

## Aplicación del método de Optimización por Enjambre de Partículas (PSO) en el área médica de cito tecnología

**Elizabeth Cortes Ramos**

Instituto Tecnológico de Apizaco

[liz82\\_brevw@hotmail.com](mailto:liz82_brevw@hotmail.com)

### Resumen

En éste artículo se presenta la aplicación de una técnica basada en Optimización por Enjambre de Partículas (PSO *siglas en ingles*) para identificar las principales características de las células obtenidas a partir de imágenes microscópicas médicas digitales de muestras de cáncer de cuello uterino. El objetivo es facilitar las tareas de los citotecnólogos y evitar errores de interpretación. El sistema está compuesto de las siguientes etapas. La primera etapa consiste en utilizar técnicas de Procesamiento Digital de Imágenes (PDI), donde las imágenes son tratadas para eliminar la mayor cantidad de ruido posible contenido en la imagen original y destacar los elementos que conforman la escena. La segunda etapa de este proyecto consiste en la segmentación, donde se propone el uso de PSO para detectar los bordes de las células de manera clara y precisa, identificando las características más relevantes (forma, tamaño, relación núcleo - citoplasma y textura) con respecto a las anomalías que estas presenten, ya que es la parte fundamental y de interés en éste trabajo. Hasta el momento los resultados obtenidos son satisfactorios en comparación con otros modelos presentados en la literatura.

**Palabras clave** Optimización por Enjambre de Partículas (PSO), Procesamiento Digital de Imágenes (PDI), Segmentación, Cáncer de cuello uterino.

## Introducción

La lucha contra el cáncer constituye un problema mundial y de interés fundamental en la medicina, que involucra no sólo a los clínicos, investigadores y médicos, sino también al desarrollo de nuevas tecnologías aplicadas al área médica.

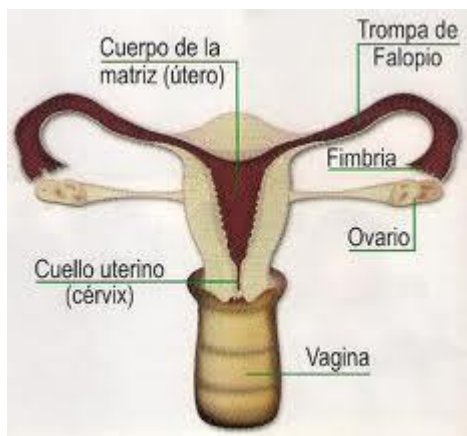
El cáncer se origina cuando las células comienzan a crecer de manera descontrolada. Existen muchos tipos de cáncer, pero todos comienzan debido al crecimiento sin control de células anormales.

El crecimiento de las células cancerosas es diferente al crecimiento de las células normales; en lugar de morir, las células cancerosas continúan creciendo y forman nuevas células anormales. Las células cancerosas pueden también invadir ó propagarse a otros tejidos, algo que las células normales no pueden hacer. El hecho de que crezcan sin control é invadan otros tejidos es lo que hace que una célula sea cancerosa.

La citología es el estudio de células individuales que tiene el propósito de detectar anomalías morfológicas de las células examinadas que provienen de la descamación de superficies epiteliales. La citología es la rama de la ciencia que trata con la estructura y la función de las células. También se refiere a las pruebas para diagnosticar el cáncer y el pre cáncer mediante la observación de las células bajo el microscopio, la prueba de Papanicolaou es un procedimiento que se usa para la obtención de células del cuello uterino para realizar la citología cervical. [2].

El cáncer del cuello uterino es una afección en la cual se forman células malignas (cancerosas) en los tejidos del cuello uterino. El cuello uterino es el extremo inferior, estrecho del útero (el órgano hueco, en forma de pera donde se desarrolla el feto). El

cuello uterino comunica el útero con la vagina (conducto del nacimiento) como se muestra en la figura 1.1.



**Figura 1.1** Modelo de anatomía del cuello uterino

La ubicación topográfica del cuello uterino favorece, tanto el examen clínico como la aplicación de métodos de diagnóstico complementario de gran eficacia.

El cáncer del cuello uterino generalmente se desarrolla lentamente con el transcurso del tiempo, antes de la aparición del cáncer en el cuello uterino, las células del cuello uterino atraviesan cambios conocidos como displasias, en los cuales las células que son normales empiezan a aparecer en el tejido del cuello uterino. Luego, las células cancerosas comienzan a crecer y diseminarse más profundamente en el cuello uterino [1].

Cuando una mujer tiene cáncer de cuello uterino o cambios precancerosos, puede que no sea posible decir con seguridad que un factor de riesgo en particular haya sido la causa. Al considerar estos factores de riesgo, es útil enfocarse en los que se pueden cambiar o evitar (tales como fumar o una infección con el virus del papiloma humano), en vez de

enfocarse en los que no se pueden cambiar (tales como su edad y antecedentes familiares). [2].

El factor de riesgo más importante para el cáncer de cuello uterino es la infección con el virus del papiloma humano (VPH o HPV, por sus siglas en inglés). El VPH es un grupo de más de 150 virus relacionados, algunos de los cuales causan un tipo de crecimiento llamado papiloma, lo que se conoce más comúnmente como verrugas. [2].

Las displasias cervicales del útero se dividen en lesiones de bajo y alto grado, generalmente, las lesiones de bajo grado solo presentan infección viral, en tanto que las de alto grado como son las displasias moderadas o severas sino son tratadas evolucionan progresivamente al cáncer invasor del Cervix, como se observa en la figura 1.2. [2].

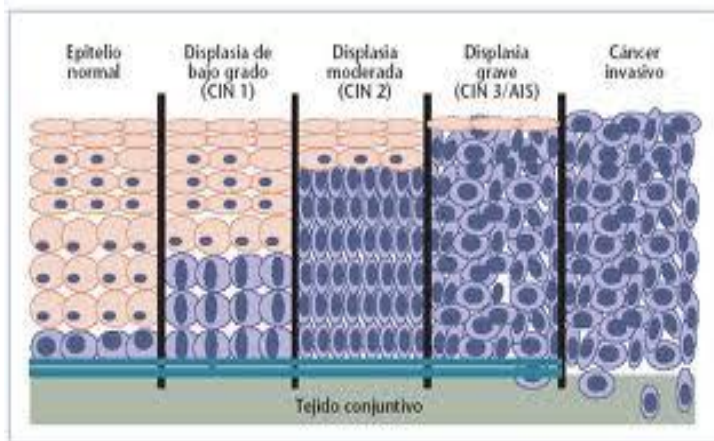


Figura 1.2. Estadios de las displasias cervicales

El antiguo concepto de que esta lesión comenzaba como una displasia leve (CIN-I, lesión de bajo grado) que evolucionarían indefectiblemente hasta un cáncer invasor y finalmente con la muerte de la paciente [1].

El Propósito de las Pruebas de detección de cáncer de cuello uterino es el de identificar sus precursores de manera que puedan tratarse antes de que progresen a un cáncer invasivo.

## Objetivo

El objetivo de este trabajo es implementar un sistema de computación inteligente, aplicando un algoritmo PSO (Particle Swarm Optimization), el cual pueda ser utilizado por personal médico y/o cito tecnólogo, para identificar y segmentar las células, con respecto a su relación núcleo-citoplasma, para identificar de acuerdo a cada una de sus características, si la célula que observo es una célula sana ó que tipo de anomalía presenta, ya que dichas imágenes han sido tratadas y comparadas con otros trabajos realizados anteriormente para el desempeño de tareas mediante la segmentación para obtener los mejores resultados.

## Metodología

En este trabajo de investigación se propone el uso de técnicas de pre procesamiento para el mejoramiento de las imágenes con el objetivo de facilitar la segmentación de imágenes microscópicas digitales de células de cáncer de cuello uterino, utilizando el método de Optimización por enjambre de partículas (PSO), introducido por Kennedy y Eberhart [3], el cual es un algoritmo de optimización basado en la teoría enjambre.

Esta meta heurística está inspirada en el comportamiento social observado en grupos de individuos tales como bandadas de pájaros o enjambres de insectos. Un enjambre se

define como una colección estructurada de organismos (agentes) que interactúan. La inteligencia no está en los individuos sino en la acción de todo el colectivo. Tal comportamiento social se basa en la transmisión del éxito de cada individuo a los demás del grupo, lo cual resulta en un proceso sinérgico que permite a los individuos satisfacer de la mejor manera posible sus necesidades más inmediatas, tales como la localización de alimentos o de un lugar de cobijo. Cada organismo (partícula) se trata como un punto en un espacio N dimensional el cual ajusta su propio vuelo de acuerdo a su propia experiencia y la experiencia del resto de la banda. La bandada vuela por el espacio de búsqueda localizando regiones o partículas prometedoras. [9].

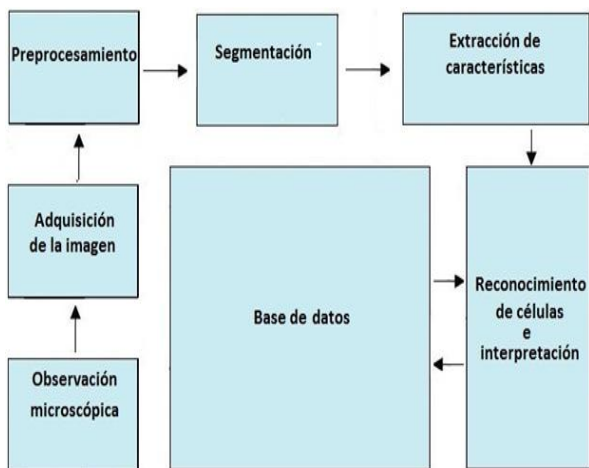
**PSO** es una técnica de aprendizaje automático vagamente inspirado en las aves que acuden en busca de alimento. Consiste básicamente en un número de partículas que se mueven colectivamente en el espacio de búsqueda (por ejemplo, los píxeles de la imagen) en busca del óptimo global (por ejemplo, la maximización de la varianza entre-clase de la distribución de los niveles de intensidad en la imagen). [3].

El PSO es un algoritmo desarrollado para solucionar problemas de optimización continuos, pero se han propuesto adaptaciones para solucionar problemas discretos. Con el fin de resolver el problema de asignación axial 3-dimensional, los operadores clásicos de PSO fueron redefinidos usando como guía el análisis forma y, con base en ello, un algoritmo en paralelo fue implementado. Este fue aplicado a un conjunto de problemas de referencia y los resultados fueron comparados con los existentes de otros métodos.

En este artículo se presenta una comparación con dos métodos de segmentación de imágenes basadas en la Darwiniana Particle Swarm Optimization Fraccional-Order ( FODPSO ) y el método de Darwiniana Particle Swarm Optimization ( DPSO ) para determinar el n -1 óptima n umbral de nivel en una imagen dada. [7].

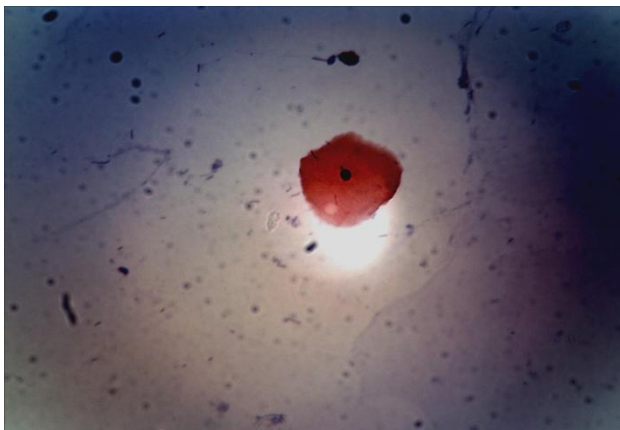
**DPSO** fue formulada por Tillett et al., en 2005 [7]. en busca de un mejor modelo de la selección natural con el PSO algoritmo. En este algoritmo, múltiples enjambres de soluciones de pruebas que realizan como un ordinario PSO pueden existir en todo momento con las normas que regulan la recaudación de los enjambres que están diseñados para simular la selección natural.

**FO-DPSO** es una extensión de la DPSO usando cálculo fraccional para controlar la velocidad de convergencia del algoritmo. [7]. El modelo metodológico propuesto se muestra en la figura 3.1.



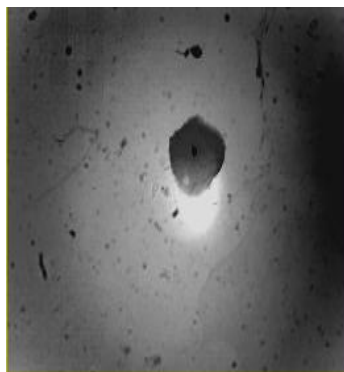
**Fig. 3.1.** Metodología propuesta con PSO.

Paso 1. **Adquisición de la imagen.** Las imágenes son en formato JPG, tomadas con zoom óptico que varía de 40x a 100x con dimensión de 2592 X 1944 píxeles. [4]

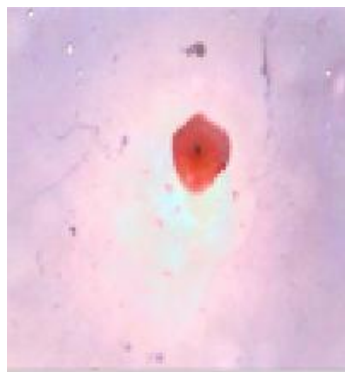


**Fig. 3.2** Imagen Original

Paso 2. **Pre procesamiento.** Como primer paso se convierte la imagen a escala de grises y se busca eliminar la sobre-iluminación que se encuentra en el área de interés haciendo una resta de imágenes (original menos imagen del escenario sin célula), posteriormente se realiza una mejora de la imagen usando un filtro de punto medio.



(a)

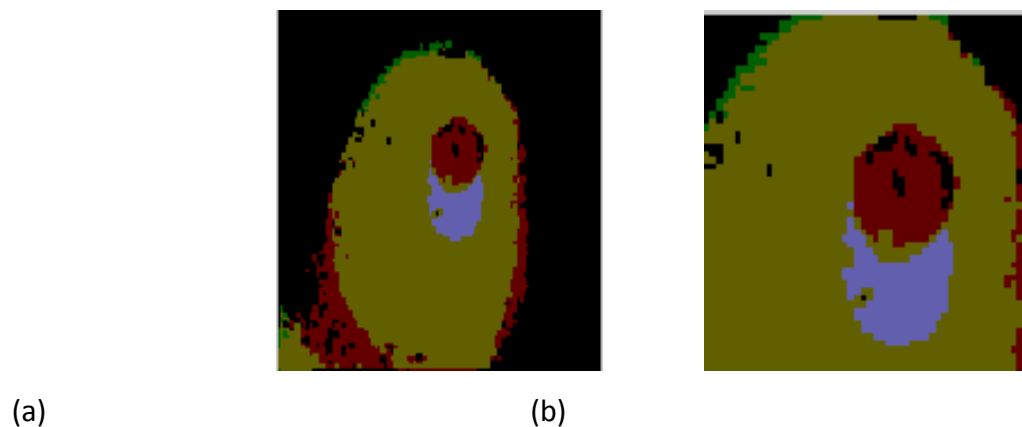


(b)

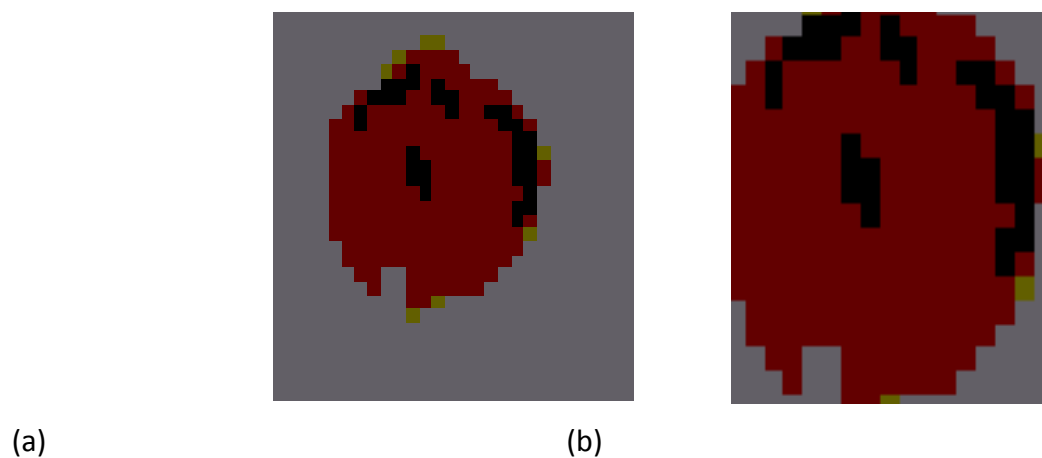
**Fig. 3.3.** Imágenes Procesadas

Paso 3. **Segmentación.** Se considera como una de las tareas básicas y de gran importancia en el análisis y la comprensión de las imágenes.





**Fig. 3.4.** Imágenes Segmentadas con DPSO



**Fig. 3.5.** Imágenes Segmentadas con PSO

El objetivo de la segmentación es obtener una partición de la imagen en regiones coherentes como paso previo al análisis de su contenido.

En este trabajo de investigación, la segmentación de la imagen se puede clasificar en cuatro tipos diferentes, incluyendo los métodos de análisis basados en la textura, los métodos basados en umbralización, histograma, la agrupación de los métodos basados y división basada en la región y los métodos de fusión.

Uno de los métodos más comunes para la segmentación de imágenes es el método de umbral, que se utiliza comúnmente para la segmentación de una imagen en dos o más grupos. [6].


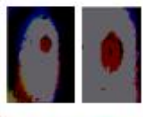
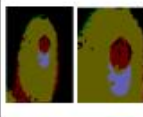


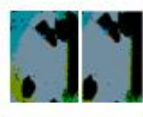

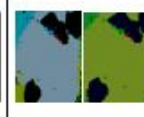

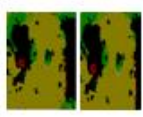
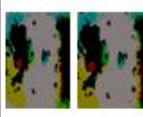
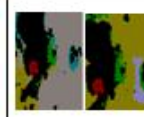



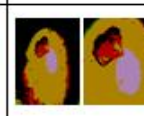

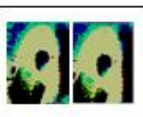
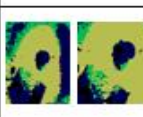
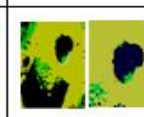
Las técnicas de umbralización se pueden dividir en dos tipos diferentes: los métodos de binarización óptimas y los métodos de binarización basadas en la propiedad [5]. La primera realiza una búsqueda de grupo para los umbrales óptimos que hacen que las clases umbralizadas en el histograma alcancen las características deseadas.

Por lo general, se realiza mediante la optimización de una función objetivo. El último grupo detecta los umbrales mediante la medición de una propiedad seleccionada del histograma. Los métodos de umbrales basados en la propiedad son rápidos, lo que los hace adecuados para el caso de los umbrales de niveles múltiples. Sin embargo, el número de umbrales es difícil de determinar, y se debe especificar con antelación.

## Resultados

A continuación describimos los resultados experimentales, basados en cinco imágenes para comparar las mejoras del modelo propuesto. Los resultados experimentales muestran que los métodos propuestos se desempeñan mejor que otros métodos cuando se considera un número de diferentes medidas.

La evaluación del algoritmo mostró que es competitivo, ya que superó los resultados obtenidos con la mayoría de las otras técnicas utilizadas, como se muestra en la tabla comparativa en la figura 4.1.

#	Imagen Original	DPSO Darwiniana Particle Swarm Optimization	FO-DPSO Darwiniana Particle Swarm Optimization Fraccional-Orden	PSO Particle Swarm Optimization
1	 12-100x			
2	 8-100x			
3	 23-100x			
4	 28-100x			
5	 6-100x			

**Fig. 4.1.** Tabla de Imágenes Segmentadas con DPSO y FO-DPSO, comparadas con el modelo PSO.

## Conclusiones

El desarrollo de este trabajo se centra principalmente en las fortalezas y debilidades del modelo tradicional PSO, comparado con los dos modelos darwinianos DPSO y FODPSO, con el objetivo de tener un mejor rendimiento en el PSO, donde se presentan los avances del desarrollo de un algoritmo para la segmentación de Imágenes microscópicas de cáncer de cuello uterino, en el cual se presenta buen desempeño tanto en el mejoramiento de la imagen, en las tareas de segmentación así como en el de la identificación del área celular en cuanto al núcleo y citoplasma, ya que es la parte fundamental y de interés de este trabajo; El desarrollo del algoritmo PSO fue desarrollado e implementado, utilizando la herramienta Matlab.

## Bibliografía

- [1] Multimed revista médica 2010 “Factores de riesgo del cáncer del Cervix uterino”
- [2] David F. Cantú de León 2011 Instituto Nacional de Cancerología. San Fernando Oncoguía  
Cáncer Cervicouterino pp 61-69.
- [3] American Cancer Society 2013 Cancer de Cuello Uterino [www.cancer.org](http://www.cancer.org).
- [4] J. Kennedy and R.C. Eberhart, 1995 Particle Swarm Optimization, IEEE International  
Conference on Neural Networks, Perth, Australia, IEEE Service Center, Piscataway, NJ.
- [5] M.GreesRoldan 2012 “Identificación Inteligente de lesiones cancerígenas a partir de  
imágenes microscópicas de Cervix” en el IMSS de Tlaxcala.
- [6] I. Muhimmah, R. Kurniawan y Indrayanti 2012 Automatic Epithelial Cells Detection of  
Pap smears images using Fuzzy C-Means Clustering”.
- [7] Z. Perez: 2011 “Segmentación de células traslapadas en imágenes microscópicas de  
cérvix con PDI.”
- [8] Pedram Ghamisi, Micael S. Couceiro, Jon AtliBenediktsson, Nuno Ferreira Geodesia y  
Geomática Facultad de Ingeniería, KN Toosi University of Technology, Teherán, Irán  
Instituto de Sistemas y Robótica de la Universidad de Coimbra.
- [9] KENNEDY, J. (1997): The particle swarm: social adaptation of knowledge. IEEE  
International Conference on Evolutionary Computation. Indianápolis, USA.