program 2000]. Gráfica feo-tiempo reducción. 2020.

[23].T. Elkasabgy. Causas, Mecanismos y Control de la Degradación de Aglomerados de Mineral de Hierro Durante la Reducción en el Alto Horno. LatinAmerican Journal of Metallurgy and Materials. Vol 3, N° 2, 1983, pp. 106-117.

[24]. M. A. Meyer and K. K. Chawla. Mechanical behavior of materials. New Jersey, USA. Prentice Hall, Inc. 1999.

## LA INFLUENCIA DE INTERNET EN LA PRODUCCIÓN, CONSUMO DE CULTURA Y ENERGÍA

Girón Villarroel Thamara

<https://orcid.org/0000-0002-2193-9215> thamara.giron@gmail.com

Doctoranda en Ciencias de la Ingeniería Unexpo Vice- Rectorado Puerto Ordaz, Venezuela

---

**Resumen:** En este artículo se analiza como internet ha impactado la producción de contenido digital en el consumo cultural y de energía eléctrica. El consumo de energía en Internet tiene un incremento, debido a la utilización generalizada de dispositivos portátiles y sistemas de conexión inalámbricos a la red. Además de un aumento de la tasa de bits del contenido al que se accede, como consecuencia del denominado video streaming, servicios online y aumentará aún más con la implantación del 5G.

---

**Palabras Clave:** Influencia de internet, Producción, Cultura, Consumo de energía, destrucción creativa.

## COMBINED EFFECT OF NITROGEN PRESSURE, VACANCIES AND THERMOPLASTICITY ON THE PHENOMENON OF ABNORMAL SWELLING IN WUSTITE

---

**Abstract:** This article analyzes how the internet has impacted the production of digital content, cultural consumption, and electricity consumption. Energy consumption on the internet has increased due to the widespread use of portable devices and wireless connection systems to the network. Additionally, there is an increase in the bit rate of accessed content, as a consequence of so-called video streaming and online services, which will further increase with the implementation of 5G.

---

**Keywords:** Internet influence, Production, Culture, Energy consumption, creative destruction.



## I. INTRODUCCIÓN

Se analizó el impacto de internet en la producción y la cultura (los medios de comunicación) que sirven de amplio caso de estudio. Para muchos de estos ámbitos, internet ha sido “una tecnología disruptiva” (Christensen, 1997) que ha transformado industrias, hecho inviables estrategias de negocios ampliamente afianzadas e introducido nuevas maneras de organizar la producción y la distribución.

Se planteó que internet es una tecnología con un enorme potencial para desencadenar oportunidades. Sin embargo, la concreción de estas oportunidades depende, en primer lugar, de la inclinación del usuario a aprovecharla de manera creativa y, en segundo lugar, la capacidad del sector privado y público, de convertir herramientas tales como la propiedad intelectual, la regulación, la supervisión y la censura en control. Allí donde el efecto de internet en la cultura pasa por un equilibrio entre lo distópico y lo eufórico. En este contexto, el futuro impacto cultural de internet se presenta como un escenario incierto y estrechamente vinculado al consumo de energía.

A continuación, se presenta introducción, descripción: definición de términos básicos, método, internet y la producción cultural, internet y las artes, la información y el cambio cultural, resultados y su discusión, las conclusiones y las referencias bibliográficas.

## II. DESCRIPCIÓN

En determinados momentos es posible que el lenguaje de internet ha afectado el mundo y sus usuarios. El usuario debe saber que la expresión “efecto internet”, es una abreviatura útil, que debe considerar, por lo menos tres razones. La primera es que las tecnologías no cambian al usuario, sino que proporcionan affordances<sup>1</sup> (Gibson, 1977) que le permiten hacer las cosas que más les gustan o que necesitan hacer con mayor facilidad. La disponibilidad de estas affordances puede alterar la conducta, reduciendo el coste (de tiempo o de dinero) de determinadas actividades (por ejemplo, ver extractos de películas u otros) frente a otras actividades (ver contenido en tiempo real).

La segunda es que, el desempeño del internet en las vidas de los usuarios, incluso en sociedades económicamente avanzadas, se ubica entre el 10% y el 30% de los habitantes dispone de conexión a internet de banda ancha (Miniwatt, 2013), y muchos quienes tienen acceso no obtienen beneficio de ello (Van Deursen y Van Dijk, 2013) y aun no producen contenidos “online”.

Por último, lo llamado “internet” es un blanco móvil, un producto no solo del ingenio tecnológico, sino

también de estrategias económicas y políticas. En las democracias industriales avanzadas es el reflejo de un régimen regulatorio concreto en el cual los estados asignan derechos de propiedad intelectual y, mediante legislación, influyen en el coste y la rentabilidad potencial de las inversiones en distintas clases de tecnologías en red (Benkler, 2006 y Crawford, 2013).

Internet ha tenido un impacto más profundo en aquellos sectores de la industria cultural en las que el producto puede ser digitalizado, es decir, convertido en partes y montado de nuevo en el ordenador, la tableta o el teléfono móvil de un usuario. A medida que el ancho de banda y la velocidad de transmisión van aumentando, ocurren,

cambios en los modelos de negocio dominantes, así como la interacción con la cultura y el consumo de energía va variando.

Desde un punto de vista analítico, en la industria tradicional, la producción y la distribución estaban en gran medida, aunque no del todo, unificadas y, con la excepción del ámbito de las artes.

### A. Definición de términos básicos

Por “Producción cultural” se refiero a los sectores de las artes escénicas y visuales, la literatura y los medios de comunicación.

El economista austriaco Joseph Schumpeter (1942) se refirió a este proceso como “destrucción creativa”: destructivo por su duro impacto en las empresas existentes, pero creativo por la vitalidad económica que desencadenó.

Por citar los dos ejemplos más notables de destrucción creativa, desde 1999, cuando el uso de internet empezó a despegar en Estados Unidos, las ventas de música grabada como porcentaje del PIB han caído en el 80% y los ingresos de los periódicos, en el 60% (Waterman y Ji, 2011).

Affordance: término acuñado por el psicólogo estadounidense James G. Gibson en la década de 1970 para designar el uso potencial de un objeto en relación con su entorno. No existe una traducción consensuada al español, aunque se han empleado, entre otras: “permissividad”, “comprensión intuitiva”, “adecuación” y “potencialidad”.

Las affordances de la digitalización para la producción han sido igual de importantes, aunque a menudo pasadas por alto, quizá porque están relacionadas con aparatos propiedad de usuarios (ordenadores, consolas y mezcladores de sonido, cámaras y editores de vídeo) y no con internet mismo (Carroll, Dobrev y Swaminathan, 2002; Waterman y Ji, 2011; Masnick y Ho, 2012).

## B.Método

Para calcular estas cifras se tomó información sobre consumo de energía en internet en formato de hoja de cálculo de la Asociación de Estados Unidos y GDP y de deflación del PIB de la web, utilizando estos datos para analizar su tendencia.

El número de temas lo proporciona Spotify, que aclara que no todos los temas tienen licencia de distribución en todos los países en los que opera.

Un estudio cuasiexperimental concluye que la disponibilidad de descargas de películas (con iPods) reduce las recaudaciones entre el 5% y el 10%, (Danaher et al., 2010).

Los requerimientos de ancho de banda para los usuarios, va dirigido a la comercialización y distribución de productos. Existen indicios de partición de recursos en la industria; (Boczkowski, 2010; Nee, 2013; Mitchell et al., 2013; Knight Community News Network, 2013).

## C.Internet y la Producción Cultural

En campos con modelos de negocio fuertes, aunque también es posible que debido a la descentralización de la producción y el consumo, relativamente poca gente sea consciente de ella.

Consideremos tres de los sectores que se han visto afectados. El cine es un ejemplo atípico que ha capeado el temporal con notable éxito. La prensa escrita lo ha sufrido de forma especial, con consecuencias potencialmente significativas para las sociedades democráticas que dependen de una prensa fuerte (MPAA, 2012; Masnick y Ho, 2012: 10; Acland, 2012; Safner, 2013; Danaher y Waldfogel, 2013). Ver figura 1.

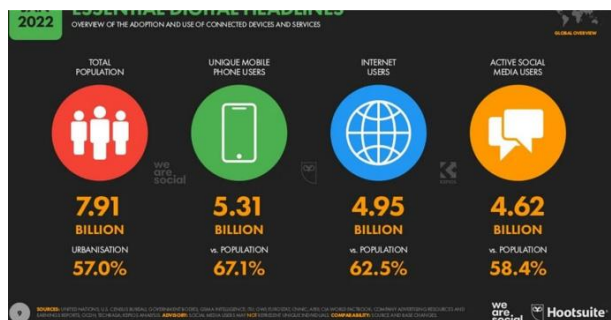


Figura 1: Producción y consumo de cultura.

Fuente: <https://yiminshum.com/internet-social-media-redes-2022/>

Dispositivos más usados 2022

Los dispositivos más usados de este año, están divi-

didados de la siguiente manera:

96,2% Smartphone o teléfonos inteligentes. 63,1% laptops o computadoras personales. 34,8% tablets.

27,4% Smart watch o Smart wristband. 20,3% consola de videojuegos.

15,5% dispositivos de TV streaming. 14,1% dispositivos de smarthome.

8,8% teléfonos normales.

4,8% dispositivos de la realidad virtual. Tiempo invertido por día en diversos medios

La dependencia diaria en diversos medios y actividades realizados por los usuarios, pueden variar según el tiempo invertido, no obstante, el día de hoy presentamos el tiempo promedio que le dedica a los usuarios:

6 horas y 58 minutos, invierten las personas navegando en internet.

3 horas y 20 minutos, invierten las personas en ver televisión a través de Broadcast y Streaming.

2 horas y 27 minutos, invierten las personas en los medios sociales.

2 horas, invierten las personas en leer medios de prensa, tanto online e impreso.

1 hora y 33 minutos, invierten las personas escuchando música en servicios Streaming.

1 hora y 12 minutos, invierten las personas jugando consolas de videojuegos.

1 hora y 1 minuto, invierten las personas escuchando radio.

55 minutos, invierten las personas escuchando podcasts.

Como lo muestra la figura 2.

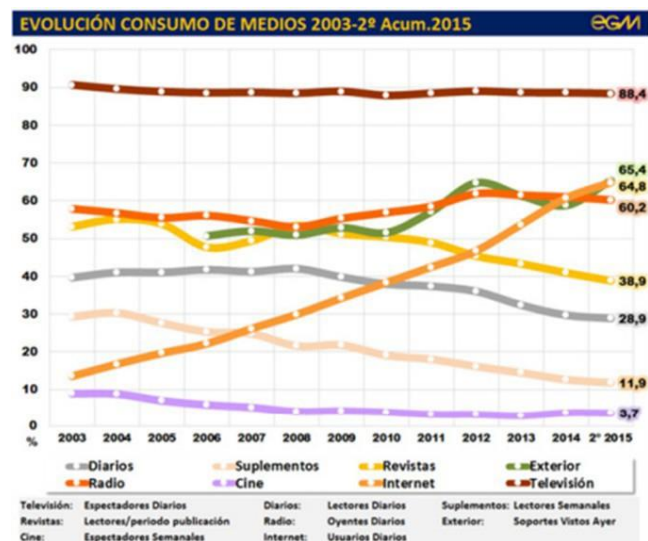


Figura 2: Evolución de consumo de medios de comunicación entre 2003-2015.

La influencia de internet varía de un sector a otro, de forma que conviene evitar las generalizaciones fáciles; otra es que existen razones para creer que los cambios que actualmente se están produciendo en determinados campos son, al menos, inestables y una tercera es que la manera en que creadores e industria cultural usan internet dependerá de las políticas públicas.

(Rogério, 2011). La normativa sobre la ley de propiedad intelectual ha sido un campo de batalla particularmente controvertido. (Lessig, 2004).

Se trata en muchos casos de problemas técnicos, y resultarán críticos a la hora de determinar si internet seguirá siendo una herramienta tan abierta y útil para los creadores como lo es hoy (Benkler, 2006 y Crawford, 2013).

#### D. Internet y las artes, la información y el cambio cultural

La influencia de internet en la producción y el uso de la cultura está condicionada por tendencias más amplias que conforman la manera en que los usuarios deciden usar las affordances que proporciona la tecnología.

Castells (1996), los cambios en la organización de las sociedades humanas hayan tenido unos efectos culturales (incluidas una mayor fluidez y prominencia de la identidad individual) que han intensificado el apetito de cultura de muchas personas.

Chris Anderson (2006) llamó la «larga cola» de la demanda de mercado. Las tecnologías han reducido los costes de almacenaje e inventariado, que ahora precisan de espacio en un servidor en lugar de un almacén, facilitando a las compañías beneficiarse de proporcionar artefactos para los que existe una demanda relativamente pequeña. (Caves, 2000; Schwartz, 2008).

Investigaciones realizadas en Francia, España y Estados Unidos sugieren que usuarios, siguen haciendo la tradicional distinción entre «alta cultura» y «cultura popular» (Bourdieu, 1984; Coulangeon y Lemel, 2007; Goldberg, 2011 y Lizardo, 2005; Peterson y Kern, 1996). (Cass

Sunstein, 2001) (Turow, 2011). El efecto de estas tecnologías dependerá del comportamiento de los usuarios.

Las investigaciones de Markus Prior, 2005; Tepper y Hargittai, 2009). Internet proporciona una oferta rica de arte, música e información, permitiendo a los usuarios profundizar en la actualidad política, aprender y disfrutar de una variedad sin precedentes de experiencias estéticas.

La posibilidad de que internet nos conduzca a un mundo donde la desigualdad cultural e informativa

sea aún mayor, un mundo en el que una élite instruida obtenga información y ofertas de ocio online de una amplia variedad de fuentes, mientras que la mayoría se queda con lo que las grandes compañías de medios de comunicación derrotadas y mermadas tienen que ofrecer, plantea un desafío importante a la democracia tanto cultural como política.

### III. RESULTADOS

#### Caso De Estudio: La Industria Discográfica.

El sector musical es el más perjudicado por el cambio tecnológico, definido como “industria musical” que, para finales de la década de 1990, suponía el 90% de la música grabada en Estados Unidos y cerca del 75% de la global; Hrcs, 2012). Hasta 2012 la industria experimentó una caída continuada de las ventas, empleo y número de establecimientos comerciales. Según la Oficina de Estadística Laboral de Estados Unidos, llegando al 40% en 2012 (IFPI, 2010). En términos globales, los ingresos por grabaciones musicales en todas sus modalidades cayeron más del 40% entre su punto álgido, 1999 y su punto más bajo, en 2011 (Smirke, 2013). la creciente disponibilidad y asequibilidad del software y el hardware para músicos independientes (Leyshon, 2008). Ver figura 3:

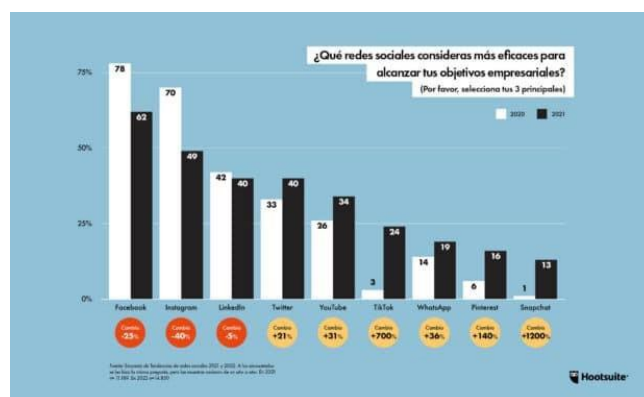
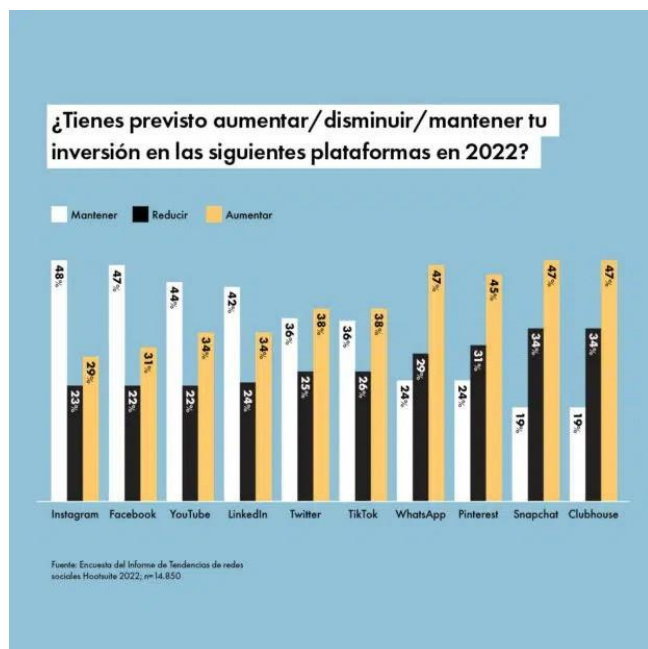


Figura 3: fuente: Shannon Tien, Konstantin Prodanovic. November 24, 2021

Dentro de un contexto de fracaso generalizado por parte de la industria a la hora de adaptarse a las nuevas tecnologías. (Waldfoegel, 2012b y Tschmuck, 2010). En la medida en que estas modalidades afectan a las ventas (porque generan menos beneficios de los que se obtendrían con una distribución equivalente del álbum físico), su impacto puede atribuirse a internet, las ventas y la cesión de licencias digitales parecen más bien haber revivido la industria y hoy suponen el 40% de sus ingre-

tos globales (DiCola, 2013). Ver figura 4:



**Figura 4:** fuente: Fuente: Hootsuite Informe de Tendencias de redes sociales 2022

En muchos casos, internet ha mejorado las oportunidades para obtener ingresos no relacionados con la propiedad intelectual. (Mortimer, et al., 2012). (Madden, 2004 y DiCola, 2013).

Entre 1998 y 2010 el lanzamiento de álbumes por parte de las principales compañías cayó en cerca del 40%. (Waldfoegel, 2012<sup>a</sup>; Waldfoegel, 2012a). (Albinston, 2013; Krueger, 2005 y Montoro Pons y Cuadrado García, 2011). Sin embargo, estamos asistiendo a una marea de cambio dentro de la industria que habría sido imposible sin las affordances que proporciona internet.

#### IV. DISCUSIONES

Este enfoque parece lógico ya que, para 2010, más del 50% de los consumidores estadounidenses usaban internet para ponerse al día de novedades musicales, mientras que solo el 32% las descubría en la radio (Waldfoegel, 2012b).

4. Los nuevos soportes tecnológicos permiten nuevas formas de sociabilidad construidas alrededor de las tecnologías que emplean.

Tal y como señaló Manuel Castells en los albores de la era de internet (1996), la creciente importancia de las redes frente a formas de organización más formales es un rasgo de las sociedades contemporáneas en muchos campos.

Barry Wellman (Wellman et al., 2003), al escribir

sobre el impacto de internet en las relaciones sociales desde un punto de vista más general, ha llamado a esta combinación de impactos local y global «glocalización». (Foster, Borgatti y Jones, 2011 y Cummins-Russell y Rantisi, 2012).

Con la aparición de los dispositivos inalámbricos portátiles, el envío de mensajes se convierte en un medio de comunicación central siempre dentro de estos grupos estrechamente conectados. (Lena, 2012). (DeVeaux, 1999; Van Ronk y Wald, 2006;

Gleason, 1969; Crossley, 2008; Pham, 2013; Baym, 2011).

Este caso de estudio ha descrito la industria, basada en redes y condicionada (Baym, 2011).

#### V. CONCLUSIONES

La influencia de internet en la industria cultural y las probabilidades que los cambios que se han descrito persistieran en el futuro. Encajan los cambios descritos dentro de tendencias más amplias de la cultura contemporánea.

Con respecto al objetivo de investigación se es fundamental encontrar un equilibrio para avanzar hacia una energía más sostenible e inteligente.

#### AGRADECIMIENTOS

A las organizaciones encuestadas total agradecimiento, cabe esperar una mayor participación de aquellas organizaciones con presencia en la web de las instituciones artísticas y empleados dedicados a la misma, los resultados de la encuesta en las actividades web de las instituciones artísticas como:

<http://muva.elpais.com.uy/>, Oficina de Estadística Laboral de Estados Unidos: <http://www.bls.gov/spotlight/2013/media/>, Oficina de Estadística Laboral de Estados Unidos, <http://www.newspaper-ad-revenue.com/>, <http://press.spotify.com/us/information/>, <http://tmbw.net/wiki/Dial-A-Song>.

#### REFERENCIAS

- [1]A Olmos Villanueva - 2021 - uvadoc.uva.es. La obsolescencia programada en nuestra sociedad: perspectivas y análisis. uva.es
- [2]Benkler, Y. (2006). *The Wealth of Networks: How Social Production Transforms Markets and Freedom*. Cambridge, MA: MIT Press.
- [3]Christensen, C. M. (1997). *The Innovator's Dilemma: When New Technologies Cause Great Firms to Fail*. Boston, MA: Harvard Business School Press.
- [4]Crawford, K. (2013). *The Radical Hope of Parks and Recreation: A Critical Examination of the Digital Logic of Public Space*. New York, NY: Oxford University

Press.

- [5] Gibson, J. J. (1977). *The Ecological Approach to Visual Perception*. Boston, MA: Houghton Mifflin.
- [6] Miniwatt. (2013). *The World's Broadband Speed League*. <https://www.youtube.com/watch?v=Et-nUo-MWxfs>.
- [7] Van Deursen, A. J., & Van Dijk, J. A. (2013). The Digital Divide Revisited: ICT Access and Use Among Older Adults in Europe. *New Media & Society*, 15(1), 101-121.
- [8] Acland, Charles. «From International Blockbusters to National Hits: Analysis of the 2010 UIS Survey on Feature Film Statistics», 2012. UNESCO Institute of Statistics, Bulletin n.º. 8. [http://www.uis.unesco.org/culture/Documents/ib8-analysis\\_s-cinema-production-2012-en2.pdf](http://www.uis.unesco.org/culture/Documents/ib8-analysis_s-cinema-production-2012-en2.pdf)
- [9] Albinsson, Staffan. «Swings and Roundabouts: Swedish Music Copyrights 1980-2009». *Journal of Cultural Economics* 37 (2013): 175-184.
- [10] Anderson, Chris. *The Long Tail: Why the Future of Business is Selling Less of More*. Nueva York: Hyperion, 2006.
- [11] Baym, Nancy K. «The Swedish Model: Balancing Markets and Gifts in the Music Industry». *Popular Communication* 14 (2011): 22-38.
- [12] Benkler, Yochai. *The Wealth of Networks: How Social Production Transforms Markets and Freedom*. New Haven: Yale University Press, 2006.
- [13] Boczkowski, Pablo. *News at Work: Imitation in an Age of Information Abundance*. Chicago: University of Chicago Press, 2010.
- [14] Bourdieu, Pierre. *Distinction: A Social Critique of the Judgment of Taste*. Cambridge, Massachusetts: Harvard University Press, 1984.
- [15] Carroll, Glenn R., Stanislav Dobrev y Anand Swaminathan. «Organizational Processes of Resource Partitioning». *Research in Organizational Behavior* 24 (2002): 1-40.
- [16] Castells, Manuel. *The Rise of the Network Society*. Londres: Blackwell, 1996 [ed. esp. *La sociedad red: una visión global*. Madrid: Alianza editorial, 2006].
- [17] Caves, Richard E. *Creative Industries*. Cambridge: Harvard University Press, 2000.
- [18] Christensen, Clayton. *The Innovator's Dilemma: When New Technologies Cause Great Firms to Fail*, 1977. Boston: Harvard Business Press.
- [19] Coulangeon, Philippe y Yannick Lemel. «Is "Distinction" Really Outdated? Questioning the Meaning of the Omnivorization of Taste in Contemporary France». *Poetics* 35 (2007): 93-111.
- [20] Crawford, Susan. *Captive Audience: The Telecom Industry and Monopoly Power in the New Gilded Age*. New Haven: Yale University Press, 2013.
- [21] Crossley, Nick. «Pretty Connected: The Social Network of the Early UK Punk Movement». *Theory, Culture and Society* 25 (2008): 89-116.
- [22] Cummins-Russell, Thomas y Norma M. Rantis. «Networks and Place in Montreal's Independent Music Industry». *The Canadian Geographer* 56 (2012): 80-97.
- [23] Danaher, Brett, Samita Dhanasobhon, Michael D. Smith y Rahul Telang. 2010. «Converting Pirates without Cannibalizing Purchasers: The Impact of Digital Distribution on Physical Sales and Internet Privacy». <http://ssrn.com/abstract=1381827>
- [24] Danaher, Brett, Michael D. Smith, Rahul Telang y Siwen Chen. 2012. *The Effect of Graduated Response Anti-Piracy Laws on Music Sales: Evidence from an Event Study in France* (21 de enero de 2012). SSRN: <http://ssrn.com/abstract=1989240>
- [25] Danaher, Brett y Joel Waldfogel. «Reel Piracy: The Effect of Online Film Piracy on International Box Office Sales», 2012. <http://ssrn.com/abstract=1986299>
- [26] DeVeaux, Scott. *The Birth of Bebop: A Social and Musical History*. Nueva York: Picador, 1999.
- [27] DiCola, Peter. «Money From Music: Survey Evidence on Musicians' Revenue and Lessons About Copyright Incentives». *Arizona Law Review*, 2013. <http://ssrn.com/abstract=2199058>
- [28] DiMaggio, P., "La influencia de internet en la producción y el consumo de cultura. Destrucción creativa y nuevas oportunidades", en *C@mbio: 19 ensayos clave sobre cómo internet está cambiando nuestras vidas*, Madrid, BBVA, 2013. <https://www.bbvaopenmind.com/articulos/la-influencia-de-internet-en-la-produccion-y-el-consumo-de-cultura-destruccion-creativa-y-nuevas-oportunidades/>
- [29] DiMaggio, Paul. «Nonprofit Organizations and the Intersectoral Division of Labor in the Arts». *The Nonprofit Sector: A Research Handbook*, 2a edición., ed. Walter Powell y Richard Steinberg. New Haven: Yale University Press, 2006.
- [30] DiMaggio, Paul y Toqir Mukhtar. «Arts Participation as Cultural Capital in the United States, 1982-2002: Signs of Decline?», 32 (2004): 169-194.
- [31] Downie, Leonard, Jr. y Michael Schudson. «The Reconstruction of American Journalism», *Columbia Journalism Review*, 19 de octubre de 2009. [http://www.cjr.org/reconstruction/the\\_reconstruction\\_of\\_american.php?page=all](http://www.cjr.org/reconstruction/the_reconstruction_of_american.php?page=all)
- [32] Foster, Pacey, Stephen P. Borgatti y Candace Jones. «Gatekeeper Search and Selection Strategies: Relational and Network Governance in a Cultural Market». *Poetics* 39 (2011): 247-265.

- [33] FRED (Reserva Federal de San Luis). «Gross Domestic Product (Implicit Price Deflator)». 31 de julio de 2013 (actualizado). <http://research.stlouisfed.org/fred2/series/A191RD3A086NBEA/downloaddata?cid=21>
- [34] Gibson, James J. «The theory of affordances». Págs. 67-82 en *Perceiving, Acting and Knowing*, ed. de Robert Shaw y James Bradford. Hillsdale, Nueva Jersey: Lawrence J. Erlbaum, 1977.
- [35] Gleason, Ralph. *The Jefferson Airplane and the San Francisco Sound*. Nueva York: Ballantine, 1969.
- [36] Goldberg, Amir. «Mapping Shared Understandings Using Relational Class Analysis: The Case of the Cultural Omnivore Reexamined». *American Journal of Sociology* 116 (2011): 1397-1436.
- [37] Hracs, Brian J. «A Creative Industry in Transition: The Rise of Digitally Driven Independent Music Production». *Growth and Change: A Journal of Urban and Regional Policy* 43 (2012): 442-461.
- [38] (IFDI) Federación internacional de la industria fonográfica (2010). *IFPI Digital Music Report 2010: Music How, Where and When You Want It*. <http://www.ifpi.org/content/library/dmr2010.pdf>
- [39] Jenkins, Henry. *Convergence Culture: Where Old and New Media Collide*. Nueva York: NYU Press, 2006.
- [40] Knight Community News Network. «Directory of Community News Sites», 2013.. [http://www.kcnn.org/citmedia\\_sites/](http://www.kcnn.org/citmedia_sites/) consultado por última vez el 24 de agosto de 2013.
- [41] Krueger, Alan B. «The Economics of Real Superstars: The Market for Rock Concerts in the Material World.» *Journal of Labor Economics* 23: 1-30, 2005.
- [42] Lena, Jennifer. *Banding Together: How Communities Create Genres in Popular Music*. Princeton: Princeton University Press, 2012.
- [43] Lessig, Lawrence. *Free Culture: How Big Media uses Technology and the Law to Lock Down Culture and Control Creativity*. Nueva York: The Penguin Press, 2004.
- [44] *Remix: Making Art and Commerce Thrive in the Hybrid Economy*. Nueva York: Penguin, 2009.
- [45] Leyshon, Andrew. «The Software Slump?: Digital Music, the Democratization of Technology, and the Decline of the Recording Studio Sector within the Musical Economy». *Environment and Planning* 41 (2009): 1309-1331.
- [46] Lizardo, Omar. «Can cultural capital theory be reconsidered in the light of world polity institutionalism? Evidence from Spain». *Poetics* 33 (2005): 81-110.
- [47] Madden, Mary. «Artists, Musicians and the Internet», 2004. Pew Internet and American Life Project. 5 de diciembre. [http://www.pewinternet.org/~media/Files/Reports/2004/PIP\\_Artists.Musicians\\_Report.pdf](http://www.pewinternet.org/~media/Files/Reports/2004/PIP_Artists.Musicians_Report.pdf)
- [48] Masnick, Michael y Michael Ho. *The Sky is Falling: A Detailed Look at the State of the Entertainment Industry*, 2012a. <http://www.techdirt.com/skyisrising/>
- [49] Masnick, Michael y Michael Ho. *The Sky is Falling: Regional Study – Germany, France, Uk, Italy, Russia, Spain*, 2012b. [http://www.ccianet.org/CCIA/files/ccLibraryFiles/Filename/000000000733/Sky%20is%20Rising%202013.p df](http://www.ccianet.org/CCIA/files/ccLibraryFiles/Filename/000000000733/Sky%20is%20Rising%202013.pdf)
- [50] Miniwatt Marketing Group. *Internet World Stats: Usage and Population Statistics*. <http://www.internetworldstats.com/> Last accessed August 20, 2013.
- [51] McLuhan, Marshall. *Understanding Media: The Extensions of Man*. Nueva York: New American Library, 1964.
- [52] Mitchell, Amy, Mark Jurkowitz, Jesse Holcomb, Jodi Enda y Monica Anderson. «Nonprofit Journalism: A Growing But Fragile Part of the Nonprofit News System». Washington, D.C.: Pew Research Center, Project for Excellence in Journalism, 2013. [http://www.journalism.org/analysis\\_report/nonprofit\\_journalism](http://www.journalism.org/analysis_report/nonprofit_journalism)
- [53] Montoro-Pons, Juan D. y Manuel Cuadrado-García. «Live and Prerecorded Popular Music Consumption». *Journal of Cultural Economics* 35 (2011): 19-48.
- [54] Mortimer, Julie Holland, Chris Nosko y Alan Sorensen. «Supply Responses to Digital Distribution: Recorded Music and Live Performances». *Information Economics and Policy* 24 (2012): 3-14.
- [55] Motion Picture Association of America (MPAA). *Theatrical Market Statistics 2012*. <http://www.mpa.org/Resources/3037b7a4-58a2-4109-8012-58fca3abdf1b.pdf>
- [56] NAA (Asociación de la prensa de Estados Unidos). «Annual Newspaper Ad Revenue». Abril de 2013. <http://www.naa.org/~media/NAACorp/Public%20Files/TrendsAndNumbers/Newspaper-Revenue/Annual-Newspaper-Ad-Revenue.aspx>
- [57] Nee, Rebecca Coates. «Creative Destruction: An Exploratory Study of How Digitally Native News Nonprofits Are Innovating Online Journalism Practices». *International Journal on Media Management* 15 (2013): 3-22.
- [58] Peterson, Richard A. y Roger M. Kern. «Changing Highbrow Taste: From Snob to Omnivore». *American Sociological Review* 61 (1996): 900-907.
- [59] Pham, Alex. «Google+ Plus in SoundCloud for its 343 Million Users (Exclusive)». *Billboard*, 12 de agosto de 2013. <http://www.billboard.com/biz/articles/news/digital-and-mobile/5645566/google-plugs-in-soundcloud-for-its-343-million-users> (consultado por última vez el

21 de agosto).

[60] Markus Prior. 2005. «News vs. Entertainment: How Increasing Media Choice Widens Gaps in Political Knowledge and Turnout». *American Journal of Political Science* 49 (2005): 577-592.

[61] Rogério, Paulo. «Learning From Gilberto Gil's Efforts to Promote Digital Culture for All». *Americas Quarterly*. Publicado el 7 de noviembre de 2011. <http://americasquarterly.org/node/3077>

[62] Romanesko, Jim. «Patch is Laying Off Hundreds of Employees on Friday». 8 de agosto de 2013. <http://jimromenesko.com/2013/08/08/patch-is-laying-off-hundreds-of-employees-on-friday/>

[63] Safner, Ryan. «Steal This Film, Get Taken Down? A New Dataset on DMCA Takedown and Movie Piracy». 2 de mayo de 2013. <http://ryansafner.com/papers/dmcatakedowns.pdf>

[64] Schradie, Jen. «The Digital Production Gap: The Digital Divide and Web 2.0 Collide». *Poetics* 39 (2011): 145-618.

[65] Schumpeter, Joseph A. *Capitalism, Socialism and Democracy*. Londres: Routledge, 1994 [1942].

[66] Schuster, J. Mark. «Participation Studies and Cross-National Comparison: Proliferation, Prudence and Possibility». *Cultural Trends* 16 (2007): 99-196.

[67] Schwartz, Barry. «Can there every be too many flowers Blooming». Págs. 239-256 en *Engaging Art: The Next Great Transformation of America's Cultural Life*, editado por Steven J. Tepper y Bill Ivey. Nueva York: Routledge, 2008.

[68] Shekova, Ekaterina. «Changes in Russian Museum Attendance: 1980-2008». *Museum Management and Curatorship* 27 (2012): 149-159.

[69] Smirke, Richard. «IFPI Digital Music Report 2013: Recorded Music Revenues Climb for First Time Since 1999». *Billboard*, 26 de febrero de 2013. <http://www.billboard.com/biz/articles/news/digital-and-mobile/1549915/ifpi-digital-music-report-2013-global-recorded-music>

[70] Sunstein, Cass. *Republic 2.0*. Princeton: Princeton University Press., 2001.

[71] Thomson, Kristin y Kristen Purcell. «Arts Organizations and Digital Technologies». Washington, D.C.: Pew Internet & American Life Project. Informe del 13 de enero de 2013.

[72] Tepper, Steven J. y Eszter Hargittai. «Pathways to Music Exploration in the Digital Age». *Poetics* 37 (2009): 227-249.

[73] Tschmuck, Peter. *Creativity and Innovation in the Music Industry*. Dordrecht: Springer, 2009.

[74] Tschmuck, Peter. «The Economics of Music File Sharing – A Literature Overview». 47 págs. Ponencia presentada en Vienna Music Business Research Days, 9-10 de junio de 2010, Universität für Musik und darstellende Kunst, Viena.

[75] Turow, Joseph. *The Daily You: How the New Advertising Industry is Defining Your Identity and Your Worth*. New Haven: Yale University Press, 2011.

[76] Van Deuren, Alexander y Jan Van Dijk. «The Digital Divide Shifts to Differences in Usage» *New Media and Society*. Publicado online el 7 de junio de 2013. <http://nms.sagepub.com/content/early/2013/06/05/1461444813487959.full.pdf+html>

[77] Van Ronk, Dave y Elijah Wald. *The Mayor of MacDougal Street*. Nueva York: Da Capo, 2006.

[78] Waldfogel, Joel. «And the Bands Played On: Digital Disintermediation and the Quality of New Recorded Music», 2012a. SSRN: <http://ssrn.com/abstract=2117372>

[79] Waldfogel, Joel. «Music Piracy and its Effects on Demand, Supply and Welfare», 2012b. *Innovation Policy and the Economy* 12: 91-110.

[80] Waterman, David y Sung Wook Ji. «Online and Offline in the U.S.: Are the Media Shrinking». Ponencia presentada en la 39° TRPC Conference, Washington, D.C., septiembre de 2011. <http://ssrn.com/abstract=1979916>

[81] Wellman, Barry, Anabel Quan-Haase, Jeffrey Boase, Wenhong Chen, Keith Hampton, Isabel Díaz y Kakuko Miyata. «The Social Affordances of the Internet for Networked Individualism», 2003. *Journal of Computer Mediated Communication* 8 (3). <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1083-6101.2003.tb00216.x/full> (Consultado por última vez el 29 de agosto de 2013)

## “LA SOCIOMETRÍA EN LA TELEMEDICINA. CASO MÉDICO EXPRESS, C.A. ”

Izquierdo Henry

hizquier@ucab.edu.ve

Universidad Católica Andrés Bello,

ID ORCID <https://orcid.org/0000-0002-6679-8735>

---

**Resumen:** Hoy en día la tendencia de la Telemedicina está vinculada a llevar los servicios médicos al hogar, a través de las redes sociales, actualmente es considerada como nuevas formas de marketing. Este trabajo se utilizó la Sociometría como soporte. A partir de ella, se puede tener una fuente de información sobre la interacción entre las personas y como es la estructura del grupo. La investigación se llevó a cabo en la Empresa Médico Express, la cual está ubicada en Puerto Ordaz-Venezuela. La investigación es de nivel explicativo, la información se obtuvo directamente de campo y analizada dentro del aula de clase de Sociometría. El artículo se orientó a utilizar el Análisis de Redes Sociales (ARS) y la Sociometría, como un elemento de estudio eficaz, aplicado a un caso de estudio real. En la investigación, se evaluaron ciertos índices sociométricos representando su estructura (sociogramas). Se infiere que existe baja interacción del grupo, y cohesión entre ellos, a pesar de la baja interacción, existe una relativa productividad. La investigación permitirá un segundo abordaje de la elaboración o propuesta de una expresión matemática que mida la interacción del grupo, asimismo determinar si existe relación entre las variables encontradas como líneas de trabajo futuro.

---

**Palabras Clave:** Redes Sociales, Sociometría, Telemedicina, Sociogramas, Índice Sociométricos.

## “SOCIOMETRY IN TELEMEDICINE. MEDICAL CASE EXPRESS, C.A. ”

---

**Abstract:** Today the trend of Telemedicine is linked to bringing medical services to the home, through social networks, it is currently considered new forms of marketing. This work used Sociometry as support. From it, you can have a source of information about the interaction between people and what the structure of the group is like. The investigation was carried out at the Médico Express Company, which is located in Puerto Ordaz-Venezuela. The research is of an explanatory level, the information was obtained directly from the field and analyzed within the Sociometry classroom. The article was aimed at using Social Network Analysis (SNA) and Sociometry, as an effective study element, applied to a real case study. In the research, certain sociometric indices were evaluated representing their structure (sociograms). It is inferred that there is low group interaction, and cohesion between them; despite the low interaction, there is relative productivity. The research will allow a second approach to the development or proposal of a mathematical expression that measures group interaction, and also determine if there is a relationship between the variables found as lines of future work.

---

**Keywords:** Social Networks, Sociometry, Telemedicine, Sociograms, Sociometric Index.



## I.INTRODUCCIÓN

Los últimos dos años la Pandemia (COVID-19 y sus mutaciones), han cambiado las distintas formas de hacer los trabajos, ha hecho que las formas de trabajo y el comportamiento de la sociedad sean totalmente diferente, a como se venía trabajando, ya las cosas no serán lo mismo, la sociedad se deberá acostumbrar de hacer las cosas disímiles.

En este sentido, el trabajo de investigación se llevó a cabo en la Universidad Católica Andrés Bello (UCAB), Sede Ciudad Guayana, Puerto Ordaz, Estado Bolívar – Venezuela, desde el punto de vista metodológico, y desde el punto de vista de datos fueron tomados directamente de la fuente (Médico Express), es de tipo relacional, prospectivo, analítico y de campo, se basó en tomar la población completa de Médico Express siendo el número total de trabajadores 24, significa que por ser la población finita la muestra es igual a la población, el muestreo es de tipo intencional no probabilístico), esto se realizó vía cuestionario por correo electrónico y el uso de entrevistas, de los cuales respondieron el 75% (18 personas). La investigación se basó en diseñar un cuestionario que fue validado por la metodología Delphi, donde se encontró un índice de valor de contenido de 0.99, siendo un valor muy bueno dentro de lo que se contempla para validar contenidos, el total de expertos escogidos fueron 18 personas en el área de la Sociometría y médicos epidemiólogos vinculados con la investigación en Ciencias Sociales, en este orden de ideas, se realizó el análisis de fiabilidad encontrándose un Alpha de Cronbach de 0.9254 valor de índice muy bueno, indicando que el instrumento es preciso, es decir es reproducible bajo las condiciones de trabajo de esta investigación.

El propósito de la investigación fue evaluar la relación laboral o social dentro del ambiente de trabajo a través de la Sociometría, y hasta qué punto las personas que trabajan en Médico Express interactúan y cuál es su aceptación o rechazos entre ellos, así mismo se evaluó el índice productividad.

Por los resultados obtenidos, se infiere que hay poca interacción o comunicación entre los miembros que conforman Médico Express, C.A, no existe un liderazgo natural en el grupo, y se observa una relativa productividad. Además de servir de ejercicio y aprendizaje para los estudiantes del 5to semestre de Relaciones Industriales de la UCAB en la cátedra de Metodología de la investigación Social III. Enfoque Cuantitativo.

## LA SOCIOMETRÍA COMO HERRAMIENTA PARA LA INTERACCIÓN ENTRE LOS GRUPOS SOCIALES.

En este sentido, desde el punto de vista sociométrico, se define la sociometría, en base a lo propuesto por el padre de la sociometría Dr. Jacob Moreno, se define como:

“La sociometría tiene por objeto el estudio matemático de las propiedades psicológicas de las poblaciones; con este fin utiliza una técnica experimental fundada sobre los métodos cuantitativos y expone los resultados obtenidos por la aplicación de estos métodos. Persigue así una encuesta metódica sobre la evolución y la organización de los grupos junto a la posición de los individuos en los distintos grupos.” [1].

Las redes de relaciones formales e informales pueden trabajarse en forma holística y gestionarse para fomentar las interacciones entre los grupos [1]. Esto se logra a través de un enfoque metodológico muy particular de las interacciones humanas sociales representadas mediante redes sociales, denominado ARS (Análisis de Redes Sociales).

Mediante del ARS y la sociometría se intentará profundizar en el conocimiento de los fenómenos sociales en el ámbito específico de los grupos familiares en específico.

Las interacciones en los grupos se dan en distintos ámbitos; entre los que se destaca las organizacionales, comunidades, familias y en general en grupos. Por lo tanto, este es un proceso que se da a través de diversos agentes sociales, como la familia, la escuela, la universidad y otros pares por medio de los medios de comunicación [2] y [3].

Las personas asimilan e internalizan sus experiencias mediante la convivencia grupal cómo relacionarse y de qué manera fortalecer estos vínculos. No es extraño que en función de los lazos anteriormente mencionados se construyan diversos grupos más fuertes, aun en las peores crisis de salud, las personas no abandonen a sus seres queridos. Estos pudiesen variar con respecto a los integrantes de la familia sin son numeroso o pocos de manera que se pudiese fortalecerse y generar lazos duraderos, se debería esperar que bajo una crisis sanitaria o de salud y existan lazos más fuertes o relaciones más enérgicas.

Teniendo en cuenta la sociometría como instrumento para conocer cómo funcionan los grupos y en específicos el grupo familiar, es importante la definición del padre y fundador de la Sociometría Dr. Jacob Moreno,

“La sociometría tiene por objeto el estudio matemá-

tico de las propiedades psicológicas de las poblaciones; con este fin utiliza una técnica experimental fundada sobre los métodos cuantitativos y expone los resultados obtenidos por la aplicación de estos métodos. Persigue a través una encuesta metódica sobre la evolución y la organización de los grupos junto a la posición de los individuos en los distintos grupos.” [1].

Desde esta óptica, se orienta la sociometría como un instrumento excelente que le permite al investigador extraer conocimiento del dominio del problema, es posible determinar cómo los grupos que se conforman entre personas o cuáles son los patrones de interacción entre ellos.

Por lo tanto, se puede inferir que este instrumento será útil para los investigadores dado que, a través de esta, se puede generar información útil (grupos universitarios) el aprendizaje y bienestar general en el aula; puntualizar los individuos que necesitan ayuda y/o contención por la falta de integración a algún grupo o la apatía generada en diversos problemas personales que hacen que las personas sean temerosas, retraídas y tal vez, tímido. Esto se puede llevar a otros contextos bien sea organizacional, empresarial, escolares, universitarios, comunidades entre otros.

Con la Sociometría se puede demostrar y más concretamente mediante el test sociométrico, la utilidad que reviste como instrumento para mejorar las relaciones sociales dentro de los grupos y favorecer la integración de las personas que se encuentran aceptadas y/o aisladas y los rechazados.

### **ACTITUDES Y ESCALAS.**

Una actitud es una predisposición aprendida para responder consistentemente de una manera favorable o desfavorable ante un objeto o sus símbolos [4] y que se pueden evaluar para poderlo comprender.

Las actitudes están conexas con el comportamiento que conservamos en torno a los objetos a que hacen referencia. Si mi actitud es favorable a un partido político, lo más probable es que vote por él en las próximas elecciones. Desde luego, las actitudes sólo son un indicador de la conducta, pero no la conducta en sí. Por ello las mediciones de actitudes deben interpretarse como "síntomas" y no como "hechos [4].

Las actitudes no son susceptibles de observación directa, sino que han de ser inferidas de las expresiones verbales, o de la conducta observada. La actitud pudiese ser medida indirectamente por medio de unas escalas en las que, partiendo de una serie de aseveraciones, proposiciones o juicios, sobre los que los individuos manifiestan su opinión, se deducen o infieren las actitudes.

Las escalas son instrumentos muy utilizados para

medir actitudes y valores. En tal sentido, una escala es una serie de ítems o frases que han sido escrupulosamente seleccionados, de forma que constituyan un criterio válido, fiable y preciso para el investigador y que permitiría medir de alguna forma los fenómenos sociales. En nuestro caso, este fenómeno será una actitud cuya intensidad queremos medir [4].

### **LA TELEMEDICINA COMO ALTERNATIVA A LOS NUEVOS CONTEXTOS.**

Telemedicina es un vocablo que se está difundiendo cada vez más en hospitales y centros de salud. Pero ¿qué es telemedicina?

“busca mejorar la salud de un paciente, permitiendo la comunicación interactiva en tiempo real entre el paciente, y el médico o profesional a distancia. Esta comunicación electrónica conlleva el uso de equipos de telecomunicaciones interactivas que incluyen, como equipamiento mínimo, audio y vídeo” “busca mejorar la salud de un paciente, permitiendo la comunicación interactiva en tiempo real entre el paciente, y el médico o profesional a distancia. Esta comunicación electrónica conlleva el uso de equipos de telecomunicaciones interactivas que incluyen, como equipamiento mínimo, audio y vídeo” [5].

La importancia de la Telemedicina reside en que es la medicina del futuro inmediato, donde las sociedades solicitaran los servicios médicos vía Telemedicina, es llevar la medicina a los hogares, sin que los pacientes, se trasladen a los centros de hospitalización, es una forma de servicio que beneficia a los pacientes [5, 6].

### **REDES SOCIALES**

Por otra parte, el Análisis de Redes Sociales proporciona apoyo tanto visuales como matemáticas para el estudio de las relaciones humanas [7]. El estudio descansa en la asociación y medida de las relaciones y flujos entre las personas, grupos, organizaciones, computadoras, sitios web entre otros. Los nodos en la red son personas y grupos mientras que los enlaces muestran relaciones o flujos entre los nodos. Así se logra determinar el grado en que los individuos son aceptados o rechazados en un grupo (su status sociométrico), descubrir las relaciones entre los individuos y revelar la estructura del grupo mismo.

Siguiendo en el mismo orden de ideas se tiene, la aplicación de la sociometría en grupos donde se pueden detectar problemas entre los problemas que se han encontrado; la existencia de elementos aislados en el grupo, no elegidos por nadie, ante lo cual habrá que procurar que los demás les presten atención y esto ocurre

igual en los grupos familiares [8]. Detectar la existencia de personas rechazadas por la mayoría de los miembros de una familia o grupo, ante lo cual, será necesario examinar las causas que provocan esta marginación. Detectar la existencia de subgrupos familiares, ante lo cual será conveniente hablar con aquella persona que corresponda a la familia y pueda surgir como líder temporario.

Dentro de este contexto la sociometría permitirá obtener óptimo, resultados. Cuando haya algún sujeto con dificultades de integración, el conocimiento estructural del grupo servirá para incorporarlo a la familia o grupo que más le puedan motivar y con los que él se encuentre más compenetrado.

En este sentido, en el plano personal la integración del individuo en la familia y la sociedad dependerá en buena medida de la capacidad que posea para relacionarse con sus conciudadanos, compañeros, amigos, familiares, entre otro [9 10]. El resultado de estas relaciones condiciona absolutamente la felicidad o infelicidad de la persona, mucho más que otros componentes de su vida. En el plano profesional dado el modelo de sociedad actual, puede resultar decisivo para el desarrollo laboral del individuo el conocimiento de sus capacidades de relación interpersonal, debido que de ellas dependerá su adecuada elección de trabajo, aspecto esencial para su desenvolvimiento futuro.

## II.METODOLOGÍA

Se logró el diseño de un Cuestionarios Sociométricos [11] de dos (2) preguntas, por interés del investigador y la cual fue valida su contenido por 10 expertos en el área (Metodología Delphi), entre los que se encontraban especialistas del área de las Ciencias Sociales, encontrándose un índice de valor de contenido 0.99, índice muy bueno, que indica que el instrumento diseñado pasa la prueba de validez de contenido.

Por otra parte, el valor encontrado de fiabilidad del instrumento (Alpha de Cronbach) para respuestas dicotómicas (K20) fue de 0.9254, valor de índice muy bu-

no, indicando que el instrumento es preciso, es decir es reproducible bajo las condiciones de trabajo de esta investigación.

A continuación, se centró el cuestionario en ciertas particularidades, dentro de lo que se destaca:

1. Título: pretende ser motivador y recoger la intención u objetivo del test.

2. Encabezamiento: se tendrán en cuenta los datos más importantes del alumno/a por ejemplo nombre completo.

3. Instrucciones: se debe especificar cómo responder el cuestionario tratando de seguir las siguientes pautas:

4. Las preguntas hechas se realizaron a través de una muestra intencional (24 personas) no probabilística (Los sujetos en una muestra no probabilística generalmente son seleccionados en función de su accesibilidad o a criterio personal e intencional del investigador).

Los pasos que se siguieron para la elaboración de la encuesta fueron:

1. Definir las dos preguntas para el personal de Médico Express.

2. Se le preguntó a cada persona con quien usted tiene mayor aceptación o rechazo en el grupo.

3. La escala utilizada fue entre 3 y -3, donde la escala 3 significaba la persona con quien más aceptaba, seguida por el 2 que sería la siguiente y luego 1, para el caso de mayor rechazo sería -3, luego -2 y, por último -1. En otras palabras, cada persona tenía la posibilidad de escoger tres personas de aceptación priorizadas y tres personas rechazadas, teniendo un total de escogencias de seis (6) personas, ver tabla 1.

4. La aceptación por regla general son números positivos y de color azul y rechazos negativos y de color rojo, ver tabla 1.

5. Una vez obtenida la información, se procedió al tratamiento del cálculo de los índices y la elaboración de los sociogramas.

**Tabla 1. Aceptación, rechazos e índices de Médico Express.**

	Ubicación	Dennis	Simon	Celeste	Lily	LuisV	Norelys	Maida	Yeyna	JesusL	MarienyL	Lolima	Fredery	Marianela	Aular	Nilcid	Yamilis	Cova	Andre	Jahan	Ingrid	Villeini	Karlul	Fabiola	Genesaret	
Dennis	TC																									
Simon	TC																									
Celeste	TC	3			2						1	-3		-2					-1							
Lily	TC																									
LuisV	TC	2	1	-1	3				-2	-3																
Norelys	TC																									
Maida	TC				3						1	2		-1		-2									-3	
Yeyna	TC	-2			2				3		1			-3											-1	
JesusL	TC																									
MarienyL	TC	3			1	2									-3											
Lolimar	TC		-3		1	2	3		-1																-2	
Fredery	ICABARU																									
Marianela	ICABARU	2	1		-1	3					-3			-2												
Aular	ICABARU																									
Nilcid	ICABARU	2				-1								1									-3	3		
Yamilis	TC								-2		-3	-1			2		3			1						
CovaMedico	TC																									
Andres Medico	TC							2	1										3		3	2			-2	
Jahan	ICABARU																									
Ingrid	ICABARU																									
Villeinni	ICABARU																									
Karlul	ICABARU																									
Fabiola	ICABARU	3	2							-3																
Genesaret	ICABARU	-1							-2						3				1	2					-3	

Variable

Variable	Acceptación	Nomenclatura	Dennis	Simon	Celeste	Lily	LuisV	Norelys	Maida	Yeyna	JesusL	MarienyL	Lolima	Fredery	Marianela	Aular	Nilcid	Yamilis	Cova	Andre	Jahan	Ingrid	Villeini	Karlul	Fabiola	Genesaret	Total	
Status	Sp		6	3	0	6	3	1	2	1	0	4	1	0	3	0	2	1	1	4	1	0	0	1	0	0	ΣSp	40
Status Ponderado	Sp val		15	4	0	12	7	3	5	1	0	4	2	0	6	0	4	2	3	5	2	0	0	3	0	0	ΣSp val	78
Status	Sn		3	3	1	1	1	0	3	2	3	1	3	2	5	2	1	1	4	0	0	3	1	0	2	0	ΣSn	42
Status Ponderado	Sn val		-3	-3	-1	-1	-1	0	-6	-4	-9	-1	-5	-4	-12	-5	-1	-1	-6	0	0	-6	-3	0	-5	0	ΣSn val	-77
Reciprocidad	Rp		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	ΣRp	2
Reciprocidad	Rn		0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1	2	0	0	0	0	0	1	0	ΣRn	6
Expansividad	Ep		0	0	3	0	3	0	3	3	0	3	3	0	3	3	3	3	3	3	3	0	0	0	3	0	ΣEp	39
Expansividad	En		0	0	3	0	3	0	3	3	0	3	3	0	3	3	3	3	3	3	3	0	0	0	3	0	ΣEn	39
Oposición sentimiento	Os																											
Popularidad	Ppp		0,65217	0,17391	0	0,5	0,3043	0,13043	0,2174	0,0435	0	0,173913043	0,08695	0	0,2608695	0	0,1739	0,08694	0,13	0,21739	0,087	0	0	0,1304	0	0	0	0
Antipatía	Ant		0,13043	0,13043	0,043478261	0	0,0435	0	0,1304	0,087	0,13043	0,043478261	0,13043	0,08695	0,2173913	0,08695522	0,043	0,04348	0,174	0	0	0,13043478	0,04347	0	0,0869	0	0	0
Expansividad positiva	Exp. P		0	0	0,130434783	0	0,1304	0	0,1304	0,1304	0	0,130434783	0,130435	0	0,13043478	0,1304	0,13043	0,13	0,1304	0	0	0	0	0	0,1304	0	0	0
Expansividad positiva	Exp. n		0	0	0,130434783	0	0,1304	0	0,1304	0,1304	0	0,130434783	0,130435	0	0,13043478	0,130434783	0,1304	0,13043	0,13	0,1304	0	0	0	0	0,1304	0	0	0
Conexión afectiva	CA		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0,25	0	0	0	0	0	0	0	0
N-1			23																									

Índice Asociación	IA	0,02778
Índice de Disociación	ID	0,08333
Índice Conexión	IC	0,05
Índice Social	IS	3,56522

Para el análisis de los datos de la tabla 1, podemos destacar los elementos más importantes de cada índice y explicar su significado.

Popularidad: esta es la persona con una mayor aceptación, en el grupo es Denis el cual tiene un 0,65 de popularidad, seguido por Lily de 0,5

Antipatía: la persona con el mayor rechazo entre el grupo es Marianela, contando con una antipatía de 0,2173.

Conexión afectiva: en el grupo se puede ver que no hay casi ninguna reciprocidad entre las personas y las únicas dos personas que tienen una conexión afectiva completa son Andrés y Cova, la cual es 1 en el caso de André y 0,33 de Cova.

Expansividad positiva y negativa: en este caso no es un dato relevante, puesto que todos tienen el mismo máximo y mínimo a la hora de responder el afecto entre cada persona.

En cuanto a los índices grupales, se puede decir lo

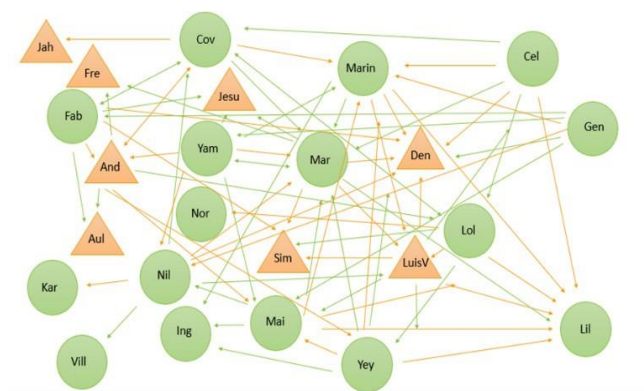
siguiente:

Intensidad de asociación: el grupo cuenta con una baja intensidad de asociación, con un total de 0,028, siendo así una débil fortaleza estructural.

Intensidad de disociación: complementando lo anterior, el grupo cuenta una mayor intensidad de disociación en comparación con el índice de asociación, siendo en este caso 0,083.

Intensidad social: el grupo cuenta con una productividad regular, siendo 3,56.

Coherencia: la coherencia en el grupo es muy deficiente, puesto que solo cuenta con el 5% de respuestas que se correspondan del mismo signo.



**Figura 1. Sociograma proveniente de la tabla 1. Interacción en las personas de Médico Express.**

En este primer sociograma es necesario hacer la aclaración a manera de leyenda que, los nombres o iniciales que están encerrados en un círculo pertenece a una mujer mientras que, si está encerrado en un triángulo corresponde a un hombre; y las flechas de color naranja corresponden a una interacción positiva, mientras que las verdes corresponden a una respuesta negativa. Con base en ello podemos destacar las siguientes interpretaciones sobre las personas del grupo:

**Líder:** los líderes en este caso, con una mayor cantidad de interacciones positivas corresponde a Lily y Denni, los cuales en ambos casos tienen 6 interacciones positivas.

**Eminencia gris:** no hay eminencia gris, además que los líderes del grupo no tienen ninguna respuesta negativa o positiva con ningún miembro del curso.

**Normal:** dentro de las personas que tienen una cantidad de interacción que no se puede decir que es muy alta o baja, podemos destacar a Sim, LuisV, Marin y And.

**Rechazo parcial:** entre las personas que tenían un nivel de rechazo moderado encontramos a Mai, Jesu y Lol.

**Rechazo total:** la persona que cuentan con la mayor cantidad de rechazos es mar.

**Olvidados:** dentro de las personas que no fueron elegidas encontramos únicamente a Gen.

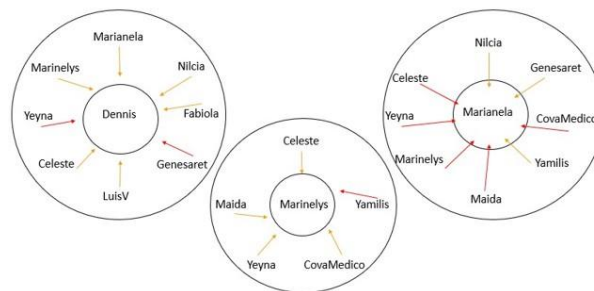
**Aislados:** nadie coincidiría porque todos tienen a alguien que escogen o ellos escogen a alguien.

Estos serían los elementos individuales, pero en cuanto a los grupales vemos que hay:

**Pareja:** la única pareja que tienen una reciprocidad positiva son Cov y And; en cuanto a las parejas con una reciprocidad negativa encontramos a Lol y Cov, Fab y Cov; y por último Yan y Mar.

**Triángulo:** no hay se puede se encuentra esta figura por la poca reciprocidad en las respuestas.

Otros escalograma necesarios para determinar y separar a los que tienen una mayor repercusión en el grupo conseguiríamos:



**Figura 2. Sociogramas individuales de átomo central**

Las flechas indican como Dennis, Marienelys y Marienela tienen aceptación y rechazos, por parte del personal de Médico Express.

### CONSIDERACIONES FINALES

1. Una vez más las herramientas de la Sociometría permiten ser eficientes para evaluar actitudes entre grupos de personas.

2. El grupo de Médico Express tiene algunas características atípicas, no existe comunicación entre ellos, el grado de cohesión es relativamente bajo, lo que se infiere que interactúan poco y la productividad es relativamente alta.

3. Este trabajo puede servir de base para los estudiantes de la UCAB, específicamente del área de Relaciones Industriales y afines donde se aprecia se aplicación de las herramientas sociométricas en organizaciones.

4. Estamos en la era de la Tecnología de la Información y comunicación (TIC) en donde Facebook, Twitter, Instagram, WhatsApp son el día a día. Esta es una de las razones por las cuales la UCAB a través de la Escuela de Ciencias Sociales y Económicas ensayaremos e incorporaremos todos estos conceptos en los test sociométricos para poder llevarlos a cabo de una manera interesante para quienes son el centro de la pirámide u objeto verdadero de los test: los alumnos de la UCAB.

### REFERENCIAS

- [1] Moreno, J. L. (1954) Fundamentos de la sociometría, Paidós, Buenos Aires.
- [2] Kuz, A., Falco M. Herramientas sociométricas aplicada al áulico. Bajado el 22 noviembre 2020. <http://conaiisi.frc.utn.edu.ar/PDFsParaPublicar/1/schedConf/4/93-456-1-DR.pdf>.
- [3] Scott, J. (2000) Social Network Analysis: A Handbook. SagePublications.
- [4] García, J., Terrats J., Rosas, A. (2011) Guía técnica

para la construcción de escalas de actitud. Bajado el 23 de diciembre 2020. <http://www.odiseo.com.mx/2011/8-16/garcia-aguilera-castillo-guia-construccion-escalas-actitud.html>

[5]Clinic Cloud. Telemedicina. bajado el 17 de febrero 2022. <https://clinic-cloud.com/blog/que-es-telemedicina-definicion-tipos/>

[7]Guttman, L. (1950): The basis for Scalogram analysis. En S. Stanffer y Otros. Measurement and Prediction. New Jersey: Princenton University Press.

[8]Guttman, L. (1984): Base para elaborar escalas con datos cualitativos. En F. Summers (comp.): Medición de actitudes. México: Trillo.

[9]Cadwallader, T. W. (2000). Sociometry reconsidered: the social context of peer rejection in childhood.

International Journal of Action methods: Psychodrama, Skill training and Role playing, 22/09/2000 Retrieved from: <http://www.highbeam.com>

[10]Sorin Matei (2011) Analyzing Social Media Networks with NodeXL: Insights from a Connected World by Derek Hansen, Ben Shneiderman, and Marc A. Smith. International Journal of Human- Computer Interaction.

[11]Marc Smith, Ben Shneiderman, Natasa Milic-Frayling, Eduarda Mendes Rodrigues, Vladimir Barash, Cody Dunne, Tony Capone, Adam Perer, and Eric Gleave (2009). Analyzing (social media) networks with NodeXL. In C&T '09: Proc. fourth international conference on Communities and Technologies, pages 255,264. ACM.

## NIVEL DE CONOCIMIENTO DE LOS RESPONSABLES DE EQUIPOS DE RAYOS X INTRAORALES SOBRE LA NORMATIVA QUE REGULA LAS RADIACIONES IONIZANTES EN LA CIUDAD DE MÉRIDA

Pineda Zaida, Bonomie Justo y Leal Carlos

{zaidak76}@hotmail.com y {jbonomie,cleal78}@gmail.com

1 Universidad de Los Andes, Facultad de Odontología. Mérida Venezuela.

2 Instituto Venezolano de Investigaciones Científicas (IVIC). Centro Multidisciplinario de Ciencias. Laboratorio de Óptica Aplicada. Mérida Venezuela.

**Resumen:** Los equipos de rayos X intraorales, tienen múltiples usos en la práctica odontológica, al emplear estas radiaciones ionizantes existe un riesgo asociado. Los responsables de los equipos tienen la obligación de implementar medidas de protección para mitigar estos efectos, basados en la regulación nacional vigente. Siendo una investigación cuantitativa, de tipo no experimental, con un diseño transeccional, de tipo descriptivo. Se diseña y valida un instrumento de recolección de datos, factible, válido y confiable; que permite determinar el nivel de conocimiento de los responsables de equipos de rayos X intraorales, sobre la normativa que regula las radiaciones ionizantes en la ciudad de Mérida, verificando el cumplimiento de la norma. Teniendo una población de 87 equipos y una muestra de 17 equipos generadores de rayos X, distribuidos en 6 centros odontológicos, con un muestreo aleatorio simple, una probabilidad de ocurrencia de 0,05; un nivel de confianza del 95% y tomándose como precisión un error máximo de estimación de 9,25%. Se determinó que hay poco conocimiento de las normas en un 91,59% de los casos, y el incumplimiento de la norma en un 58,82%, estando dichas variables relacionadas estadísticamente con un  $R^2=0,93$  resultante de la prueba ANOVA.

**Palabras Clave:** Redes Normativa Nacional Vigente, Protección Radiológica, Rayos X intraorales, Responsable.

## LEVEL OF KNOWLEDGE OF INTRAORAL X-RAY EQUIPMENT MANAGERS ABOUT THE REGULATIONS THAT REGULATE IONIZING RADIATION IN THE CITY OF MÉRIDA

**Abstract:** Intraoral X-ray equipment has multiple uses in dental practice; when using these ionizing radiations there is an associated risk. Those responsible for the equipment have the obligation to implement protective measures to mitigate these effects, based on current national regulations. Being a quantitative, non-experimental research, with a transeccional, descriptive design. A feasible, valid and reliable data collection instrument is designed and validated; which allows determining the level of knowledge of those responsible for intraoral X-ray equipment, about the regulations that regulate ionizing radiation in the city of Mérida, verifying compliance with the standard. Having a population of 87 devices and a sample of 17 X-ray generating devices, distributed in 6 dental centers, with simple random sampling, a probability of occurrence of 0.05; a confidence level of 95% and taking as precision a maximum estimation error of 9.25%. It was determined that there is little knowledge of the rules in 91.59% of the cases, and non-compliance with the rule in 58.82%, these variables being statistically related with an  $R^2=0.93$  resulting from the ANOVA test.

**Keywords:** Current National Regulations, Radiological Protection, Intraoral X-rays, Responsible.



## I. INTRODUCCIÓN

Los exámenes de rayos X, son una importante herramienta que ayuda a los Odontólogos al diagnóstico, planificación, tratamiento y seguimiento de lesiones dentales, o de tejidos anexos [1]-[2]. Los exámenes dentales radiográficos, según datos de la UNSCEAR (siglas en inglés de United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation) para el 2008, son uno de los tipos de estudios más frecuentes, representando el 21 % del total de estudios radiográficos a nivel mundial.

Se estima que la cifra anual de estos estudios, son aproximadamente 520 millones y su frecuencia anual se halla entre más de 800 por cada 1.000 habitantes. Debido al gran número de estudios que se realizan anualmente, este tiene un aporte a considerar en la Dosis Efectiva Colectiva, a nivel mundial aportada por el radiodiagnóstico dental, estando en el orden de 11.000 Sv-h [3], a pesar de que los niveles orientativos para esta práctica son bajos, del orden de 7 mGy [4].

En la República Bolivariana de Venezuela en el 2008, se estima que existían unos 260 equipos de rayos X dentales [3], pero en el mismo año, el Ministerio del Poder Popular para la Salud consideró que era mayor, ya que cada unidad odontológica que se estaba instalando, poseía una unidad de rayos X para realizar estudios intraorales.

De igual forma dicho Ministerio a través de la Dirección de Salud Radiológica en el 2014, esperaba sincerar el número de equipos existentes en la nación, pero actualmente no cuenta con la cifra exacta de equipos instalados en Venezuela, ni con las estadísticas del número de estudios radiológicos que se realizan en el país. Se estima que el 95,54 % de la dosis de radiación de origen artificial que recibe la población, se debe a prácticas médicas hechas con fines diagnósticos [5].

En las normas COVENIN 218-1 del 2000, se les da a los facultativos médicos, como misión y obligación primordial, velar por la protección y seguridad total de los pacientes al prescribir y administrar, una exposición médica, con la finalidad de reducir y/o controlar dicha incidencia, estudiando y aplicando los principios y normas de la protección radiológica [5].

Gracias al estudio de estas normas y sus vinculantes, surge la necesidad de realizar un análisis de las condiciones de manipulación y operación de equipos de rayos X de uso odontológico, a través del conocimiento y cumplimiento del marco regulatorio por parte de los responsables de los equipos.

Se han hecho esfuerzos por medio de la autoridad reguladora venezolana en organizar estas prácticas, a través de la normativa nacional vigente expresada en la Gaceta Oficial de la República Bolivariana de Vene-

zuela, N° 38.572 del 27 de noviembre de 2006, titulada: Norma Sanitaria para la Autorización y el Control de las Radiaciones Ionizantes en Medicina, Odontología y Veterinaria.

El propósito central de este estudio, es determinar cuánto saben sobre las leyes los responsables de fuentes o equipos; entendiéndose estos, a toda persona natural o jurídica, pública o privada, propietario o designado por este, de las fuentes o equipos, donde se realicen prácticas con radiaciones ionizantes [6]. Cuánto conocen sobre las normas nacionales venezolanas, escritas y vigentes que regulan su uso y manipulación, a través de la aplicación de un instrumento de recolección de datos válido y factible que mida los aspectos requeridos, tomando como base el cumplimiento de la norma.

Los responsables de los equipos, no siempre son odontólogos y ellos no necesariamente manipulan los equipos. Los que los manipulan, son técnicos dentales o radiológicos y odontólogos, independientemente, todos deberían conocer y practicar las normas. Luego se cotejan los resultados obtenidos en los distintos lugares de estudio en la ciudad y se trata de identificar si existe conocimiento por parte del responsable sobre la normativa legal y si este lo aplica.

## II. MATERIALES Y MÉTODO

En la primera fase se diseñó un instrumento de recolección de datos, factible, válido y confiable, para determinar el nivel de conocimiento de los responsables de equipos de rayos X intraorales, sobre la normativa que regula las radiaciones ionizantes en la ciudad de Mérida, tras previamente, haber hecho una revisión bibliográfica de la normativa nacional.

Para el diseño del instrumento de recolección de datos se debió cumplir con las características establecidas por Villavicencio [7], siendo estas: Razonable y comprensible, sensible a variaciones en el fenómeno que se mide, con suposiciones básicas justificables e intuitivamente razonables, con componentes claramente definidos y derivables de datos factibles de obtener.

La validez del instrumento de recolección de datos, se realiza mediante el juicio de expertos, posteriormente se realiza el análisis estadístico a través de las pruebas de concordancia de Kendall, Fiabilidad del alfa de Crombach, para evaluar finalmente la Fiabilidad del instrumento de recolección de datos.

La población considerada comprende a todos aquellos servicios odontológicos, que cuenten con uno o más equipos de rayos X intraorales operativos, ubicados en la ciudad de Mérida. Según datos suministrados por la Corporación de Salud del Estado Mérida, en la Coordinación del Programa de Salud Bucal, hay un total de 87

equipos de rayos X intraorales instalados en la ciudad, desconociendo si se encuentran operativos, por lo que para tomar un muestreo aleatorio simple, se utiliza una muestra de 17 equipos, obteniendo una probabilidad de ocurrencia de 0,05; un nivel de confianza del 95 % y un error máximo de estimación de 9,25 %.

Se procede al diseño del instrumento de recolección de datos (mostrado en el apéndice), basándose en la normativa nacional vigente. Este queda dividido en cinco secciones, la primera consta de la información general de la institución, con un conjunto de 9 ítems abiertos que contemplan: Nombre de la institución, dirección, ciudad, municipio, estado, teléfono, dirección de institución, responsable del servicio, número de TOEs, número de equipos instalados y número de equipos operativos.

La segunda sección son las características de las unidades instaladas, está conformada por 3 ítems abiertos que contemplan: la marca, modelo y serial de los equipos de rayos X instalados en el servicio.

La tercera sección abarca las condiciones generales de seguridad del servicio, es un conjunto de 11 ítems cerrados, dicotómicos, dividido en 3 secciones, que contempla: 1- Seguridad eléctrica: Control a tierra, estabilización de voltaje, UPS y aire acondicionado. 2- Seguridad física: cerraduras, control de acceso y otros. 3- Condiciones generales del recinto: lámparas de emergencias, detector de incendio, extintores de incendios e iluminación adecuada del recinto.

La cuarta parte evalúa la verificación del conocimiento de la normativa nacional vigente, por parte del responsable del servicio. Está conformada por 7 ítems cerrados, con cuatro opciones para el conocimiento de las normas: Gaceta Oficial N° 38.572, COVENIN 218-1, COVENIN 96, COVENIN 2257, COVENIN 2258, COVENIN 2259 y COVENIN 3299.

Finalmente, la quinta parte verifica el cumplimiento de la normativa nacional vigente para la autorización y control de las radiaciones ionizantes en odontología, es un conjunto de 40 ítems cerrados, dicotómicos, dividido en 6 secciones, estas contemplan: 1. Registro para la autorización de la práctica ante la autoridad competente, con 5 ítems; 2. Acerca de la instalación donde se encuentra el equipo, con 3 ítems; 3. Acerca del equipo, con 9 ítems; 4. Acerca del TOE, con 8 ítems; 5. Acerca de los pacientes, con 4 ítems y; 6. Acerca de los programas y registros implementados en el servicio, con 4 ítems. Teniendo un total de 60 ítems contenidos en el instrumento de recolección de datos implementado.

Se realiza el análisis y procesamiento de los resultados obtenidos, mediante el uso de estadística descriptiva, para calcular valores medios, tablas de frecuen-

cias, gráficos, coeficientes de correlación, entre otros, a través del uso de los programas IBM, SPSS-V23 y OriginPro 9.0. Para comparar el nivel de conocimiento y cumplimiento de la normativa nacional en diferentes servicios odontológicos, a través de la prueba ANOVA (por sus siglas en inglés Analysis Of Variance) y el cálculo del coeficiente tau ( $\tau$ ) de Kendall.

Definiendo un valor para la variable conocimiento en función de la sumatoria de los valores obtenidos en las variables aplicación de la normativa en función de la variable conocimiento de la norma.

La primera variable contenida en la sección III del instrumento de recolección de datos, a cada respuesta de los diferentes ítems se le asignará un valor numérico, con un valor de 0 para las respuestas: No la conoce, 1 para: Solo por nombre, 2 para: Medianamente y 3 para: A profundidad, realizándose la sumatoria de los valores obtenidos en cada ítem por centro.

Seguidamente, la variable Aplicación de la normativa, se califican según la siguiente codificación: tendrán un valor igual a 1 para respuestas afirmativas y 0 para las negativas, de igual manera se procede a realizar la sumatoria de las respuestas obtenidas en la sección IV del instrumento diseñado. Finalmente, estudiar si hay una correlación entre estos valores numéricos obtenidos en la sección III y IV del instrumento de recolección de datos.

### III. RESULTADOS

Para la validación del instrumento de recolección de datos, se obtuvo que el Coeficiente de concordancia de Kendall ( $W_k$ ) es igual a  $W_k=0,800$ ; obteniéndose una muy buena correlación. Para la sección apreciación cuantitativa se obtuvo un  $W_k=0,465$ : representando una moderada correlación. Se puede obtener el coeficiente de correlación medio que define la Validez del instrumento con un  $W_k=0,633$ , con una buena correlación entre las variables.

En el caso de la validez del instrumento de recolección de datos considerando las variables en conjunto Suficiencia, Coherencia, Claridad y Relevancia, podemos obtener el cálculo de Fiabilidad del alfa de Crombach cuyos resultados se muestran en la Tabla I.

**TABLA I**  
**CÁLCULO DE FIABILIDAD POR MEDIO DEL ALFA DE CROMBACH PARA LAS VARIABLES SUFICIENCIA, COHERENCIA, CLARIDAD Y RELEVANCIA**

Indicador	Alfa de Crombach
Todas las variables	0,967
Suficiencia	0,972
Claridad	0,677
Coherencia	1,000
Relevancia	1,000
Promedio	0,923

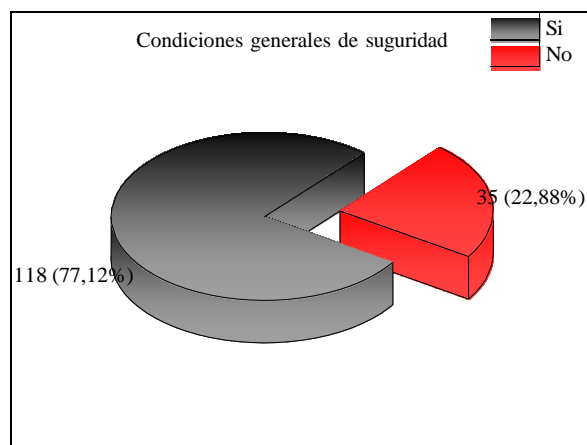
Se puede obtener el coeficiente de correlación medio que define la Fiabilidad del instrumento con un  $Wf=0,923$ , con una muy buena correlación entre las variables, por lo que se obtiene un instrumento de recolección de datos con una buena validez, fiabilidad y utilidad.

Se realizan las mediciones en 6 centros odontológicos, evaluando 17 equipos generadores de radiaciones ionizantes operativos y 2 equipos fuera de servicio. Información obtenida de la sección I del instrumento de recolección de datos: La información de relevancia está expresada en la tabla II, realizándose el estudio en 4 instituciones públicas y 2 privadas, representando un número mayor de TOEs en los servicios público, pero con una menor cantidad de equipos operativos.

**TABLA II**  
**DATOS GENERALES DE LOS CENTROS QUE COLABORARON EN LA PRESENTE INVESTIGACIÓN**

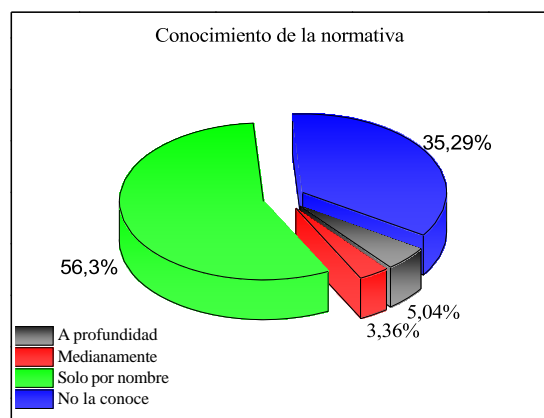
Descripción	Pública	Privada
Número de Instituciones	4	2
<b>Total</b>	<b>6</b>	<b>6</b>
Número de trabajadores ocupacionalmente expuestos	30	19
<b>Total</b>	<b>49</b>	<b>49</b>
Número de equipos instalados	9	10
<b>Total</b>	<b>19</b>	<b>19</b>
Número de equipos operativos	7	10
<b>Total</b>	<b>17</b>	<b>17</b>

De la sección II, se verifica unas buenas condiciones de seguridad eléctrica, seguridad física y condiciones generales del recinto, obteniendo un 72,12% de respuestas positivas, en comparación a los 22,88% negativas, mostrado en la Figura 1



**Figura 1: Condiciones generales de seguridad del recinto en donde se encuentran instalados los equipos**

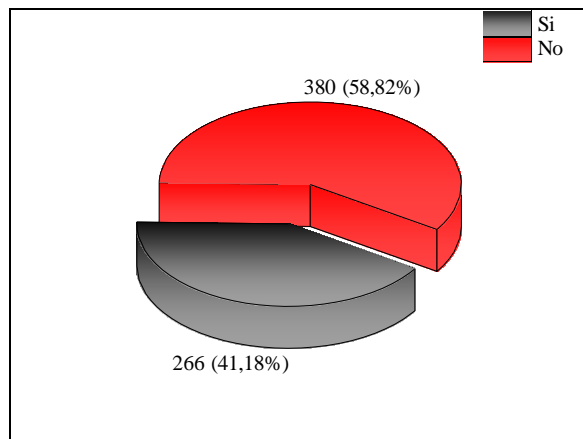
Las secciones del instrumento que serán de mayor interés, son la evaluación del conocimiento de la normativa (sección III). Como se muestra en la Figura 2, la respuesta predominante de las 7 normas que regulan la autorización y control de los equipos generadores de radiaciones ionizantes, es el conocimiento solo por nombre, representando el 56,3% de las respuestas obtenida, seguida de la respuesta no la conoce con un 35,29%, siendo las respuestas el conocimiento de la normativa a profundidad solo el 5,04% y medianamente el 3,36%. Evidenciando el desconocimiento del marco normativo nacional vigente.



**Figura 2: Resultados generales donde se evalúa el conocimiento de la normativa nacional vigente que regula el uso de radiaciones ionizantes en la práctica odontológica**

Para la evaluación de la aplicación de la norma (sección IV), se procede a realizar la suma de todas las respuestas positivas y negativas. La suma total de

respuestas afirmativas (266) representan el 41,18%, en comparación de las negativas (380) que representan el 58,82%, podemos obtener los resultados de la Verificación del Cumplimiento general de la normativa expresado en la Figura 3.

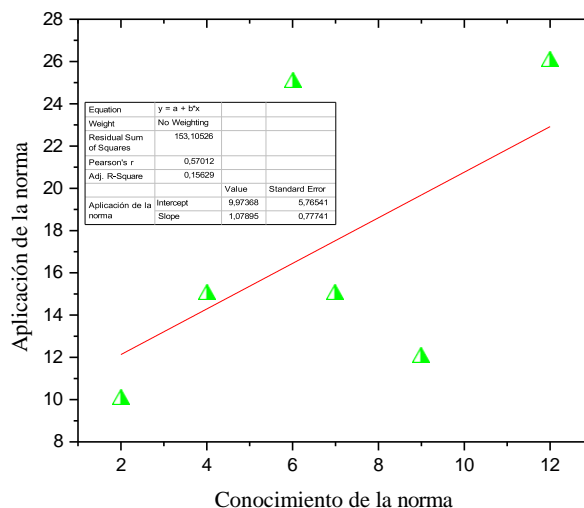


**Figura 3: Resultados generales donde se evalúa el conocimiento de la normativa nacional vigente que regula el uso de radiaciones ionizantes en la práctica odontológica**

**TABLA III  
RESULTADOS OBTENIDOS PARA ESTUDIAR LA CORRELACIÓN ENTRE EL CONOCIMIENTO Y LA APLICACIÓN DE LA NORMATIVA**

Centro	Conocimiento de la norma	Aplicación de la norma
Centro 1	12	26
Centro 2	4	15
Centro 3	9	12
Centro 4	2	10
Centro 5	6	25
Centro 6	7	15

La correlación entre los resultados obtenidos entre la verificación del conocimiento de la normativa nacional vigente y el cumplimiento de la normativa nacional vigente, se obtiene la Tabla III, expresados en unidades arbitrarias. Se busca si hay una correlación lineal entre las variables, mostrada en la Figura 4, donde se puede observar que no hay una buena correlación lineal, debido a la dispersión de los datos, obteniéndose un valor de  $R^2=0,16$ .



**Figura 4: Resultados generales donde se evalúa el conocimiento de la normativa nacional vigente que regula el uso de radiaciones ionizantes en la práctica odontológica**

**TABLA IV  
DATOS GENERALES DE LOS CENTROS QUE COLABORARON EN LA PRESENTE INVESTIGACIÓN**

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	58,833	4	14,708	3,269	0,390
Dentro de grupos	4,500	1	4,500		
Total	63,333	5			
$R^2$	0,92895				
CV	0,3182				

Por lo que se recurre a otros cálculos estadísticos, con la finalidad de verificar si existe una correlación entre las variables. Obteniendo un  $Wk=0,414$ ; representando una correlación moderada. Se realiza la prueba de análisis de varianza ANOVA, planteándose como hipótesis  $H_0$ : no hay relación entre las variables,  $H_1$ : hay relación entre las variables,  $\alpha=0,05$ ; al revisar los resultados obtenidos en la Tabla IV, se puede observar que el valor de sig es mayor que  $\alpha$ , por lo que se rechaza la hipótesis nula  $H_0$ , por lo que se puede concluir que hay una relación estadística entre las variables conocimiento y aplicación de la norma. También se puede observar que se consiguió un buen ajuste, ya que el valor del  $R^2$  es igual a 0,93.

**IV. CONCLUSIONES**

Basándonos en el procedimiento planteado en esta investigación, se obtiene que el instrumento de recolección de datos diseñado es válido, con un coeficiente de validez media total de 0,843, permitiendo la aplicación del mismo, para calcular y verificar el nivel de conocimiento de los responsables de equipos de rayos X

intraorales sobre la normativa nacional vigente que regula las radiaciones ionizantes en la ciudad de Mérida, Venezuela.

Los responsables de los centros odontológicos visitados en la presente investigación, no conocen la normativa nacional vigente que regula la autorización y control de los equipos que generan radiaciones ionizantes en la práctica odontológica, ya que de las 7 normas evaluadas, la respuesta predominante es que conocen las normas solo por nombre con un 56,3 %, seguida por la respuesta no la conoce con un 35,29 %, y las respuestas esperadas medianamente con un 3,36 % y a profundidad 5,04 %, estas dos últimas no llegan al 10 % de las respuestas obtenidas, a pesar de ser los responsables

legales de los centros.

Se puede mostrar que hay una relación estadística entre el nivel de conocimiento de los responsables de equipos de rayos X intraorales y la aplicación de la normativa nacional vigente que regula el uso de radiaciones ionizantes en la ciudad de Mérida, con un ajuste lineal con un valor de  $R^2=0,16$ ; un Coeficiente de concordancia de Kendall de 0,414 y para la prueba ANOVA un  $R^2=0,93$ . Por lo que hay que incentivar el conocimiento de las normas que regulan el uso de radiaciones ionizantes, con la finalidad de adecuar los centros a las mismas.

## APÉNDICE

### Instrumento de recolección de datos utilizado.

UNIVERSIDAD DE LOS ANDES  
FACULTAD DE ODONTOLOGÍA  
DEPARTAMENTO DE MEDICINA ORAL



#### INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS

Fecha: \_\_\_\_\_

#### I. DATOS GENERALES DE LA INSTITUCIÓN.

1. Nombre de la Institución: \_\_\_\_\_
- Tipo de Institución: Pública  Privada
2. Número de Trabajadores Ocupacionalmente Expuestos: \_\_\_\_\_
3. Número de equipos Periapicales Instalados: \_\_\_\_\_
4. Número de equipos Periapicales Operativos: \_\_\_\_\_

#### II. CONDICIONES GENERALES DE SEGURIDAD DEL SERVICIO.

##### 1. SEGURIDAD ELÉCTRICA DE LA UNIDAD.

- 1.1. Control de tierra: SI  NO
- 1.2. Estabilización del voltaje: SI  NO
- 1.3. UPS: SI  NO
- 1.4. Sistema de aire acondicionado: SI  NO

##### 2. SEGURIDAD FÍSICA.

- 2.1. Cerraduras: SI  NO
- 2.2. Control de acceso: SI  NO

##### 3. CONDICIONES GENERALES DEL RECINTO DE IRRADIACIÓN.

- 3.1. Lámparas de Emergencia: SI  NO
- 3.2. Detector de incendio: SI  NO
- 3.3. Extintor de incendio: SI  NO
- 3.4. Iluminación adecuada del recinto de irradiación: SI  NO

#### III. VERIFICACIÓN DEL CONOCIMIENTO DE LA NORMATIVA NACIONAL VIGENTE

El responsable del servicio conoce las normas siguientes:

1. GACETA OFICIAL DE LA REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA N° 38.572. "Norma sanitaria para la autorización y el control de las radiaciones ionizantes en medicina, odontología y veterinaria":  
A profundidad  Medianamente  Solo por nombre  No la conoce
2. Norma venezolana COVENIN 218-I: 2000. "Protección contra las radiaciones ionizantes provenientes de fuentes externas usadas en medicina. Parte 1: Radiodiagnóstico médico y odontológico":  
A profundidad  Medianamente  Solo por nombre  No la conoce
3. Norma venezolana COVENIN 96:1992. "Símbolo básico para radiaciones ionizantes":  
A profundidad  Medianamente  Solo por nombre  No la conoce

UNIVERSIDAD DE LOS ANDES  
FACULTAD DE ODONTOLOGÍA  
DEPARTAMENTO DE MEDICINA ORAL



4. Norma venezolana COVENIN 2257:1995. "Radiaciones ionizantes. Clasificación, señalización y demarcación de las zonas de trabajo":  
A profundidad  Medianamente  Solo por nombre  No la conoce
5. Norma venezolana COVENIN 2258:1995. "Vigilancia radiológica requisitos":  
A profundidad  Medianamente  Solo por nombre  No la conoce
6. Norma venezolana COVENIN 2259:1995. "Radiaciones ionizantes. Límites anuales de dosis":  
A profundidad  Medianamente  Solo por nombre  No la conoce
7. Norma venezolana COVENIN 3299:1997. "Programa de protección radiológica. Requisitos":  
A profundidad  Medianamente  Solo por nombre  No la conoce

IV. VERIFICACIÓN DEL CUMPLIMIENTO DE LA NORMATIVA NACIONAL VIGENTE PARA LA AUTORIZACIÓN Y CONTROL DE LAS RADIACIONES IONIZANTES EN ODONTOLOGÍA.

1. Registros para la autorización de la práctica ante la autoridad competente.

- 1.1. ¿El servicio está inscrito en el Registro de Instituciones Médicas que Utilizan Fuentes de Radiación Ionizante (RIMFRI)? SI  NO
- 1.2. ¿El servicio posee Conformidad Sanitaria de los Ambientes? SI  NO
- 1.3. ¿El servicio posee Permiso Sanitario de Funcionamiento (solo para Categoría III)? SI  NO
- 1.4. ¿El servicio posee la Evaluación de Seguridad de la Práctica? SI  NO
- 1.5. ¿El servicio ha sido supervisado por la Autoridad Competente, a fin de autorizar el funcionamiento del servicio? SI  NO

2. Acerca de la Instalación donde se encuentra el equipo.

2.1. Letreros y señalización.

- 2.1.1. Símbolo de radiaciones: SI  NO
- 2.1.2. Identificación apropiada de la unidad: SI  NO
- 2.1.3. Clasificación de Zonas: SI  NO

2.2. Señales luminosas.

- 2.2.1. En el comando: SI  NO
- 2.2.2. Puerta de acceso: SI  NO
- 2.2.3. Brazo: SI  NO

2.3. Barreras de seguridad.

- 2.3.1. El servicio posee Cálculo de Blindaje: SI  NO
- 2.3.2. El servicio posee una Evaluación de las Barreras Estructurales en los ambientes contiguos al recinto: SI  NO

3. Acerca del Equipo.

- 3.1. ¿El equipo cuenta con sistema de colimación? SI  NO
- 3.2. ¿El equipo cuenta con un manual de uso, instrucciones de seguridad, que cuente con las especificaciones técnicas, calibración y mantenimiento? SI  NO
- 3.3. ¿El equipo posee Pruebas de Aceptación? SI  NO
- 3.4. ¿Al equipo se le han realizado las pruebas de control de calidad, como se establece en la Norma Venezolana COVENIN 218-I? SI  NO
- 3.5. ¿La carga de trabajo del equipo es mayor a 40 estudios por mes? SI  NO
- 3.6. ¿Se garantiza que las exposiciones a los pacientes no superen los 5 segundos? SI  NO

UNIVERSIDAD DE LOS ANDES  
FACULTAD DE ODONTOLOGÍA  
DEPARTAMENTO DE MEDICINA ORAL



- 3.7. ¿El equipo cuenta con cable extensor con un pulsador a control remoto?  
SI  NO
- 4. Acerca del Trabajador Ocupacionalmente Expuesto.**
- 4.1. ¿El servicio cuenta con un Oficial de Seguridad Radiológica, certificado según la normativa nacional vigente?  
SI  NO
- 4.2. ¿El servicio cuenta con asesoramiento de un experto en Física Médica calificado en Radiodiagnóstico?  
SI  NO
- 4.3. ¿Los Trabajadores Ocupacionalmente Expuestos poseen dosimetría personal a fin de garantizar el cumplimiento de los límites de dosis?  
SI  NO
- 4.4. ¿Los Trabajadores Ocupacionalmente Expuestos poseen evidencia de la capacitación en Protección Radiológica que los certifique como calificados para realizar la práctica?  
SI  NO
- 4.5. ¿El Operador del equipo tiene garantizado que pueda realizar la exposición, a una distancia por lo menos de 2 metros del tubo de Rayos X?  
SI  NO
- 4.6. ¿Las trabajadoras en estado de gravidez se le garantizan las buenas condiciones de trabajo, a fin de proporcionar a la madre, embrión y/o al feto, el mismo nivel de protección radiológica que se prescribe para el público?  
SI  NO
- 5. Acerca de los Pacientes.**
- 5.1. ¿Los pacientes son informados sobre los riesgos sobre la salud a los cuales son sometidos al ser expuestos a Radiaciones Ionizantes?  
SI  NO
- 5.2. ¿Poseen Dosimetría Clínica?  
SI  NO
- 5.3. ¿Poseen medios de protección personal?  
5.3.1. Protector de Tiroides: SI  NO   
5.3.2. Peto plomado: SI  NO
- 6. A cerca de los Programas y Registros Implementados en el Servicio.**
- 6.1. ¿El servicio cuenta con Programa de Protección Radiológica?  
SI  NO
- 6.2. ¿El servicio cuenta con Programa de Aseguramiento de la Calidad?  
SI  NO
- 6.3. ¿El servicio cuenta con Plan de Emergencias Radiológicas?  
SI  NO
- 6.4. ¿El servicio cuenta con Programa de Optimización a fin de reducir las dosis que reciben los Trabajadores Ocupacionalmente Expuestos y los Pacientes en base al principio ALARA?  
SI  NO
- 6.5. ¿El servicio cuenta con un registro dosimétrico de los Trabajadores Ocupacionalmente expuestos?  
SI  NO
- 6.6. ¿El servicio cuenta con un registro de las placas radiográficas realizadas?  
SI  NO
- 6.7. ¿El equipo cuenta con un Programa de mantenimiento Preventivo y Correctivo, según las especificaciones del fabricante?  
SI  NO
- 6.8. ¿El equipo posee un registro de Calibraciones realizadas y Operaciones de Mantenimiento realizado?  
SI  NO

**REFERENCIAS**

- [1] A. Janssens. 2004. "European Guidelines on radiation protection on dental radiology. The safe use of radiographs in dental practice. Issue N° 136". European Commission.
- [2] OIEA. 2013. "Protección Radiológica de los Pacientes". [Online]. Available: [https://rpop.iaea.org/RPOP/RPOP/Content-es/InformationFor/HealthProfessionals/6\\_OtherClinicalSpecialities/Dental/index.htm](https://rpop.iaea.org/RPOP/RPOP/Content-es/InformationFor/HealthProfessionals/6_OtherClinicalSpecialities/Dental/index.htm).
- [3] United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation (UNSCEAR). United Nations. 2008. "Source and Effects of Ionizing Radiation". vol. I.
- [4] OIEA. 2010. "Protección Radiológica Relacionada con la Exposición Médica a la Radiación Ionizante". RS-G-1.5.
- [5] Comisión Venezolana de Normas Industriales. 2000. "Protección Contra las radiaciones Ionizantes Provenientes de Fuentes Externas Usadas en Medicina. Parte 1. Radiodiagnóstico Médico y Odontológico". Parte 1. COVENIN 218-1.
- [6] GACETA OFICIAL de la República Bolivariana de Venezuela. 27 de Noviembre de 2006. "Norma Sanitaria para la Autorización y el Control de las Radiaciones Ionizantes en Medicina, Odontología y Veterinaria".
- [7] E. Villavicencio, V. Ruiz y A. Cabrera. 2016. "Validación de Cuestionarios". OACTIVA UC Cuenca. vol. 1. pp. 75-80.

# SINTONIZACIÓN DE UN CONTROLADOR PID BASADO EN EL ALGORITMO COMPETITIVO IMPERIALISTA PARA EL CONTROL DE VELOCIDAD DE UN MOTOR DE CORRIENTE CONTINUA

Eduardo Silveira Gómez

UNEXPO, Ciudad Guayana, Bolívar 8050 Venezuela.

E-mail: eduardosilveirag@gmail.com.,

**Resumen:** Esta investigación busca abrir un camino hacia el desarrollo de modelos de control adaptable y/o robusto con el fin de crear nuevas técnicas altamente efectivas para la sintonización de controladores PID en este caso aplicada a un motor de corriente continua. Se propone una innovadora herramienta de optimización en cuanto a tiempo de cómputos, exactitud y precisión en la sintonización mediante el algoritmo competitivo imperialista (ICA), presentándose a la vez como una herramienta didáctica y amigable para el usuario, que permite adaptarse a los rangos de sintonización establecidos por el mismo, arrojando resultados realmente satisfactorios en cuanto el proceso de entonación se refiere, atenuando efectivamente los niveles de máximo sobreimpulso, disminuyendo el error en estado estable y mostrando una efectividad indiscutible en el tiempo de establecimiento a la señal de referencia y poniendo en evidencia la rapidez al controlar el proceso mediante los bajos tiempos de cómputos y el uso sin altas exigencias de recursos computacionales, realizando a la vez un análisis del comportamiento del algoritmo (ICA) ante el escenario de optimización en el controlador propuesto. Para facilitar precisamente el uso del modelo en investigaciones inherentes al control automático o para fines académicos, se desarrollo la herramienta como software basados en la plataforma Matlab®, tomando las consideraciones matemáticas previas del controlador y el motor de corriente continua

**Palabras Clave:** Controlador, Sintonización, Simulador, Algoritmo, Motor.

## TUNING OF A PID CONTROLLER BASED ON THE IMPERIALIST COMPETITIVE ALGORITHM FOR THE SPEED CONTROL OF A DRECT CURRENT MOTOR

**Abstract:** This research seeks to open a path towards the development of models of adaptive and / or robust control in order to create new highly effective techniques for the tuning of PID controllers in this case applied to a DC motor. An innovative optimization tool is proposed in terms of computation time, accuracy and precision in tuning through the competitive imperialist algorithm (ICA), presenting itself as a didactic and friendly tool for the user, allowing to adapt to the ranges of tuning established by the same, yielding really satisfactory results as soon as the intonation process is concerned, effectively attenuating the maximum overshoot levels, decreasing the error in steady state and showing an indisputable effectiveness in the time of establishment to the reference signal and setting in evidence the rapidity of controlling the process through the low computational times and the use without high demands of computational resources, performing at the same time an analysis of the behavior of the algorithm (ICA) before the scenario of optimization in the proposed controller. To facilitate precisely the use of the model in investigations inherent to automatic control or for academic purposes, the tool was developed as software based on the Matlab® platform, taking the previous mathematical considerations of the controller and the direct current motor

**Keywords:** Controller, Tuning, Simulator, Algorithm, Motor.



## I. INTRODUCCION

Un motor eléctrico es una máquina eléctrica que transforma energía eléctrica en energía mecánica por medio de interacciones electromagnéticas. Algunos de los motores eléctricos son reversibles, pueden transformar energía mecánica en energía eléctrica funcionando como generadores.

La máquina de corriente continua es una de las más versátiles en la industria, su fácil control de posición, paro y velocidad la han convertido en una de las mejores opciones en aplicaciones de control y automatización de procesos. Pero con la llegada de la electrónica su uso ha disminuido en gran medida, pues los motores de corriente alterna, del tipo asíncrono, pueden ser controlados de igual forma a precios más accesibles para el consumidor medio de la industria. A pesar de esto los motores de corriente continua se siguen utilizando en muchas aplicaciones de potencia (trenes y tranvías) o de precisión (máquinas, micros motores, etc.). La principal característica del motor de corriente continua es la posibilidad de regular la velocidad desde vacío a plena carga y su principal inconveniente, el mantenimiento, muy caro y laborioso.

Una máquina de corriente continua (generador o motor) se compone principalmente de dos partes, un estator que da soporte mecánico al aparato y tiene un hueco en el centro generalmente de forma cilíndrica. En el estator además se encuentran los polos, que pueden ser de imanes permanentes o devanados con hilo de cobre sobre núcleo de hierro. El rotor es generalmente de forma cilíndrica, también devanado y con núcleo, al que llega la corriente mediante dos escobillas. También se construyen motores de CC con el rotor de imanes permanentes para aplicaciones especiales.

Generalmente se modela al motor de C.D. como un sistema lineal y se diseñan estrategias de control lineal para ejecutar diversas tareas. Sin embargo, la mayoría de los controladores lineales no presentan una buena respuesta en el seguimiento y regulación cuando el sistema presenta incertidumbres paramétricas constantes o variantes en el tiempo. Las incertidumbres paramétricas no pueden ser compensadas por controladores lineales de tal manera que su desempeño no sería apropiado para ciertas aplicaciones. Se han realizado investigaciones para compensar estas en los controladores PID, para la sintonización y se diseña un compensador difuso para eliminar los errores de aproximación del error.

Por otra parte, recientemente, la computación evolutiva tal como algoritmos evolutivos o algoritmos de inteligencia colectiva han estado solucionando problemas del mundo real en el área de control automático, es propicio en este aspecto proponer alternativas o solu-

ciones orientadas a los problemas de sintonización de controladores PID y así lograr una mayor precisión en este ámbito mediante herramientas computacionales, ya que el uso de estos programas trae como ventaja la disminución del tiempo invertido en el cálculo.

El trabajo que se presenta a continuación tiene como objetivo principal el desarrollo de una metodología para la sintonización de un controlador PID basado en el algoritmo competitivo imperialista (ICA) para el control de velocidad de un motor de CD, para lo cual se debe utilizar y adaptar una herramienta computacional que lleva el nombre de "S.D. Imperial", que permitirá compensar o disminuir las incertidumbres paramétricas, dando paso a una nueva herramienta para la entonación de controladores PID

## II. DESARROLLO

Se ha demostrado en trabajos anteriores que la utilización de métodos de sintonización inteligentes como las redes neuronales pueden dar cabida a una mejor sintonización del controlador, pero a un costo de mayores recursos computacionales; sin embargo la utilización de otros algoritmos heurísticos podría generar mejores resultados en la sintonización del controlador y menor tiempo de cómputos. [24]

En todo caso, se busca una única solución dentro del espacio de decisión. Este tipo de problemas pueden ser abordados desde un punto de vista diferente, usando una optimización simultánea de todos los objetivos. Lo anterior implica la posible existencia de un conjunto de soluciones, donde ninguna es mejor que otra en todos los sentidos, sino que difieren por el grado de prestaciones entre objetivos. Este proceso de optimización se conoce como Optimización Multi-objetivo. [17]

El desarrollo de una metodología para la sintonización de un controlador PID para el control de velocidad de un motor de corriente continua, como se mencionó anteriormente, ya ha sido estudiada, pero en este caso, puntualmente, intenta hallar un conjunto de soluciones que permitan una validación de resultados con respecto a métodos clásicos de sintonización y establecer conclusiones de su efectividad o carencia de la misma. La ubicación del problema parte puntualmente del planteamiento de la investigación presentada por [24] ante el "Congreso Nacional de Control Automático" en el año 2013 titulada "Control adaptable basado en Evolución Diferencial (CAED) para un motor CD" que en sus resultados muestra como principal debilidad los elevados tiempos de cómputos para hallar las soluciones y que sugiere a su vez, su comparación con otras técnicas de control adaptable y/o robusto, y cuya comparación sería la razón de ser de esta investigación.

Este trabajo constará de un software que admita el modelo de la planta y sus parámetros inherentes mediante el algoritmo (ICA) para hacer los ajustes necesarios para minimizar los errores en el controlador, de manera de demostrar su eficacia y validez mediante el algoritmo competitivo imperialista, de resultados generando así nuevas herramientas computacionales que permitan una mayor eficacia en el control automático

Basados en este principio se propone un esquema de control de un motor de C.D. en donde los parámetros del controlador se estiman con el algoritmo competitivo imperialista (ICA). De tal manera que la importancia de este trabajo radica en establecer un problema de optimización dinámica multiobjetivo para encontrar los parámetros del controlador y establecer un análisis comparativo y de efectividad de resultados del comportamiento del error en el sistema propuesto en esta investigación basado en el algoritmo competitivo imperialista (ICA).

### 1. Sintonización de controladores PID

La sintonización de los controladores Proporcional - Integral - Derivativo o simplemente controladores PID, consiste en la determinación del ajuste de sus parámetros ( $K_c$ ,  $T_i$ ,  $T_d$ ), para lograr un comportamiento del sistema de control aceptable y robusto de conformidad con algún criterio de desempeño establecido. Para poder realizar la sintonización de los controladores, primero debe identificarse la dinámica del proceso, y a partir de ésta determinar los parámetros del controlador utilizando el método de sintonización seleccionado. [1]

### 2. Principio de funcionamiento de un motor DC

El Motor de corriente continua, trabaja, cuando se coloca un conductor que lleva corriente en un campo magnético, que experimenta un torque y tiene una tendencia a moverse. Si la dirección de la corriente eléctrica en el alambre se invierte, la dirección de rotación también se invierte. Cuando el campo magnético y el campo eléctrico interactúan que producen una fuerza mecánica, y en base a que el principio de funcionamiento del motor de corriente continua establecida. Fleming expuso la regla de la mano izquierda, la dirección de rotación de un motor está dada por regla de la mano izquierda, que establece que si el dedo índice, dedo medio y el pulgar de la mano izquierda se extienden mutuamente perpendiculares entre sí y si el dedo índice representa la dirección del campo magnético, el dedo medio indica la dirección de la corriente eléctrica, entonces el pulgar representa la dirección en la que la fuerza es experimentada por el eje del motor de corriente continua. [5]

### 3. El algoritmo competitivo imperialista (ICA)

El Algoritmo Competitivo Imperialista (ICA) es una técnica heurística que utiliza el comportamiento socio-histórico del hombre registrado en sus formas de conquista, el imperialismo y el proceso de la competencia imperialista como una fuente de inspiración. La Figura 1 muestra el flujo grama del algoritmo [11].

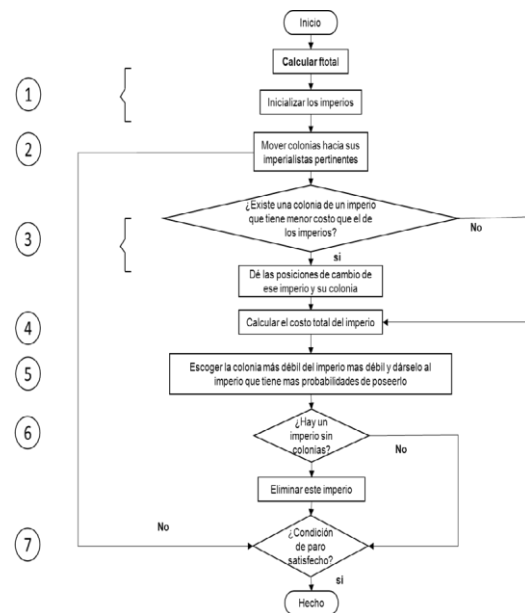


Figura 1. Flujograma del ICA.

Este algoritmo comienza con algunos países iniciales. Algunos de los mejores países son seleccionados para ser los estados imperialistas y todos los demás países que conforman la población inicial, son colonias de los imperialistas sobre la base de su poder para formar los imperios

Para dividir a las colonias entre imperialistas se define el fitness o función aptitud normalizado de un imperialista por:

$$C_n = c_n - \max i \{C_i\} \quad (1)$$

Donde:

$C_n$ = Es el fitness o función aptitud normalizado

$c_n$ =: Es el fitness o función del imperialista

El poder normalizado de cada imperialista es la porción de colonias que deben ser poseídas por imperialista y está definido por:

$$P_n = \left| \frac{C_n}{\sum_{i=1}^{N_{imi}} C_i} \right| \quad (2)$$

Después de dividir todas las colonias de los imperialistas y la creación de los imperios iniciales, estas colonias empiezan a avanzar hacia su estado imperialista pertinentes. Este movimiento es un modelo simple de la política de asimilación, que fue usado por algunos estados imperialistas. [4]

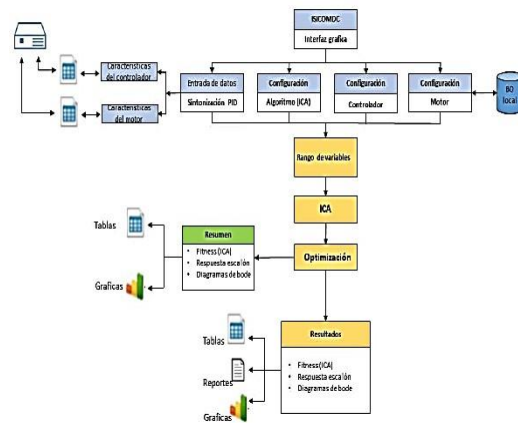
La potencia total de un imperio depende de la energía tanto en el país imperialista y como del poder de sus colonias. En la competencia imperialista, todos los imperios tratan de tomar posesión de las colonias de otros imperios y el control de ellos. Esta competencia de forma gradual produce una disminución en el poder de los imperios más débil y un aumento en el poder de los más poderosos. Esta competencia se basa sólo por recoger algunos de ellos (normalmente una) de las colonias más débiles de los más débiles imperios y hacer una competencia entre todos los imperios que poseen estas colonias.

El poder total de los imperios dependerá del poder de los imperialistas y del poder de las colonias que los conforman, este poder es medido por el poder del imperialista más un porcentaje del poder de su colonia más débil, si la función aptitud  $> 0$ , el poder del imperialista será 1,3 por el valor máximo de la función aptitud de todos los imperialistas, menos el valor de la función aptitud de todos los imperialistas; ahora si la función aptitud  $< 0$  el poder del imperialista será 0,7 por el máximo valor de la función aptitud de todos los imperialistas menos el valor de la función aptitud de todos los imperialistas.

Si una colonia posee una mejor función aptitud que su imperialista correspondiente esta colonia asumirá el rol de imperialista y el antes imperialista tomara su lugar como colonia [14]

#### 4. Desarrollo del modelo computacional de aplicación del (ICA)

El desarrollo del modelo computacional para el controlador PID basado en el algoritmo competitivo imperialista (ICA) para el control de velocidad de un motor de corriente continua se encuentra reflejado en el diagrama presentado en la Figura 2, que muestra por bloques la construcción y funciones del mismo, siendo este compendio de funciones lo que conforman la herramienta computacional ISICOMDC .



**Figura 2. Desarrollo del modelo computacional (ICA) en ISICOMDC**

### III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 5. Análisis mediante simulación de la sintonización del sistema de control

Para el análisis del comportamiento del sistema de control y su respectiva simulación, se procedió a realizar la ejecución de la misma ajustando los valores de controlador y algoritmo, solo manteniendo como parámetros fijos, los del motor DC que ya fueron obtenidos, desde la investigación previa que sirvió como antecedente -en lo que al proceso de control respecta- de este trabajo mediante el desarrollo de control adaptativo por evolución diferencial (CAED) [15] [24]. Cabe destacar que la herramienta desarrollada (ISICOMDC), se encuentra circunscrita a un modelo de control computacional robusto. Los pasos ejecutados para la simulación del controlador y el funcionamiento del motor con (ISICOMDC) se describen en lo sucesivo.

- Parámetros obtenidos para el algoritmo. En primer lugar se realizó el ajuste de los parámetros del algoritmo que es la guía de ajuste del controlador. Dichos parámetros quedan ajustados como lo señala la Tabla I.

**Tabla I. Configuración de parámetros del algoritmo ICA.**

Parámetro	Valor
Número de países iniciales	10
Número de imperialistas iniciales	4
Número de décadas	90
Rata de revolución	0.3
Coefficiente de asimilación $\beta > 0$	2
Coefficiente de ángulo de asimilación $\theta > 0$	0.5
Coefficiente Zeta	0.02
Relación de amortiguación	0.02
Umbral de unión	0.02

●Parámetros obtenidos para el controlador: en el rango de ajuste para los parámetros de ajuste de las acciones derivativas, proporcionales, integrales, se estimaron tomando en cuenta los paradigmas establecidos por Ziegler – Nichols para ajuste de rango de parámetros para un controlador PID y un filtro N que servirá como atenuador de los picos que pueda presentar el controlador ante algún tipo de perturbación, dichas estimaciones son presentados en la Tabla II.

**Tabla II. Configuración de parámetros del controlador.**

Parámetro	Valor mínimo	Valor máximo
Proporcional (P)	0.1	300
Integral (I)	0.5	2
Derivativo (D)	0.1	0.8
Filtro (N)	20	1000

De manera que la señal de salida viene dada en (3)

$$C(s) = P + I \left[ \frac{1}{S} \right] + D \left[ \frac{NS}{S + N} \right] \quad (3)$$

Dónde:

C(s)= Señal de salida del controlador

P= Acción proporcional

I= Acción Integral

D= Acción derivativa

N= Filtro derivativo

De la misma manera se hacen los ajustes pertinentes a los parámetros restantes del controlador señalado en la Tabla III en el cual se propone un ajuste donde la pauta prioritaria la registrará el máximo sobreimpulso, obteniendo así la respuesta ante la señal escalón unitario

**Tabla III. Configuración de parámetros de respuesta al escalón.**

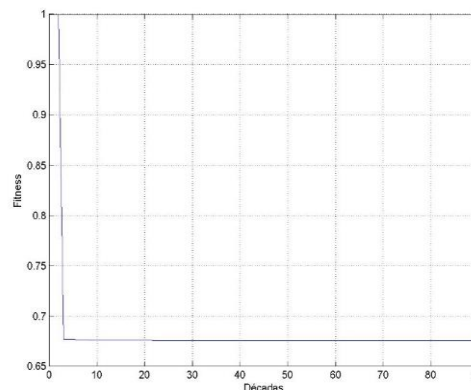
Respuesta al escalón	Valor
Máximo sobreimpulso (%Mp)	0.1
Tiempo de establecimiento (ts)	0.01
Error en estado estable (Ess)	0.01

●Parámetros del motor de corriente continua (DC): Los parámetros del motor como se mencionó anteriormente ya están preestablecidos para los fines del análisis comparativo que se hace. Dichos parámetros se muestran de forma tabular en la Tabla IV

**Tabla IV. Configuración de parámetros del motor. Fuente:**

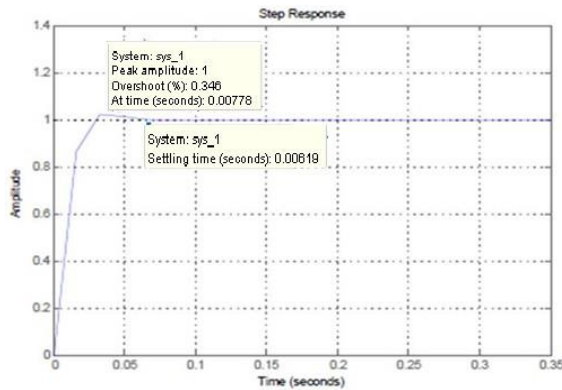
Parámetros del motor	Valor
R: Resistencia eléctrica ( $\Omega$ )	9.665
L: Inductancia eléctrica (H)	0.10244
J: Momento de inercia del motor ( $\text{Kg/m}^2$ )	0.000345
B: Coef de fricción viscosa ( $\text{N.m/rad/s}$ )	0.000585
K: Const mecánica del motor ( $\text{V/rad/s}$ )	0.4133

Una vez establecidos los parámetros anteriores, se dio paso a la simulación en cuestión, la misma en lo que se refiere al algoritmo competitivo imperialista, donde se observó un decrecimiento acentuado del fitness (optimización ante iteraciones) donde evidentemente se aprecia una tendencia a “cero” en un rango de iteraciones de 90

**GRÁFICA FITNESS:****Figura 3. Grafica de fitness versus iteraciones de (ICA).**

El comportamiento del fitness versus las iteraciones puede observarse en la Figura 3 anteriormente mostrada, y las iteraciones para cada acción, la proporcional (P), la integral (I) y la derivativa (D), se presentan en la interfaz del simulador., de tal manera que la respuesta

que se obtendrá a la señal escalón unitario puede observarse en la Figura 4.



**Figura 4. Respuesta al escalón unitario (ISICOM-DC)**

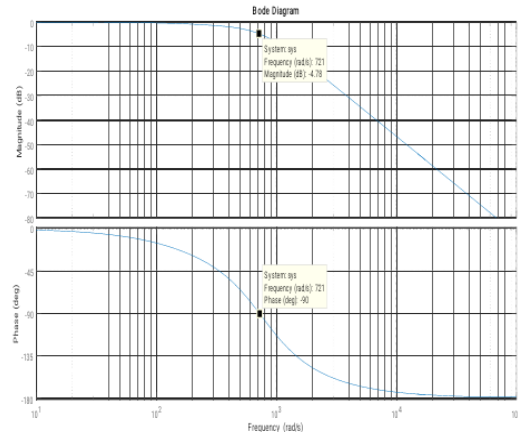
Donde los valores que se dan para la simulación resultan en un máximo sobreimpulso de 0.346%% y un tiempo de establecimiento 0.00619s, de lo que puede afirmarse que el controlador tiene un buen seguimiento a la señal antes mencionada y quedando establecidos los ajustes finales del controlador ya sintonizados mediante el algoritmo competitivo imperialista (ICA) en una acción proporcional (P) de 300, una integral (I) de 2 y una derivativa de 0.62406935. En contraste en el análisis de los diagramas de bode arrojados por el simulador ISICOMDC, partiendo de la idea señalada por [6] en sus apuntes de teoría de control donde se señala que si el cociente entre la señal de entrada y de salida es igual a uno (1), en el diagrama de Bode referido en decibels (dB) se obtendría un valor de cero (0) entonces, se establecería una relación unitaria, donde el (PID) mantiene el control en niveles estables ante perturbaciones (Ver Figura 5), partiendo del principio expresado en (4) en la que se señala:

$$Ganancia \text{ en dB} = 20 \frac{Y(s)}{X(s)} \quad (4)$$

Dónde:

- Y(s)= Señal de salida del controlador
- X(s)= Señal de entrada del controlador
- dB= Magnitud en decibels

Podría establecerse que hay una estabilidad del control y no existe amplificación de frecuencia ante perturbaciones existentes o latentes en el sistema.



**Figura 5. Parámetros del diagrama de bode del sistema de control.**

Donde se muestra una frecuencia crítica de  $\omega_c = 721$  (rad/s), para un ángulo de fase de  $90^\circ$  y una ganancia crítica de  $-4.28\text{dB}$ , estos parámetros permiten dilucidar el periodo crítico del sistema mediante (5).

$$t_c = \frac{2\pi}{\omega_c} \quad (5)$$

Donde:

- $t_c$  = Periodo crítico (s)
- $\omega_c$  = Frecuencia crítica (rad/s)

Resultando en un periodo crítico del sistema de  $t_c = 8.71 \times 10^{-3}$  s se encuentra en cero que en una ganancia de lazo K baja

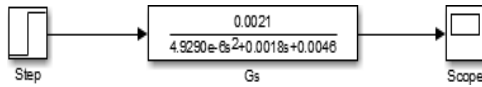
Confrontación de los resultados obtenidos de la aplicación de la metodología de sintonización para ser validados y comprobar su efectividad

Las figuras presentadas a continuación presentan los resultados en dos fases. La primera, muestra los resultados que arrojaron las simulaciones para la sintonización de un controlador PID para el control de velocidad de un motor DC mediante el método de Ziegler - Nichols y una segunda fase para la optimización en dicha sintonización, realizada por el programa, ISICOMDC mediante el algoritmo competitivo imperialista (ICA), para su validación que permite contrastar la efectividad y eficiencia de ISICOMDC.

Sintonización del controlador PID mediante método de Ziegler - Nichols .

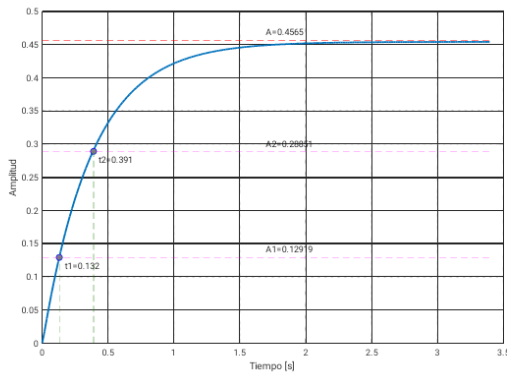
Para la realización de la sintonización mediante el método de Ziegler - Nichols, fue utilizada la herramienta Matlab - Simulink donde se aplicó una señal de escalón unitario a la función de transferencia del motor

citada en y obteniéndose el bloque mostrado en la Figura 6.



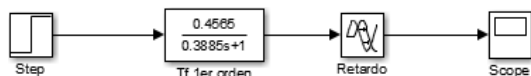
**Figura 6. Señal escalón aplicada a función de transferencia motor DC.**

Arrojando así una señal en lazo abierto para la linealización del sistema como lo muestra la Figura 7.



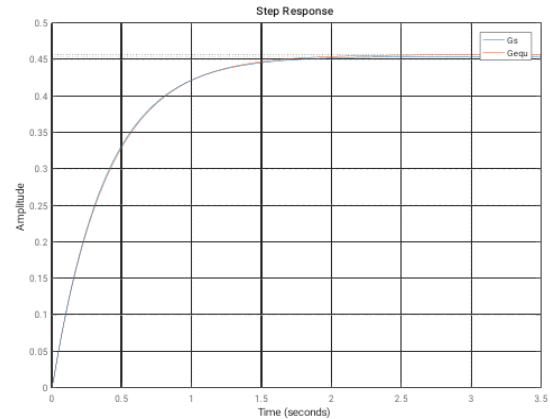
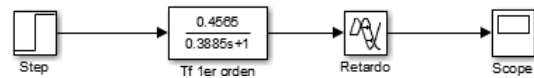
**Figura 7. Respuesta al escalón aplicada a función de transferencia motor DC.**

Obteniendo de esta manera los parámetros señalados como. A,A1 y A2, además de  $\tau$  y  $t_0$ . Lo cual hace posible materializar los bloques de simulación que muestra la Figura 8.



**Figura 8. Bloques de simulación de la planta linealizada.**

Al realizar la simulación respectiva puede observarse la correspondencia entre la planta linealizada con la función de transferencia del motor DC como lo señala la Figura 9, por lo cual es posible la realización del ajuste respectivo del controlador PID.



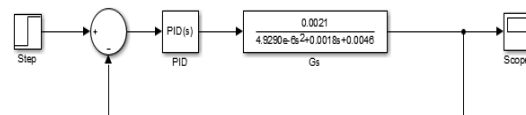
**Figura 9. Planta linealizada por Ziegler – Nichols.**

De esta manera es posible realizar los ajustes de los parámetros mediante la determinación de los coeficientes  $K_p, T_i, T_d$ . Por otra parte, la Tabla V muestra los resultados del ajuste del controlador PID para el motor DC mediante Ziegler – Nichols, para una referencia de escalón de valor uno [9]

**Tabla V. Parámetros de ajuste de sintonización PID para motor DC por Ziegler – Nichols.**

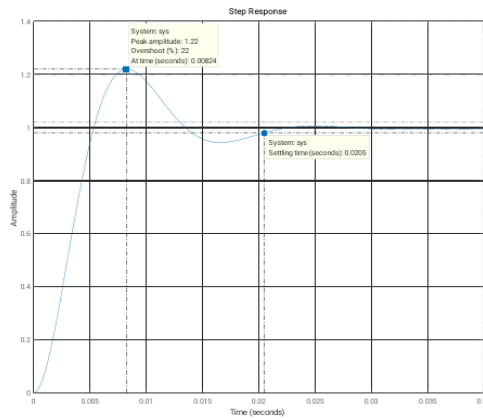
A	A1	A2	$\tau$	$t_1$
0.4565	0.12919	0.28851	0.3885	0.132
$K_p$	$T_i$	$T_d$	$t_0$	$t_2$
4.0849	0.0050	0.0013	0.0025	0.391

Obtenidos los valores anteriores, el sistema final en lazo cerrado quedaría dispuesto de la siguiente manera, como lo señala la Figura 10.



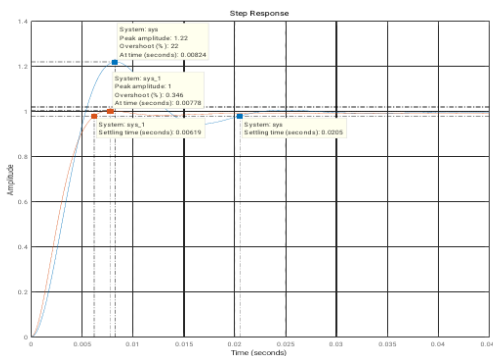
**Figura10. Planta y controlador en lazo cerrado para simulación final.**

La respuesta al escalón del sistema ya ajustado con el controlador PID se muestra en la Figura 11



**Figura 11. Respuesta al escalón del sistema ajustado con el controlador PID**

De acuerdo a la figura anterior, es posible contrastar los resultados obtenidos mediante la sintonización realizada mediante el método de Ziegler – Nichols (representado en color azul) y los resultados obtenidos de la sintonización hecha por ISICOMDC (representado en color rojo). Ver Figura 12



**Figura12. Respuesta al escalón ISICOMDC versus Ziegler -**

Nótese que la entonación del sistema mediante el controlador PID por Ziegler - Nichols, se muestra con mayores oscilaciones, un mayor sobreimpulso y con un tiempo de estabilización mucho más largo que ISICOMDC quedando en evidencia una mayor efectividad de este. Los resultados numéricos de la entonación se muestran en la Tabla VI

**Tabla VI. Confrontación de resultados numéricos de ISICOMDC versus Ziegler – Nichols**

ISICOMDC		Ziegler - Nichols	
Pico de Amplitud	1	Pico de Amplitud	1.22
Tiempo de establecimiento	0.00778s	Tiempo de establecimiento	0.346
Máximo sobreimpulso	0.346%	Máximo sobreimpulso	22%
$K_p$	300	$K_p$	408.4995
$T_i$	2	$T_i$	0.005
$T_d$	0.624	$T_d$	0.013
$N$	700	-	-

En virtud de todos los aspectos antes expuestos puede resumirse el desempeño del simulador Imperial Sintonizador de Controladores para motor DC (ISICOMDC) que toma como referencia la sintonización de un controlador PID por medio del método clásico de Ziegler - Nichols para validar su eficacia además de mostrar así su rapidez y confiabilidad como herramienta de optimización, fue posible hallar las efectividades de respuesta de entonación de una metodología de control robusto representada por (ISICOMDC). Como dato complementario a esta investigación, tomando en cuenta lo concluido por [24] donde “se deja como trabajo futuro la comparación (CAED) con otras técnicas de control adaptable y/o robusto y la premisa importante de reducir con nuevas herramientas los tiempos de cómputo sin dejar de lado la calidad de resultados arrojados por dichas herramientas” para fines de esta cuantificación se toma tal antecedente en este apartado. Es pues, donde puede entenderse a ISICOMDC como una herramienta de gran efectividad y un alto desempeño para los fines que fue concebida, lo que queda evidenciado de una manera fehaciente en la Tabla VII. Donde se condensa un dossier de datos finales

**Tabla VII Contraste de tiempos de cómputos.**

Herramienta	CAED	ISICOMDC
Tiempo de cómputo	2394s	54s

Nótese la efectividad al momento de la optimización realizada por ISICOMDC y la rapidez de los tiempos de cómputo. Se puede afirmar entonces el logro de mejores resultados a menor tiempo de cómputo con esta herramienta. La optimización con ISICOMDC se realizó en

una computadora con las siguientes características: Procesador: AMD Phenom Memoria RAM: 4.00 GB 8650 Triple-Core 2.29 GHz, Sistema operativo: Windows 10-64 bits, arrojando un tiempo promedio de simulación de 54s (0.9min). El CAED, por su parte, emplea el método de Euler para resolver la ecuación diferencial dada por la dinámica del sistema. El paso de integración  $\Delta t = 0.005$  segundos para un tiempo final de 3 segundos, esto indica un total de 600 iteraciones. Por cada tiempo de integración son 3.99s, para la siguiente especificación de computadora: Procesador: Intel Core i7, 2.00 GHz (Superior a la anterior), Memoria RAM: 6 GB, para arrojar un tiempo de simulación de 2394s (39.9min).

#### IV. CONCLUSIONES

Una vez hecho el estudio de aplicación del simulador Imperial Sintonizador de Controladores para motor DC (ISICOMDC) versus el controlador sintonizado mediante método de Ziegler - Nichols, se llegaron a los resultados que permiten el siguiente conjunto de conclusiones:

- El simulador Imperial Sintonizador de Controladores para motor DC (ISICOMDC), usado como técnica de control robusto para la entonación de controladores, demostró ser eficiente para los fines para lo que fue concebido.
- La aplicación de la herramienta (ISICOMDC), en la practica puede llegar a ser limitada
- Los tiempos de cómputos de (ISICOMDC), resultaron extremadamente menores que los planteados en antecedentes como (CAED).
- El programa computacional (ISICOMDC), resultó válido, por lo tanto confiable.
- El programa (ISICOMDC), resulta de fácil manejo, en consecuencia didáctico
- Los valores, efectividad y rapidez se atribuyen al algoritmo base del simulador, decimales utilizados en el cálculo y valores de truncamiento inherentes al programa.

#### REFERENCIAS

- [1] Alamo, T. (2008). Diseño del controlador PID. Departamento de Ingeniería de Sistemas y Automática. Universidad de Sevilla. Sevilla. España
- [2] Arias, F. G. (2006). El proyecto de Investigación (Introducción a la Metodología Científica). Caracas: Episteme
- [3] Atashpaz, E, Hashemzadeh, F. Caro, L. (2008). Designing an optimal PID controller using Colonial Competitive Algorithm. En: WCCI, Hong Kong, Control and Intelligent Processing Center of Excellence, Uni-

versity of Tehran

- [4] Atashpaz, E, Hashemzadeh, F. Caro, L. (2009). International journal of bio-inspired computation. Iran: Tehran.. Version 2
- [5] Benalcazar J., Verduga G. (2013) Diseño e implementación de un sistema de control PID de posición de un motor de corriente continua por medio de hardware y software Matlab – Simulink para uso didáctico en la facultad de Educación. Trabajo de grado de ingeniero en electrónica en control y automatismo con mención en gestión empresarial. Universidad Católica De Santiago de Guayaquil. Guayaquil. Ecuador
- [6] Brito, Fran. (2010) Apuntes de Sistemas de Control Automático. UNEXPO Puerto Ordaz. Ciudad Guayana
- [7] Cavada, D. (1998). Autosintonización de lazos de control PID en controladores programables. Trabajo de grado de maestro en ciencias de la ingeniería eléctrica con especialidad en electrónica. Universidad Autónoma de Nuevo León. San Nicolás de las Garzas. Nuevo León. México
- [8] Chapman, S. (2000). Maquinas Eléctricas. Editorial Mc Graw Hill, S.A, México. 2000
- [9] Dulhoste J (2012). Ajuste de Controladores PID. Universidad de Los Andes (ULA). Mérida. Venezuela
- [10] Fuenmayor, R. P. (2000). Mejores Técnicas de la Investigación. Limusa.: Madrid. España.
- [11] Fuentes, D (2010). Aplicación del algoritmo competitivo imperialista (ICA) para la minimización de pérdidas eléctricas en sistemas de distribución aéreos. Trabajo de grado. Departamento de ingeniería eléctrica. UNEXPO – Puerto Ordaz. Venezuela
- [12] Hernández, R, Fernández, Baptista, P (2010). Metodología de la investigación, Roberto Hernández Sampieri. McGraw-Hill
- [13] Higuera, O (2010). Búsqueda optimizada aplicada a la calibración de controladores PID en un cuadricóptero autónomo. International Journal of Advanced Robotic Systems. Tennessee. USA
- [14] Khabbazi, A (2008) Imperialist Competitive Algorithm for Minimum Bit Error Rate Beamforming. School of Electrical and Computer Engineering, University of Tehran, Tehran, Iran
- [15] Gaspar, J (2015). Evolución Diferencial para el Control de un Motor de Corriente Directa Bajo Incertidumbre Paramétrica. Trabajo de grado de maestro en computación aplicada. Laboratorio Nacional de Informática avanzada A.C (LANIA). Xalapa Veracruz. México.
- [16] León, J (2010). Aplicación del algoritmo competitivo imperialista (ICA) para la estimación de los parámetros del circuito equivalente de un motor de inducción Trabajo de grado. Departamento de ingeniería eléctrica.

UNEXPO – Puerto Ordaz. Venezuela

[17]Mendoza, F. (2010). Diseño multiobjetivo multi-etapa de sistemas de distribución de energía eléctrica aplicando algoritmos evolutivos. Tesis Doctoral. Universidad de Zaragoza, España. Abril de 2010.

[18]Microsoft Corporation®. Matlab. Washington D.C. [Citado el 13 de agosto de 2016]. Disponible en: <http://msdn.microsoft.com/eses/library/2x7h1hf k%28v=vs.80%29.aspx>

[19]Ogata, K. (1995). Discrete-Time Control Systems. Prentice Hall, Inc, second edition.

[20]Pérez, F. (2010). Diseño de un sistema de control de velocidad de un motor de corriente continua basado en acelerómetros. Trabajo de grado en ingeniería industrial. Universidad de comillas Madrid. España

[21]Sampieri,R. Fernández,C. Baptista P. (2010). Meto-

dología de la investigación, Roberto Hernández Sampieri. McGraw-Hill.

[22]Santos, S. (2014). Sintonización de controlador PID basado en un algoritmo heurístico para el control de un Ball and Beam. Trabajo de grado de maestro en ciencias en instrumentación y control automático. Universidad Autónoma de Querétaro. Querétaro. México

[23]Silveira, E (2011). Desarrollo de un simulador de luminotecnia para el cálculo de alumbrado interior y alumbrado público (CIIE). Departamento de ingeniería eléctrica. UNEXPO – Puerto Ordaz. Venezuela

[24]Villarreal-Cervantes, M. Mezura-Montes, E., (2013) Control adaptable basado en evolución diferencial para un motor de CD. Ensenada, Baja California, México, 2013. Congreso Nacional de Control Automático. Universidad Veracruzana

## NUESTRO FUTURO. ¿COMPETENCIA O CONVIVENCIA?

Humberto Rivas  
Hrivas2000@gmail.com

---

**Resumen:** Este presente trabajo es el resultado de una investigación documental sobre la competencia. La competencia es el problema fundamental del proceso de la evolución humana. Es un estudio y análisis del proceso histórico evolutivo de las instituciones y los grupos sociales que las crearon. Este estudio se extiende hasta llegar a la crisis civilizatoria actual. Se establece una propuesta de solución con una perspectiva no tradicional como contrapartida al crecimiento ilimitado. Está fundamentada en la satisfacción de necesidades vitales comunes a todos los seres humanos, En América hablamos de los Tiahuanaco, los Muiscas, los Incas con sus pirámides; de la escritura y sistemas numéricos de los Mayas, así como de las grandes ciudades Aztecas. Fueron culturas construidas con conocimiento y sabiduría durante unos 7500 años por comunidades que vivían en convivencia.[41], [42], [43], [44], [45], [46], [47], [48], [49], [50], [51], [52], [53], [54], [55], [56], [57], [58], [59], [60], alimentación, salud, hábitat, conocimiento y sabiduría. Esto facilita la elaboración de metodologías propias y facilita la elaboración de proyectos comunitarios coherentes con los planes de la nación. La importancia del trabajo radica en las reflexiones que su lectura pueda originar y las acciones a que estas puedan conducir. Se buscan nuevos paradigmas de vida en el horizonte y se procura para todos, una mejora significativa en la calidad de vida.

---

**Palabras Clave:** Cultura, competencia, convivencia, sociedades.

## OUR FUTURE. COMPETITION OR COEXISTENCE?

---

**Abstract:** These The present work is the result of a documentary investigation on the competition. Competition is the fundamental problem of the process of human evolution. It is a study and analysis of the historical evolutionary process of the institutions and the social groups that created them. This study extends to the current civilizational crisis. A solution proposal is established with a non-traditional perspective as a counterpart to unlimited growth. It is based on the satisfaction of vital needs common to all human beings. In America we talk about the Tiahuanaco, the Muiscas, the Incas with their pyramids; of the writing and numerical systems of the Mayans, as well as the great Aztec cities. They were cultures built with knowledge and wisdom for about 7,500 years by communities that lived together.[41], [42], [43], [44], [45], [46], [47], [48], [49], [50], [51], [52], [53], [54], [55], [56], [57], [58], [59], [60], feeding, health, habitat, knowledge and wisdom. This facilitates the development of own methodologies and facilitates the development of community projects consistent with the nation's plans. The importance of the work lies in the reflections that its reading can generate and the actions to which these can lead. New paradigms of life are being sought on the horizon and a significant improvement in the quality of life is sought for everyone.

---

**Keywords:** Culture, competition, coexistence, societies.



## I. INTRODUCCIÓN

Tenemos 2500 años de competencia, evolucionando hacia un mundo de confort que solo pueden sostener a pequeños grupos privilegiados de la población, debido al alto costo de ese confort. El anhelo por este confort nos ha conducido hasta llegar a un mundo fracasado, inhumano, ilegítimo, fragmentado, turbulento y difuso, con modo de vida insostenible para la mayoría de la población.

El propósito de este trabajo es fundamentar el concepto de Cultura de Convivencia como respuesta al problema de la competencia, la cual es el origen de la crisis civilizatoria actual que vive la humanidad.

La propuesta de solución es de una respuesta que satisface las aspiraciones de todo ser humano, por lo que es transversal a todas las áreas del conocimiento desde la perspectiva del enfoque geohistórico y el geopolítico.

## II. FUNDAMENTOS TEÓRICOS.

### A. Culturas de Convivencia.

Históricamente se estima que el homo erectus apareció sobre la Tierra hace unos 2.000.000 de años, luego vendría el homo sapiens y hace unos 10.000 años, comenzaron a aparecer las primeras culturas. Hablamos de las culturas africanas que se asentaron con sus pirámides a lo largo del Río Nilo. [1], [2].

También hablamos de la cultura Mesopotámica entre los ríos Éufrates y el Tigris; de la ingeniería de la cultura Persa, asentada en lo que hoy es territorio de la República de Irán, de la cultura fenicia del Mediterráneo; la cultura de la India y la cultura china en Asia. [3], [4], [5], [6], [7], [8], [9], [10], [11], [12], [13], [14], [15], [16], [17], [18], [19], [20], [21], [22], [23], [24], [25], [26], [27], [28], [29], [30], [31], [32], [33], [34], [35], [36], [37], [38], [39], [40].

### B. Sociedades de Competencia

Hace cerca de 2500 años comenzó un proceso de evolución civilizatoria competitiva. A lo largo de toda su historia este proceso ha sido liderado por grupos elitistas privilegiados, los cuales han ido formando sociedades que tienen por finalidad utilizar a la población para su beneficio particular. Para tal fin han ido formando sociedades jerárquicas, cuyos miembros han diseñado, dirigido y acumulado instituciones que les permiten dominar a la población. Por esta razón, han ido invadiendo y desmontando las culturas existentes, hasta convertirlas en poblaciones medibles, controlables y gobernables. [61]

En este trabajo se utilizan algunos conceptos de manera no convencional. Uno de ellos es el concepto de

sociedad, el cual debe entenderse como una agrupación de personas privilegiadas que se asocian para competir y dominar la población.

En este trabajo se utilizan algunos conceptos de manera no convencional. Uno de ellos es el concepto de sociedad, el cual debe entenderse como una agrupación de personas privilegiadas que se asocian para competir y dominar la población.

. De la misma manera se utiliza el concepto de cultura, no como sinónimo de bellas artes sino que se utiliza en un sentido más amplio. La cultura es la cosmogonía, la identidad, las bellas artes, el desarrollo endógeno, el conocimiento y la sabiduría, la alimentación, la ética, son todas aquellas actividades que realiza el ser humano en un ambiente de convivencia o dicho de otra manera en ausencia de competencia.

Para comprender con más precisión el efecto que tiene la competencia en la crisis civilizatoria actual y la dominación y control de la población es, es necesario seguir el hilo conductor de los aportes realizados a lo largo del proceso evolutivo por parte de las sociedades. Estos aportes consisten en el diseño e implementación de instituciones que utiliza para dominar a la población. También es necesario observar como en ese proceso evolutivo se van incorporando paulatinamente nuevas instituciones que se perfeccionan en el tiempo. Estas instituciones se van integrando al cuerpo de factores que constituyen la dominación como una totalidad. Ese cuerpo de dominación ha sido dirigido siempre por miembros de las sociedades privilegiadas que viven en la opulencia en un ambiente de permanente competencia.

En Mesopotamia los asirios comenzaron con las primeras disputas, de la misma manera en Babilonia ocurrieron muchos desmanes, pero no fue hasta hace unos 2500 años cuando en Grecia comenzó sistemáticamente la competencia y con ella la dominación sobre la población.

La Sociedad Esclavista. Nace entonces la Sociedad Esclavista con instituciones como la democracia de Atenas, el militarismo de Esparta y las competencias olímpicas. Son los tiempos del imperio griego que duro cerca de 500 años, que sometió la cultura Persa y luego con las tropas de Alejandro Magno invadió la cultura egipcia en África. [62], [63], [64], [65], [66], [67].

Finalmente este imperio sería derrotado por las legiones romanas dirigidas por Julio César. El Imperio Romano se expandiría durante 400 años por toda Europa y le sumaría al cuerpo dominante la jurisprudencia romana y Constantino institucionaliza la religión cristiana. [68], [69], [70], [71], [72], [73].

### C. Ddfav

La Sociedad Feudal. . Con la caída del imperio romano en el siglo V llegaría la Sociedad Feudal, la que le aportaría al cuerpo competitivo de la dominación dos instancias fundamentales: la propiedad privada de la tierra y el Parlamento.

### D. Lällp´

La Sociedad Moderna. Más adelante vendría el Renacimiento, que no es más que el renacimiento del imperio romano, y con él estaríamos entrando en la Sociedad Moderna. Durante los siglos XVI Y XVII. De la competencia entre cristianos surgió el imperio español con los reyes católicos y con la iglesia protestante surgió el Imperio Británico. Ambos invadirían las culturas americanas, el imperio español lo hace sobre el territorio que hoy se le denomina América Latina con los viajes de Colón y más adelante los protestantes británicos lo harían por el Norte de América.

En esa competencia por el poder la reina Isabel I contrata a mercenarios, son los llamados Corsarios y piratas, para que roben el oro y la plata que España trae de América. Este es un aporte fundamental para la dominación porque se institucionaliza el robo y el saqueo, es lo que hoy se le denomina los Estados Paralelos.

Es relevante decir que con el oro robado a América por los españoles y este a su vez robado por los británicos en alta mar, es posible el financiamiento de la ciencia en Europa. Nace así la corriente positivista, el Método Científico objetivista y con él las disciplinas científicas, la Estadística, muy importante para la dominación. [74], [75], [76], [77], [78], [79].

### E. La Sociedad Industrial.´

El oro de América no sólo financia la ciencia, también lo hizo con la tecnología en los siglos XVIII, XIX y XX. Nace entonces la Sociedad Industrial, los telares, las máquinas de vapor, el tren, etc. Son tiempos de la Revolución Francesa y las guerras de independencia se desarrollan en América, Petión, Bolívar, San Martín. El imperio británico prefiere expandirse hacia el Este invadiendo la cultura India y la cultura china, más adelante invadiría la cultura africana y posteriormente la cultura de Oceanía. En estos tiempos emergió el imperio japonés quienes invadirían China por Manchuria y con ella Rusia, Corea, Brunei y Malasia. Con estos hechos quedaban invadidas prácticamente, todas las culturas del mundo, por la vorágine competitiva. [80], [81], [82], [83].

Hacia finales del siglo XIX la industria de Estados Unidos ha crecido lo suficiente como para entrar en competencia con el imperio británico. En ese momento ocurre un descubrimiento importante, Maxwell pro-

pone la teoría electromagnética con la cual en el siglo XX se desarrollarían las telecomunicaciones y con ellas el cine, la radio, la televisión, el teléfono. Así Estados Unidos entra al siglo xx a competir con ventaja. En el año 1914 se inicia la mal llamada primera guerra mundial donde las potencias europeas compiten y Alemania es destruida. El gobierno de Rusia que venía debilitado por la guerra con Japón cae en 1917 por una rebelión popular y no participa en la guerra entre europeos. [84], [85], [86].

Veinte años después Estados Unidos financia secretamente a Alemania a través de corporaciones como IBM, General Motor, Coca-Cola etc. Para que haga frente al imperio británico. Alemania invade a Europa y luego a Rusia, por lo que Estados Unidos decide financiar también a la Unión Soviética por lo que todos terminan en ruina. [87], [88], [89].

En 1944 ya casi terminando la guerra Estados Unidos convoca a todos los países aliados contra Alemania y les propone cambiarles sus reservas de oro por dólares, a 35 dólares por onza troy, quedando así su moneda esparcida por todo el mundo.

Estados Unidos lanza en 1945 dos bombas atómicas sobre la población civil de Japón obligándolo a su rendición. Terminada la guerra, Estados Unidos queda como una potencia hegemónica mundial.

### III. ANÁLISIS Y LOGROS.

La Electrónica nace con el invento de la válvula de vacío luego vendría el Transistor, los circuitos impresos y los circuitos integrados. Con el Neoliberalismo comienza el turbulento mundo artificial. Son tiempos de la robótica que procura hacer maquinas cada vez más inteligentes al tiempo que intenta fragmentar el pensamiento de la población, para que se comporte como máquina.. Es el mundo actual representado en un tejido multidimensional de variables, basado en la ideología competitiva de crecimiento ilimitado.

La competencia inició el proceso de dominación de la población hace unos 2500 años con el militarismo espartano, la democracia ateniense y la jurisprudencia romana en la Sociedad Esclavista; lo reforzó con el Parlamento y la propiedad de la tierra en la Sociedad Feudal, la Estadística y los Estados Paralelos en la Sociedad Moderna; lo estableció con las fabricas y las Telecomunicaciones en la Sociedad Industrial y lo consolidó con el neoliberalismo del gobierno sin rostro de la corporatocracia mundial; el dinero digital, la Big-data y las correlaciones estadísticas, alcanzando así la dominación intangible durante la Sociedad Digital.

Con toda esta carga hereditaria de factores dominantes acumulados que almacena en la Big-data, se ha crea-

do un mundo insostenible donde la dominación utiliza la Estadística para maximizar todas sus capacidades dominantes heredadas, bajo la amenaza del apagón electrónico. Dejando a la población mundial en manos del Complejo Tecnológico Industrial y Militar, en presencia de un sistema ideológico competitivo de crecimiento ilimitado, a pesar de que vivimos en un planeta de recursos finitos.

Hemos evolucionando por el camino equivocado, hasta llegar a un mundo inhumano, ilegítimo, fracasado, fragmentado, turbulento y difuso, con modo de vida insostenible para la mayoría de la población, que hacinados en ciudades no tiene otra oportunidad que coexistir.

Hemos evolucionando por el camino equivocado, hasta llegar a un mundo inhumano, ilegítimo, fracasado, fragmentado, turbulento y difuso, con modo de vida insostenible para la mayoría de la población, que hacinados en ciudades no tiene otra oportunidad que coexistir.

Los seres humanos son la única especie viviente sobre la Tierra con inteligencia compleja y es capaz de transformar la realidad y crear diversas formas de vivir, y de diversificar sus oficios. Los animales en cambio tienen inteligencia más simple y solo desarrollan las mismas tareas que todas sus generaciones pasadas y la naturaleza no les ha dotado de otras cualidades.

Por eso competir es un acto de naturaleza animal porque es el único medio natural de defensa para conservar la vida. Sin embargo con la poca inteligencia que tienen son capaces de no entrar en competencia con su misma especie.

Aun así hay seres humanos cuyos bajos instintos ponen de relieve para llevar a las grandes mayorías a vivir en un mundo competitivo y otros que creyendo tener mucho poder impulsan la competencia como un acto natural para el crecimiento de la producción a los que elegantemente llaman bienes y servicios.

El ambiente de competencia se fundamenta en el acto de competir. Competir es un acto de salvajismo y hacerlo entre seres humanos es un acto irracional que solo responde a los instintos del cerebro reptil. Competir es romper con la unidad, destruir la armonía, es promocionar el individualismo y el egoísmo. Por eso hoy competir es un acto estrictamente neoliberal.

#### IV. CONCLUSIONES

En este trabajo se han mostrado un conjunto de hechos relevantes ocurridos que muestran de manera ordenada un hilo conductor de la historia que nos lleva por una línea de razonamiento que nos conduce a pensar en una propuesta de solución como respuesta al problema

planteado. Esta propuesta surge sobre la base de experiencias, de vivencias humanas por más de 7500 años de cultura de convivencia, La validación de la propuesta de solución como respuesta al problema planteado se fundamenta en los resultados culturales dejados por 7500 años de historia de las primeras culturas creadas en convivencia, donde se desarrollaron formas de vida muy estables, pero también se ha mostrado como durante los últimos 2.500 años la competencia condujo a la guerra y la destrucción de las culturas, a la construcción de un mundo fracasado, a la formación de un mundo perverso, de la organización de Estados Paralelos. Del gasto innecesario de recursos en la guerra. Es una estrategia dirigida a la privatización de las naciones.

Siendo la competencia el antónimo de la convivencia, la solución al problema planteado es la de regresar a la cultura de convivencia. Sin embargo, regresar a la cultura de convivencia no significa vivir de la misma manera como lo hacían las culturas originarias.

De lo que se trata es del retorno a sus principios, a darle continuidad al proceso cultural en armonía con la naturaleza, aprovechando la experiencia que vivieron en comunidad nuestros ancestros, con desarrollo muy estables durante miles de años. Se trata de crear nuevos paradigmas de vida, de desaprender improntas, de no reproducir los esquemas de poder de la evolución competitiva europea. Significa emplear la hermenéutica para comprender el mensaje dejado por nuestros antepasados y la sabiduría que encierra su cosmogonía.

Para materializar ese propósito es necesario transformar el ambiente competitivo en un ambiente de convivencia. Para lograr esa transformación se requiere: a.- Evitar progresivamente hasta detener la competencia en los juegos, en los centros educativos, en el trabajo, en la vida cotidiana y en la vida familiar. b.- desaprender las improntas creadas y crear un ambiente colaborativo. c.- Impulsar el trabajo colaborativo. d.- Practicar el compartir en lugar de competir.

El modelo de solución planteado en perspectiva es re evolucionar sin tener en cuenta las instituciones actuales. Las comunidades que crearon grandes culturas en convivencia, nunca necesitaron de congresos o parlamentos, no necesitaron de democracia, ni del uso de la competencia entre humanos. Necesitamos formular desde lo cotidiano de la vida apoyados en un conjunto de reflexiones, las cuales junto a las experiencias culturales vividas, sean capaces de crear un nuevo imaginario de modo de vida pertinente, un ambiente de convivencia para nuestro hábitat y en general dirigido a la satisfacción de nuestras necesidades vitales.

Ante este escenario la población tiene la palabra continuar por el mundo suicida de la competencia o

regresar al camino de la naturaleza humana hacia la construcción comunitaria de una Cultura de Convivencia.

## REFERENCIAS

- [1] diana uribe-historia de egipto contextualización - introducción al imperio egipcio.  
<https://www.youtube.com/watch?v=7gof8jqfcvs>
- [2] diana uribe - historia de egipto - cap. 02 la grandeza de la civilización egipcia.  
<https://www.youtube.com/watch?v=wjdfa00mqr4>
- [3] identidad e invención de la tradición: pero... ¿hubo alguna vez sumerios en súmer?  
<https://www.youtube.com/watch?v=lzpuupi9dsg>
- [4] todo empezó en sumeria.  
<https://www.youtube.com/watch?v=c9wfbxzgihm&t=1751s>
- [5] la historia empieza en sumer.  
[https://www.youtube.com/watch?v=pd2z8ll7m\\_4](https://www.youtube.com/watch?v=pd2z8ll7m_4)
- [6] grandes civilizaciones: mesopotamia  
<https://www.youtube.com/watch?v=evjkpygde90>
- [7] mesopotamia: cuna de la civilización. documental  
<https://www.youtube.com/watch?v=b7xxop7ezya>
- [8] la formación del estado en la mesopotamia del tercer milenio.  
[https://www.youtube.com/watch?v=bb\\_bypx8cf4](https://www.youtube.com/watch?v=bb_bypx8cf4)
- [9] diana uribe cap. 03. lo que nos contaron las tablillas.  
<https://www.youtube.com/watch?v=k4l8jprvpk8>
- [10] historia de mesopotamia de los orígenes al imperio asirio.  
<https://www.youtube.com/watch?v=fsmufmulzxw>
- [11] diana uribe - la historia del medio oriente. 2 de 24. cap. 2. mesopotamia.  
<https://www.youtube.com/watch?v=434u6qjimtq>
- [12] los orígenes de la civilización en el sur de mesopotamia  
<https://www.youtube.com/watch?v=soaeggvinvq>
- [13] documental la verdadera historia sumeria y la atlántida.  
<https://www.youtube.com/watch?v=3k1jldwsrk>
- [14] arqueología e historia en mesopotamia de uruka(...).  
<https://www.youtube.com/watch?v=pzvkleljw3o&t=209s> [
- [15] mesopotamia | el edén | sumeria documental en español historias bíblicas  
<https://www.youtube.com/watch?v=8di6-ytproa>
- [16] literatura y producción textual en mesopotamia y siria durante el tercer milenio.  
<https://www.youtube.com/watch?v=fkv1ofofszo>
- [17] los reyes de babilonia | documentales history channel en español.  
[https://www.youtube.com/watch?v=wsd7x\\_jhfvw](https://www.youtube.com/watch?v=wsd7x_jhfvw)
- [18] conferencia. el imperio persa. el primer imperio "mundial" de la historia. eva tobalina.  
<https://www.youtube.com/watch?v=r0iqgekubde>
- [19] la gran capital de los persas aqueménidas: persépolis y naqs-e-rostan. eva tobalina.  
<https://www.youtube.com/watch?v=yo8matq5tem>
- [20] la anábasis de jenofonte. eva tobalina.  
<https://www.youtube.com/watch?v=m-gxsqlshgi>
- [21] conferencia ana maría vázquez hoys: la historia empieza en sumer  
[https://www.youtube.com/watch?v=pd2z8ll7m\\_4](https://www.youtube.com/watch?v=pd2z8ll7m_4)
- [22] isfahán y el sueño de la persia safávida. eva tobalina  
<https://www.youtube.com/watch?v=h7wfe50afgq>
- [23] jiroft: la leyenda viva de aratta – documental  
<https://www.youtube.com/watch?v=zdd3jzysmge>
- [24] persia antigua 1  
<https://www.youtube.com/watch?v=mgi8abmyfge>
- [25] persia (el imperio persa).  
<https://www.youtube.com/watch?v=f0oqiapab2w>
- [26] el apogeo del mundo fenicio. eva tobalina.  
<https://www.youtube.com/watch?v=nyv9iqfw298>
- [27] los fenicios  
<https://www.youtube.com/watch?v=kedi8paare0>
- [28] cap. 01 origen de la civilización.  
[https://www.youtube.com/watch?v=vgbv3s\\_lcwu](https://www.youtube.com/watch?v=vgbv3s_lcwu)
- [29] 4 de 24. cap. 4. canaán  
<https://www.youtube.com/watch?v=dkahlfivqqc&list=plipa4scpumj8p1sl442w2oadfg-2drnzx&index=4>
- [30] cap. 04 la tierra de canaán.  
<https://www.youtube.com/watch?v=dkahlfivqqc>
- [31] historia de china 1 - la era antigua  
<https://www.youtube.com/watch?v=u1wifulb52g>
- [32] historia de china 2 - la dinastía tang.  
<https://www.youtube.com/watch?v=7q5hshvt16o>
- [33] historia de china 3 - la dinastía song.  
<https://www.youtube.com/watch?v=1w5myc6ct4u>
- [34] historia de china 4 - la dinastía ming.  
<https://www.youtube.com/watch?v=eufvm0s0o74>
- [35] historia de china 5 - la dinastía qing  
<https://www.youtube.com/watch?v=2emlfxlmd4w>
- [36] india (los orígenes)  
<https://www.youtube.com/watch?v=xem4vgufsmi>  
 consultado 24-12-2018.
- [37] india antigua y clásica.  
<http://www.youtube.com/watch?v=kooepbqn9sk>
- [38] diana uribe - historia de la india. cap. 01/14 introducción  
<https://www.youtube.com/watch?v=psaliysnt1g>
- [39] diana uribe - historia de la india: cap. 02/14 la india desde los tiempos inmemoriales

- [https://www.youtube.com/watch?v=jp4vxmqh\\_ok](https://www.youtube.com/watch?v=jp4vxmqh_ok)  
[40] diana uribe - historia de la india : cap. 03 la ruta de la seda - el tiempo de los shandelas
- <https://www.youtube.com/watch?v=u1jki6jfy8>  
[41] los reinos perdidos de sudamérica 1/4: el dorado, muiscas y taironas - documental
- <https://www.youtube.com/watch?v=blgbf8bz0os>  
[42] los reinos perdidos de sudamérica 2/4: tiahuanaco, la piedra en el centro – documental.
- <https://www.youtube.com/watch?v=jhp2a-yqje0>  
[43] cusco el ombligo del mundo.
- <https://www.youtube.com/watch?v=2fnia-wzltc>  
[44] el imperio inca.
- <https://www.youtube.com/watch?v=9v26hytmzww>  
[45] "primeros pobladores de américa", el mejor documental de "historia de sudamérica"
- <https://www.youtube.com/watch?v=6g0947o3mxc>  
[46] conferencia magistral: la supuesta profecía maya por el dr. erick velásquez garcía
- <https://www.youtube.com/watch?v=wgt4v4ccfd4>  
[47] las grandes culturas prehispánicas
- <https://www.youtube.com/watch?v=aeawf1tdzco>  
[48] astronomía en la vida cotidiana de los mayas
- <https://www.youtube.com/watch?v=97u5y67-hcc>  
[49] introducción a la iconografía maya 1-1.
- <https://www.youtube.com/watch?v=wtczkvgypg>  
[50] conferencia los mayas: nuestros principios
- <https://www.youtube.com/watch?v=exx5383qrx>  
[51] conferencia "la manufactura de los mayas"
- <https://www.youtube.com/watch?v=kwwfpapmgmy>  
[52] mesoamérica (los mayas)
- <https://www.youtube.com/watch?v=tba5tb-v3f8>  
[53] mayas | misterio inquietante
- <https://www.youtube.com/watch?v=qx3-qj8l7bu>  
[54] los aztecas: capítulo i, el origen (documental completo)
- <https://www.youtube.com/watch?v=hnbjdd8vu0>  
[55] conferencia: "mayas, incas y aztecas y el 21 de diciembre de 2012"
- <https://www.youtube.com/watch?v=4l6ci3do-0u>  
[56] conferencia sobre la exposición "los aztecas, pueblo del sol"
- <https://www.youtube.com/watch?v=5eanmelbkt4>  
[57] la historia secreta de los aztecas – documental
- <https://www.youtube.com/watch?v=zpg1mfkurfm>  
[58] la vida cotidiana entre los mexicas con mtro. eduardo matos moctezuma
- [https://www.youtube.com/watch?v=jzuir\\_3hg7m](https://www.youtube.com/watch?v=jzuir_3hg7m)  
[59] incas y mexicas: un estudio comparativo - conferencia magistral eduardo matos y luis millones
- <https://www.youtube.com/watch?v=kwfye41vsg4>  
[60] el pueblo tarahumara o rarámuri de la sierra madre occidental de méxico.
- <https://www.youtube.com/watch?v=bwr9khyuat4>  
[61] psicopolítica. byung chul han
- <https://youtu.be/nyfxlwngtvo>  
[62] historia de la grecia antigua – filosofía.
- <https://www.youtube.com/watch?v=cnbhijmdaw>  
[63] antigua grecia. minoicos y micénicos.
- [https://www.youtube.com/watch?v=t7h\\_csupvka](https://www.youtube.com/watch?v=t7h_csupvka)  
[64] secretos de la arqueología -13- las ciudades de jonía.
- <https://www.youtube.com/watch?v=xpiieifzpn>  
[65] esparta código de honor
- <https://www.youtube.com/watch?v=wrtxgdv78nw>  
[66] la última batalla de los 300 documental completo en hd
- <https://www.youtube.com/watch?v=ai2j5-imufc>  
[67] historia del imperio persa
- <https://www.youtube.com/watch?v=nrrpms1mtkm>  
[68] etruscos, el pueblo misterioso – documental
- <https://www.youtube.com/watch?v=prv7os2ptve>  
[69] breve historia de roma
- [https://www.youtube.com/watch?v=\\_wuxljw6rke](https://www.youtube.com/watch?v=_wuxljw6rke)  
[70] imperio romano: 06 las guerras trajano.
- <https://www.youtube.com/watch?v=da8tdpb6dyi>  
[71] imperio romano (la fuerza más poderosa)
- <https://www.youtube.com/watch?v=4lgn9y0rp3u>  
[72] roma, la construcción de un imperio, la civilización más avanzada del mundo, documental en español.
- <https://www.youtube.com/watch?v=o1mim1noia8>  
[73] diana uribe cap. 03 la decadencia del imperio romano.
- <https://www.youtube.com/watch?v=ews5nnxx94o>  
[74] diana uribe - historia de españa - cap. 01 califato de órdoaba - al-ándalus
- <https://www.youtube.com/watch?v=3uowv3unvfc>  
[75] diana uribe la historia de españa. cap. 02. la marca de españa.
- <https://www.youtube.com/watch?v=-a04qmdwscy>  
[76] diana uribe la historia de españa. cap. 04. la conquista de américa (i)
- [https://www.youtube.com/watch?v=u\\_pxtpbh5si](https://www.youtube.com/watch?v=u_pxtpbh5si)  
[77] diana uribe - historia de inglaterra – cap. 01 introducción, mitología e historia los celtas
- <https://www.youtube.com/watch?v=kitduq0t1pa>  
[78] diana uribe. historia de inglaterra – cap. 02 stonehenge, normandos, germanos y daneses
- <https://www.youtube.com/watch?v=ow6syoxtmimi>  
[79] diana uribe - historia de inglaterra. cap. 03 ricardo 'corazón de león'
- [https://www.youtube.com/watch?v=035ul\\_wg-c4](https://www.youtube.com/watch?v=035ul_wg-c4)  
[80] diana uribe - historia de inglaterra. cap. 04 enrique

viii y sus 6 esposas

<https://www.youtube.com/watch?v=kctuetktpst>

[81] diana uribe - historia de inglaterra – cap. 05 la guerra de las dos rosas.

<https://www.youtube.com/watch?v=4ju-zgfhstc>

[82] cap. 07 el protestantismo.

<https://www.youtube.com/watch?v=axxkvcjg7>

[83] diana uribe. historia de inglaterra. cap. 09 la era victoriana. revolución industrial.

<https://www.youtube.com/watch?v=5bncnnjbeia>

[84] diana uribe. historia de inglaterra. cap. 10 la ocupación británica de la india.

<https://www.youtube.com/watch?v=pkq5vdfnbek>

[85] diana uribe. historia de inglaterra. cap. 11 las guerras del opio en china.

<https://www.youtube.com/watch?v=r1nksr0fz-k>

[86] diana uribe. historia de inglaterra. cap. 12 el colonialismo inglés.

<https://www.youtube.com/watch?v=ru7x1zdro8k>

[87] diana uribe. historia de inglaterra. cap. 13 primera guerra mundial.

<https://www.youtube.com/watch?v=4eoiyrsmou>

[88] diana uribe. historia de inglaterra. cap. 14 final de la guerra - vida intelectual siglo xx.

<https://www.youtube.com/watch?v=diifgp0yrpw>

9u

[89] cap. 17 la resistencia inglesa - el día d en normandía.

<https://www.youtube.com/watch?v=kgokb7v83q8>

## SISTEMA DE DIAGNÓSTICO DEL PERFIL DE APRENDIZAJE EN AMBIENTE WEB

Villarroel Yanna, Lobo Eladio

yannavillarroel@gmail.com, cruzchiquita123@gmail.com

Universidad Nacional Experimental Politécnica, Antonio José de Sucre Departamento de Ingeniería Electrónica

---

**Resumen:** Actualmente existen diagnósticos manuales para conocer el perfil de aprendizaje. Con el presente trabajo se contribuye a que profesionales en proceso de formación conozcan su forma de aprender a través de un diagnóstico automatizado desde cualquier dispositivo conectado a internet. Se concibe el diseño de un sistema de diagnóstico de perfil de aprendizaje en entorno web, basado en programación PHP y HTML, con acceso a base de datos a través de MySQL. Se realiza una investigación documental en la que se determinan los perfiles de aprendizaje (auditivo, visual y kinestésico), se internaliza la frase “todos no aprendemos de la misma manera” y se automatiza la metodología utilizada para realizar el diagnóstico de forma manual (Test O’Brien). Teniendo estas consideraciones se desarrollan los algoritmos y el código fuente, necesarios para el funcionamiento del sistema. Una vez establecido el diseño, se procede a su implementación en un servidor web, de tal forma que los usuarios interesados pueden acceder a él a través de un navegador, computador, teléfono inteligente, realizar su proceso de diagnóstico y obtener sus resultados, así como también datos estadísticos y gráficos según la información almacenada en el sistema.

---

**Palabras Clave:** Diagnóstico, MySQL, O’Brien, Perfil de Aprendizaje, PHP.

## LEARNING PROFILE DIAGNOSIS SYSTEM IN A WEB ENVIRONMENT

---

**Abstract:** Currently there are manual diagnoses to know the learning profile. This work contributes to professionals in the training process knowing their way of learning through an automated diagnosis from any device connected to the Internet. The design of a learning profile diagnostic system in a web environment is conceived, based on PHP and HTML programming, with access to a database through MySQL. A documentary investigation is carried out in which the learning profiles (auditory, visual and kinesthetic) are determined, the phrase “we all do not learn in the same way” is internalized and the methodology used to carry out the diagnosis manually is automated (Test O’Brien). Taking these considerations into account, the algorithms and source code necessary for the operation of the system are developed. Once the design is established, it is implemented on a web server, so that interested users can access it through a browser, computer, smartphone, carry out their diagnosis process and obtain their results, as well as also statistical data and graphics according to the information stored in the system.

---

**Keywords:** Diagnostics, MySQL, O'Brien, Learning Profile, PHP.



## I. INTRODUCCIÓN

Los perfiles de aprendizaje, se encuentran referidos a las distintas formas en las que un individuo puede adquirir conocimientos, habilidades o destrezas. Aunque existen autores que realizan clasificaciones más amplias y más actualizadas, generalmente se consideran tres perfiles (también llamados estilos o canales por algunos autores) de aprendizaje: perfil auditivo, visual o kinestésico.

Profesores, estudiantes y trabajadores en general, han debido adaptarse a los procesos de enseñanza y aprendizaje en la virtualidad, resulta necesario que el profesor conozca el perfil de aprendizaje del estudiante, para así poder determinar las estrategias a utilizar, por ejemplo, usar audios, videos, exposiciones, rompecabezas y más, de tal manera que el estudiante deba oír, hacer, comparar, decidir, transcribir y ver, aplicando sus estilos de aprendizaje. Facilitando el proceso de aprendizaje que puede llegar a complicarse debido a las características del entorno presente.

La educación personalizada, autónoma y adaptada a las necesidades del estudiante o trabajador de nuevo ingreso, resulta un tema de poco conocimiento público, e incluso quienes conocen del tema de perfil de aprendizaje, pueden no considerar necesaria su aplicación, sin embargo, a través de esta se obtienen grandes beneficios en cuanto al conocimiento personal, tiene efectos en su productividad personal, se tiene una idea más clara sobre las actividades adecuadas a realizar por cada participante, lo que a su vez resulta en un mayor aprovechamiento de la planificación y entendimiento en cuanto al proceso educativo.

Conocer el perfil de aprendizaje del Emisor/Receptor, se entiende que es aplicable a mejorar la comunicación Profesor/Estudiante aquí se visualiza que también es aplicable en mejorar la comunicación Supervisor/Colaborador, Médico/Paciente, Vendedor/Comprador, Abogado/Tribunal e incluso Padres/Hijos.

O'Brien (1989) [1] desarrolló originalmente un cuestionario para evaluar la preferencia percibida por el aprendizaje, con 10 preguntas por canal (visual, auditivo y kinestésico) en una escala de 1 a 3, capaz de medir qué tan fuerte es la preferencia de un alumno, de acuerdo a la puntuación obtenida por el alumno en las respuestas de los diferentes reactivos clasificados según el canal, a través de uno o varios canales.

El test para determinar el Canal de Aprendizaje de Preferencia (Learning Channel Preference Checklist, O'Brien, 1990) [2] es un cuestionario utilizado para determinar la forma preferida en que los estudiantes perciben la información.

Base de Datos:

La introducción de las herramientas usadas en el diseño del sistema inicia con una breve definición de base de datos, anunciando que es un conjunto coordinado de información perteneciente a un mismo contexto, organizada de manera que sea fácil de acceder y administrar.

Por lo general, suele hacerse referencia a softwares de bases de datos (Oracle, SQL Server, MySQL), sin embargo, una base de datos no es un programa, es un conjunto de datos organizados de acuerdo con ciertas reglas predefinidas. Estas aplicaciones recién nombradas son sistemas de gestión de la base de datos, y existe una variedad de estos sistemas en el mercado.

Los datos de las bases de datos más utilizadas en la actualidad a menudo se presentan en una serie de tablas en forma de filas y segmentos para mejorar la eficiencia de la preparación y consulta de datos. De esta manera, se puede acceder, monitorear, modificar, actualizar, controlar y conciliar fácilmente los datos. La mayoría de las bases de datos utilizan el lenguaje de consulta estructurado para combinar y consultar datos.

### Modelo Entidad-Relación:

Un modelo entidad-relación es un método que permite representar por medio de esquemas las relaciones que luego se deben implementar en el administrador de la base de datos. El modelo se representa gráficamente y consta de varios elementos.

MySQL (Relational Database Management System):

MySQL es un sistema de gestión de bases de datos relacionales desarrollado por Oracle Corporation bajo una licencia dual: Licencia Pública General/Licencia Comercial. Se considera la base de datos de código abierto más popular del mundo junto con Oracle y Microsoft SQL Server, especialmente para entornos de desarrollo web. MySQL está patrocinado por una empresa privada que posee los derechos de autor de la mayor parte del código.

Las funciones en MySQL son rutinas creadas para tomar algunos parámetros, procesarlos y devolver resultados. Deben devolver un valor de algún tipo de datos definido, se puede utilizar en el contexto de una instrucción SQL. En la tabla 1 se muestran algunas funciones de MySQL y sus objetivos.

**TABLA N° 1: RELACIÓN DE FUNCIONES MYSQL Y SU OBJETIVO**

Función	Objetivo
mysql_connect	Abrir una conexión al servidor MySQL.
mysql_num_rows	Obtener el número de filas en el conjunto de resultados.
mysql_query INSERT INTO	Enviar consulta MySQL. Agregar nuevos a datos a una tabla.
SELECT	Seleccionar datos de una tabla.
DELETE FROM	Eliminar datos de una tabla.

**HTML (Hypertext Markup Language):**

HTML, Hypertext Markup Language (Lenguaje de marcación de hipertexto) es un lenguaje de marcado de texto comúnmente utilizado en la www (World Wide Web). Fue creado por el físico nuclear Tim Berners-Lee en 1986, tomando dos herramientas preexistentes: el concepto de hipertexto (también conocido como enlace o ancla), que permite vincular dos elementos entre sí, y SGML (Lenguaje de marcado generalizado estándar) para colocar etiquetas o rótulos en el texto para expresar su apariencia.

HTML no es realmente un lenguaje de programación como C++, Visual Basic, etc., sino un sistema de etiquetas. HTML no proporciona ningún compilador, por lo que no detectará ningún error de sintaxis que surja y se mostrará de una manera que lo comprenda. El entorno en el que se utiliza HTML es simplemente un procesador de texto, como el que proporciona el sistema operativo Windows (Bloc de notas), UNIX (editor vi o ed) o MS Office (Word). El conjunto de etiquetas creado debe guardarse con la extensión .htm o .html.

**Programación PHP (Hypertext Preprocessor):**

PHP es un lenguaje de programación interpretado originalmente diseñado para crear páginas web dinámicas. Está diseñado principalmente para secuencias de comandos del lado del servidor, pero se puede usar desde una interfaz de línea de comandos o para crear otros tipos de programas, incluidas aplicaciones de interfaz gráfica que usan bibliotecas Qt o GTK+. En la tabla 2 se muestran algunas funciones de PHP y sus objetivos.

**TABLA N° 2: RELACIÓN DE FUNCIONES PHP Y SUS OBJETIVOS.**

Función	Objetivo
session_start()	Iniciar una nueva sesión o reanudar la existente.
ob_start()	Activa el almacenamiento en búfer de la salida.
Echo	Muestra una o más cadenas.
Include	Inserta código en un archivo desde otro archivo.
Get	Envía información a través de la URL.
fetch_assoc()	Devolver un arreglo, indexado por el nombre de las columnas, representando una fila del bloque de resultados.
number_format()	Formatear un número con los millares agrupados.
num_rows	Devolver el número de filas afectadas por una sentencia SQL.
isset()	Comprueba si existe un campo.
header	Enviar encabezado sin formato http.
Strlen	Retorna el número de caracteres de un string.
array()	Tipo de dato estructurado que permite almacenar un conjunto de datos homogéneo.

**WAMP Server:**

WAMP Server, la "W" es para Windows, la "A" es para Apache, un software utilizado para páginas web, la "M" es para MySQL, un sistema de administración de bases de datos, y la "P" es para PHP, un lenguaje de programación. WAMP es un conjunto de servicios que permiten mostrar un sitio web localmente (sin estar conectado a Internet). Por lo tanto, facilita el trabajo de un gran número de desarrolladores. Permite probar nuevas funciones y complementos como mejor le parezca sin riesgo.

Se debe recordar que una vez que se haya creado el sitio web, se debe elegir un servicio de alojamiento web para ponerlo en línea.

Para los usuarios de Microsoft Windows, este es un paquete de instalación simple con un panel de control para iniciar el servicio web Apache, PHP y MySQL en la máquina local. Por lo tanto, WAMP y otras herramientas similares, son una excelente manera de desarrollar un sitio web en una computadora local sin transferir archivos a un sitio web activo. Además, los principiantes a menudo lo usan para aprender y probar.

**CSS (Cascading Style Sheets):**

Hojas de estilo en cascada, proviene del inglés Cascading Style Sheets, de donde provienen sus siglas. CSS es un lenguaje para definir la representación de documentos estructurados escritos en HTML o XML (y extensiones XHTML). El W3C (World Wide Web

Consortium) es el responsable de la especificación de las hojas de estilo como estándar para los agentes de usuario o navegadores.

Las hojas de estilo externas son hojas de estilo que se almacenan en un archivo diferente al que almacena el código HTML de la página web. Esta es la forma de programación más poderosa porque separa completamente las reglas de formato de la página HTML de la estructura básica de la página.

## II. DISEÑO

El diseño planteado, representa un sistema web desarrollado en lenguaje de programación HTML y PHP, con conexión a una base de datos en MySQL.

Para ingresar al sistema, el usuario debe ir a un navegador web y colocar la dirección del dominio, en la primera vez que entre, el usuario deberá ingresar sus datos de identificación, como cédula, nombre, profesión, fecha de nacimiento y sexo, luego de esto el sistema permitirá que el usuario desarrolle el diagnóstico, respondiendo una serie de preguntas.

Habiendo respondido todas las preguntas planteadas, el sistema recibe las respuestas ingresadas y realiza una serie de cálculos, para luego proceder a mostrar los resultados obtenidos, de forma numérica, en porcentajes y también en gráfico y, señalando de forma textual la característica mayoritaria en el resultado presentado.

Además, el usuario tiene la posibilidad de visualizar los resultados promedio que se encuentren registrados en el sistema, bajo una determinada característica, que puede ser sexo, profesión o año de nacimiento.

Con los datos registrados en el ingreso, el usuario podrá volver a entrar al sistema en cualquier oportunidad para la revisión de sus resultados e incluso repetir el diagnóstico en caso de que así lo desee, igualmente tiene la opción de obtener información más profunda sobre los tres perfiles de aprendizaje, de forma que pueda analizar mejor sus resultados obtenidos y su significado.

En la Figura 1 se observa el diagrama de flujo del sistema desarrollado que muestra los pasos a seguir para registrar los datos, calcular y generar los resultados, en este caso es el perfil de aprendizaje.

El diseño desarrollado se establece como un diseño multicapas, contando con tres niveles o capas:

1. Nivel lógico.
2. Nivel de almacenamiento.
3. Nivel de interfaz.

En la Figura 2 se muestra el esquema de capas del

diseño.

Para el desarrollo del sistema, se realiza la instalación de los programas Visual Studio Code, donde es desarrollado el código fuente, así como también Wamp-server, que permitirá la visualización del código, cumpliendo como un servidor local, además de permitir la conexión con MySQL y PHPMyAdmin, donde se establece la base de datos del programa.

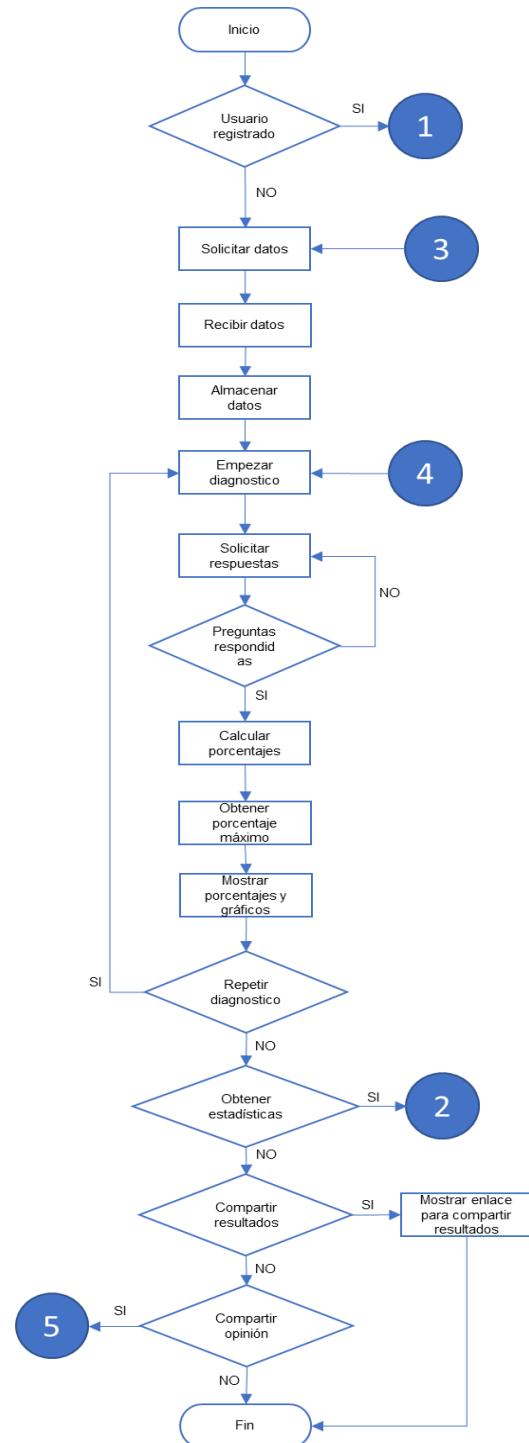


Figura N°1: Diagrama de flujo del sistema.

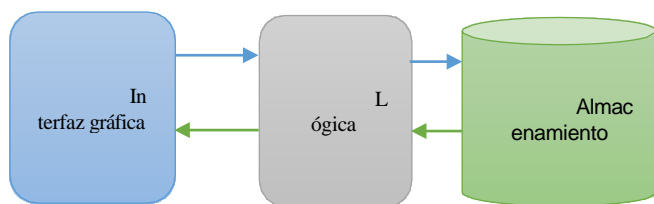


Figura N°2: Esquema: Capas de diseño.

#### Nivel lógico:

La capa de aplicación o lógica consta de todas las librerías que contienen funciones que facilitan el funcionamiento de la aplicación.

La capa lógica de una aplicación consiste en un conjunto de librerías creadas que incluyen las clases requeridas para su funcionamiento. Estas librerías realizan diferentes funciones relacionadas con las operaciones de cálculo, transformación y validación de datos.

Este nivel permite diferenciar entre el nivel de interfaz y el nivel de almacenamiento, pudiendo realizar cambios en dicho nivel, cambiando el DBMS (Data-Base Management System) o reemplazando la base de datos con otro sistema de almacenamiento, sin afectar el nivel de interfaz y solo haciendo cambios a nivel lógico. En este nivel, se trata de seguir las pautas de la programación orientada a objetos, donde la funcionalidad relacionada está contenida en las clases y existe una relación de herencia entre ellas.

A nivel de interfaz, las clases se aplican para crear los objetos necesarios para realizar operaciones. Una librería relacionada con las operaciones de la base de datos consta de varios componentes que tienen una relación de herencia con la clase principal, les proporcionan herramientas de conexión a la base de datos y el resto solo se ocupa de sus operaciones de administración.

Hay otros componentes que realizan otras tareas, como:

- Generar fragmentos de página para toda la aplicación a nivel de interfaz.
- Conectarse a otras páginas para gestionar búsquedas externas.
- Varias funciones de ámbito genérico utilizadas a nivel de interfaz e independientes entre sí.

En el proceso de diagnóstico, se presentan las interrogantes por medio de un formulario como se observa en la figura 8, en este nivel lógico, se reciben los datos registrados por el usuario y se realizan cálculos matemáticos que constan en cálculo de media aritmética y porcentajes.

También en este nivel se establece una conexión con la librería script, a la que se envían los datos obtenidos para su representación gráfica.

En cuanto al desarrollo de análisis estadísticos, en este nivel lógico se realiza la verificación de los datos estableciendo la conexión con la base de datos, para luego realizar los cálculos de promedio y porcentajes.

#### Nivel de almacenamiento:

El nivel de persistencia de datos consta de la base de datos y su sistema de gestión. Este nivel se encarga de almacenar toda la información y controlar el acceso a la aplicación.

La aplicación utiliza una base de datos relacional para el nivel de persistencia, que almacena información sobre los usuarios, sus datos personales y porcentaje de resultados.

Para los fines de la aplicación, la estructura básica y el diseño de la base de datos cuenta con las diversas entidades y sus atributos correspondientes, que se relacionan entre sí de manera coherente y eficiente. Se diseñan las tres entidades requeridas para la base de datos, para asegurar la correcta estructuración de la base de datos, se desarrolla el modelo entidad-relación, como se muestra en la figura 3.

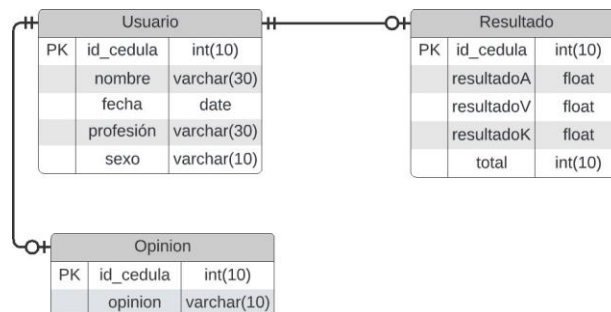


Figura N°3: Modelo Entidad- Relación.

Para la entidad usuario, se tienen como atributos los datos personales del usuario: cédula, nombre, fecha de nacimiento (fecha), profesión y sexo.

Para la entidad resultado, se tienen como atributos los resultados obtenidos por el usuario, almacenados como tres porcentajes:

- resultadoA: resultado auditivo
- resultadoV: resultado Visual
- resultadoK: resultado kinestésico

Estos atributos almacenan los porcentajes obtenidos para los perfiles auditivo, visual y kinestésico, respectivamente; además se almacena el total, que representa el valor total general para los tres perfiles, obtenido al momento del diagnóstico. Igualmente, como clave primaria, se almacena id\_cedula, para la identificación de los resultados.

Para la entidad opinión, se tienen como atributos

id\_cedula como clave primaria y opinión. Esto con la función de que se almacené una opinión por usuario.

Para las entidades establecidas, se determina una relación uno a uno de usuario a resultados y una relación cero a uno de resultados a usuario. Igualmente, para la tabla de opinión se tiene una relación uno a uno de usuario a opinión y cero a uno de opinión a usuario.

Nivel de interfaz:

El nivel de interfaz se basa en todos los documentos que la aplicación envía al servidor a través del usuario, y el servidor proporciona al usuario toda la información solicitada a través de formularios y/o enlaces de forma recíproca. En ingeniería electrónica se conoce como Interfaz Hombre-Máquina (HMI, por sus siglas en inglés) es la interfaz entre la máquina procesadora y el operario. En esencia, es el panel de control del operario.

La interfaz de usuario, fue diseñada de la forma más dinámica, está desarrollada en base a aspectos fundamentales como la fácil navegación por la aplicación, el manejo sin complicaciones y la comprensión rápida y concisa de la misma. La interfaz sigue un patrón de diseño que se ajusta a la imagen corporativa de la institución. La estructura se puede resumir en:

-Cabecera: cuenta con el logo de la universidad, nombre completo de la universidad y departamento de la especialidad.

-El cuerpo central de la página: dependerá directamente de la página en la que se encuentre el usuario, puede representar formularios basados en información ingresada por el usuario, enlaces a otras páginas o resultados con información proporcionada por el sistema. Como fondo se usa los colores representativos de la universidad.

### III. RESULTADO

En la figura número 4 se muestra la prueba de acceso al sistema, registrando por primera vez o iniciando la sesión del usuario.

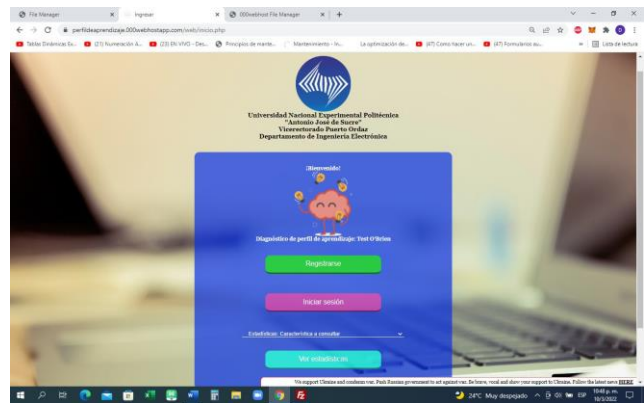


Figura N°4: Página de inicio del sistema

Luego de comprobar el acceso al sistema, se procede a realizar diversas pruebas que buscan determinar el correcto funcionamiento de todos los niveles del sistema web, como se observa en las imágenes siguientes. En la figura 5, se muestra el registro del usuario.

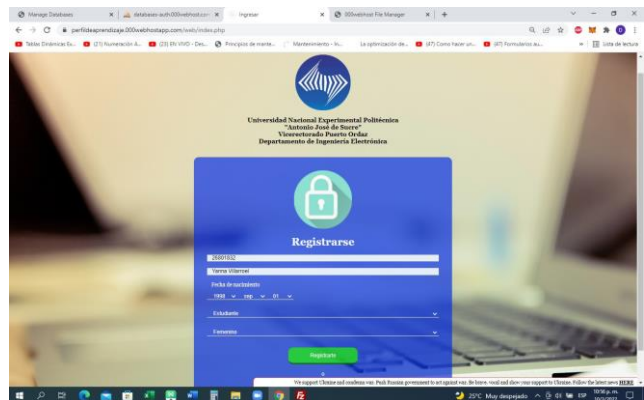


Figura N°5: Prueba de registro

En la figura 6 se observa la base de datos del sistema, que se encuentra vacía antes del registro.

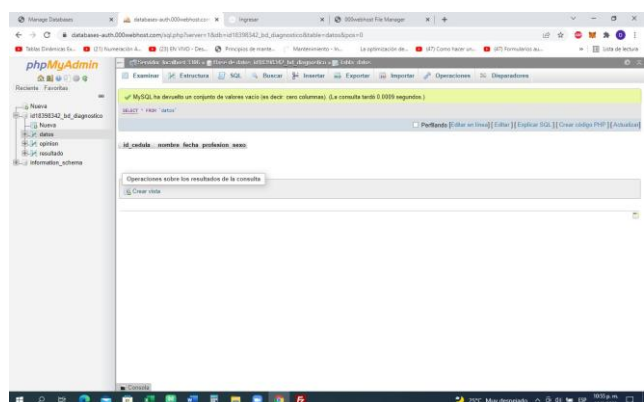


Figura N°6: Base de datos antes del registro

En la figura 7 se observa la base de datos con el registro de los datos proporcionados por el usuario en el paso anterior.

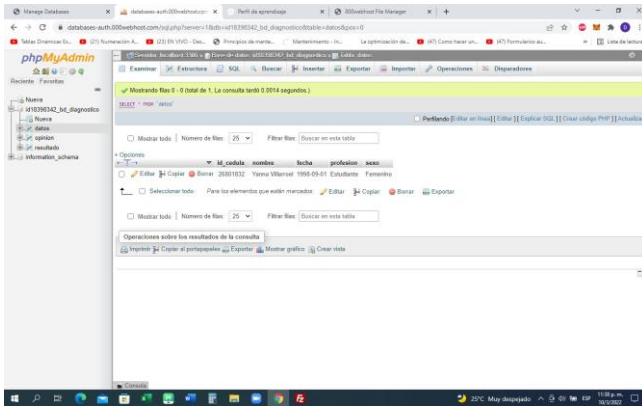


Figura N° 7: Base de datos luego del registro

En la figura 8 se observa el formulario de preguntas y repuestas del diagnóstico, a ser respondido por el usuario.

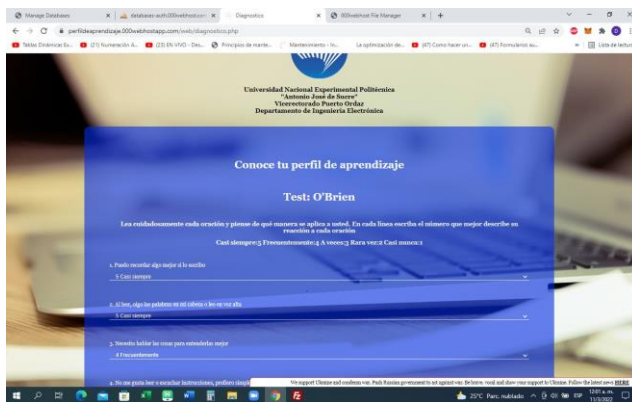


Figura N°8: Proceso de diagnóstico

En la tabla 3 se muestra los resultados del ensayo realizado en forma manual y usando el sistema automatizado.

TABLA N°3: COMPARACIÓN DE RESULTADOS

	Cálculos manuales	Datos arrojados por el sistema
Total de las tres categorías	123	123
visual	40	
auditivo	45	
kinestésico	38	
e visual	Porcentaje 32,52%	32,52%
e auditivo	Porcentaje 36,59%	36,59%
e kinestésico	Porcentaje 30,89%	30,89%
mayor porcentaje	Perfil de auditivo	Perfil auditivo

En la figura 9 se puede observar el resultado individual del diagnóstico realizado por el usuario, mostrándose en forma cuantitativa, gráfica y resaltado por colores. Además de una breve descripción de su perfil dominante.

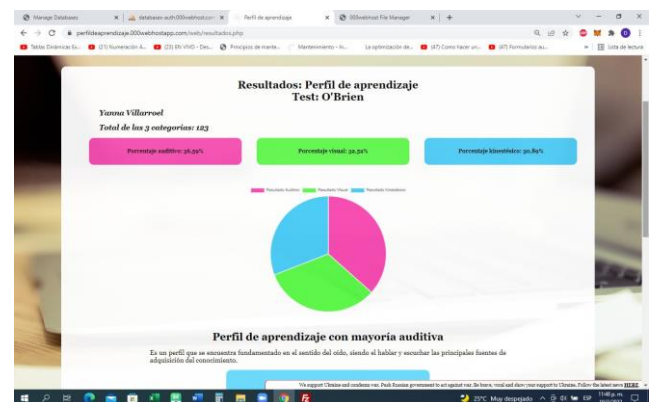


Figura N°9: Resultados mostrados por el sistema.

Comprobación de datos estadísticos

Seguidamente en la tabla 4 se hacen dos ensayos automáticos con la profesión estudiante, identificados como usuario 1 y 2. Se obtiene además el promedio de la profesión estudiante. El estudiante 1 tiene un total de 123 para las tres categorías y el estudiante 2 un total de 119 para las tres categorías.

**TABLA N°4: RESULTADOS ESTADÍSTICOS ALMACENADOS PARA USUARIOS DE PROFESIÓN ESTUDIANTE**

Datos almacenados	Usuario 1	Usuario 2	Usuario 3	Pr promedio
Total	12	11	11	33
de las tres categorías	3	9	9	33
Porcentaje visual	32,52%	32,29%	35,91%	33
Porcentaje auditivo	36,59%	36,13%	36,36%	36
Porcentaje kinestésico	30,89%	28,57%	29,73%	29
Total	100%	100%	100%	100%

En la figura se 10 se muestran los resultados colectivos observados en la tabla 4, para la profesión estudiante, en este caso se obtiene 36,36% auditivo, visual 33,91% y kinestésico 29,73%.



**Figura N°10: Resultados obtenidos por estudiantes**

La dirección para acceder al sistema a través de internet, es el siguiente:

<http://perfildeaprendizaje.epizy.com/web/inicio.php>

#### IV. CONCLUSIONES

El diseño de este sistema automatizado de diagnóstico del perfil de aprendizaje se logró de forma satisfactoria, es un aporte de una herramienta para conocer nuestra forma de aprender, más actualmente en un entorno virtual; haciendo uso de modelo entidad-relación para la base de datos, diagramas de flujo y algoritmos, además de contar con el test O'Brien, mencionado anteriormente. Conocer el perfil de aprendizaje, fortalece

al estudiante en su proceso, al trabajador en su capacitación, en general fortalecerá la productividad personal.

A través de la programación en PHP, HTML, CSS, además del manejo de base de datos MySQL se desarrolló un sistema de fácil uso, con una interfaz sencilla para el manejo del usuario y responder 36 preguntas del diagnóstico, obteniendo los resultados conforme a su estilo de aprendizaje de forma cuantitativa y gráfica, usando el sistema de diagnóstico desarrollado.

Con la implementación de este sistema, se logra visualizar la aplicación de la inteligencia artificial al generar el diagnóstico del perfil de aprendizaje del usuario, desarrollar los cálculos requeridos y establecer una conclusión certera, clasificando el perfil con mayor correspondencia. Las pruebas realizadas en cuanto al funcionamiento del sistema, mostraron resultados positivos. El uso de Inteligencia Artificial es una oportunidad de aplicar ingeniería en desarrollos web, entrando en la cuarta revolución industrial, en la búsqueda de herramientas que permitan el diagnóstico del perfil de aprendizaje en un entorno universitario, industrial y más.

Existen herramientas para hacer desarrollos en ambiente web como Wamp Server y Visual Studio Code, esto permitirá evaluar el perfil de aprendizaje, la productividad personal, la capacidad de relacionarse con las demás personas entre otras aplicaciones.

Esta investigación permitió aprender haciendo, entendiendo trabajos desarrollados sobre los perfiles de aprendizaje y programación en ambiente web.

#### RECOMENDACIONES

Este trabajo fue desarrollado para poner en práctica los conocimientos de programación, aplicada a automatizar técnicas que nos sirven para conocernos a nosotros mismos en diferentes temas de interés.

Se recomienda añadir nuevas funciones al sistema, desarrollando más profundamente aspectos como las estadísticas, desarrollar un módulo estadístico que muestre la relación entre la profesión, sexo y edad.

Los resultados dados por el sistema, pueden servir de base para diversos análisis y estudios. Investigar sobre relación entre el perfil de aprendizaje, las aulas virtuales y la autoformación utilizando internet.

Implementar el sistema diseñado dentro un entorno educativo, como una herramienta activa del aprendizaje.

Diseñar sistemas web que puedan realizar diagnóstico y monitoreo de la productividad personal para profesionales en proceso de formación.

#### REFERENCIAS

[1]K. P. & E. W. C. C. C. Ibarra González, «Canales

- de aprendizaje y su vinculación con los resultados de un examen de ubicación de matemáticas,» 2014. [En línea]. Available: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=80230114008>.
- [2]L. O'Brien, «Test para determinar el Canal de Aprendizaje de preferencia,» 1990. [En línea].
- [3]A. C. Sánchez, «Diseño y desarrollo de base de datos en MySQL y aplicación Web en PHP con servidor central APACHE,» 1 Julio 2011. [En línea]. Available: <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/11166/memoria.pdf?sequence=1>.
- [4]J. F. G. Rodríguez, «Implementación de aplicación web con acceso a base de datos para manejo de inventario de la empresa Orange Business Services Colombia S.A,» 2017. [En línea]. Available: <https://repository.usta.edu.co/bitstream/handle/11634/29845/2017juan-gomez.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.
- [5]L. C. T. Q., «Scielo,» 1993. [En línea]. Available: [http://www.scielo.org.bo/scielo.php?pid=S0040-29151993000100008&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.org.bo/scielo.php?pid=S0040-29151993000100008&script=sci_arttext).
- [6] «PHP,» [En línea]. Available: <https://www.php.net-manual/es/indexes.functions.php>.
- [7]«Netapp,» [En línea]. Available: [pp.com/es/artificial-intelligence/what-is-artificial-intelligence/](https://www.netapp.com/es/artificial-intelligence/what-is-artificial-intelligence/).
- [8]«Miteris,» 2017. [En línea]. Available: <https://www.miteris.com/blog/bases-de-datos-definicion-elementos-tipos/>.
- [9]HostGator México, «Hostgator,» 26 Mayo 2021. [En línea]. Available: <https://www.hostgator.mx/blog/que-es-wamp/>.
- [10]P. Gutierrez, «Genbeta,» 5 Noviembre 2013. [En línea]. Available: <https://www.genbeta.com/desarrollo/fundamento-de-las-bases-de-datos-modelo-entidad-relacion>.
- [11]Barzana, «PHP y MySQL. Desarrollo de Aplicaciones Web. Universidad de Murcia,» Marzo 2018. [En línea]. Available: <https://www.um.es/docencia/barzana/DAWEB/2017-18/daweb-tema-16-php-mysql.html>.
- [12]J. Aguilar Castro y F. Rivas Echeverría, Introducción a las técnicas de computación inteligente, Mérida, Venezuela: Universidad de los Andes, Junio 2001.
- [13]G. B, «Hostinger,» 4 Febrero 2022. [En línea]. Available: <https://www.hostinger.es/tutoriales/que-es-un-hosting>.

## SUSTENTABILIDAD DE LA TELEMEDICINA. LA PROSPECTIVA DEL NEUROMARKETING COMO REALIDAD ACTUAL DE MÉDICO EXPRESS, C.A

Izquierdo Henry

hizquier@ucab.edu.ve

Universidad Católica Andrés Bello,

ID ORCID <https://orcid.org/0000-0002-6679-8735>

---

**Resumen:** El objetivo del proyecto fue diseñar una campaña publicitaria para la empresa de Médico Express C.A., en función de dar a conocer la empresa y su marca a través de la mejora de estrategias a través del Neuromarketing, para su posicionamiento e imagen en la región Guayana. Se trata de una investigación exploratoria de carácter cualitativa, la información se obtuvo directamente de campo y se analizó dentro del aula de clase de Neuromarketing, donde se buscó emplear los conocimientos adquiridos a lo largo del semestre al campo práctico en un formato de campaña publicitaria. El proyecto se enfocó al servicio de salud y seguridad en el trabajo. Su propósito es la prestación de asistencia médica vía Telemedicina a través de servicios de ambulancias a domicilio y telefónica durante todo el año. Como resultado del análisis de la marca actual de la empresa, se propuso una campaña publicitaria orientada a medios tradicionales de comunicación, como medios digitales, que promuevan sensaciones positivas y preferencia de marca, a través de la estimulación de los cinco sentidos sensoriales, incluyendo la emocionalidad y racionalismo del cliente en función del estudio de sus necesidades y sesgos cognitivos con respecto a la Telemedicina.

---

**Palabras Clave:** Campaña publicitaria, telemedicina, servicio, neuromarketing, marca.

## SUSTAINABILITY OF TELEMEDICINE. THE PROSPECTIVE OF NEUROMARKETING AS A CURRENT REALITY OF MÉDICO EXPRESS, C.A

---

**Abstract:** The objective of the project was to design an advertising campaign for the company Médico Express C.A., in order to publicize the company and its brand through the improvement of strategies through Neuromarketing, for its positioning and image in the Guayana region. This is an exploratory research of a qualitative nature, the information was obtained directly from the field and was analyzed within the Neuromarketing classroom, where it sought to use the knowledge acquired throughout the semester to the practical field in an advertising campaign format. The project focused on the health and safety service at work. Its purpose is to provide medical assistance via Telemedicine through home and telephone ambulance services throughout the year. As a result of the analysis of the company's current brand, an advertising campaign oriented to traditional media, such as digital media, was proposed that promote positive sensations and brand preference, through the stimulation of the five sensory senses, including emotionality and rationalism of the client based on the study of their needs and cognitive biases regarding Telemedicine.

---

**Keywords:** Advertising campaign, telemedicine, service, neuromarketing, brand.



## 1. INTRODUCCIÓN

El neuromarketing es una técnica muy reciente, está marcando una disciplina nueva en el marketing, que utiliza herramientas, técnicas y métodos neurocientíficos para obtener información emocional, cognitiva y conductual de los consumidores. Cada vez es más frecuente su uso por parte de marcas, principalmente en institutos de investigación de mercados, consultorías y academias, debido a que permite comprender mejor la actitud no consciente de las personas, perfeccionando así la información que nos proporciona la investigación tradicional sobre el comportamiento consciente. Sin embargo, todavía hoy en día existen muchas lagunas y hay muchos que subestiman el laberinto de esta disciplina y/o sobreestiman lo que nos puede llegar a ofrecer.

El reto que desafiamos en la actualidad, son los retos futuros que todavía son mayores. La transformación digital (redes sociales) de nuestra sociedad está logrando un gran impacto en todos los sectores, por lo que la investigación de mercados no es una excepción. En un futuro, es previsible esperar una acumulada de datos masiva de neuromarketing (a partir de la información fisiológica que proporcionarán dispositivos usables), que podrían ser cruzada en tiempo real con datos masivos de actitudes, por ejemplo, comportamiento en el punto de venta.

La dificultad de evaluar eficazmente el impacto de las actitudes de los consumidores, con el marketing se ha logrado que sea visto cómo una forma natural, uniendo sus caminos con el mundo de la ciencia y, en concreto, con la neurociencia, focalizada en el estudio del cerebro humano. Para ello, se ha tenido que revisar el valor y utilidad de las herramientas disponibles hasta el momento en la disciplina, para evaluar su aplicación en los objetivos deseados y desarrollar acomodos. Este nuevo proceso está aportando al marketing un mayor severidad científico a la hora de aprobar determinados estudios y de precisar herramientas de medición. La ciencia del neuromarketing es naciente y no muy minuciosa, pero los investigadores, esto ha hecho que se centren avances reveladores en este campo, obteniendo como conocer mejor al comprador a través de sus emociones e interfiriendo en sus costumbres a través de la seducción y la influencia.

En este sentido, el trabajo de investigación se llevó a cabo en el Municipio Caroní con la empresa Médico Express, C.A. desde el punto de vista metodológico, es de tipo descriptiva, prospectivo, analítico y de campo, por ser una población finita la muestra es igual a la población, es decir que la muestra fue de 28 trabajadores de los cuales respondieron el 85,71%, quedando sin contestar 4 trabajadores (14,29%).

El propósito de la investigación fue es la de proponer estrategias de uso del neuromarketing en el área de la Telemedicina, específicamente para la Empresa Médico Express, C.A., a través del diseño de una serie de campañas de neuromarketing para dar a conocer a la comunidad de Ciudad Guayana los servicios que presta Médico Express, C.A. para posicionarla como una de las empresas líderes del sector de la salud. además, que sirvió de ejercicio y aprendizaje para los estudiantes del 7 semestre de Administración y contaduría en la cátedra de Neuromarketing.

## EL NEUROMARKETING Y SUS MÉTODOS.

El neuromarketing como disciplina está basada en la identificación y búsqueda del comportamiento humano en el campo del consumo. Sus técnicas se utilizan para percibir la influencia de las actividades de marketing en la respuesta de los consumidores. A continuación, se describen las principales técnicas existentes, categorizadas en función de lo que miden y de cómo influyen, directa o indirectamente, en la actividad cerebral.

**Prueba de respuesta implícita.** Esta técnica se utiliza para intentar identificar a los consumidores que no son capaces de verbalizar. A los consumidores se les brindan imágenes o productos, y han de contestar de manera impulsiva con una serie de palabras o actos que permiten al observador inferir determinadas conductas de los actos.

**Lenguaje corporal.** Es un tipo de comunicación no verbal que incluye gestos, posturas, mímica y otros movimientos del cuerpo. Es el método más antiguo y simple para analizar el comportamiento.

**Diseño empático.** Está basada en la observación, se realiza en el propio ambiente del consumidor, y el observador presta atención silenciosa a cómo este consumidor usa el producto en un entorno natural. Es un método seductor, de bajo costo y de bajo riesgo para identificar las necesidades y deseos del consumidor.

**Reconocimiento facial.** Es una forma especializada de lenguaje corporal donde las expresiones del rostro se ordenan y se unen a las emociones de un ser humano. Mediante cámaras con un software integrado, se identifican las expresiones fisionómicas de los individuos y se asocian emociones, tanto positivas como negativas.

**Seguimiento ocular ('eye tracking').** Se basa en que una cámara identifica los puntos hacia los que dirige la mirada el consumidor. Es muy usado en el diseño de páginas web, debido a que permite rastrear fácilmente lo que una persona realmente ve y/o a qué artículos presta especial atención. Y también puede determinar el orden cronológico en el que observa las cosas.

### HERRAMIENTAS QUE MIDEN ALGÚN ASPECTO DE LA ACTIVIDAD DEL SISTEMA NERVIOSO.

**Parámetros cardiovasculares.** Se registra la frecuencia cardíaca y la presión sanguínea de una persona ante determinados estímulos, para inferir los estados emocionales y de atención de los sujetos investigados.

**Conductancia de la piel.** Probablemente sea la herramienta biométrica más comúnmente empleada en neuromarketing. Mide los cambios electrodérmicos en la respuesta galvánica de la piel. Las palmas de las manos, al tener una mayor concentración de glándulas sudoríparas, suelen ser la parte del cuerpo más empleada para medir estos cambios.

**Pupilometría.** Esta técnica identifica los cambios en el diámetro de la pupila del ojo en respuesta a estímulos. Se suele utilizar junto con los estudios de seguimiento ocular.

### LA TELEMEDICINA COMO ALTERNATIVA A LOS NUEVOS CONTEXTOS.

Telemedicina es un vocablo que se está difundiendo cada vez más en hospitales y centros de salud. Pero ¿qué es telemedicina?

“busca mejorar la salud de un paciente, permitiendo la comunicación interactiva en tiempo real entre el paciente, y el médico o profesional a distancia. Esta comunicación electrónica conlleva el uso de equipos de telecomunicaciones interactivas que incluyen, como equipamiento mínimo, audio y vídeo” “busca mejorar la salud de un paciente, permitiendo la comunicación interactiva en tiempo real entre el paciente, y el médico o profesional a distancia. Esta comunicación electrónica conlleva el uso de equipos de telecomunicaciones interactivas que incluyen, como equipamiento mínimo, audio y vídeo” [5].

La importancia de la Telemedicina reside en que es la medicina del futuro inmediato, donde las sociedades solicitaran los servicios médicos vía Telemedicina, es llevar la medicina a los hogares, sin que los pacientes, se trasladen a los centros de hospitalización, es una forma de servicio que beneficia a los pacientes [5].

### HERRAMIENTAS QUE REGISTRAN CAMBIOS EN LA FISIOLOGÍA CEREBRAL.

**Imágenes de resonancia magnética funcional (fMRI).** Es una técnica no invasiva de neuroimagen. Este método, primero se realiza una exploración cerebral en ausencia de estímulo; después se presenta un estímulo (por ejemplo, un anuncio que activa ciertas áreas del cerebro) que aumenta el flujo sanguíneo (rico en oxígeno) en ciertas regiones. Debido al hecho de que

la sangre oxigenada tiene distintas ondas magnéticas, comparada con la sangre desoxigenada, esta diferencia se puede recoger en forma de señal por el escáner.

**Electroencefalografía (EEG).** Se basa en la reproducción eléctrica de la actividad cerebral. Bajo este método, numerosos electrodos se unen al cuero cabelludo del individuo mediante un casco que reconoce las señales eléctricas que representan la actividad cerebral. Se presentan ciertos estímulos (productos o servicios) a la persona investigada; luego, las neuronas disparan corriente eléctrica que se puede medir y registrar con EEG.

**Magnetoencefalografía.** Se basa en la “captura” de los campos magnéticos de la actividad neuronal. Con esta técnica, se emplean detectores altamente sensibles para medir el campo electromagnético, sin contacto con el cuero cabelludo. Su coste es, hoy en día, todavía muy elevado.

**Tomografía de emisión de positrones (PET).** Mide el flujo sanguíneo y el metabolismo del participante a nivel cerebral. Es una técnica con validez y resolución similar a la fMRI. Sin embargo, las partículas radiactivas (positrones) deben pasar por el participante para la recolección de resultados, lo que hace que esta técnica sea altamente invasiva y difícil de usar, por tanto, en neuromarketing.

### NEUROMARKETING EN MÉDICO EXPRESS, C.A.

Medico Express C.A. es una empresa de servicio de salud y seguridad en el trabajo ubicada en Ciudad Guayana y certificada por el Instituto Nacional de Prevención, Salud y Seguridad Laborales (INPSASEL), cuyo propósito es la prestación de asistencia médica en manos de un equipo de doctores profesionales y servicios de ambulancias a domicilio y telefónica durante todo el año en casos de malestar o emergencias médicas.

Medico Express C.A. tiene como Visión ser una referencia de excelencia a nivel regional, nacional e internacional como la mejor organización de Telemedicina a través de la gestión de Sistemas de Seguridad, Salud Laboral, Ambiental y de Calidad, llegando a superar las expectativas de nuestros clientes y como Misión ser es una organización de Telemedicina de seguridad y Salud en el trabajo, con personal altamente calificado y equipos de alta tecnología, soportada por el marco legal de la LOPCYMAT y leyes venezolanas, así mismo dirige sus estrategias a la atención médica domiciliaria, servicios de ambulancia y asistencia médica primaria a personas naturales y jurídicas, para el cuidado de la salud integral en la región Guayana, dando como resultado un cliente altamente satisfecho por la excelencia de los

servicios.

Con el avance de la tecnología en las últimas décadas, el sector de la salud se ha visto beneficiado tanto por el desarrollo de mejores equipos como la posibilidad de prestar un servicio mucho más completo, incluso a la distancia. El auge de la telemedicina durante la pandemia del COVID-19 trajo consigo nuevas tendencias en cuanto al manejo de información médica y la oferta de servicios de la salud a través de medios digitales.

Gracias a las conexiones digitales, ahora es posible para los médicos atender un paciente a distancia, analizar sus síntomas, estudiar su estado de salud y programar citas con solo un clic. De la misma forma, han facilitado el seguimiento de enfermedades crónicas en adultos mayores sin la necesidad de que salgan de su hogar, facilitando enormemente la labor de los especialistas.

El campo de la medicina es probablemente uno de los más amplios a nivel de información y data, el manejo de está siendo delicado debido a su naturaleza, por lo que el contacto directo e inmediato entre pacientes y doctores ha sido fundamental durante los últimos dos años.

He aquí el papel fundamental que han jugado las nuevas estrategias de tecnología digital en el servicio de la salud y como darle diversas opciones de ayuda al paciente se ha convertido en el factor diferenciador entre la vida y la muerte. El establecer un puente de información útil y verídica entre pacientes y doctores permite crear una línea de comunicación que promueva la confianza y atención personalizada.

En este orden de ideas, y si bien el mercadeo suele ser solo relacionado con la venta de productos a consumidores, un marketing adecuado en el área de la salud es indispensable para cualquier servicio de asistencia médica, pues “el marketing de atención médica permite aumentar conexiones con los pacientes y nutrir relaciones para formar pacientes leales a largo plazo. El marketing exitoso de atención médica conduce a la participación exitosa del paciente, y la participación exitosa del paciente conduce a una práctica en auge [2].

En el territorio de Ciudad Guayana existen múltiples técnicas e instalaciones que ofrecen servicios de asistencia médica, todos con características similares y con el mismo objetivo, ofrecer un servicio médico excelente. La pregunta que nos hacemos entonces es, ¿Cómo podemos diferenciar a Médico Express? Para responder esto, debemos estudiar los componentes de su propuesta de valor y encontrar la forma adecuada para hacérsela saber a sus potenciales usuarios, ya que “la mejor forma de imaginar cómo funciona el marketing sanitario es pensar en el paciente como en un cliente. Los clientes

tienen infinitas opciones para elegir, entonces, ¿por qué deberían elegir su servicio? La estrategia de marketing debe reflejar la respuesta a esa pregunta.” (Williams, 2018).

Sin embargo, el propósito de este trabajo no es solo darle una estrategia de mercado nueva a Médico Express. Las nuevas tendencias del desarrollo de la tecnología, las necesidades complejas del cliente y la competencia ameritan un plan estratégico holístico. En este caso, se manejan las bases de la disciplina del neuromarketing para crear una campaña publicitaria que logre abarcar cada factor y variable relacionado con el mercadeo y la satisfacción del usuario de Médico Express.

En relación con esto, cabe destacar la visión de la empresa, la cual es “...

consolidarnos como la mejor organización en la gestión de Sistemas de Seguridad y Salud Laboral, Ambiental y de Calidad de las empresas, con capacidad para atender el mercado a nivel nacional, dotados de tecnología de punta que asegure la confiabilidad del servicio y supere las expectativas de nuestros clientes.” [3].

Cómo podemos observar, la visión de la empresa a futuro prioriza la creación de una relación de confianza y preferencia con el cliente.

## II.METODOLOGÍA

El presente trabajo es una investigación de carácter descriptivo donde se pretende diseñar y proponer a través del análisis y estudio de la información disponible, una campaña publicitaria para Médico Express, C.A.

Las fuentes de información para el trabajo se conforman principalmente de bibliografía académica relacionada con la rama del neuromarketing, disponible en línea, y los datos de la empresa proporcionados por el docente en función de poder analizar el caso. En relación de su propósito, es una aproximación a una investigación aplicada donde se buscará aplicar los conocimientos aprendidos al caso real de Médico Express, C.A. para proponer estrategias viables a la práctica de una campaña de marketing.

El análisis mercadotécnico desde el punto de vista de la neurociencia permitirá identificar nuevas maneras de llegar al usuario y establecer una conexión física y mental con el mismo, a través del estudio de su subconsciente.

## III.RESULTADOS

### CAMPAÑA DE NEUROMARKETING

El proceso de crear una campaña publicitaria desde cero es algo que tiende a complicarse cuando no se tiene

una ruta definida. Existen cientos de estrategias distintas en el mercado, dependiendo del tipo de consumidor, de producto o servicio a vender y el medio a través del cual se comunica la información. El diseño de esta campaña busca integrar todos los medios de comunicación de manera coherente y fluida, para crear sinergia entre los esfuerzos de mercadeo y crear una imagen sólida de marca.

En este orden de ideas, y a manera de facilitar el entendimiento y ejecución de este proyecto para Médico Express, el desarrollo de la campaña se encontrará dividido en tres segmentos, cada uno correspondiente al tipo de neuromarketing que se está utilizando. Estos son: visual, auditivo y kinestésico.

Las estrategias se trabajarán en función de los siguientes aspectos: diseño de contenido para Redes Sociales, creación de comunidad en redes sociales, marketing Impreso, marketing digital, diseño de comercial de TV.

### NEUROMARKETING VISUAL

Cerebro Reptiliano (instintos básicos) y Satisfacción de necesidades fisiológicas son estrategias visuales.

De acuerdo con la teoría de la Pirámide de Maslow, las necesidades humanas se subdividen en cinco eslabones, de acuerdo con el nivel de prioridad que representan para el bienestar de un individuo. Para trabajar en base de la estimulación de los instintos básicos de supervivencia relacionados al cerebro reptil, diseñaremos estrategias que desencadenan las necesidades más básicas del humano, las fisiológicas.

El cerebro reptiliano responde a las necesidades relacionadas con la alimentación, el descanso y por supuesto, la salud y seguridad. [4].

Esto, al alinearse perfectamente con el servicio de asistencia médica que ofrece Médico Express, puede ser usado para estimular el cerebro reptiliano del mercado y darle una solución a una de sus necesidades fisiológicas más básicas. La promesa segura que representar un servicio de salud confiable y conveniente puede satisfacer a nuestros usuarios si estimulamos estos instintos de forma adecuada.

### MARKETING IMPRESO: FLYER CON MENSAJE EMOCIONAL

Los mensajes que apelan a las emociones intensas, como el miedo, tienden a ser los que llaman mayormente la atención de una audiencia. Para el diseño de flyers o volantes físicos, se creó un mensaje orientado a situaciones de emergencia donde la salud de seres queridos o parte del núcleo familiar se ve perjudicada y por factores externos su familia no puede ayudar.

Médico Express, C.A. al ser un servicio de atención médica y ambulancias que funciona las veinticuatro horas del día y los trescientos sesenta y cinco días del año, es una solución conveniente y segura en casos de emergencias médicas. A manera de incluir la satisfacción de las necesidades fisiológicas y velar por estimular el cerebro reptil, se diseñó una serie de flyers con mensajes que apelan a esta situación de vulnerabilidad que representa una enfermedad y presentan la solución inmediata del servicio de Médico Express, C.A.



Figura 1. con mensaje emocional

### SISTEMA LÍMBICO (CARÁCTER EMOCIONAL) Y NEURONAS ESPEJO.

En nuestro sistema límbico se encuentran las partes del cerebro orientadas primordialmente a la regulación de emociones. De hecho, la mayor parte de la función de la amígdala o la corteza prefrontal ventromedial (VMPFC) se encuentra orientada al procesamiento de estímulos y respuestas emocionales de acuerdo con el contexto y nuestras memorias pasadas. [5].

Las neuronas espejo se encuentran ubicadas en esta parte emocional del cerebro, y de acuerdo con estudios neurocientíficos, estas son responsables de desencadenar la imitación de gestos y la generación de empatía cuando observamos individuos similares expresando alguna emoción.

En el marketing, las neuronas espejo son utilizadas para crear sensaciones con relación a un producto mediante la presentación de gestos y expresiones, en algunos casos incluso exageradas, para despertar alguna emoción específica en el espectador. [6].

En este caso, para Médico Express buscamos asociar el concepto de la medicina y la salud como algo beneficioso en la mente de los posibles usuarios del servicio. Para ello, debemos despertar emociones relacionadas a

la felicidad o tranquilidad.

### MARKETING IMPRESO. PENDONES CON EXPRESIONES POSITIVAS.

En función de esto y crear una sensación de confianza entre los colaboradores médicos y futuros pacientes, se ha diseñado una estrategia de marketing impreso en formato de pendones o banners, donde colocamos doctores que hacen contacto visual con la cámara y mantienen una sonrisa serena. El objetivo de utilizar estas imágenes va más allá de la preferencia que se crea en la mente del usuario al ver caras familiares o agradables, sino el promover una sensación positiva relacionada con Médico Express a través de las neuronas espejo. Se ha comprobado que cuando un usuario es atendido por servidores sonrientes, esté. asocia inmediatamente su proceso de consumo como algo satisfactorio y de calidad.



Figura 2. Expresiones positivas.

### MARKETING IMPRESO: VALLAS PUBLICITARIAS CON MIRADA INTENCIONAL.

Como se ha establecido en las estrategias anteriores, es importante el uso de imágenes donde se representan individuos que permitan al usuario sentirse identificado, sereno y despierte sensaciones de empatía con respecto a las emociones que buscamos evocar, por lo que hemos usado primordialmente doctores de géneros distintos y que se muestran con expresiones positivas.

A manera de buscar direccionar la atención del posible usuario de Médico Express, se presenta la estrategia de la Eye Gaze Technique, donde el protagonista de la valla publicitaria dirige su mirada y señala el nombre del servicio. Esto con la finalidad que el mercado potencial de Médico Express centre su atención en la información de interés y sea capaz de recordarla en el futuro.



Figura 3. Vallas Publicitarias con mirada intencional

### CONSIDERACIONES FINALES

1. El uso de las técnicas de la neurociencia en Médico Express, C.A. a través de campañas publicitarias permitirá no solo prestar un excelente servicio, sino la satisfacción tanto física como mental de sus clientes, y reforzará los esfuerzos orientados a la publicidad de su oferta.

2. Con la tecnología disponible y en conjunto con las propuestas abren un sinfín de posibilidades en cuanto a estudios de mercado, análisis de variables y resultados e incluso la medición del impacto emocional, mental y físico de cualquier consumidor.

3. Médico Express, C.A. tiene el potencial de no solo aumentar su participación de mercado para convertirse en uno de los servicios de Telemedicina más importantes de la región, sino de posicionarse en la mente del usuario como una única opción en cuanto a preferencias y satisfacción.

4. El uso de las estrategias anteriormente desarrolladas puede marcar la diferencia tanto para Médico Express, C.A. como para el resto de los servicios locales, pues las tendencias del mercado están orientadas hacia la neurociencia, pronto se convertirán en un elemento fundamental en cualquier campaña de marketing.

### REFERENCIAS

- [1]García. F. A. Neuromarketing. Hacia un nuevo marketing sustentado en la emoción, la persuasión y la influencia. Harvard Deusto Business Review. Bajado 22/02/2022 <https://www.harvard-deusto.com/neuromarketing-hacia-un-nuevo-marketing-sustentado-en-la-emocion-la-persuasion-y-la-influencia>
- [2]Williams, D. M. (2018, 17 diciembre). Why is Healthcare Marketing Important? LEVO Health. <https://levohealth.com/why-is-healthcare-marketing-important/#:%7E:text=Healthcare%20marketing%20allows%20you%20to,leads%20to%20a%20booming%20practice.>
- [3]López. M. Imaginarium. Cómo aplicar el neuromarketing para mejorar el punto de venta. Harvard Deusto Business Review. <https://levohealth.com/why-is-healthcare-marketing-important/#:%7E:text=Healthca->

re%20marketing%20allows%20you%20to,leads%20to%20a%20booming%20practice.

[4] Alvarado, L. (2008). Neuromarketing, ciencia al servicio del conocimiento. Cuadernos de Investigación, 2 (2) (p. 7).

[5] Barthes, R. (1986). Lo obvio y lo obtuso: Imágenes, gestos, voces. Barcelona, España: Paidós Ibérica (p.

350).

[6] García-Marza, D. (2012). Neuromarketing y neurociencia presentado en XX Congreso EBEN-España, La imagen de la empresa en el siglo XXI. Valencia, España, 20, 21 y 22 de junio. Fundación Etnor.