

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA ESTATAL DEL CARCHI



FACULTAD DE INDUSTRIAS AGROPECUARIAS Y CIENCIAS AMBIENTALES

CARRERA DE INGENIERÍA EN INFORMÁTICA

Tema: “Análisis de imágenes digitales en la cuantificación y detección de alteraciones morfológicas de glóbulos rojos”.

Trabajo de titulación previa la obtención del
título de Ingeniero (a) en Informática

AUTORES (a): Jonathan Alexander Rosas Morán

Cristian Alexander Yapud Puerchambu

TUTOR (a): MSc. Marco Antonio Yandún Velasteguí

Tulcán, enero 2021

CERTIFICADO JURADO EXAMINADOR

Certificamos que el estudiante Rosas Morán Jonathan Alexander con el número de cédula 0401927744 ha elaborado el trabajo de titulación: “Análisis de imágenes digitales en la cuantificación y detección de alteraciones morfológicas de glóbulos rojos”.

Este trabajo se sujeta a las normas y metodología dispuesta en el Reglamento de Titulación, sustentación e incorporación de la UPEC, por lo tanto, autorizamos la presentación de la sustentación para la calificación respectiva.



Firmado
Electronicamente por:
MSC. MARCO ANTONIO
YANDÚN VELASTEGUÍ
2021-01-13 09:49-05:00

Firmado
digitalmente por
CARLITOS
ALBERTO GUANO
CARDENAS



f.....

MSc. Marco Antonio Yandún Velasteguí
TUTOR

f.....

MSc. Carlitos Alberto Guano Cárdenas
LECTOR

Tulcán, enero del 2021

CERTIFICADO JURADO EXAMINADOR

Certificamos que el estudiante Yapud Puerchambu Cristian Alexander con el número de cédula 0402122253 ha elaborado el trabajo de titulación: “Análisis de imágenes digitales en la cuantificación y detección de alteraciones morfológicas de glóbulos rojos”.

Este trabajo se sujeta a las normas y metodología dispuesta en el Reglamento de Titulación, sustentación e incorporación de la UPEC, por lo tanto, autorizamos la presentación de la sustentación para la calificación respectiva.



Firmado
Electronicamente por:
MSC. MARCOANTONIO
YANDÚN VELASTEGUÍ
2021-01-13 09:50-05:00

Firmado
digitalmente por
CARLITOS
ALBERTO GUANO
CARDENAS



f.....

MSc. Marco Antonio Yandún Velasteguí
TUTOR

f.....

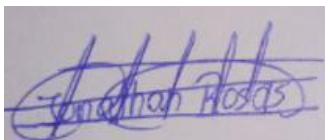
MSc. Carlitos Alberto Guano Cárdenas
LECTOR

Tulcán, enero del 2021

AUTORIA DE TRABAJO

El presente trabajo de titulación constituye requisito previo para la obtención del título de Ingeniero en informática de la Facultad de Industrias Agropecuarias y Ciencias Ambientales

Yo, Jonathan Alexander Rosas Morán con cédula de identidad número 0401927744 declaro: que la investigación es absolutamente original, autentica, personal y los resultados y conclusiones a los que he llegado son de mi absoluta responsabilidad.



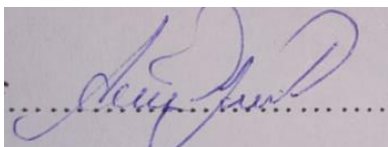
f.....
Jonathan Alexander Rosas Morán
AUTOR

Tulcán, enero del 2021

AUTORIA DE TRABAJO

El presente trabajo de titulación constituye requisito previo para la obtención del título de Ingeniero en informática de la Facultad de Industrias Agropecuarias y Ciencias Ambientales

Yo, Cristian Alexander Yapud Puerchambu con cédula de identidad número 0402122253 declaro: qué la investigación es absolutamente original, autentica, personal y los resultados y conclusiones a los que he llegado son de mi absoluta responsabilidad.

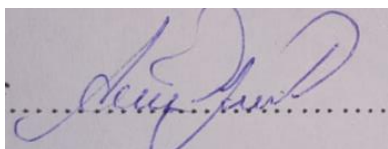


f.....
Cristian Alexander Yapud Puerchambu
AUTOR

Tulcán, enero del 2021

ACTA DE CESIÓN DE DERECHOS DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo, Cristian Alexander Yapud Puerchambu declaro ser autor de los criterios emitidos en el trabajo de investigación: “Análisis de imágenes digitales en la cuantificación y detección de alteraciones morfológicas de glóbulos rojos” y eximo expresamente a la Universidad Politécnica Estatal del Carchi y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales.

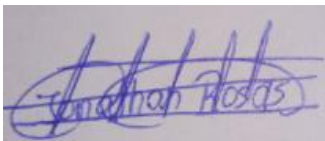


f.....
Cristian Alexander Yapud Puerchambu
AUTOR

Tulcán, enero del 2021

ACTA DE CESIÓN DE DERECHOS DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo, Jonathan Alexander Rosas Morán declaro ser autor de los criterios emitidos en el trabajo de investigación: “Análisis de imágenes digitales en la cuantificación y detección de alteraciones morfológicas de glóbulos rojos” y eximo expresamente a la Universidad Politécnica Estatal del Carchi y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales



f.....
Jonathan Alexander Rosas Morán
AUTOR

Tulcán, enero del 2021

AGRADECIMIENTO

Quiero manifestar mi más profundo agradecimiento a Dios como también a mi madre por estar siempre presente con su paciencia y dedicación para que pueda cumplir cada una de mis metas que me proponga en esta etapa estudiantil.

Agradezco a mis primos en especial a mi prima Andrea quien me apoya en todo momento, con sus consejos siempre y cuando se me presentaba una dificultad y siempre me motiva a ser una mejor persona perseverante en cada uno de mis metas.

De igual manera quiero agradecer a Yisela a esa persona especial que ha estado en mis momentos difíciles para motivarme en la culminación de este proyecto.

Jonathan Rosas

DEDICATORIA

El presente trabajo de investigación lo dedico principalmente a Dios, por ser el inspirador y darme fuerza para continuar en este proceso de obtener uno de los anhelos más deseados.

A mi madre Rosalba Rosas, por su amor, trabajo y sacrificio en todos estos años, gracias a ella he logrado llegar hasta aquí.

A todas las personas que han hecho que este trabajo de investigación se realice con éxito en especial a aquellos que nos abrieron las puertas y compartieron sus conocimientos.

Jonathan Rosas

AGRADECIMIENTO

Como parte fundamental agradezco a Dios quien me ha dado vida y salud para terminar mi etapa universitaria de manera exitosa de igual manera a mis padres que me apoyaron de manera económica y moral en el transcurso de mi carrera, a mis hermanos, amigos, tíos, primos que pusieron un granito de arena para alcanzar la meta propuesta, a mi esposa y a mi hijo que me apoyan constantemente y me brindan una razón más para proponerme nuevos retos, a mi tutor el cual me ayudó hacer posible el proyecto de investigación brindándome soluciones a los problemas que se presentaron en el transcurso de la investigación.

Cristian Yapud

DEDICATORIA

A mi Dios, a mis padres Silvia y Aníbal, a mis hermanos Jesica, Jeferson, Jean Pierre, a mis tíos Jaime, Doris, Mirian, a mi esposa Melany, a mi hijo Didier, a mi amigo Jhony, a mi primo Mauricio por haber estado con una palabra de aliento en el transcurso de mi carrera universitaria, de forma general a todas las personas que confiaron que lograría alcanzar la meta propuesta.

Cristian Yapud

ÍNDICE

I. PROBLEMA	21
1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	21
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	22
1.3. JUSTIFICACIÓN.....	22
1.4. OBJETIVOS Y PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN.....	24
1.4.1. <i>Objetivo General</i>	24
1.4.2. <i>Objetivos Específicos</i>	24
1.4.3. <i>Preguntas de investigación</i>	24
II. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA	25
2.1. ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS.....	25
2.2. MARCO TEÓRICO.....	27
2.2.1. <i>Laboratorios clínicos</i>	27
2.2.2. <i>Hemograma</i>	28
2.2.3. <i>Hematología</i>	28
2.2.4. <i>Hematocrito</i>	29
2.2.5. <i>Deformaciones glóbulos rojos</i>	30
2.2.6. <i>Anemia</i>	32
2.2.7. <i>Lenguaje de programación Matlab</i>	33
2.2.8. <i>Inteligencia artificial</i>	33
2.2.12. <i>Procesamiento Digital de Imágenes</i>	36
2.2.13. <i>Umbralización</i>	38
2.2.14. <i>Saturación</i>	38
2.2.15. <i>Ruido</i>	39
2.2.16. <i>Elementos de la Sangre</i>	39
2.2.17. <i>Segmentación de Imágenes</i>	40
2.2.18. <i>Binarización</i>	40
2.2.19. <i>Transformada de Hough</i>	41
III. METODOLOGÍA.....	42
3.1 ENFOQUE METODOLÓGICO	42
3.1.1. <i>Enfoque</i>	42

3.1.2.	<i>Tipo de investigación</i>	42
3.2.	IDEA A DEFENDER.....	43
3.3.	DEFINICIÓN Y OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES.....	44
3.4.	MÉTODOS UTILIZADOS.....	45
3.4.1.	<i>Método</i>	45
3.5.	TÉCNICAS PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS.....	45
3.5.2.	<i>Validación del instrumento de recolección de información</i>	46
3.6.	RECURSOS.....	53
IV.	DESARROLLO DE LA PROPUESTA.....	55
4.2.	Objetivos de la Propuesta.....	55
4.2.1.	<i>Objetivo General</i>	55
4.2.2.	<i>Objetivos Específicos</i>	55
4.3.	Alcance de la propuesta.....	56
4.4.	Justificación de la Propuesta.....	56
4.4.1.	<i>Proceso actual detección y conteo de glóbulos rojos</i>	57
4.4.2.	<i>Prototipo propuesto para la detección y conteo de glóbulos rojos</i>	59
4.5.	Descripción de la Propuesta.....	60
4.6.	Esquema de la Propuesta.....	61
4.6.1.	<i>Etapas del Prototipo</i>	62
4.6.2.	<i>Análisis y determinación de requerimientos</i>	64
4.6.3.	<i>Diseño del sistema</i>	66
4.6.4.	<i>Metodología de desarrollo</i>	73
4.6.5.	<i>Desarrollo del prototipo</i>	75
V.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	118
5.1.	Conclusiones.....	118
5.2.	Recomendaciones.....	119
VI.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	120
VII.	ANEXOS.....	125
	Anexo 1:.....	125
	Anexo 2.....	126
	Anexo 3.....	135
	Anexo 4:.....	162

Anexo 5:	163
Anexo 6	164

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 <i>Operalización de variables</i>	44
Tabla 2 <i>Expertos para la validación de instrumento de investigación</i>	46
Tabla 3 <i>Ítems de instrumento de recolección de información</i>	47
Tabla 4 <i>Muestra las revisiones pertinentes con su respectiva observación dadas por los expertos.</i>	52
Tabla 5 <i>Recursos del proyecto investigativo</i>	54
Tabla 6 <i>Proceso actual contra proceso propuesto</i>	63
Tabla 7 <i>Parámetros normales de eritrocitos</i>	113
Tabla 8 <i>Tabla de comparación método manual y automático</i>	114

TABLA DE FIGURAS

Figura 1 Valores normales de eritrocitos.....	29
Figura 2 Deformación de glóbulos rojos (esferocitos)	30
Figura 3 Deformación de glóbulos rojos (dianocitos)	30
Figura 4 Deformación de glóbulos rojos (estomatocitos).....	31
Figura 5 Deformación de glóbulos rojos (esquistocitos).....	31
Figura 6 Deformación de glóbulos rojos (drepanocitos)	31
Figura 7 Transformada circular de Hough.....	41
Figura 8 Proceso actual detección y conteo de glóbulos rojos	57
Figura 9 Prototipo propuesto para la detección y conteo de glóbulos rojos.....	59
Figura 10 Esquema de la propuesta	61
Figura 11 Binarización de la imagen digital.....	67
Figura 12 Detección de bordes en la imagen digital.....	68
Figura 13 Transformada de Hough.....	69
Figura 14 Diagrama de flujo prototipo	70
Figura 15 Diagrama proceso manual en la cuantificación y detección de anomalías en los glóbulos rojos	71
Figura 16 Diagrama de Proceso propuesto para la cuantificación y detección de anomalías en los glóbulos rojos.	72
Figura 17: Fases de la planificación metodología XP	74
Figura 18 Imagen RGB.....	75
Figura 19 Conversión de imagen RGB escala de grises.....	76
Figura 20 Segmentación de imagen.....	76
Figura 21 Formas geométricas de la imagen	77
Figura 22 Detección de glóbulos rojos	77
Figura 23 Procedimiento de acumuladores.....	78
Figura 24 Diagrama de flujo para el conteo de acumuladores	78
Figura 25 Definición de filas y columnas	79
Figura 26 Coordenadas de pixeles.....	79
Figura 27 Cálculo de votos por pixel.....	80
Figura 28 Cálculo de votos glóbulos rojos	80
Figura 29 Dirección de la Gradiente.....	80
Figura 30 Imagen de entrada y de salida	81
Figura 31 Binarización de imagen.....	82
Figura 32 Área de pixel	83
Figura 33 Circularidad.....	83
Figura 34 Pantalla de Inicio del Prototipo	84
Figura 35 Pantalla de la detección de glóbulos rojos	85
Figura 36 Pantalla definición de mínimo y máximo del radio	86
Figura 37 Pantalla detección de bordes	86
Figura 38 Pantalla del conteo y detección de anomalías de glóbulos rojos.....	87
Figura 39 Pantalla del conteo de glóbulos rojos del paciente Juan Villota	88
Figura 40 Registro paciente Juan Villota	88
Figura 41 Pantalla del conteo de glóbulos rojos del paciente Alonso Romero	89

Figura 42 Registro paciente Alonso Romero	89
Figura 43 Pantalla del conteo de glóbulos rojos del paciente Jorge Cando.....	90
Figura 44 Registro Paciente Jorge Cando.....	90
Figura 45 Pantalla del conteo de glóbulos rojos de la paciente María Yandún.....	91
Figura 46 Registro paciente María Yandún.....	91
Figura 47 Pantalla del conteo de glóbulos rojos de la paciente Luisa López.....	92
Figura 48 Registro paciente Luisa López	92
Figura 49 Pantalla del conteo de glóbulos rojos del paciente Juan Beltrán.....	93
Figura 50 Registro paciente Juan Beltrán.....	93
Figura 51 Pantalla del conteo de glóbulos rojos del paciente Dilan Yépez	94
Figura 52 Registro Paciente Dilan Yépez.....	94
Figura 53 Pantalla del conteo de glóbulos rojos de la paciente Johana Peña	95
Figura 54 Registro paciente Johana Peña	95
Figura 55 Pantalla de conteo de glóbulos rojos del paciente Diego Almeida	96
Figura 56 Registro paciente Diego Almeida	96
Figura 57 Pantalla de conteo de glóbulos rojos del paciente Manuel Figueroa	97
Figura 58 Registro paciente Manuel Figueroa	97
Figura 59 Pantalla de conteo de glóbulos rojos de la paciente Diana Muñoz	98
Figura 60 Registro paciente Diana Muñoz	98
Figura 61 Pantalla de conteo de glóbulos rojos de la paciente Yolanda Potosí	99
Figura 62 Registro paciente Yolanda Potosí	99
Figura 63 Pantalla de conteo de glóbulos rojos del paciente Juan Mora.....	100
Figura 64 Registro paciente Juan Mora.....	100
Figura 65 Pantalla de conteo de glóbulos rojos de la paciente Lady López.....	101
Figura 66 Registro paciente Lady López.....	101
Figura 67 Pantalla de conteo de glóbulos rojos del paciente Jefferson Cuastumal	102
Figura 68 Registro paciente Jefferson Cuastumal	102
Figura 69 Pantalla de conteo de glóbulos rojos del paciente Josué Velasco	103
Figura 70 Registro paciente Josué Velasco	103
Figura 71 Pantalla de conteo de glóbulos rojos del paciente Juan Maldonado	104
Figura 72 Registro paciente Juan Maldonado	104
Figura 73 Pantalla de conteo de glóbulos rojos del paciente Antonio Argoti	105
Figura 74 Registro paciente Antonio Argoti	105
Figura 75 Pantalla de conteo de glóbulos rojos del paciente Anderson Malez	106
Figura 76 Registro paciente Anderson Malez	106
Figura 77 Pantalla de conteo de glóbulos rojos de la paciente Diana Pinchao.....	107
Figura 78 Registro paciente Diana Pinchao	107
Figura 79 Pantalla de conteo de glóbulos rojos del paciente Andrés Guzmán.....	108
Figura 80 Registro paciente Andrés Guzmán.....	108
Figura 81 Pantalla de conteo de glóbulos rojos de la paciente Cristina Fernández.....	109
Figura 82 Registro paciente Cristina Fernández.....	109
Figura 83 Pantalla de conteo de glóbulos rojos del Paciente Guido Malquin	110
Figura 84 Registro paciente Guido Malquin	110
Figura 85 Pantalla de conteo de glóbulos rojos del paciente Alberto Moreno	111
Figura 86 Registro paciente Alberto Moreno	111
Figura 87 Pantalla de conteo de glóbulos rojos del paciente Mauricio Sánchez.....	112
Figura 88 Registro paciente Mauricio Sánchez.....	112

RESUMEN

El presente proyecto de investigación estudió los procesos manuales que se llevan actualmente en el laboratorio clínico “Integral” con el fin de conocer el tiempo de respuesta y margen de error en el proceso de la cuantificación y detección de alteraciones de glóbulos rojos y aplicar el uso de nuevas tecnologías como: el análisis de imágenes digitales que permitan reducir el tiempo de entrega en los resultados. El objetivo de la investigación se basó en mejorar el tiempo de proceso a través de un prototipo creado en el software de Matlab que cumpla los requisitos obtenidos a través de una entrevista estructurada y validada por expertos dentro de la Universidad Politécnica Estatal del Carchi, para ello se hizo necesario investigar la transformada de Hough, segmentación, etapas de procesamiento de imágenes digitales necesarias para el desarrollo de cada interfaz y un vasto conocimiento de ecuaciones y diferentes conceptos médicos que permitieron entender la problemática del laboratorio, finalmente se muestra el funcionamiento del prototipo con las respectivas muestras de sangre de los pacientes de la ciudad de Tulcán. Cabe destacar que el acercamiento al laboratorio ayudó a conocer los recursos necesarios para el proceso y tiempo de respuesta de cada recurso, siendo de importancia para determinar cuál es el factor que ocasiona la respuesta tardía en la entrega de resultados, adicionalmente el proyecto incentivo a la adquisición de nuevas tecnologías con el fin de mejorar o cambiar los procesos manuales.

Palabra clave: Tiempo de respuesta, margen de error, transformada de Hough, Matlab, análisis de imágenes digitales, nuevas tecnologías.

ABSTRACT

The present research work studied the manual processes which are currently carried out in the "Integral" clinical laboratory to know the response time and margin of error in the process of quantification and detection of red blood cell alterations. Besides, it was applied the use of innovative technologies such as: the analysis of digital images that reduce the delivery time of results. The main goal of the research was based on improving the process time by a prototype created in Matlab software that meets the requirements obtained through a structured interview which was validated by experts from Universidad Politécnica Estatal del Carchi. Moreover, it was essential to examine the Hough transform, segmentation, digital image processing stages necessary for the development of each interface and a vast knowledge of equations and different medical concepts that allowed understanding the laboratory problems. Finally, the operation of the prototype is shown with blood samples of patients from Tulcan city. It is necessary to highlight that the approach to the laboratory helped to know the supplies needed for the process and response time of each resource. It was substantial to determine what is the factor that causes the delayed response in the delivery of results. Additionally, the project encourages the acquisition of current technologies in order to improve or change manual processes.

Keywords: Response time, margin of error, Hough transform, Matlab, digital image analysis, new technologies.

INTRODUCCIÓN

El laboratorio Clínico Integral, objeto de estudio es un laboratorio público que brinda servicios relacionados en la parte hematológica y está ubicado en la Av. 10 de agosto en la ciudad de Tulcán. Dentro del laboratorio cuenta con el área de hematología cuya finalidad es brindar resultados verídicos sobre el conteo de glóbulos rojos entre otros exámenes.

El presente proyecto tuvo como finalidad la creación de un prototipo haciendo uso del software de Matlab, para realizar el proceso de la cuantificación y detección de alteraciones de glóbulos rojos, el cual pretende reducir el tiempo de entrega en los resultados, por lo que en primera instancia se estudió los procesos manuales que se lleva actualmente en el laboratorio Clínico “Integral “, con el fin de conocer el tiempo de respuesta que conlleva realizar dicho proceso.

El trabajo investigativo fue desarrollado en 5 capítulos que se describe a continuación.

En el capítulo uno se expone la problemática de estudio, justificación de la investigación, objetivos establecidos y preguntas de investigación. El capítulo dos trata acerca de la fundamentación teórica, donde se describe los antecedentes de investigación similares, por otra parte, en el apartado de marco teórico se define terminología exclusiva tal como: procesamiento de imágenes digitales, segmentación de imágenes. El tercer capítulo describe el enfoque metodológico utilizado, los tipos de investigación en las cuales se fundamentó, idea a defender, Operalización de variables de estudio y de tal manera los métodos necesarios para la recolección de información. El capítulo cuatro describe los resultados de la investigación, para ello se da a conocer la metodología para el desarrollo del proyecto, pruebas realizadas en cada una de las imágenes digitales. El capítulo quinto expone las conclusiones y recomendaciones que se ha obtenido en la finalización del proyecto.

I. PROBLEMA

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Según Tarqui (2013) Afirma que en Bolivia se requiere de un proceso tradicional o automático para llevar a cabo el diagnóstico de deformaciones morfológicas de los glóbulos rojos, siendo necesario un examen de sangre, el examen se realiza mediante muestras de sangre depositadas en porta objetos de extendido sanguíneo o frotis sanguíneo, es un mecanismo científico que consiste de una gota de sangre del paciente con el fin de analizarla (p.11).

La implementación de laboratorios clínicos modernos es una necesidad en la actualidad debido a una alta demanda de solicitud de exámenes, hoy en día existen sistemas de conteo automático que permiten el control de los procesos en laboratorios clínicos que adaptan tecnologías modernas. Un laboratorio clínico moderno se conforma por sistemas informáticos capaces de procesar un número considerable de muestras de sangre y recursos tecnológicos que se acoplen a los sistemas integrados en el laboratorio clínico.

Tulcanaz, G. (comunicación personal, 14 de junio del 2018) En el Laboratorio Clínico “Integral” para llevar a cabo el proceso de la cuantificación y detección de alteraciones morfológicas de glóbulos rojos se hace necesario aplicar un método manual, realizado diariamente en el laboratorio, el cuál empieza con la extracción de muestra de sangre al paciente, de manera que una vez extraída la muestra de sangre se procede a ubicarlo en el microscopio, en el cual se puede observar los 3,5 mm³ de sangre que se utiliza en el porta objetos, del mismo modo permite mirar las deformaciones que tienen los glóbulos rojos como también poder contabilizarlos, por otra parte el promedio de entrega de resultados al paciente sobre el conteo de glóbulos rojos, blancos y plaquetas (hemograma) es de una hora en caso de emergencia, existen casos de pacientes que requieren de los resultado del examen en un tiempo menor, debido al proceso que se lleva actualmente no es posible reducir el tiempo de una hora, por el contrario si no existe ninguna emergencia el tiempo de entrega se lo realiza en un día.

Tulcanaz (2018) Refiere que problema radica en el tiempo de entrega de resultados a los pacientes y la veracidad de los mismos, la razón de estos problemas incide en la metodología tradicional que aplica al momento de cuantificar y detectar las alteraciones de glóbulos rojos, siendo este una fase del hemograma total , en cuanto al tiempo de respuesta de la cuantificación y detección de alteraciones morfológicas de glóbulos rojos es de 20 minutos, por otra parte el proceso manual invierte recursos como un microscopio, el cual analiza los glóbulos rojos que se encuentran en la muestra de sangre colocada en el portaobjetos, un factor importante dentro del examen es la exactitud de resultados, estos pueden ser erróneos por consecuencia de factores como el estado de la muestra de sangre, la cual se mantiene en buenas condiciones durante un lapso de dos horas, en caso que el hematólogo analice la muestra de sangre pasado las dos horas el resultado del diagnóstico será erróneo, por tal motivo se procederá a repetir el análisis de la cuantificación y detección de alteraciones de glóbulos rojos generando desconformidad en los pacientes .

1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

La falta de integración de nuevas tecnologías sumado al desconocimiento del procesamiento de imágenes digitales por los hematólogos ocasiona errores en los resultados y toma una hora en el proceso, generando inconsistencias en la cuantificación y detección de alteraciones de glóbulos rojos de los pacientes del laboratorio clínico “Integral”.

1.3. JUSTIFICACIÓN

“El procesamiento de las imágenes digitales es el auge en la actualidad por la importancia que tiene en la medicina, porque tiene el objetivo de extraer la información que no pueda ser detectada a simple vista” (Pérez, 2018, p.3). Para la cuantificación y detección de alteraciones se requiere un sistema de captura de imágenes médicas a fin de que el procesamiento de imágenes digitales pueda mejorar la calidad, que se ve afectada por el factor llamado ruido, el cual es extraído al momento de capturar la imagen correspondiente en la muestra de sangre. El ruido es el factor que afecta a la calidad de la imagen logrando distorsionarla de manera que en la interpretación de resultados exista un margen de error al momento de la entrega de resultados, para lograr que la imagen obtenga la calidad requerida se utilizará el pre procesamiento de imágenes digitales, esta técnica permite

mejorar la calidad de la imagen logrando un mínimo en el margen de error necesario para la exactitud de resultados.

Tomando en cuenta la importancia del procesamiento de imágenes digitales, se propone desarrollar un prototipo en software de Matlab dado que es un lenguaje de programación adecuado y cumple con las expectativas que se requiere en el área de la medicina permitiendo manejar las imágenes digitales con diferentes Toolbox diseñados específicamente para el uso de imágenes médicas las cuales se acoplan al momento del desarrollo, el Toolbox image processing que utiliza Matlab permite el análisis, la visualización y la segmentación de imágenes digitales necesarios para la cuantificación y detección de alteraciones morfológicas de los glóbulos rojos cabe destacar que Matlab permite el uso de sus herramientas gratuitas gracias a la suscripción de estudiante, opción que ahorra dinero en la compra de licencia, como parte fundamental se utilizará la transformada de Hough, algoritmo de segmentación que cuantifica y detecta círculos y rectas en este caso se aplicará para el conteo de glóbulos rojos.

Para el desarrollo de la investigación se cuenta con la autorización respectiva en el laboratorio clínico “Integral” con el objetivo de conocer los recursos y proceso que se llevan actualmente para la detección y cuantificación de glóbulos rojos, gracias a la disponibilidad de los equipos y el personal especializado que brindara asesoría sobre la cuantificación, la interpretación de datos y la obtención de resultados facilitara el entendimiento del proceso para el desarrollo de la investigación.

Los beneficiarios directos son los integrantes del laboratorio clínico “Integral”, debido a que el hematólogo del laboratorio podrá realizar el proceso de la cuantificación y detección de glóbulos rojos de manera precisa y eficiente. Los beneficiarios indirectos son los pacientes de la ciudad de Tulcán, quienes se realizan exámenes para controlar su salud y que requieren de resultados verídicos en el menor tiempo posible.

1.4. OBJETIVOS Y PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN

1.4.1. *Objetivo General*

- Mejorar el tiempo para la cuantificación y detección de alteraciones morfológicas en glóbulos rojos de la sangre a través de análisis de imágenes digitales en el laboratorio clínico “Integral”.

1.4.2. *Objetivos Específicos*

- Fundamentar teóricamente las etapas del procesamiento de imágenes digitales con la finalidad de cuantificar y detectar alteraciones morfológicas de glóbulos rojos.
- Estudiar la estructura de la transformada de Hough para posteriormente aplicarla en la cuantificación y detección de alteraciones morfológicas de los glóbulos rojos.
- Desarrollar un prototipo para la cuantificación y detección de alteraciones morfológicas de glóbulos rojos por medio del procesamiento de imágenes digitales.
- Demostrar mediante el procesamiento imágenes digitales la cuantificación y detección de alteraciones morfológicas de glóbulos rojos para minimizar el margen de error y reducir el tiempo de proceso.

1.4.3. *Preguntas de investigación*

- ¿Cuáles son las etapas del procesamiento de imágenes digitales?
- ¿Cuáles son las alteraciones de los glóbulos rojos?
- ¿Cuáles son los algoritmos de segmentación que permiten cuantificar y detectar alteraciones morfológicas de glóbulos rojos en la sangre?
- ¿Cómo se puede mejorar los tiempos en el procesamiento de cuantificación y detección de alteraciones morfológicas de glóbulos rojos?
- ¿Qué aplicaciones informáticas se utiliza para la cuantificación y detección de alteraciones morfológicas de glóbulos rojos?

II. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

2.1. ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS

Según Mejía F., Álzate M., y Rodríguez V. (2016). Indican en el artículo científico titulado “Clasificación automática de glóbulos rojos en Frotis de sangre periférica” muestran un sistema que permite el análisis de imágenes digitales en escala microscópica aplicada en muestras de sangre humana para establecer una clasificación de los glóbulos rojos observados desde rasgos morfológicos debido a que el diagnóstico era un proceso que se realizaba de forma manual a través de un medio microscópico, el cual requiere de una inversión de recursos y tiempo que desgatan la actividad física y mental de laboratorista también en este artículo se planteó como objetivo la investigación en desarrollar una aplicación que permita clasificar de forma automática los glóbulos rojos en muestras sangre periférica. La metodología que se utilizó en este trabajo de investigación fue técnicas de procesamiento de imágenes digitales con la finalidad de segmentar, medir el área, perímetro, solidez, circularidad, excentricidad, dimensión y textura de los glóbulos rojos en diferentes fotografías microscópicas. Para llevar a cabo este sistema se utilizó un total de 23 muestras de sangre tomadas en el laboratorio estrictamente dedicado a realizar exámenes de sangre, las imágenes fueron tomadas por una Cámara de microscopio digital de 2700x3600 pixeles, con 50 pixeles por micrómetro. En el transcurso del desarrollo se inició aplicando el proceso de segmentación el cual consistía en aislar las células que se requería contabilizar en la imagen digital, también se hizo uso de procesos de intensificación del contraste a través de ajustes del histograma manejando filtrado de imágenes y niveles de luminosidad para reducir el ruido dentro de la imagen de manera que no altere los bordes de los objetos a contabilizar, como resultados se demostró que le 97.3% de los datos que arrojó la aplicación fueron datos verídicos gracias a la red neuronal que se desarrolló dentro de la aplicación, de la misma manera se observó las características y formas patológicas correspondientes en los glóbulos rojos. Como conclusión la aplicación cumplió con los objetivos planteados clasificando de forma rápida y verídica los tipos de eritrocitos en una muestra de sangre vista desde una imagen microscópica, mostrando su efectividad en los procesos de diagnóstico dentro de un laboratorio clínico.

Según la tesis de Rodríguez M. (2017). De la Universidad de Málaga con el tema de “Detección automática de glóbulos rojos mediante la transformada de Hough”. se realiza el conteo de glóbulos rojos con el fin de automatizar el proceso manual que se hace en los laboratorios, para llevar a cabo este trabajo se hizo uso de dos metodologías importantes que en la actualidad se manejan dentro de los laboratorios clínicos modernos, la primera se basa en la detección de glóbulos rojos de forma computarizada con la ayuda de imágenes digitales, la segunda metodología se basa en la segmentación de las imágenes al igual que la adaptación de una red neuronal que permite la clasificación de objetos de forma automática, cabe resaltar que en el trabajo realizado se empleó el uso de la red neuronal la cual trabaja con la extracción de características de los objetos aplicando un aprendizaje supervisado de manera que permita la clasificación de los glóbulos rojos acorde a su forma y tamaño dentro de la investigación, en la implementación de la aplicación los valores de entrada son valores de color de la misma manera los valores de salida son un problema binario, el cual indica si la forma y tamaño equivale a un glóbulo rojo, para llevar a cabo el proceso se hace necesario una muestra sanguínea de manera que permita realizar su análisis, para empezar con el proceso se debe tomar en cuenta que se trabaja con el radio medio que tienen los glóbulos rojos todo el proceso es basado en píxeles ya que se manejan imágenes digitales en otras palabras se conoce como la transformada de Hough la cual empieza recorriendo y sumando los radios de todos los eritrocitos, para encontrar el radio medio en píxeles se divide la suma total con el número de glóbulos rojos que existen en la muestra de sangre posteriormente se procede a calcular el tamaño de un glóbulo rojo en píxeles, el cual se obtiene en la división del radio real de un eritrocito entre el radio medio en píxeles. La importancia de saber el dato sobre el radio medio en píxeles permite mostrar la escala en la que se encuentra la imagen por medio de un pantallazo que indique el porcentaje de la imagen ocupado por un glóbulo rojo. Para llevar a cabo el proceso interno sobre el conteo de glóbulos rojos se inicia con la creación de una matriz de ceros de acuerdo a la dimensión de la imagen, de manera que recorra todos los píxeles con los círculos en la imagen calculando el porcentaje de la imagen de manera que dividiendo el número de píxeles que ocupa un glóbulo rojo sobre el número de píxeles totales de la imagen y multiplicando por el 100% muestre el número de glóbulos rojos, comprobando que la aplicación funciona de manera correcta, para las pruebas correspondientes se hizo uso de 5 imágenes con diferentes muestras sanguíneas con el fin de mostrar la efectividad en el programa.

Según Álvarez R. (2016). De la Universidad Nacional Mayor de San Marcos con el tema de “Algoritmo para el conteo de glóbulos rojos mediante procesamiento digital de imágenes” afirma que “el algoritmo de la transformada de Hough se aplica con la finalidad de contabilizar las células de la imagen, la idea fundamental es determinar el número de centros de las células, cabe decir que la transformada de Hough cuenta con las características inherentes de realizar la detección de círculos incluso siendo capaz de detectar círculos con presencia de ruido por ende la transformada de Hough cumple con los requisitos para realizar el conteo de glóbulos rojos. Como resultado Álvarez explica que se puede remplazar el conteo manual por medio de un algoritmo y un software que permite también realizar el procesamiento de imágenes de la muestra que se quiera examinar.

2.2. MARCO TEÓRICO

2.2.1. Laboratorios clínicos

Terres (como se citó en Murray & Orozco, 2017) argumenta que los laboratorios son la estructura física creados con el objeto de realizar procesos de hematología, técnicos y científicos con el fin de conocer el estado de salud de un paciente a través de una muestra de orina o sangre de manera que el médico observe los resultados y tome decisiones adecuadas basándose en los diferentes signos, síntomas o síndromes que no pueden ser cuantificados y que a través de las muestras se tenga como resultado datos concretos.

2.2.1.1. Clasificación de laboratorios clínicos. Laboratorios de Referencia: espacio físico destacado por el alto nivel de capacitación diagnóstico y científico en lo que se refiere a determinadas enfermedades animales o también funcionando como metodología de pruebas en las que incluyen las capacidades para evaluar y describir los diferentes reactivos que se estén analizando en un determinado laboratorio de referencia.

Laboratorio Dependiente: Se lo considera como la unidad integral con una institución o empresa a la cual está integrado cabe destacar que lo integran entes institucionales, patrimoniales, administrativos, laborales, técnicos, científicos, presupuestales y financieros.

Laboratorio Privado: Es aquel que cuenta con un patrimonio independiente, tiene autonomía administrativa y financiera, al igual que pone a disposición sus servicios a la sociedad en general o institución que necesite hacer uso de los mismos (Murray & Orozco, 2017, p.3).

2.2.1.2. Buenas prácticas de laboratorio. Se las conoce como la serie de normas o reglas establecidas con prácticas y procedimientos determinados por instituciones de manera que su cumplimiento sea de forma obligatoria y de esta manera asegure la integridad de datos que se obtienen en los diferentes procesos realizados en laboratorios rigiéndose a los protocolos y guardando las respectivas documentaciones de los procedimientos estandarizados (Murray & Orozco, 2017, p.3).

2.2.2. Hemograma

Torrens (2015) Afirma que el hemograma es un examen del laboratorio clínico que permite entregar información acerca de la concentración de hemoglobina existente en la sangre así mismo brinda datos sobre hematocrito y volumen corpuscular medio al mismo tiempo permite hacer el recuento de eritrocitos, plaquetas y leucocitos. Este examen permite analizar las muestras de sangre con el fin de encontrar anomalías morfológicas en los diferentes elementos de la sangre siendo de utilidad para determinar si pertenecen a pacientes con anemia o son morfologías de orientación diagnóstica cabe destacar que el examen muestra información sobre dispersión y taño de los eritrocitos en la sangre (p.68).

2.2.3. Hematología

Pozo, Toscano, Tapia y Ulloa (2017) Afirman que conocida como el área médica que estudia en pacientes sanos y enfermos los diferentes elementos que constituyen la sangre con el objeto de encontrar patologías en la sangre a nivel de medula ósea en la que se analiza las composición celular y sérica de la sangre al igual que analiza la formación de células sanguíneas, además genera información sobre los trastornos de la hemoglobina de la misma forma permite examinar a los elementos celulares tales como: glóbulos rojos, blancos y plaquetas dando como resultado el estado general y las alteraciones que pueden presentar las células por diferentes enfermedades, cada elemento de la sangre cumple un rol importante dentro del ser humano, empezando por los hematíes que cumplen la función de transportar oxígeno y dióxido de carbono, seguido de los

glóbulos blancos que son indispensables para el sistema inmune y finalizando con las plaquetas que son las que se encargan del proceso de coagulación de la sangre demostrando que todas las células son importantes y cumplen roles indispensables para el correcto funcionamiento del cuerpo humano (p.7).

2.2.4. Hematocrito

Hace referencia al volumen total de la sangre (llamada masa eritrocitaria). Ambuludí (2017) afirma que el valor puede variar debido a la técnica que el doctor aplicase para su determinación, así mismo puede variar según las circunstancias que puedan realizar un cambio en el aumento o disminución del volumen plasmático. Se considera como hematocritos patológicos a los valores que ascienden del 60% o descienden del 30% representando a una fracción volumétrica de eritrocitos que indican el estado corporal de las personas con respecto a su hidratación, pérdida de sangre o capacidad de la sangre en el transporte de oxígeno, se conoce como hiperhidratación a la lectura que aumenta el volumen plasmático o reduce el valor de eritrocitos por consecuencia de anemia o hemorragias, un glóbulo rojo puede alterarse por la pérdida de fluidos, un claro ejemplo es la deshidratación, los trastornos cardiovasculares y renales que influyen en el aumento de eritrocitos causando la enfermedad conocida como policitemia (p.20).

2.2.4.1. Valores normales de eritrocitos. Para encontrar este valor es necesario, tomar en cuenta el sexo y la edad del paciente de manera que los resultados que se obtenga sean normales de acuerdo al rango establecido.

HEMOGRAMA VALORES NORMALES			
Componentes de la sangre	Hombres	Mujeres	Niños
Glóbulos rojos	4,5 a 6 millones por microlitro (µl)	4 a 5,5 millones por microlitro (µl)	3,9 a 5,3 millones por microlitro (µl)

Figura 1 Valores normales de eritrocitos

Fuente: Senala. (2019) *Interpretación de un análisis de sangre.*

2.2.5. Deformaciones glóbulos rojos

La variación que presentan los hematíes o glóbulos rojos pueden ser causa de diversos factores que son visualizados por el microscopio al momento de realizar el conteo de glóbulos rojos, existen diferentes alteraciones las cuales se detallaran a continuación:

2.2.5.1. Esferocitos. Se conocen como esferocitos a los eritrocitos que carecen de amarillez central y tienen forma de esfera, suelen estar presentes en anemias que degradan los glóbulos rojos en menor tiempo que el establecido, a estas anemias se las conoce como hemolíticas congénitas, para observar los esferocitos dentro de una muestra sanguínea se hace necesario de una microcopia electrónica que muestra como el esferocito pierde la forma bicóncava, la cual es común en los eritrocitos para posteriormente adquirir una forma esférica (Merino, 2014, p.42).

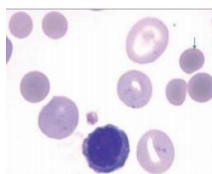


Figura 2 Deformación de glóbulos rojos (esferocitos)

Fuente: Merino. (2014) *Alteraciones morfológicas de los eritrocitos*

2.2.5.2. Dianocitos. Los dianocitos son eritrocitos que presentan un exceso de borde en la superficie, manifestando mayor contenido hemoglobínico en la parte central del glóbulo rojo de modo que genera un aspecto en forma de una diana, cabe resaltar que los podemos encontrar en la anemia que carece de hierro conocida como ferropénica, algo semejante ocurre con las hepatopatías crónicas causadas por el colesterol alto en la sangre (Merino, 2014, p.46).

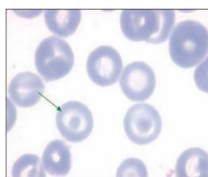


Figura 3 Deformación de glóbulos rojos (dianocitos)

Fuente: Merino. (2014) *Alteraciones morfológicas de los eritrocitos*.

2.2.5.3. Estomatocitos. Merino (2014) afirma " Se denominan estomatocitos a los hematíes que adquieren una forma de boca en la parte central del eritrocito a causa del exceso de agua, pueden verse con menor frecuencia y pueden observarse en las personas con problemas de alcoholismo" (p.47).

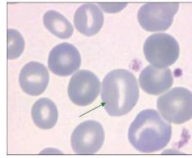


Figura 4 Deformación de glóbulos rojos (estomatocitos)

Fuente: Merino. (2014) *Alteraciones morfológicas de los eritrocitos*.

2.2.5.4. Esquistocitos. Se conoce como esquistocitos a los eritrocitos segmentados que presentan un tamaño entre los 2-3 mm y pueden manifestarse en formas diferentes, se crean por consecuencia de afecciones en las arterias o también se los puede encontrar en anemias megaloblástica que son causa de deficiencia de vitaminas B12 o ácido fólico, cabe destacar que los esquistocitos se generan por el aumento del volumen celular a nivel del eritrocito (Merino, 2014, p.49).

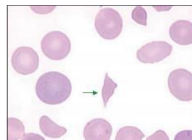


Figura 5 Deformación de glóbulos rojos (esquistocitos)

Fuente: Merino. (2014) *Alteraciones morfológicas de los eritrocitos*.

2.2.5.5. Drepanocitos. Se conoce como drepanocitos a los eritrocitos que presentan una forma alargada o semilunar y han perdido el estado normal de la hemoglobina los podemos encontrar comúnmente en la anemia falciforme que es causada por un gen hereditario volviendo a los glóbulos rojos rígidos y anormales (Merino, 2014, p.53).

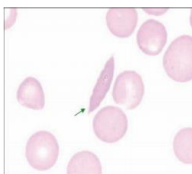


Figura 6 Deformación de glóbulos rojos (drepanocitos)

Fuente: Merino. (2014) *Alteraciones morfológicas de los eritrocitos*.

2.2.6. *Anemia.*

Rodríguez, Basabe, Jiménez y Mercader (2015) afirman que la reducción de hematíes que circulan en la sangre se la conoce como anemia, al mismo tiempo que presenta una disminución de hemoglobina que no es acorde al sexo o a la edad de los pacientes, por tal motivo la reducción de hematíes dentro de la sangre causa esta enfermedad, los pacientes desarrollan síntomas que pueden alertarles sobre la presencia de anemia por lo que se hace necesario de una prueba de sangre que dé a conocer la magnitud de la enfermedad.

2.2.6.1. ¿Por qué se produce la anemia? La carencia de hierro constituye la principal causa de anemia (anemia ferripriva), dando como resultado el 50% de las anemias del mundo ya que las deficiencias de folatos (ácido fólico), vitamina B12 y proteínas pueden asimismo determinar su prevalencia. Otros nutrientes, como el ácido ascórbico (vitamina C), el α tocoferol (vitamina E), la piridoxina (vitamina B6), la riboflavina (vitamina B2) y el cobre son necesarios para producir y mantener la estabilidad de los glóbulos rojos. La carencia de vitamina A también se asocia con la aparición de la anemia por su participación en la movilización del hierro de los tejidos de depósito (principalmente el hígado) (Rodríguez et al., 2015).

2.2.6.2. Consecuencias de la anemia. Muchas personas con anemia no muestran señales o síntomas. Según progresa la enfermedad, pueden reconocerse varios síntomas y signos que resultan de una reducción en la capacidad para el transporte de oxígeno. Los síntomas y signos son:

- Edema (en casos crónicos graves). Aumento de la cantidad de líquido que se retiene en las piernas principalmente.
- En embarazadas, puede provocar parto prematuro y riesgo de muerte, durante o después del parto, por hemorragias.

La mayoría de estos síntomas se producen cuando la anemia es moderada o severa que la anemia ligera, generalmente no es detectada por la adaptación gradual del organismo a las bajas concentraciones de hemoglobina o porque algunos de los síntomas que pueden aparecer se dan también en otras enfermedades y, por lo tanto, no son específicos de la anemia (Rodríguez et al., 2015).

2.2.6.3. Policitemia. Fernández, Fundora y Macías (2015) afirman que la policitemia es una dolencia hematológica caracterizada por proliferación clonal de los progenitores hematopoyéticos y que se expresa por un incremento absoluto de la masa eritrocitaria independiente de la eritropoyetina (Epo), leucocitosis, trombocitosis y esplenomegalia en más del 70 % de los casos. Fernández et al. (2011) refiere que otras de sus características son el prurito, la predisposición a trombosis, la fibrosis de la médula ósea y la transformación a leucemia aguda (LA) que puede ocurrir en un número reducido de enfermos.

2.2.7. Lenguaje de programación Matlab

Es el nombre abreviado de “MATriz LABoratory”. Es un programa para realizar cálculos numéricos con vectores y matrices, y por tanto se puede trabajar también con números escalares (tanto reales como complejos). con cadenas de caracteres y con otras estructuras de información más complejas. Matlab es un lenguaje de alto rendimiento para cálculos técnicos, es al mismo tiempo un entorno y un lenguaje de programación. Uno de sus puntos fuertes es que permite construir nuestras propias herramientas reutilizables. Podemos crear fácilmente nuestras propias funciones y programas especiales (conocidos como M-archivos) en código Matlab, los podemos agrupar en Toolbox (también llamadas librerías): colección especializada de M-archivos para trabajar en clases particulares de problemas. Matlab, a parte del cálculo matricial y álgebra lineal, también puede manejar polinomios, funciones, ecuaciones diferenciales ordinarias, gráficos (Casado, 2015, p.4).

2.2.8. Inteligencia artificial

La inteligencia artificial (Artificial Intelligence, o AI) es la simulación de procesos de inteligencia humana por parte de máquinas, especialmente sistemas informáticos. Estos procesos incluyen el aprendizaje (la adquisición de información y reglas para el uso de la información), el razonamiento (usando las reglas para llegar a conclusiones aproximadas o definitivas) y la autocorrección. Las aplicaciones particulares de la AI incluyen sistemas expertos, reconocimiento de voz y visión artificial (Rouse, 2017, p.2).

Rouse (2017) Afirma que el término AI fue acuñado por John McCarthy, un informático estadounidense, en 1956 durante la Conferencia de Dartmouth, donde nació la disciplina, hoy en día, es un término general que abarca todo, desde la automatización de procesos robóticos hasta la robótica actual. Ha ganado prominencia recientemente debido, en parte, a los grandes volúmenes de datos, o al aumento de velocidad, tamaño y variedad de datos que las empresas están recopilando. AI puede realizar tareas tales como identificar patrones en los datos de manera más eficiente que los seres humanos, lo que permite a las empresas obtener más información sobre sus datos (p.2)

2.2.8.1. Tipos de inteligencia artificial. La AI débil, también conocida como AI estrecha, es un sistema de AI que está diseñado y entrenado para una tarea en particular. Los asistentes personales virtuales, como Siri de Apple, son una forma de débil de AI.

La AI fuerte, también conocida como inteligencia general artificial, es un sistema de AI con habilidades cognitivas humanas generalizadas, de modo que cuando se le presenta una tarea desconocida, tiene suficiente inteligencia para encontrar una solución. La prueba de Turing, desarrollada por el matemático Alan Turing en 1950, es un método utilizado para determinar si una computadora puede realmente pensar como un humano, aunque el método es polémico.

Tipo 1: Máquinas reactivas. Un ejemplo es Deep Blue, el programa de ajedrez de IBM que venció a Garry Kasparov en los años noventa. Deep Blue puede identificar piezas en el tablero de ajedrez y hacer predicciones, pero no tiene memoria y no puede usar experiencias pasadas para informar a las futuras. Analiza movimientos posibles los propios y los de su oponente— y elige el movimiento más estratégico. Deep Blue y AlphaGO de Google fueron diseñados para propósitos estrechos y no pueden aplicarse fácilmente a otra situación.

Tipo 2: Memoria limitada. Estos sistemas de AI pueden usar experiencias pasadas para informar decisiones futuras. Algunas de las funciones de toma de decisiones en vehículos autónomos han sido diseñadas de esta manera. Las observaciones son utilizadas para informar las acciones que ocurren en un futuro no tan lejano, como un coche que ha cambiado de carril. Estas observaciones no se almacenan permanentemente.

Tipo 3: Autoconocimiento. En esta categoría, los sistemas de AI tienen un sentido de sí mismos, tienen conciencia. Las máquinas con conciencia de sí comprenden su estado actual y pueden usar la información para inferir lo que otros están sintiendo. Este tipo de AI aún no existe (Rouse, 2017, p.3).

2.2.9. Aprendizaje Automático

Esta rama es parte de la Inteligencia Artificial la cual abarca diferentes técnicas, las cuales permiten dotar a los computadores de la capacidad de "aprender" modelos tales que, de forma automática, pueden ser usados, por un lado, para resolver problemas nuevos o, por otro lado, para mejorar el rendimiento en problemas computacionales (Carmona, 2016, p.3).

2.2.10. Redes Neuronales Artificiales

Singhal y Swarup (2015) Afirman que una red neuronal se define como un sistema que permite establecer una relación entre entradas y salidas inspiradas en el sistema nervioso y diferenciándose de la computación tradicional, ya que estos no utilizan una algoritmia secuencial. Las redes neuronales artificiales se comportan como un cerebro humano, en donde se procesa la información en paralelo, con la posibilidad de aprender y generalizar situaciones no incluidas en procesos de entrenamiento. Pueden considerarse como un método computacional usado con el objetivo de resolver problemas complejos y con la capacidad de realizar predicciones en sistemas (p.174).

2.2.11. Sistemas Expertos

Se conoce como sistemas expertos cuando poseen la capacidad de resolver problemas a través del conocimiento y raciocinio que lo caracteriza al ser humano experto, por tanto, el sistema experto es un programa que realiza tareas que generalmente solo realiza un experto en una disciplina determinada, estos sistemas son alimentados de información específica para dar respuesta a al usuario que requiere de información que desconoce, logrando tener una comunicación entre ordenador y usuario (Quintanar, 2017, p.18).

2.2.12. Procesamiento Digital de Imágenes

Ponce, Rivera y Enríquez. (2016) el procesamiento digital de imágenes ha adquirido, en años recientes, un papel importante en las tecnologías de la información y el cómputo. Actualmente, es la base de una creciente variedad de aplicaciones que incluyen diagnóstico médica, percepción remota, exploración espacial, visión por computadora.

Según Aguilera (2015) afirma. “Las técnicas de procesamiento de imágenes se utilizan para mejorar la apariencia visual de las imágenes para un observador y para preparar convenientemente el contenido fotográfico de cara a la percepción por parte de máquinas” (p.20). El proceso digital de imágenes se puede dividir en las siguientes etapas.

2.2.12.1. Primera Etapa (Adquisición). Es la obtención de la imagen ya sea por captura a través de cámaras digitales o digitalización por medio de escáner. La adquisición se da mediante 3 procesos:

2.2.12.1.1. El proceso de formación de imágenes. La formación de imágenes es un proceso mediante el cual una información luminosa en 3D (de la vida real) es proyectada en un plano 2D (imagen digital). Para ellos existen algunos dispositivos como las cámaras digitales que imitan el proceso del ojo humano.

2.2.12.1.2. Representación de imágenes digitales. Una imagen digital es una matriz o un vector bidimensional de números binarios (0, 1), se representan como pequeños cuadros, en forma de mosaico individual denominados píxeles.

2.2.12.1.3. Imagen en escala de grises. Cada celda de la matriz de una imagen en escala de grises está representada por 1 píxel que equivale 1 byte, que permite 256 niveles de gris. Desde 0, que es color negro, hasta 255, que es color blanco.

2.2.12.1.4. Imagen a color. Cada celda de la matriz de una imagen en color está representada por 1 píxel que equivale a 3 bytes. Cada píxel consta de 3 valores (Rojo, Verde, Azul), un byte por color y tiene 16,7 millones de colores posibles.

2.2.12.15. *Formatos de almacenamiento.* Un formato de fichero de imagen es una forma estándar de organizar y almacenar los datos que representan la imagen. Existen diferentes tipos de formatos utilizados en la actualidad según la necesidad de almacenamiento.

2.2.12.2. **Segunda Etapa (Pre procesamiento).** El pre procesado de imágenes consiste en el conjunto de técnicas que buscan mejorar la apariencia visual de una imagen a una forma más adecuada para el análisis artificial, en este proceso se incluye técnicas de eliminación de ruido y realce de detalles (en este caso el realce se logra mediante la iluminación) (Castañón, 2016, p.35).

2.2.12.3. **Tercera Etapa (Segmentación).** La segmentación es un proceso mediante el cual se toma como entrada una imagen y genera como salidas atributos extraídos de dichas imágenes. La segmentación subdivide a una imagen en sus regiones u objetos constituyentes, de tal manera que los píxeles de esas regiones poseen propiedades o atributos, como son niveles de gris, contraste o texturas. (Avilés y Barcia, 2016, p.32).

Según Pincay, Plaza y Acosta (2017) manifiestan que.” El propósito de la segmentación es descomponer la imagen en regiones con características de color similares, con la intención de identificar y delimitar objetos” (p.2).

Uno de los algoritmos usados durante el procesamiento de la imagen es el de segmentación, el cual tiene como propósito seleccionar solo el área de interés en la imagen y desechar lo indeseable como pueden ser manchas, sombras o cualquier cosa que no forme parte del objeto de estudio el cual podría causar problemas en las etapas posteriores en el proceso de reconocimiento.

2.2.12.4. **Cuarta Etapa (Reconocimiento).** Según Mogená (2015) manifiesta que, en esta etapa, la aplicación de algoritmos permite que lo seleccionado en la segmentación tome una forma definitiva, como paso previo al análisis por parte de la computadora. Prácticamente es un procedimiento que se realiza de manera casi obligatoria. El proceso de descripción, se refiere a las tareas de reconocimiento de los elementos seleccionados en la segmentación, de modo que pueda obtenerse la información a partir de reunir dichos elementos u objetos en grupos con características particulares, tales como: tamaño, forma, características

geométricas, etc., para diferenciarlas de otras que también son parte del conjunto. En esta etapa se extraen las características apropiadas para la identificación de los objetos deseados.

2.2.12.5. Quinta Etapa (Interpretación). Según Mogen (2015) manifiesta que, en esta etapa, todo lo hasta ahora desarrollado es capaz de ser comparado con una base de datos o algoritmo de toma de decisiones, provista por la persona que ejecuta la tarea de procesamiento digital de imágenes. La máquina desarrolla su labor en forma automática, asignando, al final de la tarea, un significado a lo que es resultado del análisis.

2.2.13. Umbralización

Triana, Jaramillo, Gutiérrez y Rodríguez (2016) definen que la umbralización es una técnica de segmentación simple y eficiente que permite separar los píxeles de una imagen en escala de grises en dos categorías a partir de un valor umbral de intensidad. Del mismo modo La serna y Román (2017) aseguran que la umbralización es uno de los métodos más importantes de la segmentación de imágenes. Se define el umbral como una función que convierte una imagen con diferentes tonalidades en una imagen en blanco y negro. Si la imagen original es $f(x, y)$, la imagen umbralizada $g(x, y)$ y se fija un umbral U ($0 < U < 255$), la operación de umbralizado se define como la ecuación.

2.2.14. Saturación

Aguirre (2015) afirma que se refiere al grado de pureza de un color y se mide con relación al gris. Los colores con menor saturación se muestran más agrisados, con mayor cantidad de impurezas y con menor intensidad luminosa. La saturación es uno de los principales retos en el campo del procesamiento de imágenes, debido a que los colores son cada vez más difíciles de distinguir unos de otros a medida que su saturación disminuye, teniendo que usar diferentes espacios de color para optimizar los algoritmos de detección. Esta situación es especialmente delicada en los procesos de segmentación (p.44).

2.2.15. Ruido

El ruido consiste en variaciones no deseadas producidas de manera aleatoria, y está siempre presente, en cierta medida, dentro de cualquier señal, alterando la calidad de la imagen, esto conlleva a que algunos píxeles se distorsionen. Cuando el valor de un píxel de una imagen no corresponde con la realidad, puede ser producto de una mala adquisición, interferencias, resolución del convertidor analógico/digital, errores a la hora de transmitir bits de información o añadidos intencionalmente; también existen señales que son ajenas al sistema pero que de igual manera degradan la calidad de la imagen (Gutiérrez, Calvo y Quintero, 2013, p.577). De la misma manera García (2014) afirma que el ruido se encuentra presente en absolutamente todas las imágenes digitales existentes, el sensor fotográfico presente en las cámaras digitales, no es más que un conjunto de millones de fotodiodos, ubicados de una forma específica, formando lo que se conocen como píxeles, sobre los cuales se coloca un filtro Bayer o filtro de color, los fotodiodos se encargan de censar la presencia o ausencia de luz y mediante el filtro Bayer separan los fotodiodos de cada píxel por color (p.1).

2.2.16. Elementos de la Sangre

Según Moore (como se citó en Quispe, 2017) manifiesta que los elementos formes de sangre son células sanguíneas, los cuales son: glóbulos rojos (eritrocitos o hematíes) son alrededor de 4.5 a 5.5 millones por mm³, los glóbulos Blancos (leucocitos) hay un promedio de 5.000 a 9.000 leucocitos por mm³ en la sangre humana normal, y las plaquetas entre 200.000 a 300.000, denominadas trombocitos

2.2.16.1. Glóbulos Rojos. Los glóbulos rojos, también llamados eritrocitos o hematíes son células formes cuantitativamente más numerosas de la sangre. Los eritrocitos tiene la forma de un disco bicóncavo para adaptarse a una mayor superficie de intercambio de oxígeno por dióxido de carbono en los tejidos, miden alrededor entre 7 y 9 micras de diámetro en promedio, y 1.9 micras en su parte más gruesa en frotis secos, son de color rojizo debido a la hemoglobina, no tienen núcleo y carecen de mitocondrias, tiempo de vida es alrededor de 120 días aproximadamente, oscilan en el cuerpo humano alrededor de 4.5 a 5.5 millones por mm³, sin embargo esta cantidad varía según el sexo, la edad, el peso y el lugar

geográfico en que habita la 22 persona. Los eritrocitos constituyen el 95% a 99% del total del volumen células sanguíneo. Gigola (como se citó en Quispe, 2017).

2.2.17. Segmentación de Imágenes

Serrano y Acha 2017 afirman que la Segmentación es la técnica de tratamiento digital de imágenes que permite extraer información de los objetos a partir de unas escenas dadas y plasmar esta información en un sistema estructurado. La Segmentación es una de las operaciones más usadas en el procesado digital de imágenes en tres dimensiones y es, casi con toda seguridad, la más difícil de todas ellas. La Segmentación puede ser concebida como la consecución de dos tareas complementarias: el reconocimiento y la delineación. El reconocimiento consiste en la tarea de alto nivel de determinación a grandes rasgos de la ubicación del objeto en la escena estudiada. La delineación consiste en la tarea de bajo nivel de determinación precisa de la extensión espacial del objeto y su composición graduada. (p.34) Del mismo Quintana (2019) expresa Existen diversos métodos de segmentación de imágenes y es posible que se implementen, en conjunto, múltiples métodos para resolver diferentes problemas de segmentación. Algunos de los métodos de segmentación comúnmente usados y más conocidos son:

- Establecimiento de umbrales
- Detección de bordes
- Análisis de texturas
- Agrupamiento
- Modelos deformables. (p.13)

2.2.18. Binarización

Molina, Díaz, Hidalgo y Chávez (2018) afirman que la binarización es una técnica básica de procesamiento digital de imágenes. Los métodos de binarización han sido progresivamente mejorados para tratar con imágenes en condiciones más realistas. De particular importancia es considerar la condición de iluminación no uniforme de las imágenes a binarizar, presente cuando se realiza la adquisición de imágenes con equipo no especializado. (p.56)

2.2.19. Transformada de Hough

Urrea y Ospina (2015) aseguran que la transformada de Hough es una técnica utilizada para aislar características de forma particular dentro de una imagen. La idea básica es encontrar curvas que puedan ser parametrizadas como líneas rectas, polinomios y círculos. Se puede analíticamente describir un segmento de línea en varias formas. (p.81) Del mismo modo Rojas, Teddy, Sanz, Wilmer y Arteaga (2016) aseguran que se trata de una herramienta computacional utilizada para detectar líneas de alguna clase determinada, presentes en una imagen digital. En general, su aplicación implica el uso de una formulación de parámetros específica al tipo de línea que se desea detectar (usualmente rectas, círculos o elipses). No obstante, la transformada puede ser generalizada para aplicarse a objetos de forma arbitraria. (p.78)

2.2.19.1. Transformada circular de Hough. Martínez (2015) afirma que Para definir la transformada de Hough para el círculo, lo primero que debemos hacer es expresar el círculo mediante la siguiente ecuación:

$$(x - a)^2 + (y - b)^2 = r^2$$

Donde (a, b) es el centro del círculo y r su radio. Para encontrar circunferencias usando la transformada de Hough, se necesita un acumulador con tres dimensiones.

Después cada punto en la imagen vota por las circunferencias en los que pudiera estar. Una vez terminado este procedimiento se buscan los picos en el acumulador y con esto se obtienen el radio y el centro de la circunferencia. Si se conociera el radio de antemano, solo se necesitaría un acumulador de dos dimensiones (p.26).

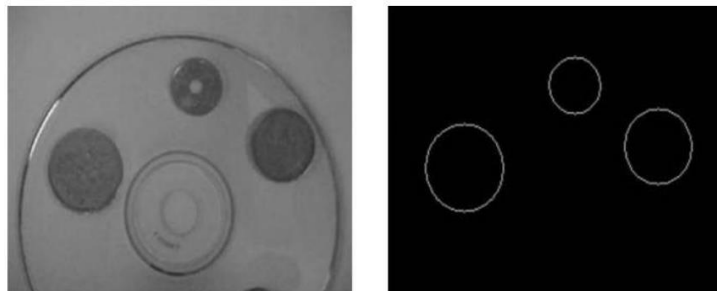


Figura 7 Transformada circular de Hough

Fuente: Martínez. (2015) *La transformada de Hough. Detección de líneas y círculos.*

III. METODOLOGÍA

31 ENFOQUE METODOLÓGICO

3.1.1. *Enfoque*

En la presente investigación se hizo uso del enfoque cualitativo a causa de haber realizado el estudio y aplicación de las técnicas de procesamiento de imágenes digitales para el proceso de cuantificación y detección de alteraciones morfológicas de glóbulos rojos.

3.1.2. *Tipo de investigación*

3.1.2.1. Investigación Exploratoria. Esta investigación tuvo una importancia relevante dentro del laboratorio clínico “Integral” ya que no ha sido objeto de estudio en nuestro medio generando un desconocimiento de la existencia de tecnologías potenciales como lo son las imágenes digitales, las mismas que ayudaron a mejorar el proceso de la cuantificación y detección de alteraciones de glóbulos rojos y mostrando un cambio en el método manual del hematólogo.

3.1.2.2. Investigación de Campo. Se aplicó la investigación de campo dado que la información se la adquirió de fuentes directas en el Laboratorio Clínico “Integral” acerca del proceso de la cuantificación de glóbulos rojos como también sus deformaciones en las mismos, en la entrevista personal con el hematólogo del laboratorio, conocimos el proceso y recursos necesarios para el conteo, logrando captar de una manera objetiva el problema y las necesidades del hematólogo.

3.1.2.3. Investigación Documental. Se aplicó la investigación documental debido a que fue necesario la utilización de información existente como textos, documentos, revistas e internet para esclarecer la información en esta investigación.

3.2. IDEA A DEFENDER

El análisis de imágenes digitales ayudará en el proceso de la cuantificación y detención de alteraciones de glóbulos rojos aplicados en el laboratorio Integral.

3.2.1. Variables.

3.2.1.1. Variable dependiente. Cuantificación y detención de alteraciones morfológicas de glóbulos rojos aplicado en el laboratorio Clínico “Integral”

3.2.1.2. Variable Independiente. Análisis de imágenes digitales.

3.3. DEFINICIÓN Y OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

Tabla 1
Operalización de variables

Variables	Dimensiones	Indicadores	Técnica	Instrumentos o reactivos
Dependiente				
Cuantificación y detención de alteraciones morfológicas de glóbulos rojos aplicado en el laboratorio	Tiempo	Horas	Proceso	Pregunta 1
Integral	Recursos	Equipo de laboratorio	Laboratorio	Pregunta 2
Independiente				
Detecta		Glóbulos rojos con deformaciones	Diseño	Interfaz 01
Análisis de imágenes digitales	Cuantifica	Número de glóbulos rojos	Diseño	Interfaz 01
	Imprime	Resultados	Diseño	Interfaz 01

En la tabla 1 se operacionaliza las variable dependiente e independiente para darles sus respectivas dimensiones técnicas e instrumentos que se va a utilizar en el proyecto de investigación.

3.4. MÉTODOS UTILIZADOS

3.4.1. Método.

3.4.1.2. Método Deductivo. El método deductivo permitió llegar a las respectivas conclusiones luego de haber planteado la idea a defender, de igual manera ayudó a plantear el problema, en base a la propuesta que se presentó para el desarrollo del prototipo de la cuantificación y detención de alteraciones de glóbulos. Como resultado de la investigación y análisis de la información facilitada por el Doctor Guillermo Tulcanaz propietario del Laboratorio Clínico “Integral” se pudo formular la idea a defender que se demostró a través de los resultados obtenidos con la implementación del prototipo.

3.4.1.3. Método Descriptivo. Este método se apegó al contacto directo con la parte investigada, ya que fue esencial para conocer la realidad del problema planteado y por consiguiente analizar el problema de investigación, logrando determinar las funciones del prototipo y cumpliendo con los requisitos planteados en la investigación.

3.5. TÉCNICAS PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS

3.5.1. La entrevista

La aplicación de la entrevista como técnica de recolección de datos fue la que se utilizó en la reunión con el Doctor Guillermo Tulcanaz propietario del Laboratorio Clínico “Integral”, logrando un obtener la mayoría de datos sobre los procesos actuales, el tiempo de respuesta del análisis y los recursos que utilizan al momento de realizar la cuantificación y detección de alteraciones morfológicas de glóbulos rojos, estos datos nos sirvieron para determinar cuál será la funcionalidad del prototipo y de que está integrado.

3.5.2. Validación del instrumento de recolección de información.

Álvarez, J., Aristizábal, P., Torres, D., & Jurado, V. (2018) expresan que la validación de instrumentos de recolección de información es un procedimiento indispensable para garantizar la confiabilidad y validez en la medición de variables, las cuales fueron validadas por expertos, donde la prueba de validez consta de suficiencia, coherencia, claridad y relevancia. Para realizar la validación del instrumento se tuvo ayuda de tres expertos en el área de procesamiento de imágenes digitales los cuales se da a conocer en la tabla 2:

Tabla 2

Expertos para la validación de instrumento de investigación

Nombre	Cargo	Organización	Años de Experiencia
Msc. Luis Patiño	Docente Universitario	Universidad Politécnica Estatal del Carchi	>15
Msc. Patricio Castro	Docente Universitario	Universidad Politécnica Estatal del Carchi	>10
Msc. Dennys Bolaños	Experto de imágenes digitales Docente Universitario	Universidad Politécnica Estatal del Carchi	>10

La tabla 2 muestra los expertos que validaron el instrumento de investigación con el objetivo de plantear una entrevista con preguntas concretas.

3.5.3. Instrumento de recolección de información

Tabla 3
Ítems de instrumento de recolección de información

Nº	Dimensión	Ítem	Suficiencia	Coherencia	Relevancia	Observaciones
1	En el conteo de glóbulos rojos se utiliza el método cámara de Neubauer la cual requiere de procesos y recursos que aumentan el tiempo de respuesta dado que es un proceso manual.	¿En base a lo anterior qué tiempo se requiere para llevar a cabo el proceso de la cuantificación de glóbulos rojos en un proceso manual?				
2	Existen diferentes métodos manuales para realizar el conteo de glóbulos rojos entre ellos están: el método de Wintrobe, Van allen, Sandford-Haden y cámara de Neubauer los cuales realizan la misma función, pero su proceso es diferente por lo que tienen diferentes tiempos de respuesta.	¿Según los métodos de conteo indicados cual es el método más utilizado por los laboratoristas para la entrega de resultados en el menor tiempo posible?				

3 Para obtener un diagnóstico correcto se debe conocer cuáles son los rangos que tienen los glóbulos rojos se debe tomar en cuenta que estos rangos depende de la edad y al género de las personas.

¿Indique el rango óptimo de acuerdo a la edad y genero después de haber realizado el proceso de la cuantificación de glóbulos rojos?

Valores Normales de Eritocitos	
Recién nacido	10 a 26 millones de células/mcL
A los tres meses	6 a 18 millones de células/mcL
Al año de edad	8 a 16 millones de células/mcL
Entre 3 y 5 años	10 a 14 millones de células/mcL
De los 5 a 15 años	5.5 a 12 millones de células/mcL
Hombre adulto	4.7 a 6.1 millones de células/mcL
Mujer adulta	4.2 a 5.4 millones de células/mcL

4 La normativa ISO 15189 indica que los laboratorios clínicos deben poseer un sistema de gestión de calidad para garantizar los resultados entregados a los pacientes.

¿Indique o explique las características del sistema de gestión de calidad que se aplica para la generación de resultados a los pacientes?

- 5 La normativa ISO 27002 menciona acerca del sistema de información donde habla que los respaldos periódicos de los resultados que se obtienen en los exámenes deben estar alojados en un sistema informático. ¿Cómo lleva actualmente los respaldos de los resultados que obtiene en los exámenes realizados a los pacientes?
- 6 La organización internacional de Normalización (ISO) define error del laboratorio clínico como el fracaso de una acción planificada que no se cumple desde la adquisición de las muestras hasta la emisión de resultados generando inconformidad en los pacientes dado a que se debe realizar nuevos exámenes o tratamientos incensarios. ¿De acuerdo al método que utiliza para la cuantificación y detección de alteraciones morfológicas en los glóbulos rojos se han presentado inconvenientes por errores en la entrega de resultados, cuáles han sido las causas?
- Hora de extracción sanguínea inadecuada. Debe tenerse en cuenta que ciertas propiedades biológicas están sometidas a ritmos circadianos.
 - Posición incorrecta durante la extracción sanguínea.
 - Extracción con recipiente incorrecto.
 - Volumen insuficiente de la muestra clínica.
 - Falta de aditivos en la muestra clínica.

7 Los avances tecnológicos han generado grandes pasos dentro de la medicina, específicamente la inteligencia artificial que realizan exámenes médicos computarizados logrando conseguir en horas, o en minutos los que se puede tardar meses en la entrega de resultados.

8 Los glóbulos rojos tienen diferentes morfologías que dependen del tamaño de la forma y color siendo estos los factores que pueden determinar enfermedades a los pacientes.

¿Mediante este prototipo informático le facilitaría la cuantificación y detección de alteraciones morfológicas (glóbulos rojos) para la reducción de tiempo y garantía en resultados de pacientes?

¿Qué tipos de morfologías tienen los glóbulos rojos y que enfermedades se puede detectar con las diferentes morfologías?

Morfología	Enfermedad
Acantosis	cirrosis alcohólica (Síndrome de Zieve)
Estomatocito	Anemias
Eliptocitosis	Talasemia
Dacriocitos	Enfermedad renal

- 9 Existen diferentes factores que pueden generar errores en el instante de la cuantificación de glóbulos rojos, estos factores se pueden dar debido a que no obtuvo la extracción necesaria de la muestra de sangre, también puede ocurrir que la muestra de sangre no es tratada de manera correcta, o no coloco la cantidad adecuada en le portaobjetos para la cuantificación de glóbulos rojos. ¿Cuál es la muestra indicada para obtener los resultados correctos?
- 10 Para la cuantificación de glóbulos rojos se requiere de una serie de procedimientos la cual empieza desde la extracción de la muestra de sangre hasta la emisión de resultados por lo que cada procedimiento necesita de un seguimiento adecuado respetando los tiempos establecidos por el método escogido por el bioquímico. ¿Explique el procedimiento que se realiza para obtener la separación de los diferentes componentes de la sangre y de esta manera no exista complicaciones al momento del conteo de glóbulos rojos?

La tabla 3 muestra los diferentes ítems que constituyeron el instrumento de recolección de información, basándose en el proceso manual de conteo de glóbulos rojos.

Tabla 4*Muestra las revisiones pertinentes con su respectiva observación dadas por los expertos.*

Experto	Ítem	Dimensión	Observación														
	<p>Ítem 2: ¿Según los métodos de conteo indicados cual es el método más utilizado por los laboratoristas para la entrega de resultados en el menor tiempo posible?</p>	<p>Existen diferentes métodos manuales para realizar el conteo de glóbulos rojos entre ellos están: el método de Wintrobe, Van allen, Sandford-Haden y cámara de Neubauer los cuales realizan la misma función, pero su proceso es diferente por lo que tienen diferentes tiempos de respuesta.</p>	<p>Agregar la pregunta ¿Por qué? Para un mejor análisis</p>														
Msc. Dennys Bolaños	<p>¿Indique el rango óptimo de acuerdo a la edad y genero después de haber realizado el proceso de la cuantificación de glóbulos rojos?</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Valores Normales de Eritocitos</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Recién nacido</td> <td>10 a 26 millones de células/mcL</td> </tr> <tr> <td>A los tres meses</td> <td>6 a 18 millones de células/mcL</td> </tr> <tr> <td>Al año de edad</td> <td>8 a 16 millones de células/mcL</td> </tr> <tr> <td>Entre 3 y 5 años</td> <td>10 a 14 millones de células/mcL</td> </tr> <tr> <td>De los 5 a 15 años</td> <td>5.5 a 12 millones de células/mcL</td> </tr> <tr> <td>Hombre adulto</td> <td>4.7 a 6.1 millones de células/mcL</td> </tr> </tbody> </table>	Valores Normales de Eritocitos		Recién nacido	10 a 26 millones de células/mcL	A los tres meses	6 a 18 millones de células/mcL	Al año de edad	8 a 16 millones de células/mcL	Entre 3 y 5 años	10 a 14 millones de células/mcL	De los 5 a 15 años	5.5 a 12 millones de células/mcL	Hombre adulto	4.7 a 6.1 millones de células/mcL	<p>Para obtener un diagnóstico correcto se debe conocer cuáles son los rangos que tienen los glóbulos rojos se debe tomar en cuenta que estos rangos dependen de la edad y al género de las personas.</p>	<p>Es una pregunta teórica que puede ser resuelta bibliográficamente</p>
Valores Normales de Eritocitos																	
Recién nacido	10 a 26 millones de células/mcL																
A los tres meses	6 a 18 millones de células/mcL																
Al año de edad	8 a 16 millones de células/mcL																
Entre 3 y 5 años	10 a 14 millones de células/mcL																
De los 5 a 15 años	5.5 a 12 millones de células/mcL																
Hombre adulto	4.7 a 6.1 millones de células/mcL																

3.6. RECURSOS

Para llevar a cabo el desarrollo del prototipo en la cuantificación y detención de glóbulos rojos a través de imágenes digitales se utilizarán las herramientas con las que se implementan las aplicaciones para procesamiento de imágenes digitales al igual que las herramientas para obtener la imagen digital desde el microscopio que manejan los hematólogos.

Tabla 5
Recursos del proyecto investigativo

Tipo	Nombre	Propiedades	Costo
Institucionales			
	Laboratorio Clínico Bacteriológico “Integral”	Infraestructura, equipos de análisis	-
Materiales			
	Computadora	Intel Core i5 séptima generación, HP Windows 10, 8GB RAM	\$800
	Lente Microscópico	Lente 60 megapíxeles, Fuente de 3 Led Vidrio Óptico	\$10
	Celular de alta gama	Samsung A5, Android 6.1, 2GB RAM Memoria interna 16 GB	\$150
	Portaobjetos	Lamina de vidrio, rectangular	\$ 90
	Sangre	Color Rojo, liquida	-
Tecnológicos			
	Lenguaje de Programación Matlab	Representación de datos, implementación de algoritmos, manejo de matrices, Manejo de imágenes digitales	\$55
	Algoritmo de segmentación	Discontinuidad, similitud, umbralización	-
			Total 1105

En la tabla 5 se da a conocer los recursos institucionales, materiales y tecnológicos con sus respectivas propiedades y costos que serán utilizados en el proyecto de investigación.

El costo de los recursos ser autofinanciado.

IV. DESARROLLO DE LA PROPUESTA

4.1. Datos informativos.

- **Título:** “Análisis de imágenes digitales en la cuantificación y detección de alteraciones morfológicas de glóbulos rojos aplicada en el laboratorio Clínico “Integral” en el periodo 2018- 2020”
- **Institución Ejecutora:** Universidad Politécnica Estatal del Carchi a través de sus egresados en la carrera de ingeniería en informática.
- **Beneficiarios:** Equipo de trabajo del laboratorio Clínico “Integral”
- **Ubicación:** provincia del Carchi, Cantón Tulcán.
- **Equipo técnico responsable:** Los señores responsables de la investigación, Jonathan Alexander Rosas Moran, Cristian Alexander Yapud Puerchambu de la Universidad Politécnica Estatal del Carchi.

4.2. Objetivos de la Propuesta

4.2.1. *Objetivo General.*

- Analizar imágenes digitales en el laboratorio clínico integral para la cuantificación y detección de alteraciones morfológicas en glóbulos rojos de la sangre.

4.2.2. *Objetivos Específicos.*

- Fundamentar teóricamente las etapas del procesamiento de imágenes digitales con la finalidad de cuantificar y detectar alteraciones morfológicas de glóbulos rojos.
- Determinar el algoritmo de segmentación que se utilizara en el análisis de imágenes digitales para la cuantificación y detección de alteraciones morfológicas de los glóbulos rojos.
- Desarrollar un prototipo para la cuantificación y detección de alteraciones morfológicas de glóbulos rojos por medio del procesamiento de imágenes digitales.
- Demostrar mediante el procesamiento imágenes digitales la cuantificación y detección de alteraciones morfológicas de glóbulos rojos.

4.3. Alcance de la propuesta.

El desarrollo de la propuesta del prototipo para la detección y cuantificación de glóbulos rojos está orientado al laboratorio clínico “Integral, con el objetivo de mejorar el tiempo de respuesta con respecto a la entrega de resultados, fortaleciendo el proceso del conteo de glóbulos rojos a través del procesamiento de imágenes digitales y de esta manera incentivando al uso de tecnologías innovadoras que aún no manejan dentro de nuestra localidad, un punto importante para que el prototipo tenga una gran acogida dentro de los laboratoristas es ser un prototipo amigable y de fácil uso presentado interfaces de fácil acceso y confiabilidad para el laboratorista de tal manera que los resultados sean los esperados por los pacientes al momento de revisar sus resultados.

4.4. Justificación de la Propuesta.

Con la investigación se dará solución al problema que existe en el laboratorio clínico “Integral” del Cantón Tulcán, en lo respecta al tiempo de respuesta sobre la detección y conteo de glóbulos rojos, para que esto sea posible se desarrollara un prototipo que permita realizar la detección y conteo de glóbulos rojos en menor tiempo posible y de esta manera potencializar el uso de nuevas tecnologías que facilitan los procesos que se lleva en la actualidad en nuestra ciudad.

El prototipo será el medio por el cual el laboratorista pueda realizar la detección y conteo de glóbulos rojos en el menor tiempo posible y evitando el uso de recursos que hacen que el tiempo de respuesta sea mayor con respecto al prototipo, dando un nivel de satisfacción y confianza a sus pacientes al momento de la entrega de resultados.

El prototipo ayudara al incentivar al que los laboratoristas de nuestra localidad hagan uso de nuevas tecnologías que faciliten realizar los procesos que llevan realizando años atrás y reduzcan el esfuerzo mental al momento del conteo de glóbulos rojos.

4.4.1. Proceso actual detección y conteo de glóbulos rojos.

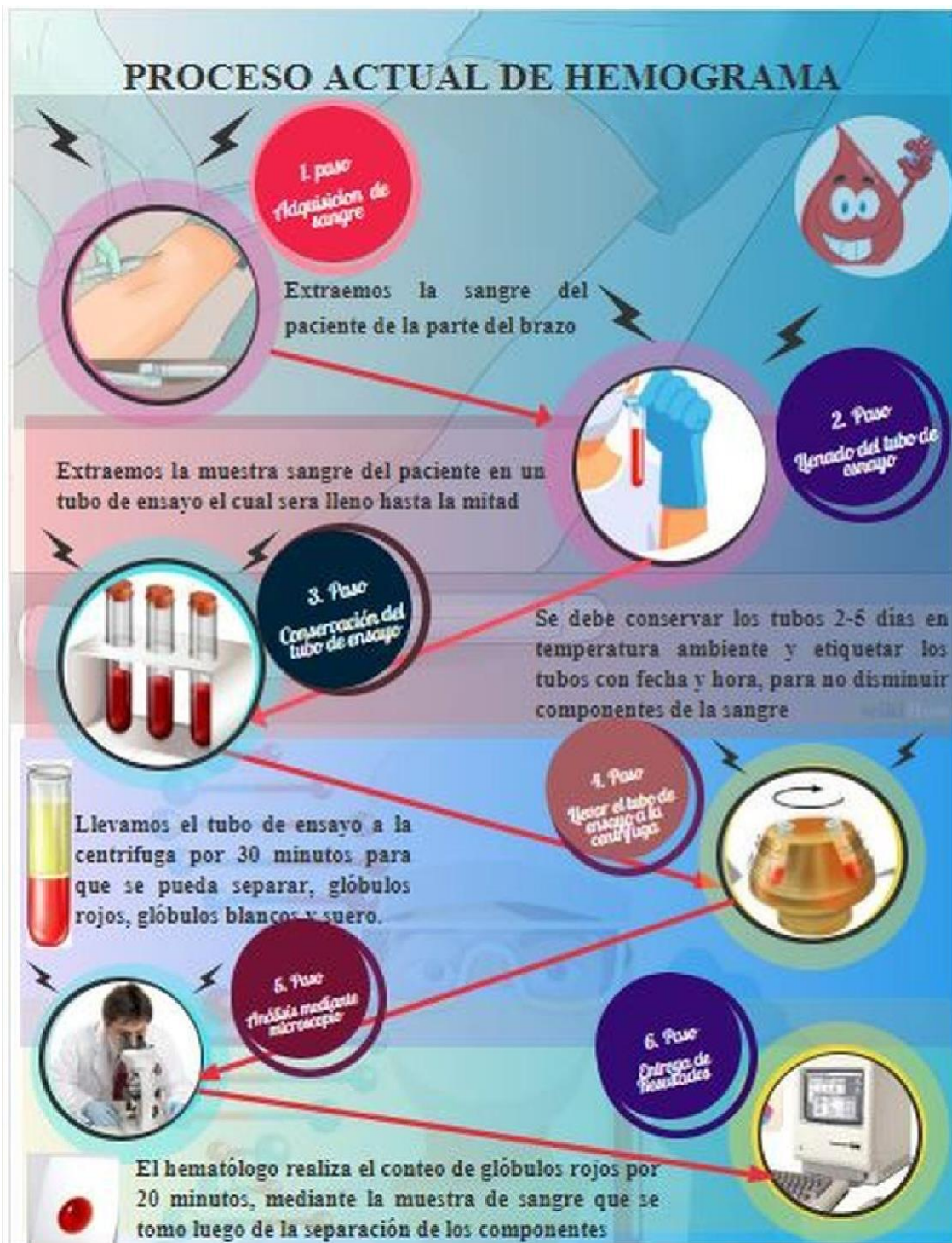


Figura 8 Proceso actual detección y conteo de glóbulos rojos

En la figura 8 se observa el proceso que se lleva actualmente en el laboratorio donde empieza por la extracción de sangre seguido de ubicar la muestra de sangre en el tubo de ensayo para conservarlo en una temperatura ambiente con el nombre y fecha del paciente y de este modo seguir con el siguiente paso el cual es llevarlo a la centrifuga dispositivo en el cual se realiza

la separación de los diferentes componentes de la sangre: glóbulos blancos, glóbulos rojos y plaquetas una vez realizada la separación se toma la muestra de glóbulos rojos para depositarlo en el portaobjetos y mediante el laboratorista y el microscopio empezar con la detección y cuantificación de glóbulos rojos para finalizar con la entrega de resultados

4.4.2. Prototipo propuesto para la detección y conteo de glóbulos rojos.

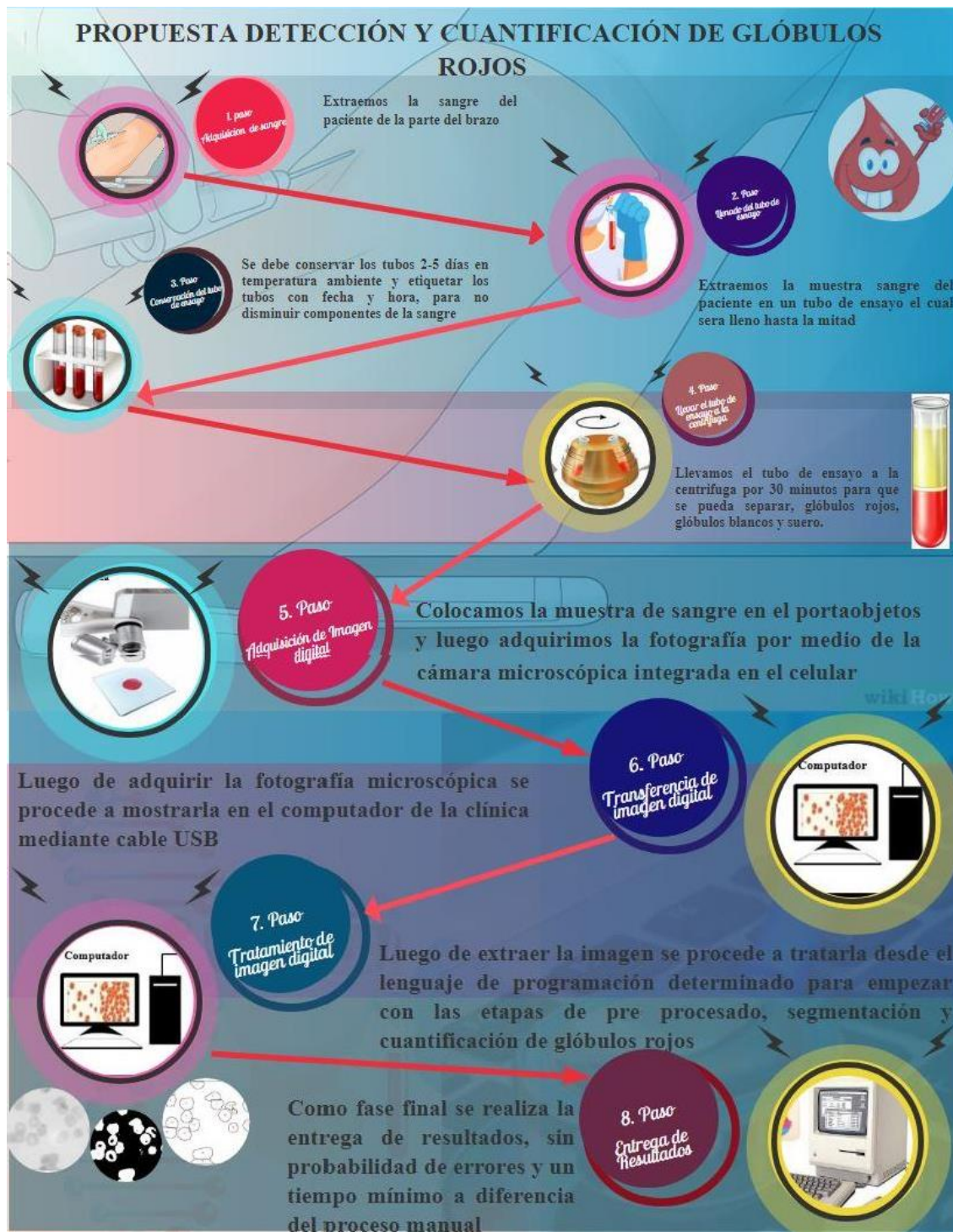


Figura 9 Prototipo propuesto para la detección y conteo de glóbulos rojos

En la figura 9 se observa la propuesta para la detección y conteo de glóbulos rojos parte desde el punto de la extracción de la sangre seguido de ubicar la muestra de sangre en el tubo de ensayo para posteriormente conservar el tubo de ensayo en la temperatura ambiente para ser trasladado a la centrifuga máquina que realiza la separación de los componentes de la sangre

luego de realizar estos pasos interviene la propuesta que empieza por depositar la muestra de glóbulos rojos en el portaobjetos y por medio del teléfono celular realizar la captura de la imagen con una cámara microscópica la misma que será la que nos brinde una imagen de alta definición y de esta manera enviarla al computador, mismo que tiene el prototipo para empezar con la detección y conteo de glóbulos rojos finalizando con la entrega de resultados.

4.5. Descripción de la Propuesta.

La investigación se llevó acabo en vista que en la detección y conteo de glóbulos rojos existen diferentes factores que intervienen en el tiempo de respuesta, al momento de realizar se observa que se hace uso del microscopio para el conteo de las células al igual que se utiliza el método en el cual cuenta cinco cuadrantes en los que se divide el portaobjetos para posteriormente aplicar la formula y obtener los resultados haciendo de este método una tarea repetitiva y de esfuerzo mental, de este punto surge la idea del desarrollo de un prototipo que realice la detección y cuantificación de glóbulos rojos reduciendo el tiempo de respuesta gracias al uso de la tecnología innovadora.

El prototipo será desarrollado basándose en el procesamiento de imágenes digitales una de las ramas fuertes de la informática utilizada en el campo de la medicina gracias a su alta compatibilidad al momento de estudiar el cuerpo humano y células dentro del organismo, el procesamiento de imágenes se basa en el manejo de la imagen digital a través de un programa informático en el cual se utiliza la segmentación de la imagen, escales de grises y diferentes etapas para posteriormente obtener un resultado verídico en menor tiempo posible.

Existen cinco etapas que se realizan para el estudio de las imágenes digitales, las cuales deben ser estudiadas a profundidad para posteriormente desarrollar el funcionamiento adecuado dentro del prototipo, es necesario que las cinco etapas funcionen correctamente para obtener un resultado verídico en el menor tiempo posible.

4.6. Esquema de la Propuesta.

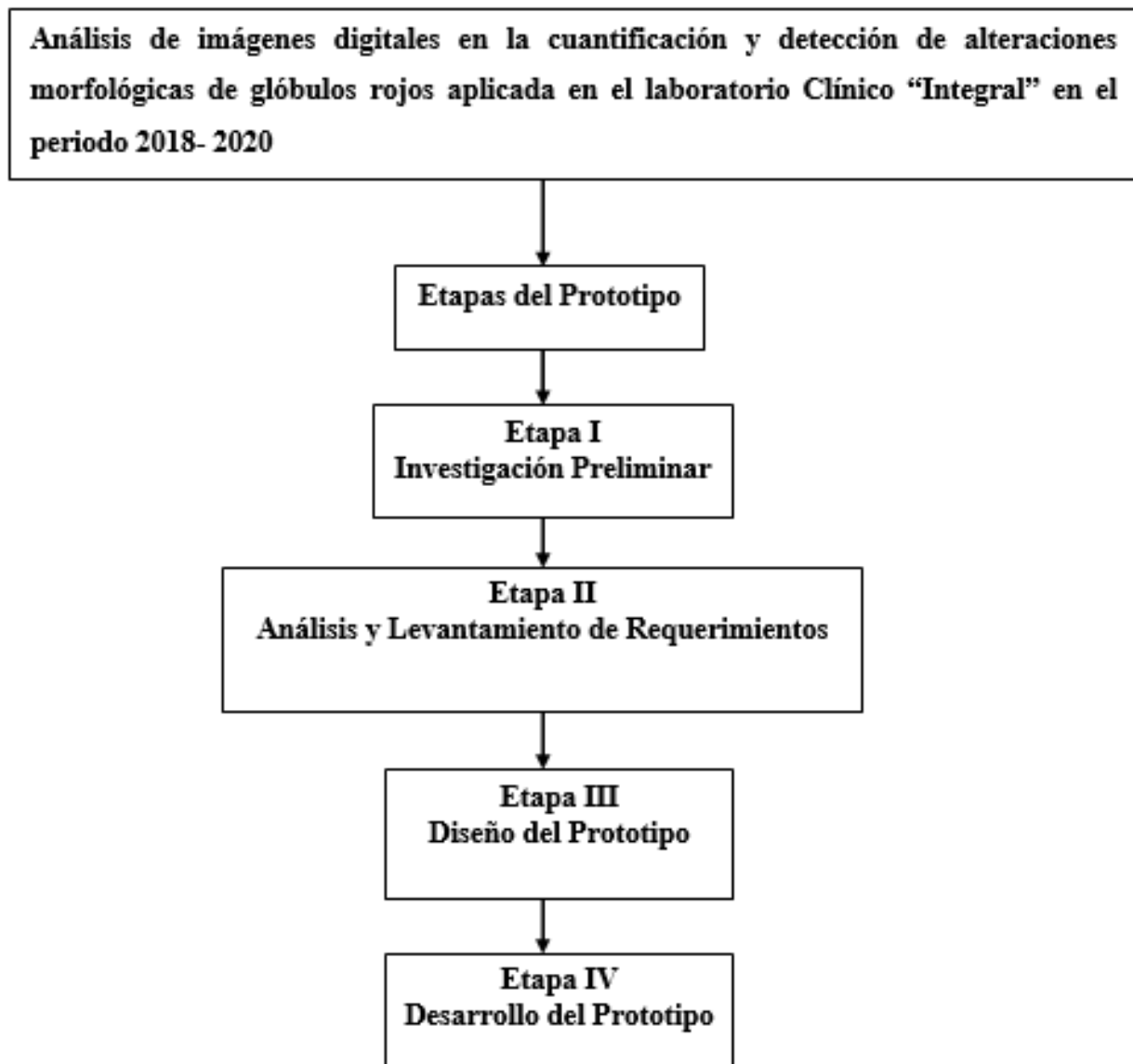


Figura 10 Esquema de la propuesta

4.6.1. Etapas del Prototipo.

En las etapas del prototipo se describe desde el instante que se realiza la investigación para saber que procesos se lleva actualmente en el laboratorio clínico “Integral” y cuál es el tiempo que demora realizar la detección y cuantificación de glóbulos rojos para posteriormente presentar una solución que mejore el tiempo de respuesta en la entrega de resultados, en las etapas del prototipo se da a conocer el proceso del diseño, desarrollo, pruebas y evaluación del prototipo que se presentara como solución al laboratorio.

4.6.1.1. Investigación preliminar. En la primera etapa se realizó la investigación en el laboratorio clínico “Integral” en el que por medio de una entrevista con el propietario nos dio a conocer el proceso actual que se utiliza con respecto a la detección y cuantificación de glóbulos rojos de igual manera dándonos a conocer los recursos que se utiliza para realizar el mismo, analizando el tiempo de respuesta y el proceso manual que realiza el laboratorista para la cuantificación de glóbulos rojos, el cual se realiza a través del microscopio una vez que se deposita la muestra de sangre en el portaobjetos y de esta manera realizar el conteo mediante la vista del laboratorista, una vez conocido el proceso presentar un prototipo que maneje el procesamiento de imágenes digitales mejorando el tiempo de respuesta y sustituyendo al laboratorista en la detección y conteo de glóbulos rojos aumentando la confiabilidad de los pacientes y de esta manera entregar los resultados en el menor tiempo posible.

Comparación de sistema actual con respecto al sistema propuesto.

Tabla 6 *Proceso actual contra proceso propuesto*

	<i>Sistema Actual</i>	<i>Sistema Propuesto</i>
Tarea desempeñada	Detección y conteo de glóbulos rojos a través de un microscopio	Detección y conteo de glóbulos rojos a través de un prototipo que maneje procesamiento de imágenes digitales
Cantidad de Personas	1 persona	1 persona
Método	Manual	Automatizado
Costo para el prototipo	600 Dólares	215 Dólares
Exactitud	95% (Promedio)	99.99%
Tiempo de entrega	1 día	0 días

En la Tabla 6 se puede observar que el sistema actual requiere de mayor inversión para realizar la detección y conteo de glóbulos rojos al igual que el nivel de exactitud tiene un 95% es decir que existirán errores al momento de emitir los resultados a diferencia del sistema automatizado que es el 99.99% de exactitud presentando una ventaja con respecto al proceso manual y dando confiabilidad en los resultados, sobre el tiempo de entrega en el proceso manual es de 1 día y en el mejor de los casos es de 6 horas a diferencia del sistema propuesto que es de 1 hora para realizar la entrega de resultados.

4.6.1.2. Factibilidad económica. El prototipo es la alternativa para mejorar el tiempo de respuesta y la confiabilidad para la entrega de resultados, el propietario no tendrá que preocuparse por la adquisición del prototipo ya que cancelara un costo accesible para su bolsillo al igual que no necesita capacitación debido a que es un prototipo de fácil manipulación y amigable con el laboratorista, el prototipo será la alternativa para mejorar el proceso manual y de esta manera tener gran aceptación en la sociedad debido a que en los pequeños laboratorios de nuestra localidad no se ha implementado un sistema que reduzca el tiempo de respuesta en la entrega de

resultado, esto dará grandes beneficios al laboratorio y por consiguiente al propietario, la entrada económica estará de la mano con los clientes satisfechos por los resultados esperados.

4.6.1.3. Factibilidad Técnica. Con respecto al personal para el manejo y uso de prototipo tan solo es necesario del laboratorista o la secretaria que desempeñan su trabajo en el laboratorio, el prototipo es de fácil uso y con interfaces de fácil comprensión por tal motivo no existirá ningún inconveniente al momento de realizar el conteo de glóbulos rojos, no hace falta que el personal tenga grandes conocimientos de imágenes digitales para manejar de manera correcta el prototipo brindando un buen servicio y confianza a sus clientes en la entrega de resultados.

4.6.2. Análisis y determinación de requerimientos

Esta etapa habla de los datos e información del proceso actual en el laboratorio y cuáles son requerimientos que hacen falta para mejorar el mismo esta información se hace posible de recopilar a través de cuestionarios o entrevistas al propietario del laboratorio también se puede ayudar de Consultas en documentos que hablen acerca de los problemas en los laboratorios y de esta manera determinar los requerimientos dentro del prototipo

4.6.2.1. Requerimientos funcionales. Los requerimientos funcionales están orientados al funcionamiento que tendrá el prototipo y su interacción con el usuario en la detección y conteo de glóbulos rojos.

El prototipo que realizara la cuantificación y detección de anomalías de glóbulos rojos brindara el manejo de procesamiento de imágenes digitales donde mostrará la interfaz que realice la detección de glóbulos rojos con sus anomalías en caso de que existan, el laboratorista tendrá la opción de seleccionar las imágenes de un repositorio y los botones adecuados para cambiar la imagen que el desee y posteriormente realizar la detección y conteo de glóbulos rojos demostrando la eficiencia en el proceso con respecto al tiempo y la exactitud de resultados, de esta manera reduciendo recursos como lo es el microscopio al igual que se reemplaza al ojo humano por el de un computador.

Interfaz inicial.

- Detección de glóbulos rojos
- Conteo de glóbulos rojos

Interfaz detección de glóbulos rojos.

- Seleccione imagen
- Detección
- Segmentación
- Eliminar imagen
- Regresar
- Resultados

Interfaz conteo de glóbulos rojos.

- Seleccione la imagen
- Detección
- Segmentación
- Eliminar imagen
- Resultados
- Regresar

4.6.2.2. Requerimientos no funcionales. Estos requerimientos se enfocan en los aspectos que se necesitan para el desarrollo del prototipo y los equipos para que funcionen correctamente al instante de correr el programa.

- Computador de escritorio o laptop (Core i5)
- Sistema operativo Windows 7, 8, 9, 10
- Celular de alta gama
- Muestra de glóbulos rojos
- Portaobjetos
- Centrifuga
- Lente microscópico
- Matlab

4.6.3. Diseño del sistema

Esta etapa se basa como se logrará implementar el prototipo para la cuantificación y detección de anomalías de glóbulos rojos a través del procesamiento de imágenes digitales, también se especifica sobre el diseño de las interfaces en lo que respecta en la complejidad para el manejo y uso de la misma debido a que debe ser de fácil entendimiento para el laboratorista en el diseño se encuentra inmerso el diseño de los botones de mismo modo el proceso que realizara el prototipo de manera que se alcance los requerimientos planteados en la investigación cumpliendo con las expectativas del laboratorista asimismo dar a conocer los diagramas de flujo , diagramas de estado los cuales se usan frecuentemente.

4.6.3.1. Diagramas de flujo. Estos diagramas modelan las actividades en el orden que se realizaran los diferentes procesos dentro del prototipo de cuantificación y detección de anomalías en los glóbulos rojos, mostraran como corre cada fase en el proceso indicando su inicio y su fin asimismo lo que se necesita para realizar el conteo en el menor tiempo posible, empezando en el diagrama del prototipo y terminando en la trasformada de Hough las cual es importante ya que debido a su proceso es el principal factor para que la imagen sea segmentada y cuantificada mostrando los resultados en el menor tiempo posible.

4.6.3.1.1. Diagrama de flujo sobre la Binarización de la Imagen.

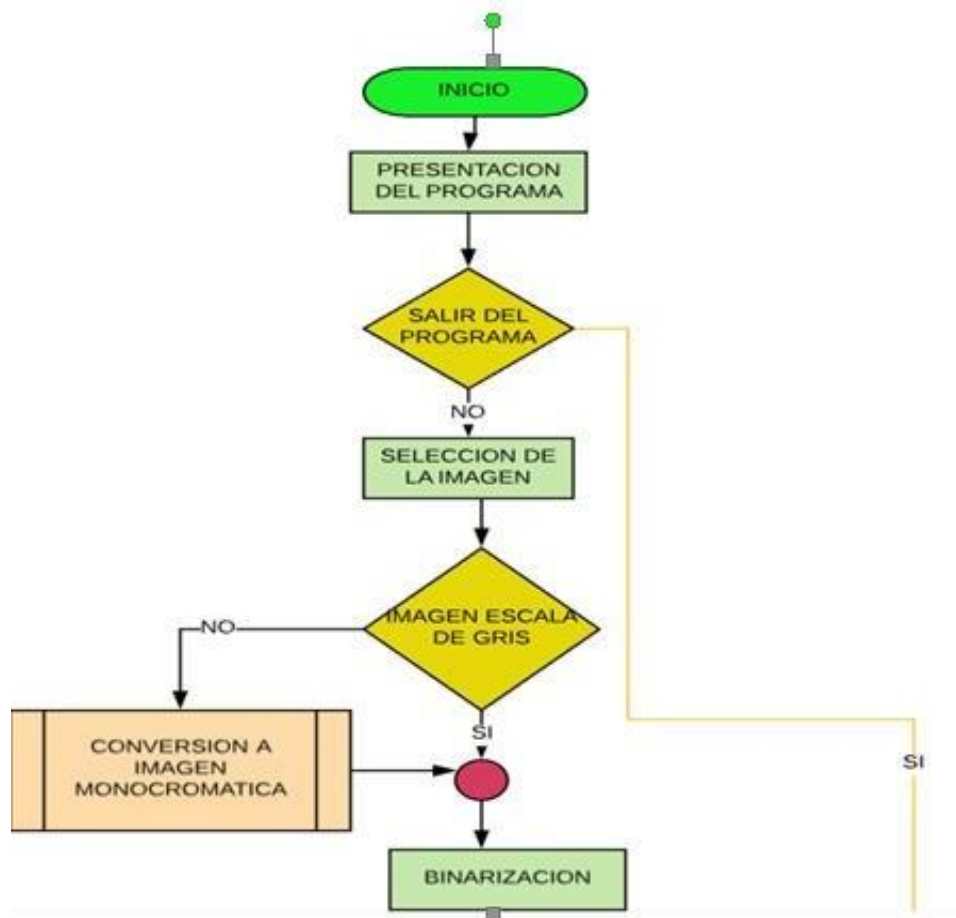


Figura 11 Binarización de la imagen digital

En la figura 11 nos presenta el diagrama de flujo sobre la binarización de la imagen la cual parte en abrir el programa donde se aloja el prototipo, luego de completar el paso anterior selecciona la imagen que por medio del prototipo la transforma en escala de grises dando como resultado una imagen binarizada.

4.6.3.1.2. Diagrama de flujo sobre la detección de bordes.

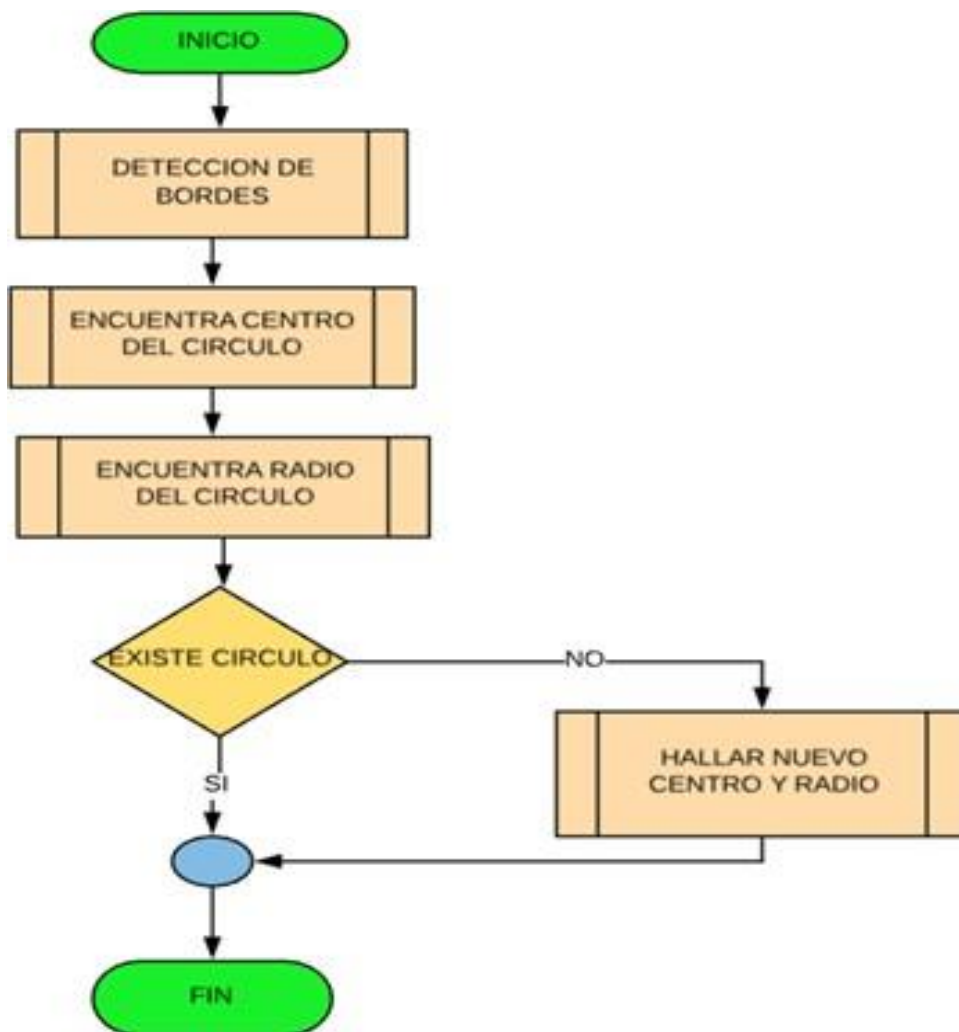


Figura 12 Detección de bordes en la imagen digital

En la figura 12 muestra el diagrama de detección de bordes dentro del prototipo la cual inicia desde la detección de bordes luego de realizar el anterior paso encuentra el centro del círculo para posteriormente encontrar el radio del mismo, en caso de que el prototipo encuentre el círculo y el radio quiere decir que existe un círculo para contarlos, caso contrario de que no encuentre el centro o el radio vuelve a realizar la búsqueda porque no existe círculo

4.6.3.1.3. Diagrama de flujo transformada de Hough

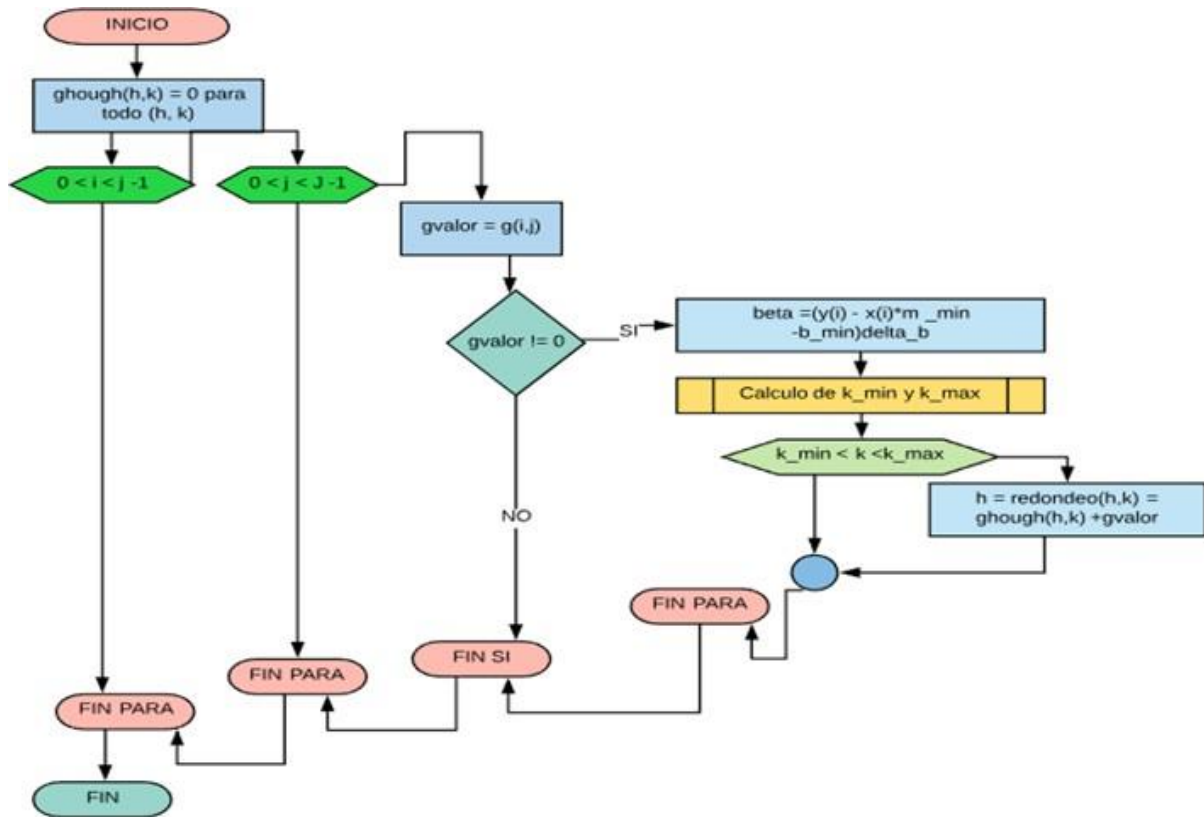


Figura 13 Transformada de Hough

En la figura 13 muestra el diagrama de flujo de la transformada de Hough la cual trata la imagen dividiendo en filas y columnas para empezar con la segmentación, la transformada de Hough trabaja con un mínimo y máximo de radio y de esta manera detecte los círculos para posteriormente realizar el conteo correspondiente, en caso de que no de los valores apropiados el prototipo no realizar la segmentación y por consiguiente no mostrara datos.

4.6.3.1.4. Diagrama de flujo del prototipo

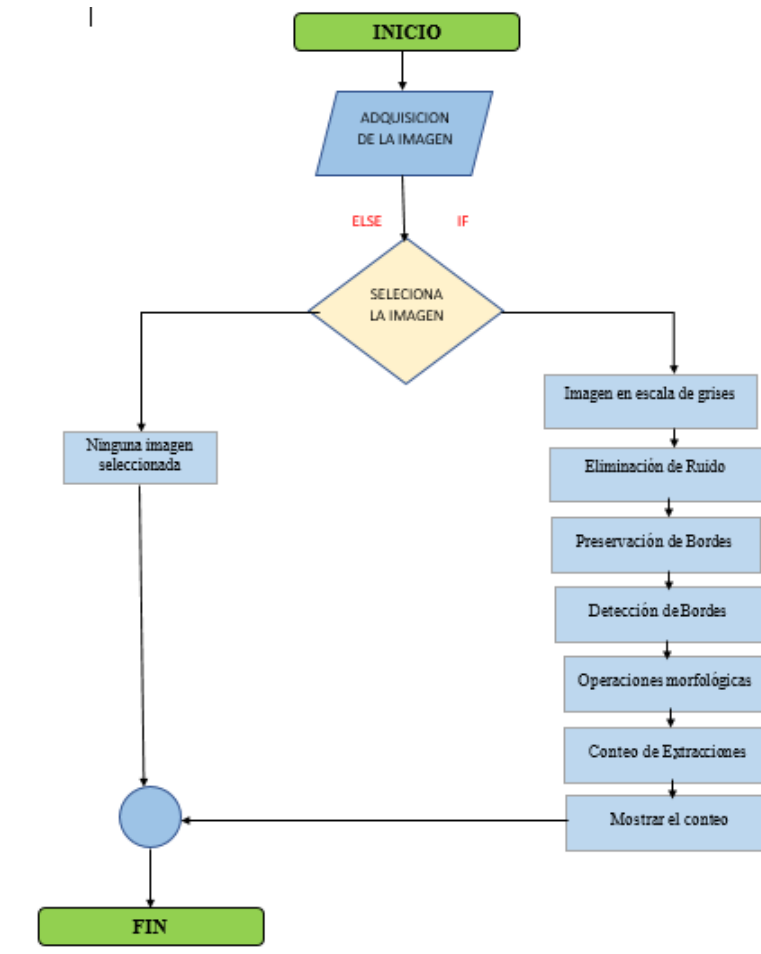


Figura 14 Diagrama de flujo prototipo

En la figura 14 muestra el diagrama del prototipo el cual empieza con la adquisición de la imagen seguida de dos sentencias if y else las cuales en caso de cargar la imagen al prototipo el prototipo seguirá las diferentes etapas las cuales empieza con tratar la imagen en escala de grises seguido de la eliminación del ruido, preservación de bordes, detección de bordes, operaciones morfológicas, conteo de extracciones y finalizando con el conteo de glóbulos rojos en caso de que no cargue ninguna imagen el prototipo no correrá ningún proceso.

4.6.3.1.5. *Diagrama de procesos.* En el diagrama de procesos se muestra cada una de las actividades que se realizara en el proceso actual y el propuesto en caso del actual se da a conocer cada actividad que realizara el personal del laboratorio al igual que la condición en caso de que no se cumpla la actividad correspondiente

Con lo que respecta al proceso propuesto se sustituirá las actividades para el laboratorista ya que manejará el prototipo que realizará la cuantificación y detección de anomalías en los glóbulos rojos.

Diagrama del proceso actual en el laboratorio clínico “Integral”

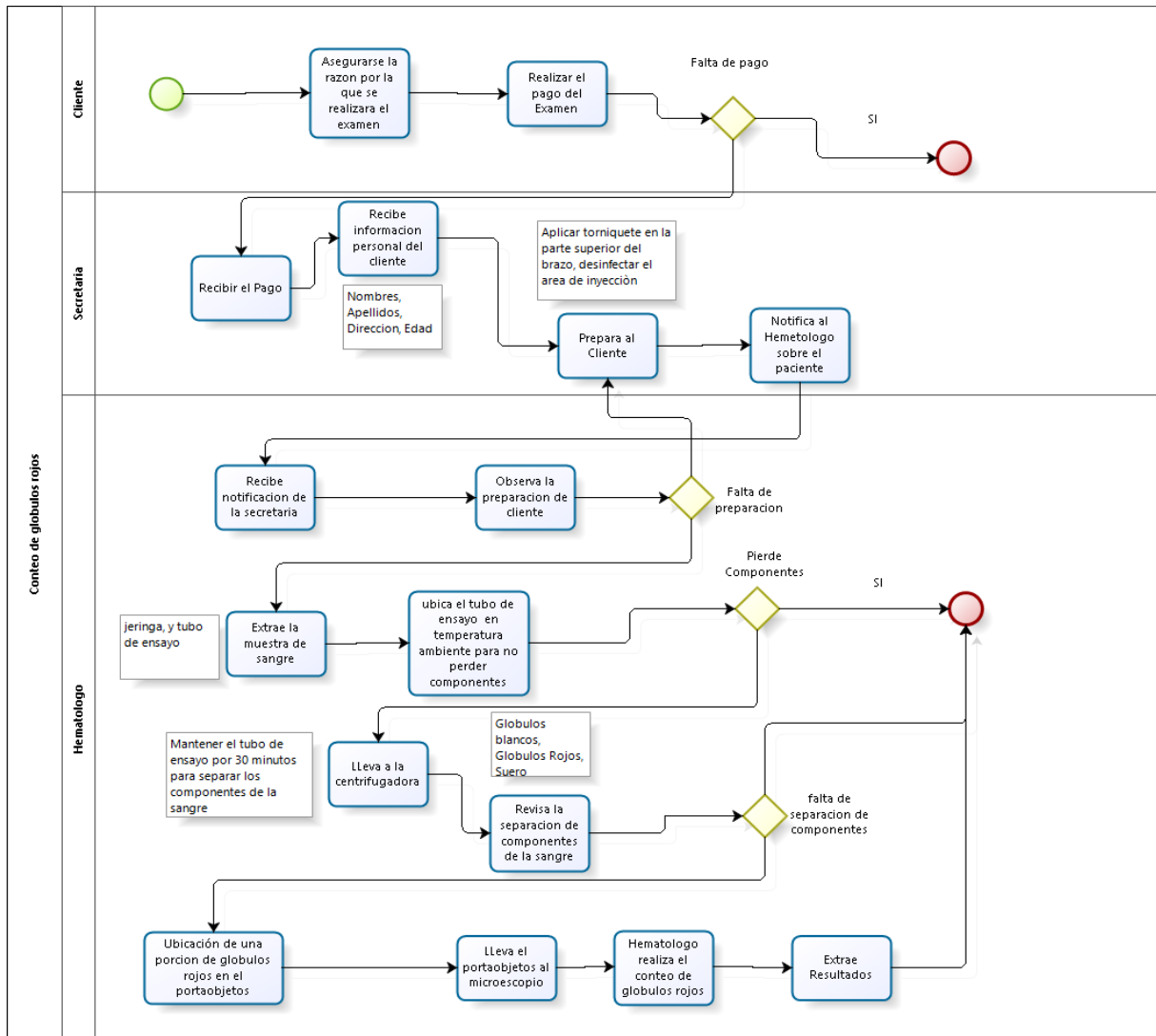


Figura 15 Diagrama proceso manual en la cuantificación y detección de anomalías en los glóbulos rojos

Diagrama del proceso propuesto en la cuantificación y detección de anomalías de glóbulos rojos en el laboratorio clínico “Integral”

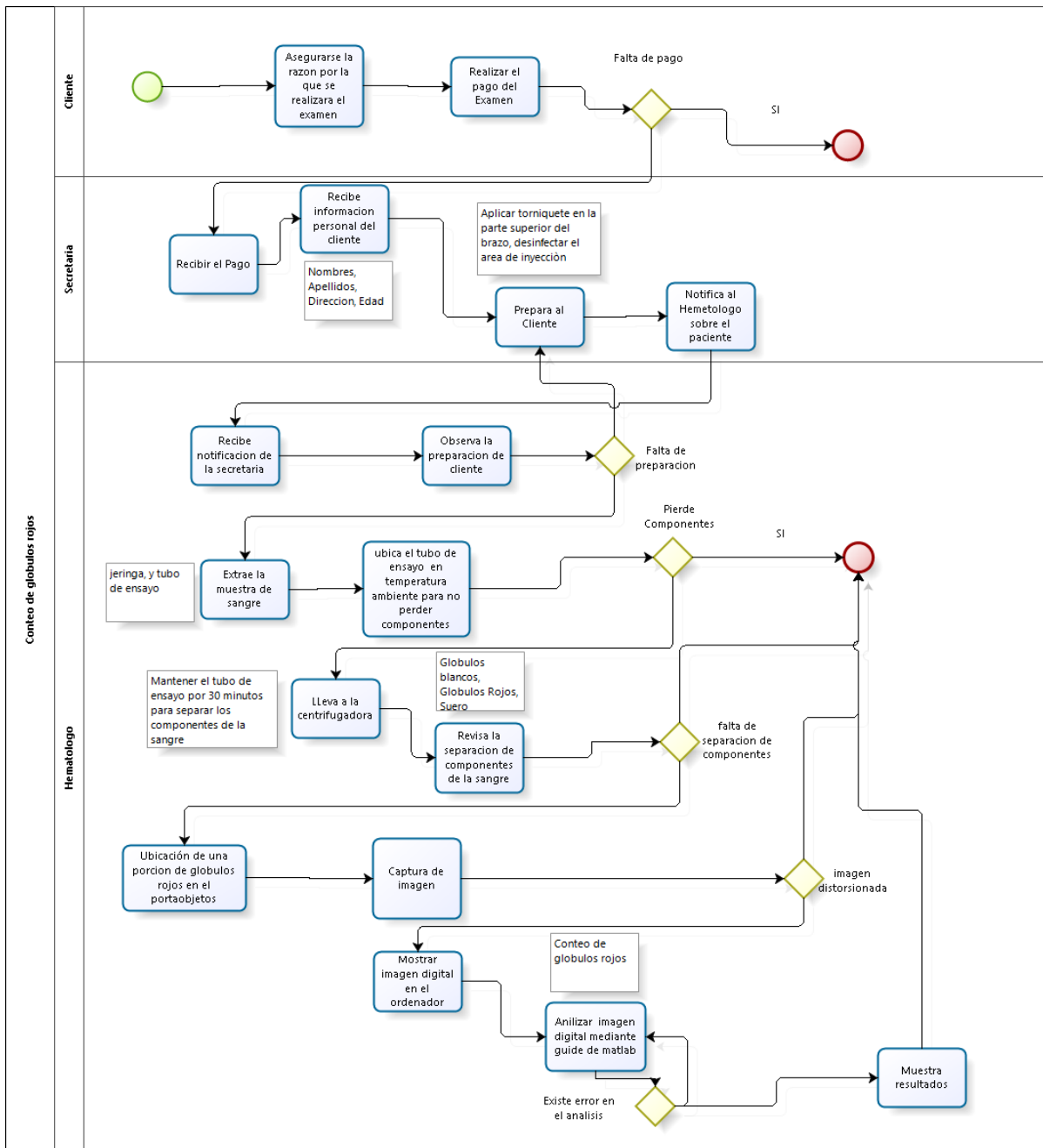


Figura 16 Diagrama de Proceso propuesto para la cuantificación y detección de anomalías en los glóbulos rojos.

4.6.4. Metodología de desarrollo

4.6.4.1. Metodología ágil. Las metodologías ágiles son flexibles, pueden ser modificadas para que se ajusten a la realidad de cada equipo y proyecto gracias a que se subdividen en proyectos más pequeños mediante una lista ordenada de características por lo tanto cada proyecto es tratado de manera independiente y desarrolla un subconjunto de características durante un periodo de tiempo corto, de entre dos y seis semanas por otra parte la comunicación con el cliente es constante al punto de requerir un representante de él durante el desarrollo, las características que presentan los proyectos que trabajan con XP tiene un alto nivel colaborativo y son adaptables a los cambios en cuanto a los requerimientos, al igual que las entregas constantes al cliente y la retroalimentación por parte de él (Navarro, Fernández y Morales, 2018).

La metodología que se aplicó en este proyecto de investigación fue Extreme Programming (XP) considerando que las características que componen a la metodología indicada se adaptan al proyecto que se llevó a cabo.

4.6.4.2. Extreme Programming (XP). XP es una metodología ágil desarrollada por Kent Beck buscando guiar equipos de desarrollo de software pequeños o medianos, entre dos y diez desarrolladores así mismo permite trabajar en ambientes de requerimientos cambiantes, XP trabaja con cinco valores importantes para lograr el objetivo del proyecto: Simplicidad, Comunicación, Retroalimentación, Respeto y Coraje siendo la base para la definición de sus principios, los valores con más importancia dentro de la metodología son: la retroalimentación rápida, asumir simplicidad, el cambio incremental, la aceptación del cambio y el trabajo de calidad (Navarro, Fernández y Morales, 2013). En el proyecto se trabajó con XP ya que permite trabajar en pequeños grupos de trabajo al igual que se acopló a las características que se requería para alcanzar el objetivo del proyecto.

Por otra parte. Naranjo (2016) Agrega que es una metodología que promueve las relaciones interpersonales siendo un punto clave para obtener éxito en el desarrollo del software y va orientado a la disminución de tiempo y costos, XP se basa en la comunicación continua entre el cliente y el equipo de desarrollo, esta metodología trabaja con un factor importante dentro del proyecto conocido como coraje el cuál es necesario para enfrentar los cambios, XP se adapta para proyectos con requisitos cambiantes, y donde existe un alto riesgo técnico (p.20).

El ciclo de vida de la metodología Extreme Programming consta de 4 Fases:

- Planificación
- Diseño
- Codificación
- Pruebas

4.6.4.2.1. Planificación

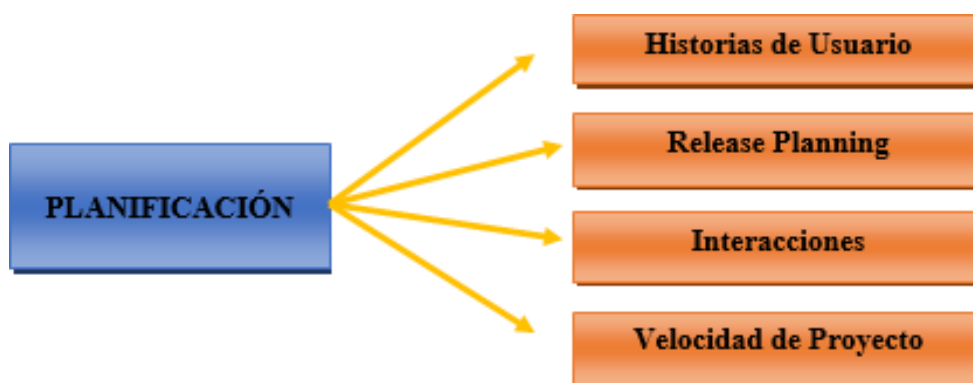


Figura 17: Fases de la planificación metodología XP

En la fase de planificación se recopiló los requerimientos respectivos, consecuencia de la entrevista que se realizó en el primer encuentro con el hematólogo del laboratorio como consecuencia de esto se planificó las diferentes fases de la metodología XP con el motivo de alcanzar los objetivos finales, con respecto a la etapa de planificación se conoció las fases que la complementan y cuál es su rol dentro del proyecto .

4.6.4.2.2. *Historias de Usuario.* Las historias de usuario tienen como finalidad levantar requerimientos en el laboratorio llevando un lenguaje no técnico y con información relevante del proyecto, cuenta con 3 o 4 líneas de información, no describe posibles algoritmos al igual que no posee base de datos su principal función se enfoca en estimar los tiempos de desarrollo de cada avance de la aplicación que se necesita, también se las utiliza como fase de pruebas para verificar si la aplicación cumple con la información que tiene la historia de usuario, cabe destacar que las historias de usuario cuentan con un tiempo de 1 y 3 semanas para su implementación.

4.6.4.2.3. *Release Planning*. Es la planificación que se determinó en la entrevista con el hematólogo del laboratorio, en la cual se determinó el tiempo de implementación de las historias de usuario, la prioridad que tuvieron según el riesgo de programación e importancia dentro del laboratorio, de igual manera se determinó el número de historias de usuario que se aplicó en el transcurso del proyecto de investigación.

4.6.4.2.4. *Interacciones*. Las interacciones se las aplicó en cada reunión establecida con el hematólogo para la revisión y aprobación de cada historia de usuario que se cumplía en el transcurso el proyecto de investigación.

4.6.4.3. Velocidad del Proyecto. La velocidad del proyecto se determinó de acuerdo al número de historias de usuario que se obtuvieron en el proyecto de investigación, otro factor fundamental para determinar el tiempo en el desarrollo fueron las semanas que se aplicaron en cada historia de usuarios.

4.6.5. *Desarrollo del prototipo*

En esta fase se explica las diferentes tareas para el desarrollo del prototipo, explicando paso a paso su funcionalidad generando el conocimiento del desarrollo detrás del prototipo terminado, mostrando las diferentes fórmulas matemáticas y las gráficas correspondientes para la cuantificación y detección de alteraciones morfológicas en los glóbulos rojos, a continuación, se muestra los pasos que se omiten en el prototipo terminado.

4.6.5.1. Imágenes RGB (RED, GREEN, BLUE). Las imágenes RGB o de color verdadero se representan como matrices tridimensionales los cuales tienen 3 valores numéricos para cada pixel, rojo, verde y azul como lo muestra la figura 18 la idea en este trabajo de investigación es poder utilizar una imagen de entrada en escala de grises para realizar la Binarización y poder ser analizada.

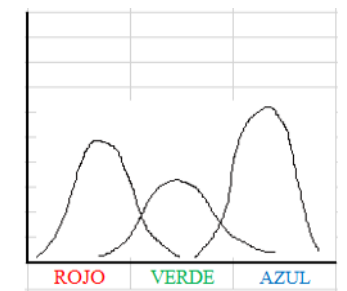


Figura 18 Imagen RGB

4.6.5.2. Preprocesado. Conversión de una imagen RGB a escala de grises. Para poder realizar la conversión de una imagen RGB a escala de grises se utiliza la siguiente función la cual convierte en escala de grises eliminando la matiz y saturación mientras se conserva la luminancia.

En la figura 19 se observa una imagen RGB convertida a escala de grises.

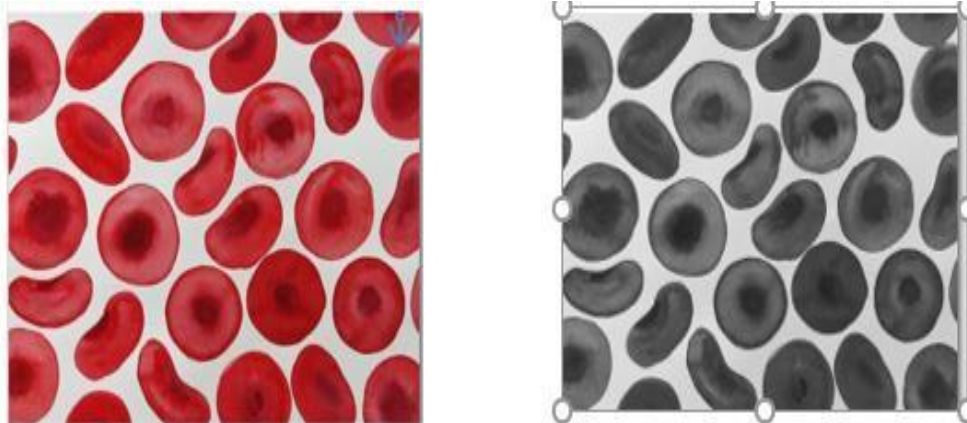


Figura 19 Conversión de imagen RGB escala de grises

4.6.5.3. Segmentación de la imagen médica. La finalidad de esta etapa consiste en extraer información de la imagen médica dividiéndola en partes u objetos para poder determinar en este caso los bordes y la forma de los glóbulos rojos.

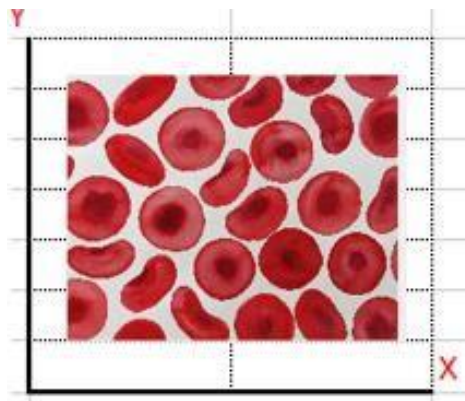


Figura 20 Segmentación de imagen

Posteriormente luego de hacer la división de la imagen digital se procede aplicar el algoritmo de la Transformada de Hough el cual será útil para detectar formas geométricas, como por ejemplo círculos, elipses, así como también formas más complejas como se muestra en la figura 21

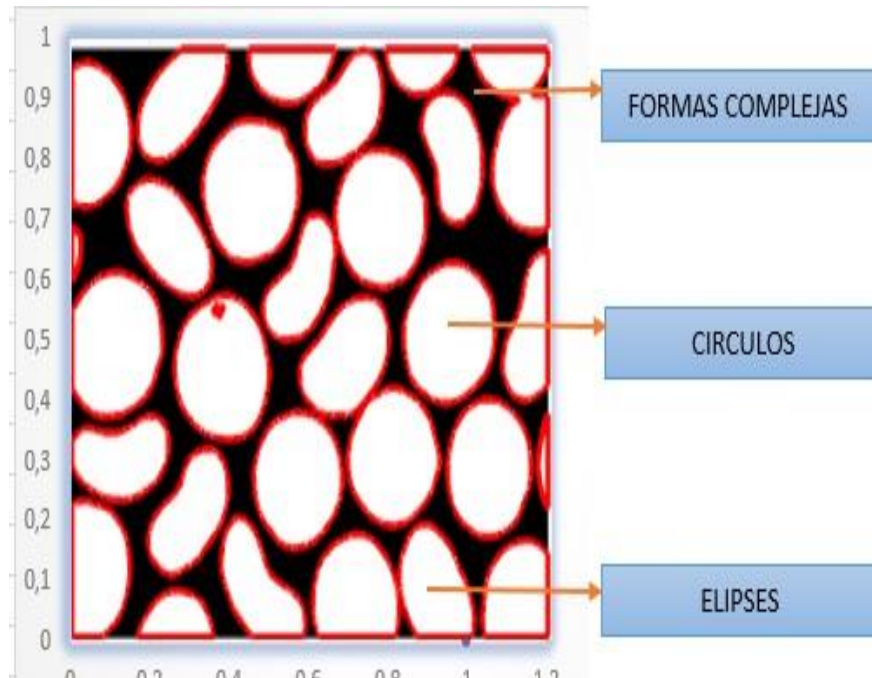


Figura 21 Formas geométricas de la imagen

4.6.5.4. Detección de los glóbulos rojos presentes en la imagen digital. Como primer paso para aplicar la Transformada de Hough se hace uso de la siguiente expresión matemática la cual define una circunferencia.

$$(x - cx)^2 + (y - cy)^2 = r^2$$

r: Es el radio de la circunferencia.

cx: coordenada en eje x del centro de la circunferencia.

cy: coordenada en eje y del centro de la circunferencia.

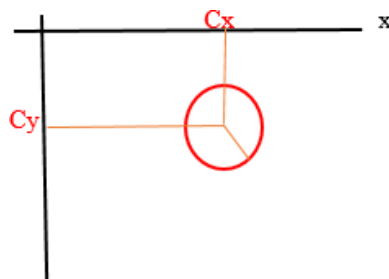


Figura 22 Detección de glóbulos rojos

Segundo paso, para encontrar circunferencias usando la Transformada de Hough se hará uso de un acumulador de tres dimensiones ya que con esto se obtendrá tanto el radio y el centro de la circunferencia.

Conociendo que la Transformada de Hough hace uso de estos acumuladores, el algoritmo para realizar este procedimiento quedaría de la siguiente manera.

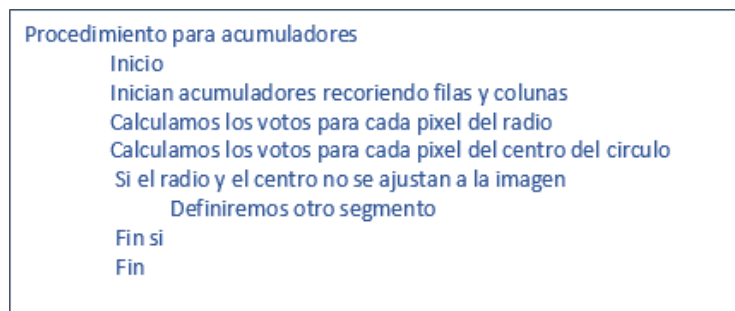


Figura 23 Procedimiento de acumuladores

La figura 24 se puede observar el diagrama de flujo del algoritmo anterior.

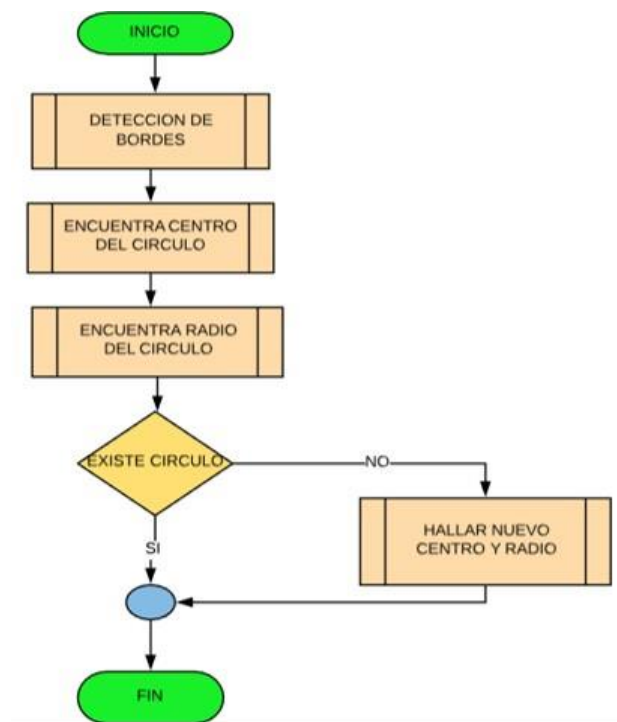


Figura 24 Diagrama de flujo para el conteo de acumuladores

Luego se crea la matriz definiendo el número de filas y columnas que es igual al tamaño de la imagen para encontrar los centros del acumulador ex cy.

$$[\square \square \square \square, \square \square \square \square \square \square] = \square \square \square \square (\square \square);$$

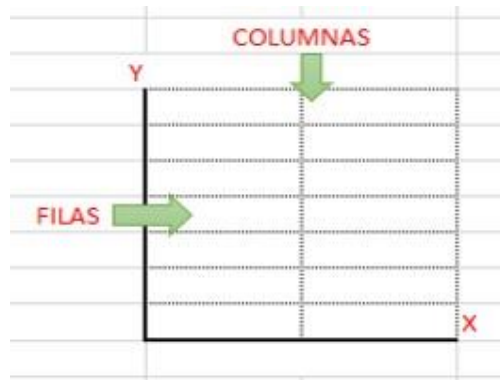


Figura 25 Definición de filas y columnas

Luego de haber creado la matriz se busca las cordenasas de los pixeles de cada borde como se muestra en la figura 26.

$$[\square \square \square \square, \square \square \square \square \square \square] = \square \square \square \square (\square \square_{\square \square} == \square \square \square);$$

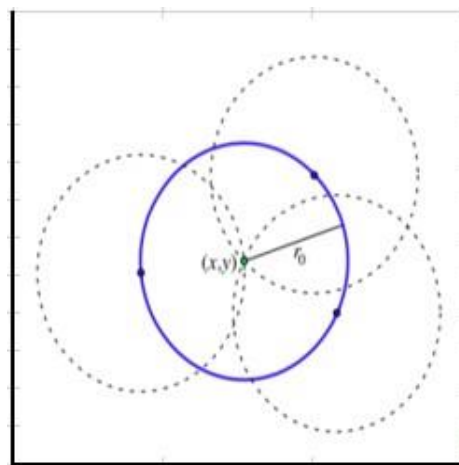


Figura 26 Coordenadas de pixeles

Posteriormente luego de haber encontrado las coordenadas de los pixeles se calcula cada uno de los votos por cada pixel del centro del circulo utilizando el siguiente acumulador que recorrerá el número de filas y columnas, así como también se aplica distintas funciones matemáticas del seno y el coseno de la tangente.

$$\square \square \square \square = \square : \square \square \square \square (\square \square \square \square, \square);$$

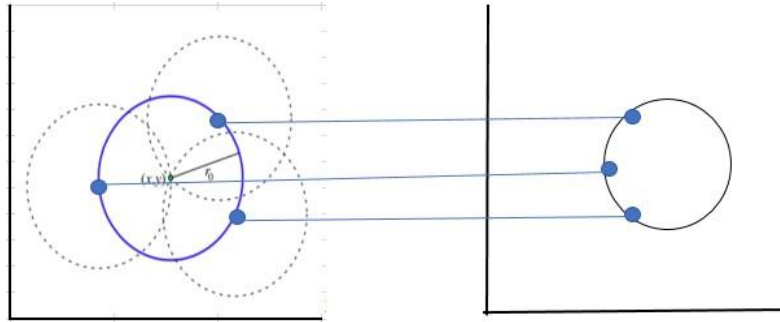


Figura 27 Cálculo de votos por pixel

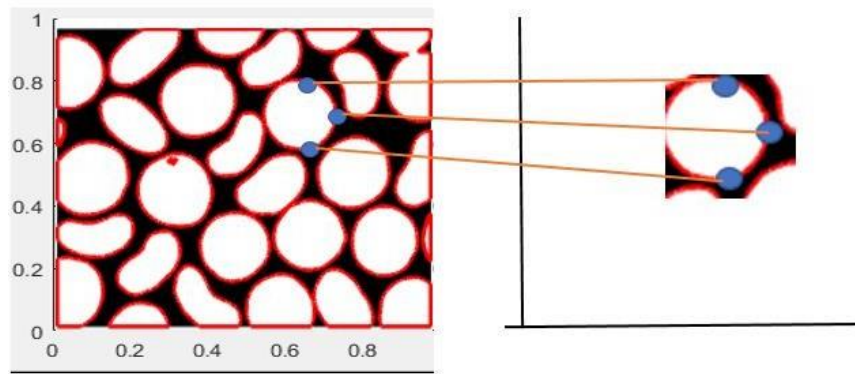


Figura 28 Cálculo de votos glóbulos rojos

4.6.5. Mejora para el cálculo de votos. También para realizar una mejora en el proceso de los votos es necesario conocer la gradiente de color en cada punto de contorno para poder restringir las votaciones a circunferencias que únicamente tengan su centro en la dirección del gradiente y de esta manera poder ahorrar un gran tiempo de cálculo.

La ecuación que se aplica para este tipo de mejora es la siguiente:

$$(\frac{\partial I}{\partial x} - \frac{\partial I}{\partial x} + \frac{\partial I}{\partial x} + \frac{\partial I}{\partial x})^2 + (\frac{\partial I}{\partial y} - \frac{\partial I}{\partial y} + \frac{\partial I}{\partial y} + \frac{\partial I}{\partial y})^2 = \frac{\partial I}{\partial x} + \frac{\partial I}{\partial y} + \frac{\partial I}{\partial x} + \frac{\partial I}{\partial y}$$

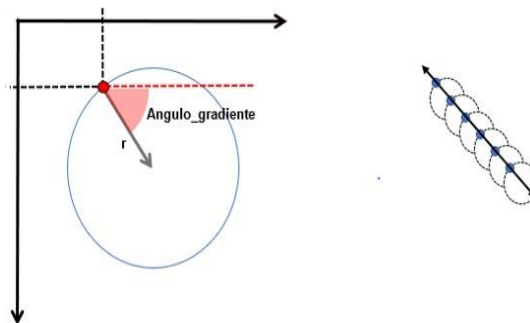


Figura 29 Dirección de la Gradiente

4.6.5.6. Reconocimiento e Interpretación. Es la última etapa del procesamiento de imágenes digitales el cual consiste en realizar el reconocimiento mediante patrones teniendo en cuenta como principales características el color y la forma de los glóbulos rojos, para ello se utilizó la siguiente función.

$$g(x,y) = T[f(x,y)]$$

Esta función conjuntamente con la Transformada de Hough es la que nos permite encontrar los glóbulos rojos presentes en las imágenes digitales donde $f(x,y)$ es la imagen de entrada, $g(x,y)$ es la imagen segmentada o resultante, y T es un operador o transformada que se aplica a la imagen recorriendo sobre todos los píxeles vecinos de $f(x,y)$ como se muestra en la figura 30

$$g(x,y) = T[f(x,y)]$$

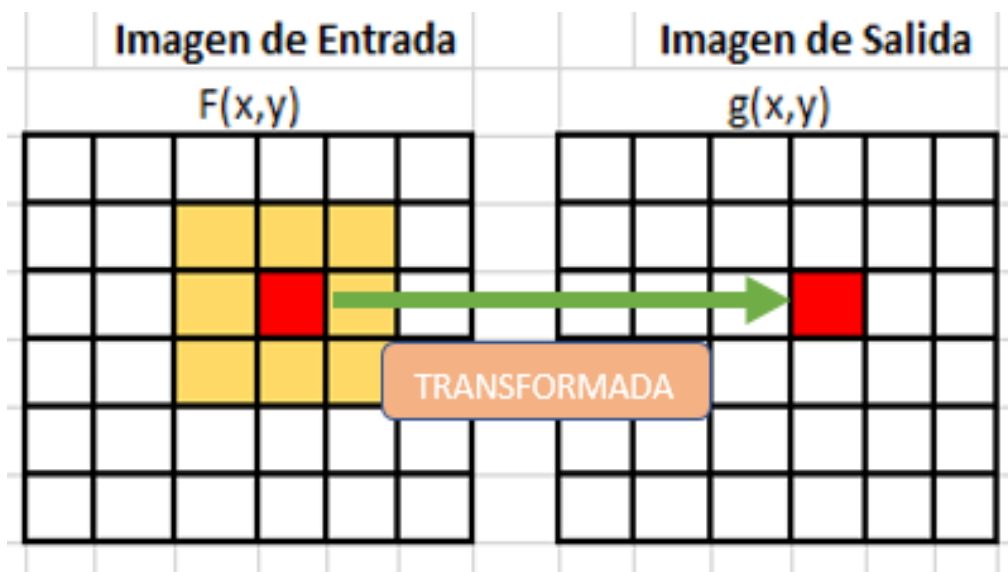


Figura 30 Imagen de entrada y de salida

4.6.5.7. Transformación espacial de una imagen. Luego de tener una imagen de entrada $f(x,y)$ en escala de grises se realiza la binarización que es una técnica usada dentro del procesamiento de imágenes digitales para reducir la imagen únicamente a dos valores 0 (negro) y 255 (blanco), dentro de esta etapa es donde comparamos cada píxel de la imagen con un determinado umbral.

La imagen binarizada es una matriz G^* compuesta por i, j filas y columnas que está dado por la siguiente ecuación.

$$\begin{aligned} \square \square, \square = \square \square \square; \square \square \square \square, \square > \square, \square; \\ \square \square \square \square, \square < \square \end{aligned}$$

En la figura 31 podemos observar la binarización de las dos imágenes digitales de glóbulos rojos.

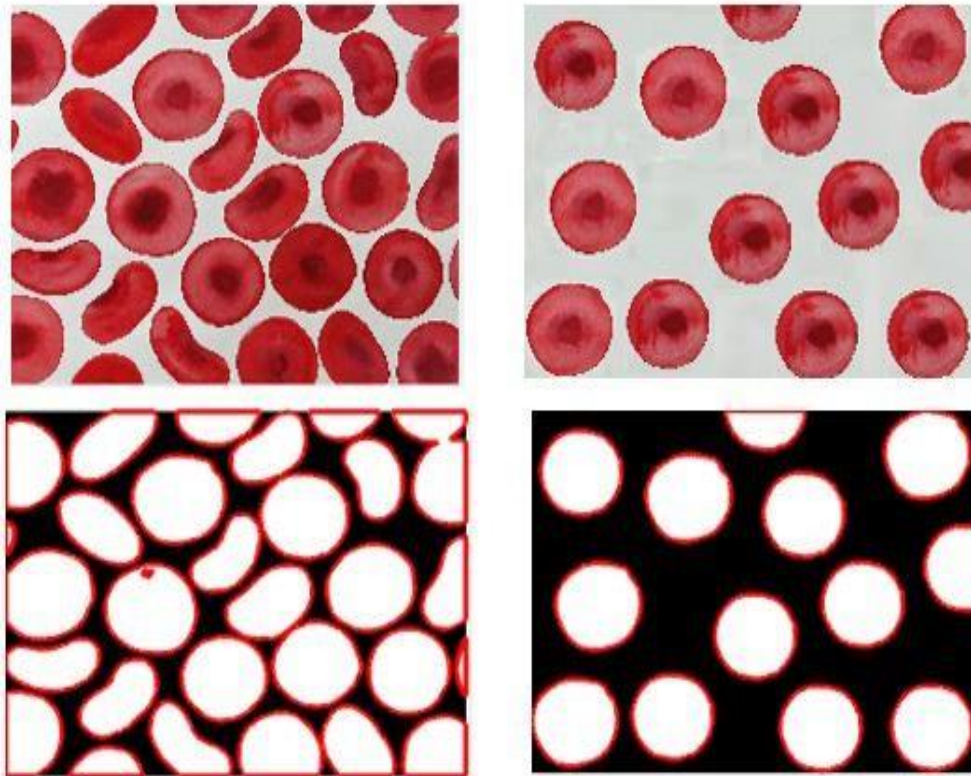


Figura 31 Binarización de imagen

4.6.5.8. Descriptores Geométricos. Estos descriptores geométricos son los que permiten cuantificar las diferentes formas geométricas presentes en un objeto.

4.6.5.8.1. *Área.* En la imagen digital el área está dada por el número de píxeles en blanco que representa el mismo de una imagen de entrada.

$$\square = \sum \square = \square, \sum \square = \square \square (\square, \square)$$

En la figura 32 se puede observar una matriz en donde indica el área de un pixel

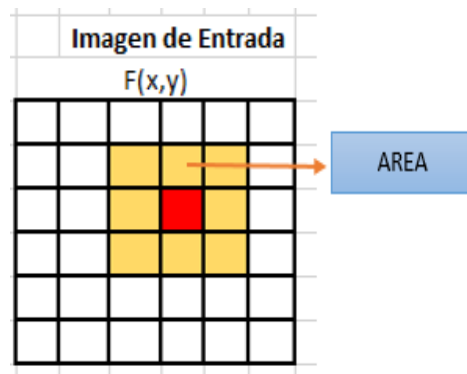


Figura 32 Área de pixel

4.6.5.8.2. *Circularidad*. El sector de circularidad es delimitado por dos radios r y un arco de circunferencia P, de tal manera que la circularidad viene dada por los coeficientes del área y el perímetro como se muestra en la figura 33.

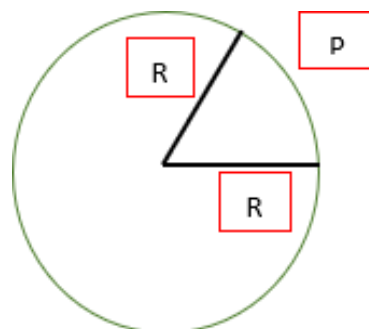


Figura 33 Circularidad

La expresión matemática para definir la circularidad es la siguiente

$$\frac{\text{Área del sector}}{\text{Perímetro del sector}} = \frac{R^2 \cdot \theta}{2R\theta} = \frac{R}{2}$$

Conocido los diferentes procedimientos para la cuantificación y detección de anomalías de glóbulos rojos se presenta el prototipo terminado desarrollado con la adquisición de hardware correspondiente, el hardware debe manejarse con las especificaciones que se plantearon en la adquisición de recursos.

Para el desarrollo del prototipo se centró en el lenguaje de programación Matlab, este programa es muy utilizado en el campo de la medicina gracias a su gran variedad de herramientas que ayudan al manejo de imágenes digitales, mejorando procesos manuales en las diferentes áreas de la medicina en este caso la cuantificación y detección de anomalías de los glóbulos rojos.

A continuación se muestra las correspondientes interfaces del prototipo terminado con su descripción sobre el manejo del mismo:

En la figura 34 muestra la pantalla donde podemos ver las dos funcionalidades del prototipo para realizar el conteo y la detección de anomalías en los glóbulos rojos:

- **Detección de Glóbulos Rojos:** Esta primera función realizara el proceso de detectar todos los glóbulos rojos presentes en la imagen digital.
- **Conteo de Glóbulos Rojos:** Esta segunda función realizara el proceso de contar cada uno de los glóbulos rojos y darnos un número exacto.



Figura 34 Pantalla de Inicio del Prototipo

En la Figura 35 muestra la ventana que realizará el proceso de la detección de glóbulos rojos la cual consta de 4 partes principales:

- **Seleccione imagen:** Permite seleccionar una imagen digital en formato JPG del repositorio correspondiente.
- **Detección:** Se encargará de realizar el procedimiento respectivo para detectar la presencia de glóbulos rojos en dicha imagen digital seleccionada anteriormente, donde deberá indicar su respectivo radio.
- **Eliminar imagen:** Permite eliminar una imagen presente en la ventana para tomar una siguiente imagen digital para ser analizada.
- **Regresar:** Permite regresar a la ventana principal donde se encuentran las 2 funciones presentes.



Figura 35 Pantalla de la detección de glóbulos rojos



Figura 36 Pantalla definición de mínimo y máximo del radio

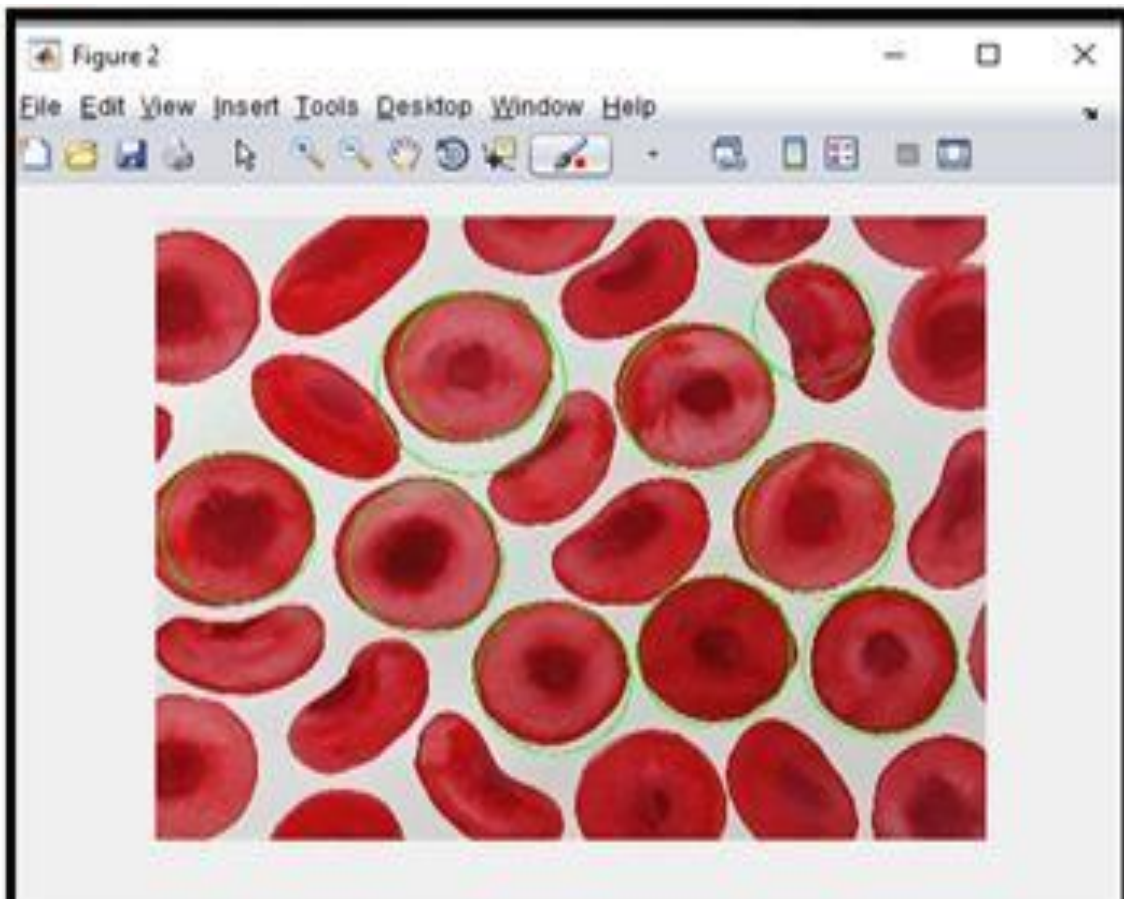


Figura 37 Pantalla detección de bordes

En este caso aplicando la ecuación el resultado del total de glóbulos rojos es de:

$$\begin{array}{r}
 \square\square\square * \square\square * \\
 \square\square\square * \square = \\
 \hline
 \begin{array}{r}
 \square. \\
 \square\square\square. \\
 \square\square\square \\
 \square\square\square
 \end{array}
 \end{array}$$



Figura 39 Pantalla del conteo de glóbulos rojos del paciente Juan Villota

En la figura 40 se aprecia la interfaz de la base de datos donde se guardará cada registro de los pacientes que acudan al laboratorio clínico Integral, la pantalla mostrará el número de cedula, el nombre del paciente, los apellidos, el género, el total de glóbulos rojos y en la parte derecha la imagen de la respectiva muestra, en este caso el registro pertenece al paciente Juan Villota.



Figura 40 Registro paciente Juan Villota

En la figura 41 se observa el conteo de glóbulos rojos del paciente Alonso Romero con un total de 73 glóbulos rojos de acuerdo con la imagen microscópica que se capturo de igual manera aplicando la ecuación el resultado sería de:

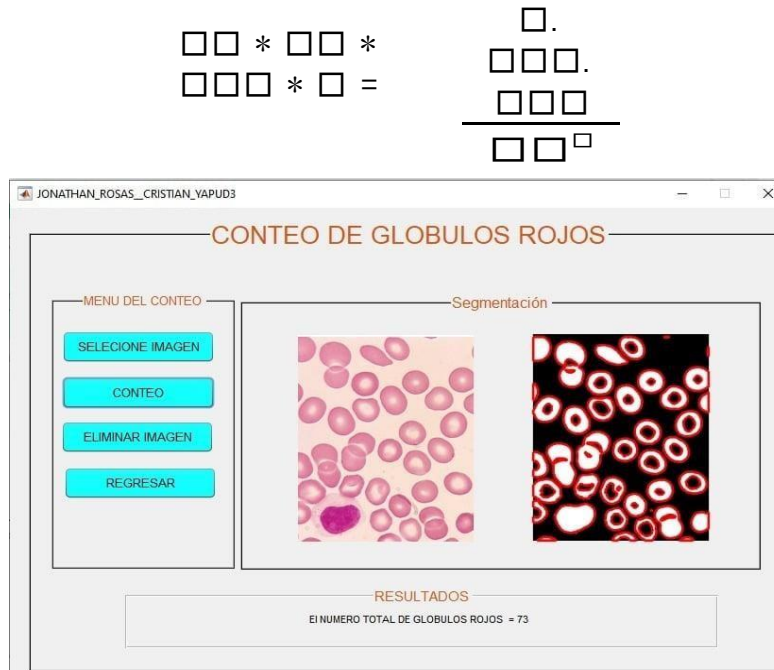


Figura 41 Pantalla del conteo de glóbulos rojos del paciente Alonso Romero

En la figura 42 se observa el registro del paciente Alonso Romero



Figura 42 Registro paciente Alonso Romero

En la figura 43 se aprecia el conteo de glóbulos rojos del paciente Jorge Cando, en la cual muestra el resultado de 117 glóbulos rojos contabilizados por el prototipo aplicando la ecuación el resultado sería:

$$\begin{array}{r}
 \square\square\square * \square\square * \\
 \square\square\square * \square = \\
 \hline
 \square. \\
 \square\square\square. \\
 \square\square\square \\
 \square\square\square
 \end{array}$$

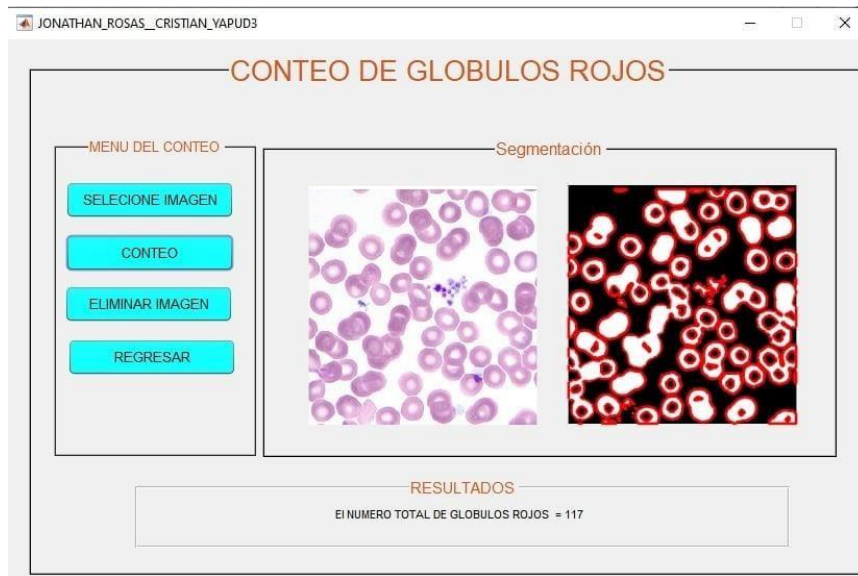


Figura 43 Pantalla del conteo de glóbulos rojos del paciente Jorge Cando

En la figura 44 muestra el registro del paciente Jorge Cando con la respectiva muestra sanguínea



Figura 44 Registro Paciente Jorge Cando

En la figura 45 se observa el conteo de glóbulos rojos de la paciente María Yandún, con un total de 83 glóbulos rojos según el resultado del aplicativo aplicando la ecuación el resultado sería de:

$$\begin{array}{r} \square\square * \square\square * \\ \square\square\square * \square = \end{array} \quad \begin{array}{r} \square. \\ \square\square\square. \\ \square\square\square \\ \hline \square\square\square \end{array}$$



Figura 45 Pantalla del conteo de glóbulos rojos de la paciente María Yandún

En la figura 46 se observa el registro pertinente de la paciente María Yandún con su respectiva muestra sanguínea.



Figura 46 Registro paciente María Yandún

En la figura 47 se muestra el conteo de glóbulos rojos de la paciente Luisa López con un total de 65 glóbulos rojos de acuerdo con el prototipo desarrollado, aplicando la ecuación el resultado sería de:

$$\begin{array}{r} \square\square * \square\square * \\ \square\square\square * \square = \end{array} \quad \begin{array}{r} \square. \\ \square\square\square. \\ \square\square\square \\ \hline \square\square\square \end{array}$$

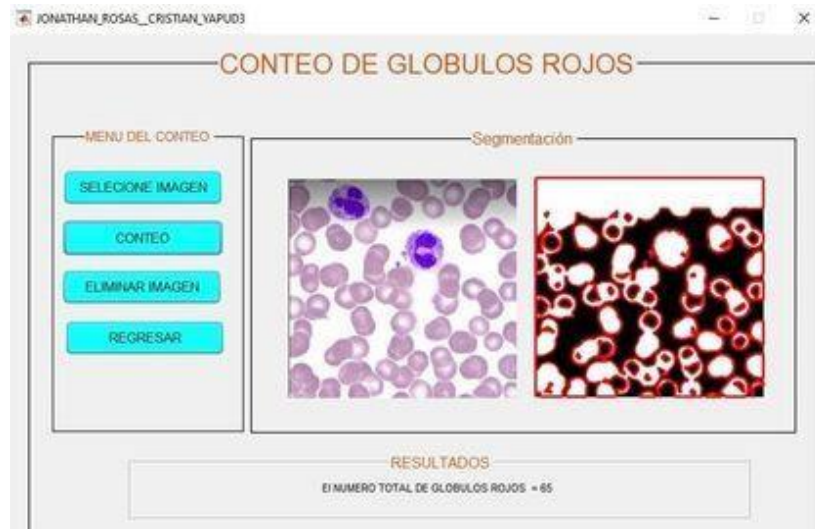


Figura 47 Pantalla del conteo de glóbulos rojos de la paciente Luisa López

En la figura 48 se aprecia el registro pertinente de la paciente Luisa López con su respectiva captura microscópica en la parte derecha.



Figura 48 Registro paciente Luisa López

En la figura 49 se muestra el conteo de glóbulos rojos del paciente Juan Beltrán con un total de 163 glóbulos rojos de acuerdo con el prototipo desarrollado, aplicando la ecuación el resultado sería de:

$$\begin{array}{r} \square\square\square * \square\square * \\ \square\square\square * \square = \end{array} \quad \begin{array}{r} \square. \\ \square\square\square. \\ \square\square\square \\ \hline \square\square\square \\ \square\square\square \end{array}$$

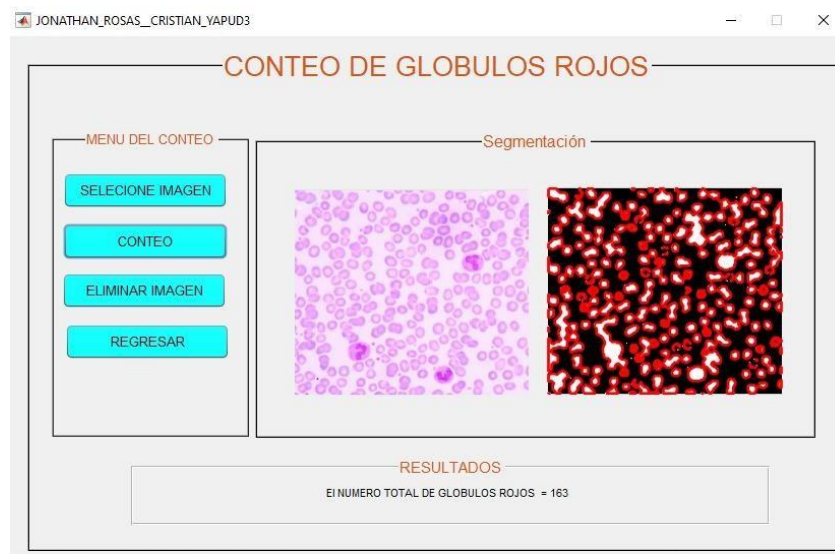


Figura 49 Pantalla del conteo de glóbulos rojos del paciente Juan Beltrán

En la figura 50 se aprecia el registro pertinente del paciente Juan Beltrán con su respectiva captura microscópica en la parte derecha.

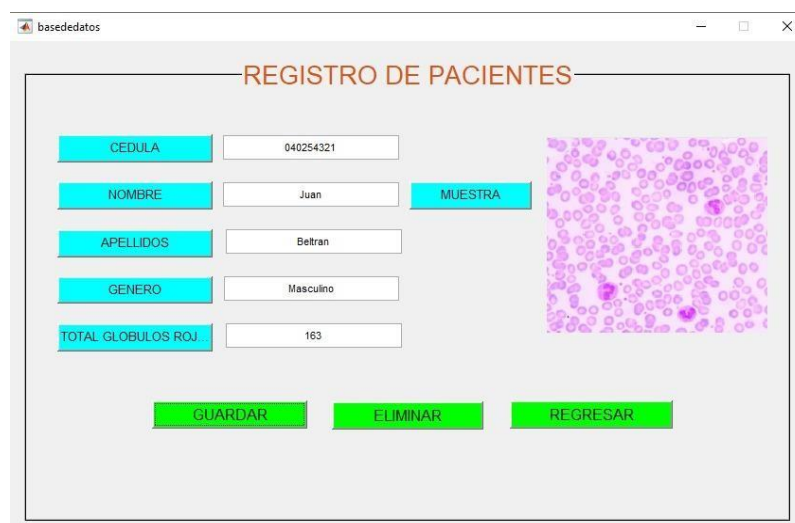


Figura 50 Registro paciente Juan Beltrán

En la figura 51 se muestra el conteo de glóbulos rojos del paciente Dilan Yépez con un total de 84 glóbulos rojos de acuerdo con el prototipo desarrollado, aplicando la ecuación el resultado sería de:

$$\begin{array}{r} \square\square * \square\square * \\ \square\square\square * \square = \end{array} \quad \begin{array}{r} \square. \\ \square\square\square. \\ \hline \square\square\square \\ \square\square\square \end{array}$$

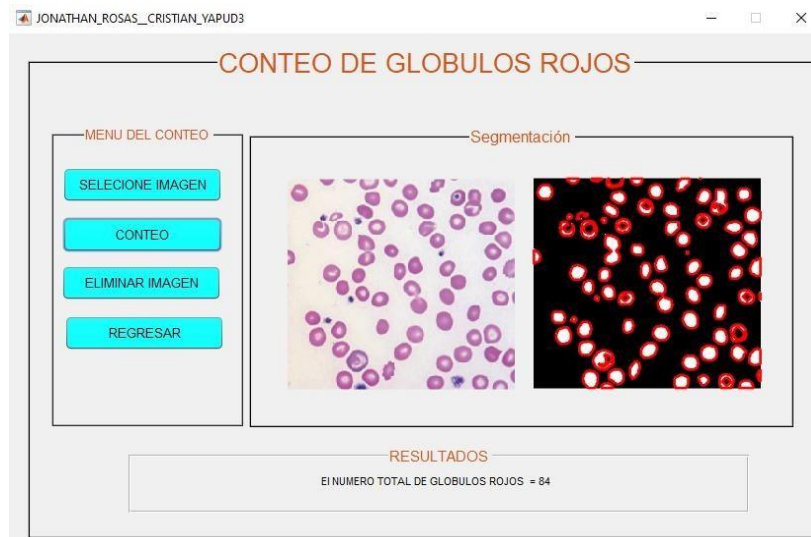


Figura 51 Pantalla del conteo de glóbulos rojos del paciente Dilan Yépez

En la figura 52 se aprecia el registro pertinente del paciente Dilan Yépez con su respectiva captura microscópica en la parte derecha.

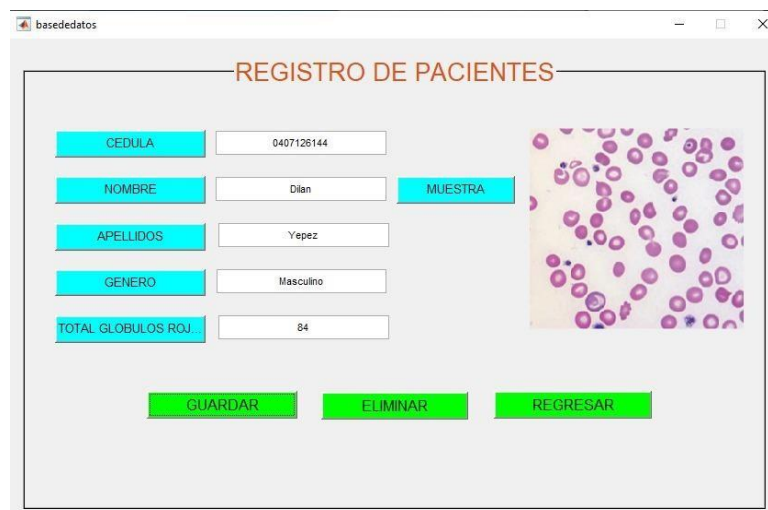


Figura 52 Registro Paciente Dilan Yépez

En la figura 53 se muestra el conteo de glóbulos rojos de la paciente Johana Peña con un total de 114 glóbulos rojos de acuerdo con el prototipo desarrollado, aplicando la ecuación el resultado sería de:

$$\begin{array}{r} \square\square\square * \square\square * \\ \square\square\square * \square = \end{array} \quad \begin{array}{r} \square. \\ \square\square\square. \\ \square\square\square \\ \hline \square\square\square \end{array}$$

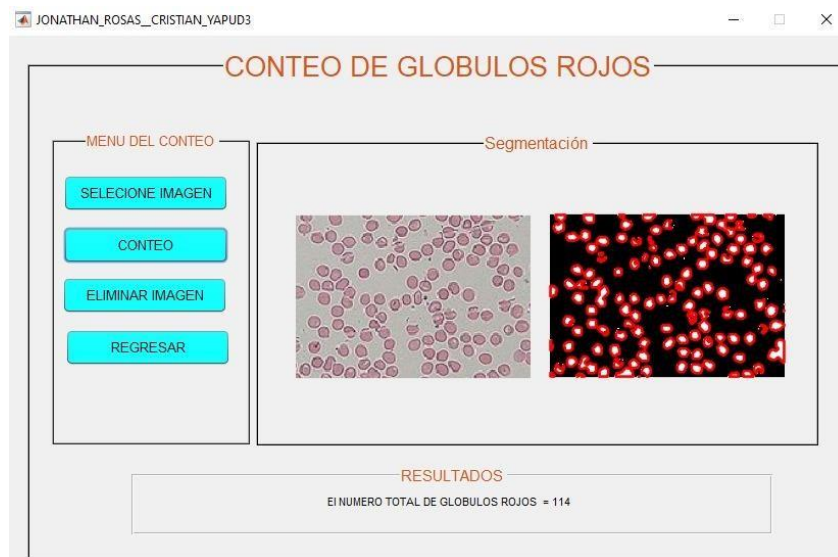


Figura 53 Pantalla del conteo de glóbulos rojos de la paciente Johana Peña

En la figura 54 se aprecia el registro pertinente de la paciente Johana Peña con su respectiva captura microscópica en la parte derecha.

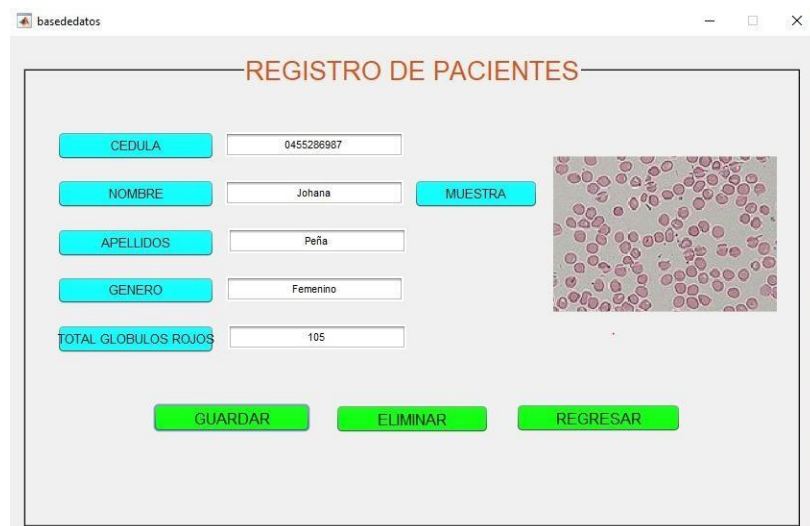


Figura 54 Registro paciente Johana Peña

En la figura 55 se muestra el conteo de glóbulos rojos del paciente Diego Almeida con un total de 184 glóbulos rojos de acuerdo con el prototipo desarrollado, aplicando la ecuación el resultado sería de:

$$\begin{array}{r}
 \square\square\square * \square\square * \\
 \square\square\square * \square = \\
 \hline
 \begin{array}{r}
 \square. \\
 \square\square\square. \\
 \square\square\square \\
 \square\square\square
 \end{array}
 \end{array}$$

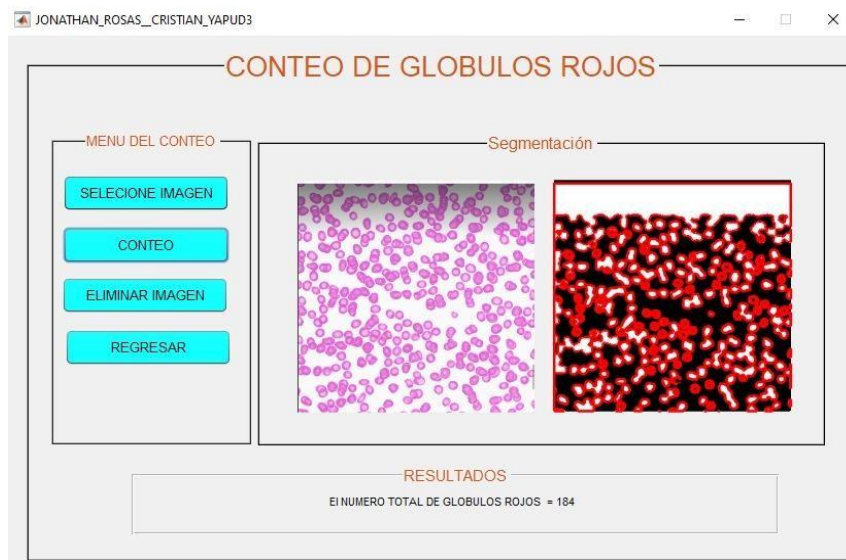


Figura 55 Pantalla de conteo de glóbulos rojos del paciente Diego Almeida

En la figura 56 se aprecia el registro pertinente del paciente Diego Almeida con su respectiva captura microscópica en la parte derecha.



Figura 56 Registro paciente Diego Almeida

En la figura 57 se muestra el conteo de glóbulos rojos del paciente Manuel Figueroa con un total de 88 glóbulos rojos de acuerdo con el prototipo desarrollado, aplicando la ecuación el resultado sería de:

$$\begin{array}{r} \square\square * \square\square * \\ \square\square\square * \square = \end{array} \quad \begin{array}{r} \square. \\ \square\square\square. \\ \square\square\square \\ \hline \square\square\square \end{array}$$

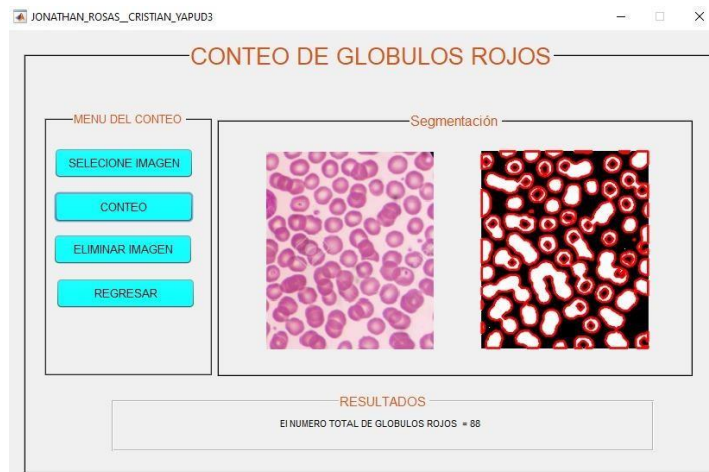


Figura 57 Pantalla de conteo de glóbulos rojos del paciente Manuel Figueroa

En la figura 58 se aprecia el registro pertinente del paciente Manuel Figueroa con su respectiva captura microscópica en la parte derecha.

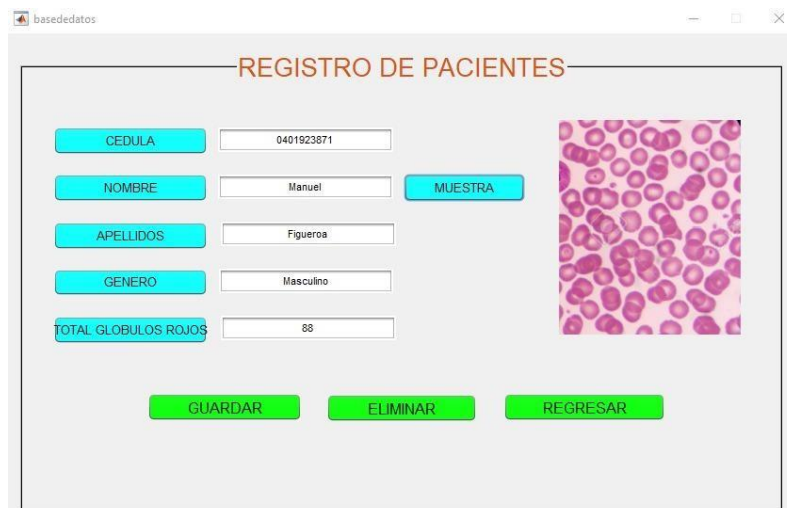


Figura 58 Registro paciente Manuel Figueroa

En la figura 59 se muestra el conteo de glóbulos rojos de la paciente Diana Muñoz con un total de 120 glóbulos rojos de acuerdo con el prototipo desarrollado, aplicando la ecuación el resultado sería de:

$$\begin{array}{r} \square\square\square * \square\square * \\ \square\square\square * \square = \end{array} \quad \begin{array}{r} \square. \\ \square\square\square. \\ \square\square\square \\ \hline \square\square\square \end{array}$$



Figura 59 Pantalla de conteo de glóbulos rojos de la paciente Diana Muñoz

En la figura 60 se aprecia el registro pertinente de la paciente Diana Muñoz con su respectiva captura microscópica en la parte derecha.



Figura 60 Registro paciente Diana Muñoz

En la figura 61 se muestra el conteo de glóbulos rojos de la paciente Yolanda Potosí con un total de 78 glóbulos rojos de acuerdo al prototipo desarrollado, aplicando la ecuación el resultado sería de:

$$\begin{array}{r} \square\square * \square\square * \\ \square\square\square * \square = \end{array} \quad \begin{array}{r} \square. \\ \square\square\square. \\ \square\square\square \\ \hline \square\square\square \end{array}$$

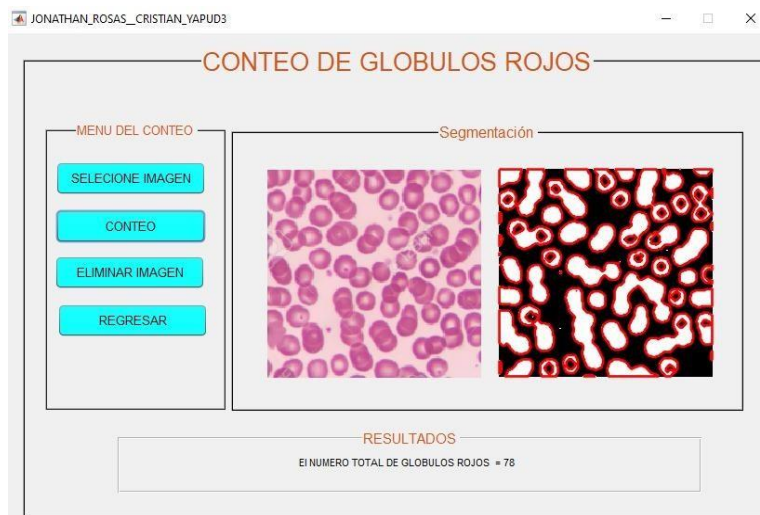


Figura 61 Pantalla de conteo de glóbulos rojos de la paciente Yolanda Potosí

En la figura 62 se aprecia el registro pertinente de la paciente Yolanda Potosí con su respectiva captura microscópica en la parte derecha.



Figura 62 Registro paciente Yolanda Potosí

En la figura 63 se muestra el conteo de glóbulos rojos del paciente Juan Mora con un total de 110 glóbulos rojos de acuerdo al prototipo desarrollado, aplicando la ecuación el resultado sería de:

$$\begin{array}{r} \square\square\square * \square\square * \\ \square\square\square * \square = \end{array} \begin{array}{r} \square. \\ \square\square\square. \\ \square\square\square \\ \hline \square\square\square \end{array}$$



Figura 63 Pantalla de conteo de glóbulos rojos del paciente Juan Mora

En la figura 64 se aprecia el registro pertinente del paciente Juan Mora con su respectiva captura microscópica en la parte derecha.



Figura 64 Registro paciente Juan Mora

En la figura 65 se muestra el conteo de glóbulos rojos de la paciente Lady López con un total de 106 glóbulos rojos de acuerdo al prototipo desarrollado, aplicando la ecuación el resultado sería de:

$$\begin{array}{r} \square\square\square * \square\square * \\ \square\square\square * \square = \end{array} \quad \begin{array}{r} \square. \\ \square\square\square. \\ \square\square\square \\ \hline \square\square\square \\ \square\square\square \end{array}$$

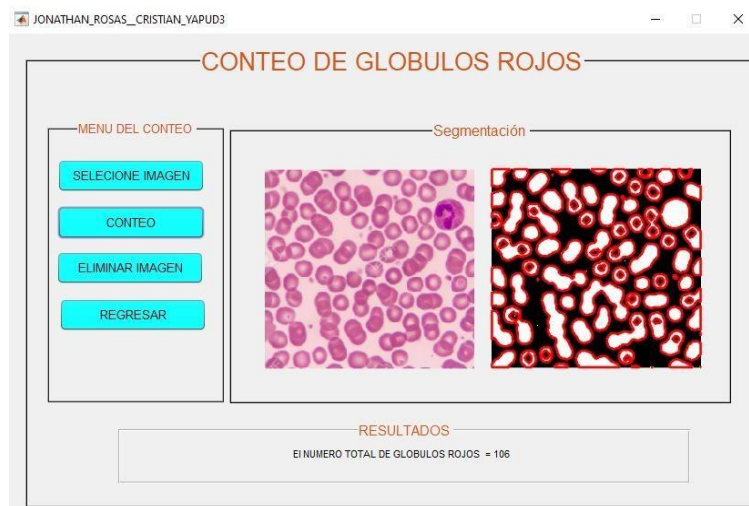


Figura 65 Pantalla de conteo de glóbulos rojos de la paciente Lady López

En la figura 66 se aprecia el registro pertinente de la paciente Lady López con su respectiva captura microscópica en la parte derecha.



Figura 66 Registro paciente Lady López

En la figura 67 se muestra el conteo de glóbulos rojos del paciente Jefferson Cuastumal con un total de 79 glóbulos rojos de acuerdo con el prototipo desarrollado, aplicando la ecuación el resultado sería de:

$$\begin{array}{r} \square\square * \square\square * \\ \square\square\square * \square = \end{array} \quad \begin{array}{r} \square. \\ \square\square\square. \\ \hline \square\square\square \\ \square\square\square \end{array}$$



Figura 67 Pantalla de conteo de glóbulos rojos del paciente Jefferson Cuastumal

En la figura 68 se aprecia el registro pertinente del paciente Jefferson Cuastumal con su respectiva captura microscópica en la parte derecha.



Figura 68 Registro paciente Jefferson Cuastumal

En la figura 69 se muestra el conteo de glóbulos rojos del paciente Josué Velasco con un total de 225 glóbulos rojos de acuerdo con el prototipo desarrollado, aplicando la ecuación el resultado sería de:

$$\begin{array}{r} \square\square\square * \square\square * \\ \square\square\square * \square = \end{array} \quad \begin{array}{r} \square. \\ \square\square\square. \\ \square\square\square \\ \hline \square\square\square \end{array}$$



Figura 69 Pantalla de conteo de glóbulos rojos del paciente Josué Velasco

En la figura 70 se aprecia el registro pertinente del paciente Josué Velasco con su respectiva captura microscópica en la parte derecha.



Figura 70 Registro paciente Josué Velasco

En la figura 71 se muestra el conteo de glóbulos rojos del paciente Juan Maldonado con un total de 114 glóbulos rojos de acuerdo con el prototipo desarrollado, aplicando la ecuación el resultado sería de:

$$\begin{array}{r}
 \square\square\square * \square\square * \\
 \square\square\square * \square =
 \end{array}
 \qquad
 \begin{array}{r}
 \square. \\
 \square\square\square. \\
 \square\square\square \\
 \hline
 \square\square\square
 \end{array}$$

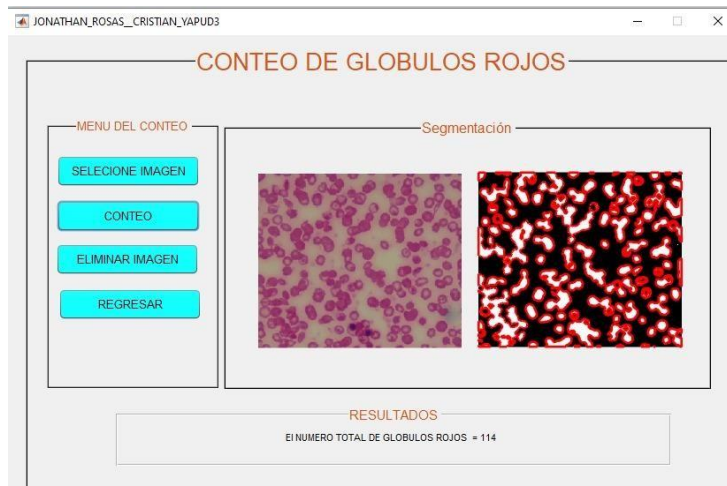


Figura 71 Pantalla de conteo de glóbulos rojos del paciente Juan Maldonado

En la figura 72 se aprecia el registro pertinente del paciente Juan Maldonado con su respectiva captura microscópica en la parte derecha.

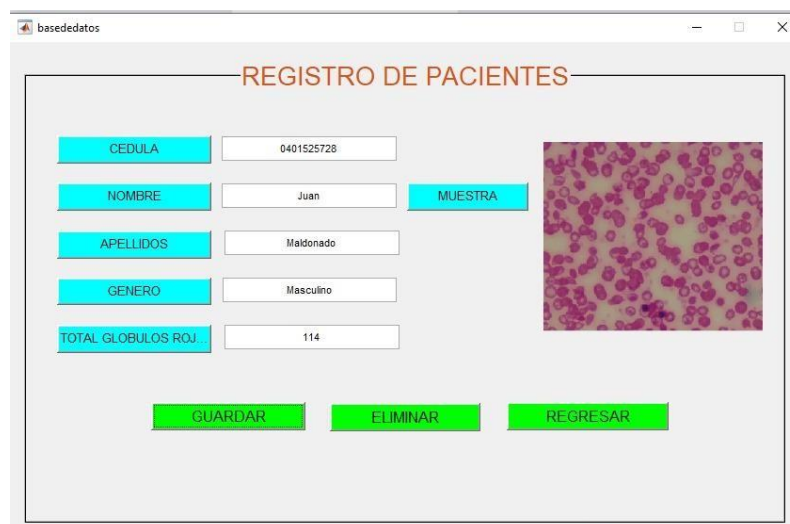


Figura 72 Registro paciente Juan Maldonado

En la figura 73 se muestra el conteo de glóbulos rojos del paciente Antonio Argoti con un total de 105 glóbulos rojos de acuerdo con el prototipo desarrollado, aplicando la ecuación el resultado sería de:

$$\begin{array}{r} \square\square\square * \square\square * \\ \square\square\square * \square = \end{array} \quad \begin{array}{r} \square. \\ \square\square\square. \\ \square\square\square \\ \hline \square\square\square \\ \square\square\square \end{array}$$

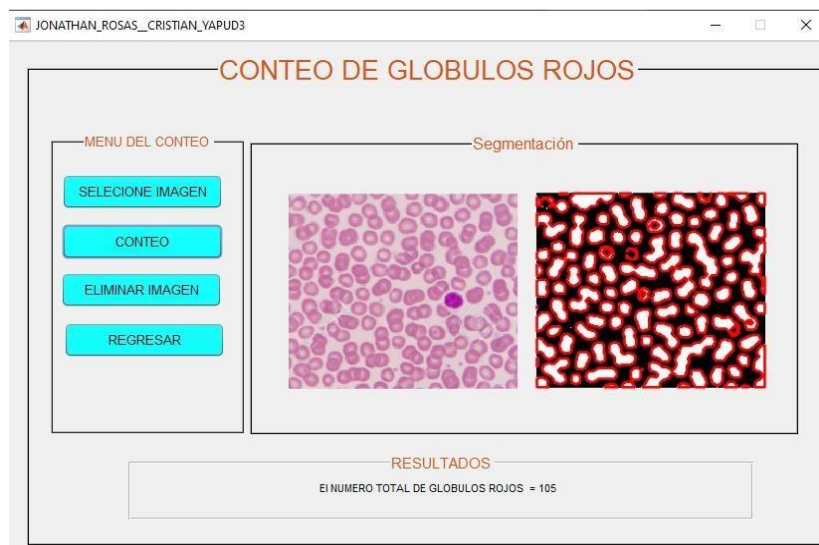


Figura 73 Pantalla de conteo de glóbulos rojos del paciente Antonio Argoti

En la figura 74 se aprecia el registro pertinente del paciente Antonio Argoti con su respectiva captura microscópica en la parte derecha.



Figura 74 Registro paciente Antonio Argoti

En la figura 75 se muestra el conteo de glóbulos rojos del paciente Anderson Malez con un total de 103 glóbulos rojos de acuerdo con el prototipo desarrollado, aplicando la ecuación el resultado sería de:

$$\begin{array}{r} \square\square\square * \square\square * \\ \square\square\square * \square = \end{array} \quad \begin{array}{r} \square. \\ \square\square\square. \\ \square\square\square \\ \hline \square\square\square \\ \square\square\square \end{array}$$

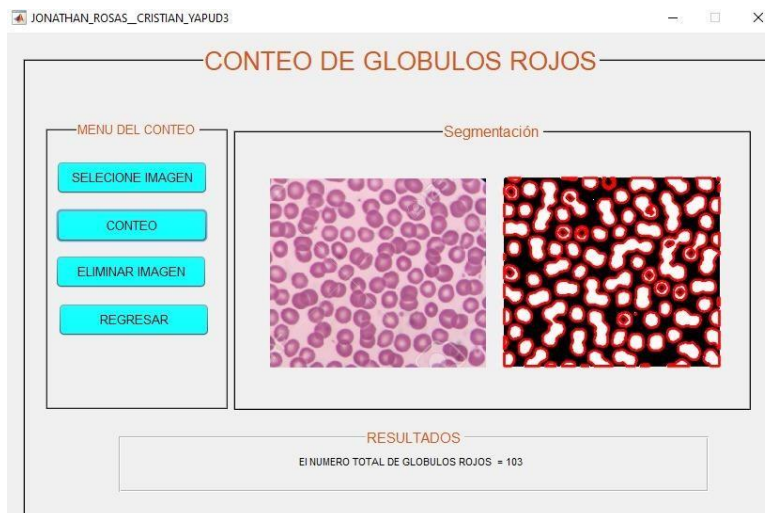


Figura 75 Pantalla de conteo de glóbulos rojos del paciente Anderson Malez

En la figura 76 se aprecia el registro pertinente del paciente Anderson Malez con su respectiva captura microscópica en la parte derecha.



Figura 76 Registro paciente Anderson Malez

En la figura 77 se muestra el conteo de glóbulos rojos de la paciente Diana Pinchao con un total de 82 glóbulos rojos de acuerdo con el prototipo desarrollado, aplicando la ecuación el resultado sería de:

$$\begin{array}{r} \square\square * \square\square * \\ \square\square\square * \square = \end{array} \quad \begin{array}{r} \square. \\ \square\square\square. \\ \hline \square\square\square \\ \square\square\square \end{array}$$



Figura 77 Pantalla de conteo de glóbulos rojos de la paciente Diana Pinchao

En la figura 78 se aprecia el registro pertinente de la paciente Diana Pinchao con su respectiva captura microscópica en la parte derecha.



Figura 78 Registro paciente Diana Pinchao

En la figura 79 se muestra el conteo de glóbulos rojos del paciente Andrés Guzmán con un total de 64 glóbulos rojos de acuerdo con el prototipo desarrollado, aplicando la ecuación el resultado sería de:

$$\begin{array}{r} \square\square * \square\square * \\ \square\square\square * \square = \end{array} \quad \begin{array}{r} \square. \\ \square\square\square. \\ \hline \square\square\square \\ \square\square\square \end{array}$$

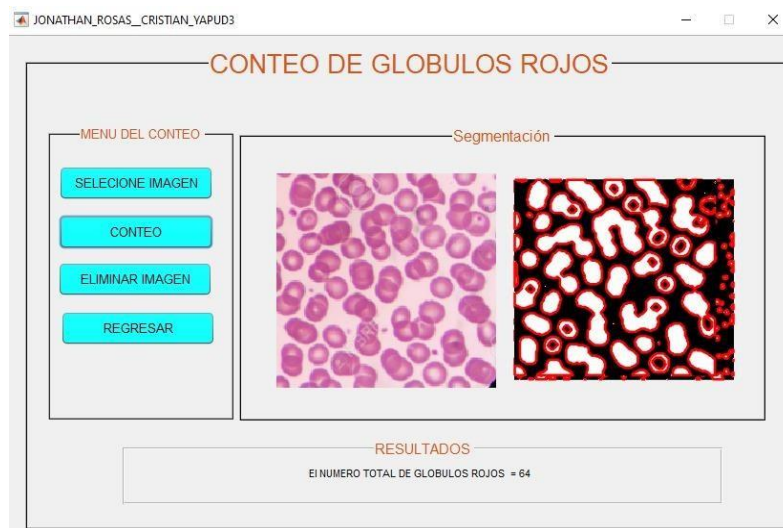


Figura 79 Pantalla de conteo de glóbulos rojos del paciente Andrés Guzmán

En la figura 80 se aprecia el registro pertinente del paciente Andrés Guzmán con su respectiva captura microscópica en la parte derecha.



Figura 80 Registro paciente Andrés Guzmán

En la figura 81 se muestra el conteo de glóbulos rojos de la paciente Cristina Fernández con un total de 100 glóbulos rojos de acuerdo con el prototipo desarrollado, aplicando la ecuación el resultado sería de:

$$\begin{array}{r} \square\square\square * \square\square * \\ \square\square\square * \square = \end{array} \quad \begin{array}{r} \square. \\ \square\square\square. \\ \square\square\square \\ \hline \square\square\square \end{array}$$

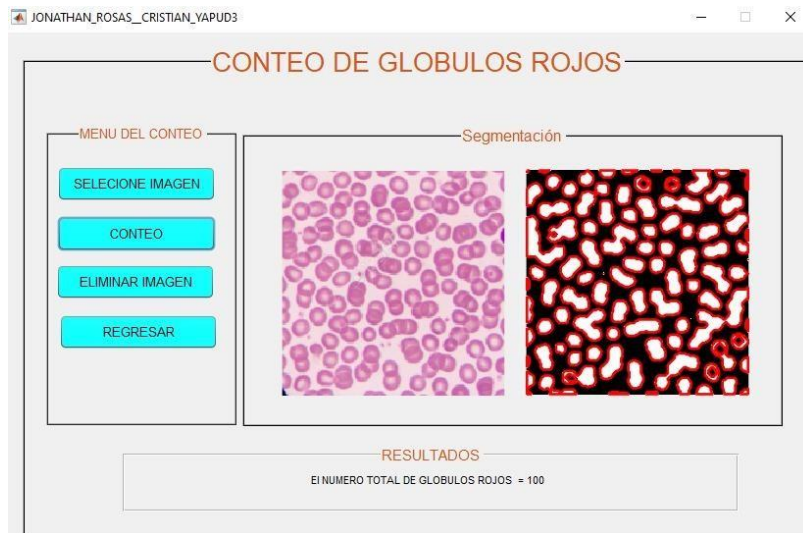


Figura 81 Pantalla de conteo de glóbulos rojos de la paciente Cristina Fernández

En la figura 82 se aprecia el registro pertinente de la paciente Cristina Fernández con su respectiva captura microscópica en la parte derecha.



Figura 82 Registro paciente Cristina Fernández

En la figura 83 se muestra el conteo de glóbulos rojos del paciente Guido Malquin con un total de 78 glóbulos rojos de acuerdo con el prototipo desarrollado, aplicando la ecuación el resultado sería de:

$$\begin{array}{r} \square\square * \square\square * \\ \square\square\square * \square = \end{array} \quad \begin{array}{r} \square. \\ \square\square\square. \\ \hline \square\square\square \\ \square\square\square \end{array}$$

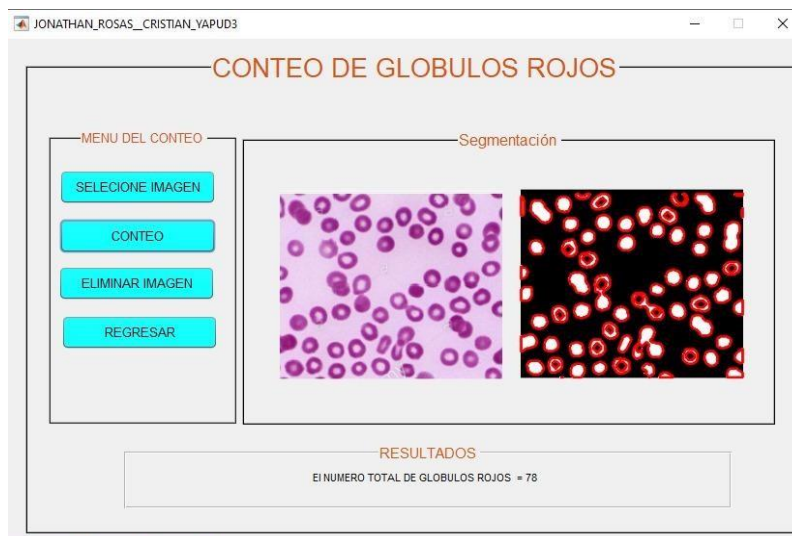


Figura 83 Pantalla de conteo de glóbulos rojos del Paciente Guido Malquin

En la figura 84 se aprecia el registro pertinente del paciente Guido Malquin con su respectiva captura microscópica en la parte derecha.



Figura 84 Registro paciente Guido Malquin

En la figura 85 se muestra el conteo de glóbulos rojos del paciente Alberto Moreno con un total de 230 glóbulos rojos de acuerdo con el prototipo desarrollado, aplicando la ecuación el

resultado sería de:

$$\begin{array}{r} \square\square\square * \square\square * \\ \square\square\square * \square = \end{array} \quad \begin{array}{r} \square. \\ \square\square\square. \\ \square\square\square \\ \hline \square\square\square \end{array}$$



Figura 85 Pantalla de conteo de glóbulos rojos del paciente Alberto Moreno

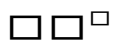
En la figura 86 se aprecia el registro pertinente del paciente Alberto Moreno con su respectiva captura microscópica en la parte derecha.



Figura 86 Registro paciente Alberto Moreno

En la figura 87 se muestra el conteo de glóbulos rojos del paciente Mauricio Sánchez con un total de 112 glóbulos rojos de acuerdo con el prototipo desarrollado, aplicando la ecuación el resultado sería de:

$$\begin{array}{r} \square\square\square * \square\square * \\ \square\square\square * \square = \end{array} \quad \begin{array}{r} \square. \\ \square\square\square. \\ \square\square\square \\ \hline \square\square\square \end{array}$$



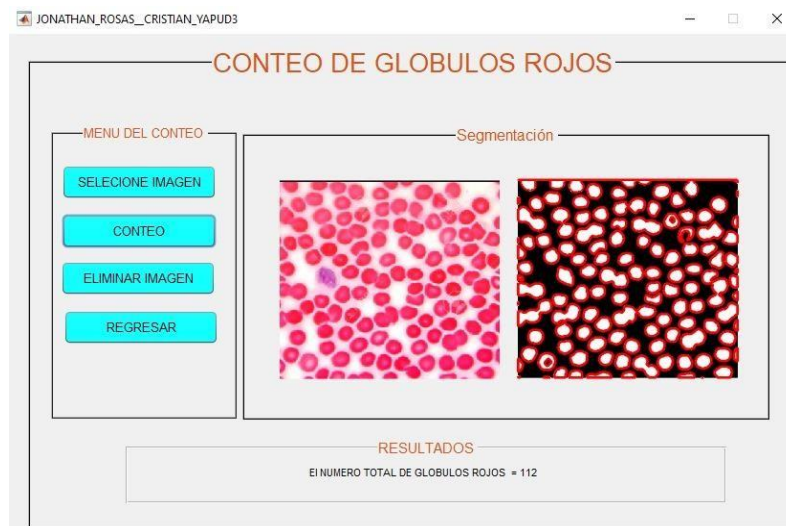


Figura 87 Pantalla de conteo de glóbulos rojos del paciente Mauricio Sánchez

En la figura 88 se aprecia el registro pertinente del paciente Mauricio Sánchez con su respectiva captura microscópica en la parte derecha.



Figura 88 Registro paciente Mauricio Sánchez

4.6.6. Tabla comparativa proceso manual y proceso automático.

A continuación, se dará a conocer la comparación entre el proceso manual y automático demostrando la minimización de tiempo en el proceso y la reducción en el margen de error obteniendo resultados satisfactorios dentro de la investigación realizada, las interfaces

mostrarán campos de carácter personal con su respectiva imagen a la muestra de sangre, de igual manera darán a conocer el tiempo de proceso manual y automático para finalmente mostrar el número de glóbulos rojos realizado por el hematólogo y el prototipo desarrollado dando como resultado una mínima diferencia en el margen de error, cabe recalcar un dato importante dentro de los parámetros normales de los glóbulos rojos, los resultados varían de acuerdo al género tal como se muestra a continuación:

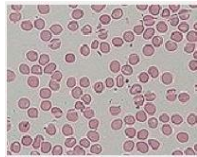
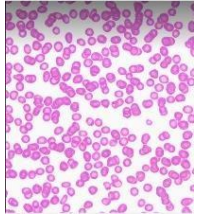
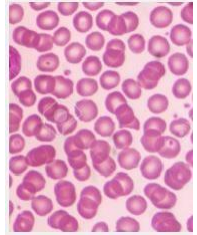
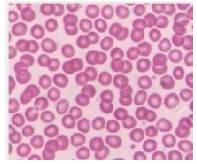
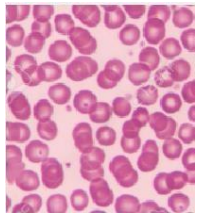
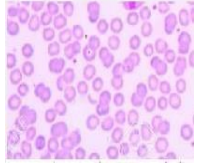
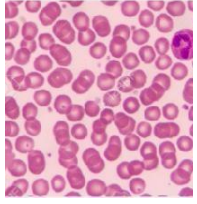

Tabla 7
Parámetros normales de eritrocitos

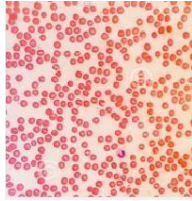
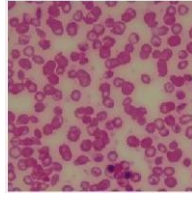
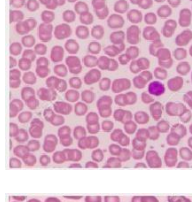
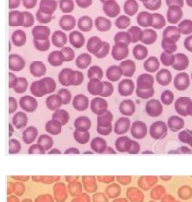
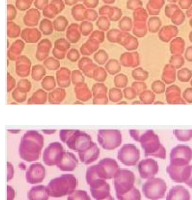
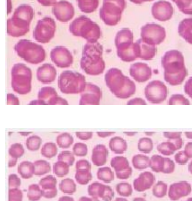
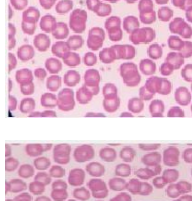
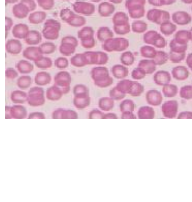
Genero	Número de glóbulos rojos mujeres	Número de glóbulos rojos hombres
Parámetros normales	4.000.000 a 5.500.000	4.500.000 a 6.000.000

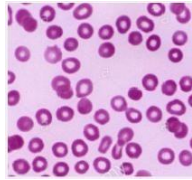
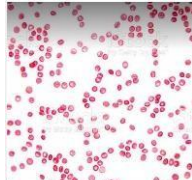
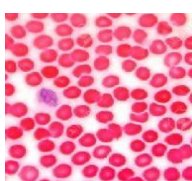
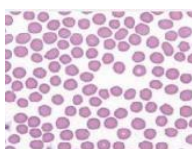
En la tabla 7 se observa los parámetros normales de eritrocitos en hombres y mujeres.

Tabla 8*Tabla de comparación método manual y automático*

Fecha	edad	Género	Número de globulos rojos	Tiempo de proceso	Número de globulos rojos laboratorista	Tiempo de respuesta	Fotografía	Códig o
20-05- 2019	35	Maculino	5.560.000/m m ³	3s	5.540.000/m m ³	14min		F01
17-02- 2020	40	Masculin o	4.380.000/m m ³	2s	4.360.000/m m ³	12min		F02
14-01- 2020	49	Masculin o	4.680.000/m m ³	3.5s	4.670.000/m m ³	12min		F03
26-02- 2020	38	Femenin o	4.980.000/m m ³	2s	4.980.000/m m ³	12min		F04
13-08- 2020	45	Femenin o	5.200.000/m m ³	3.6s	5.170.000/m m ³	15 min		F05
16-01- 2019	40	M	4.890.000/m m ³	3.5s	4.850.000/m m ³	12min		F06
30-01- 2019	36	M	4.200.000/m m ³	2.6s	4.254.000/m m ³	12min		F07

12-03-2019	46	F	4.560.000/m ³	3s	4.580.000/m ³	13min		F08
27-03-2019	41	M	5.520.000/m ³	3s	5.540.000/m ³	12min		F09
24-04-2019	38	M	5.280.000/m ³	4.3s	5.295.000/m ³	13min		F10
08-05-2019	28	F	4.800.000/m ³	3.5s	4.876.000/m ³	12min		F11
30-05-2019	33	F	4.680.000/m ³	3s	4.720.000/m ³	12min		F12
12-06-2019	27	M	5.500.000/m ³	2s	5.600.000/m ³	13min		F13
28-06-2019	50	F	4.240.000/m ³	2s	4.270.000/m ³	12min		F14
17-07-2019	57	M	4.740.000/m ³	3s	4.800.000/m ³	14min		F15

19-08-2019	47	M	6.750.000/m ³	4s	6.850.000/m ³	13min		F16
05-09-2019	39	M	4.560.000/m ³	3s	4.600.000/m ³	12min		F17
21-09-2019	46	M	4.200.000/m ³	2s	4.350.000/m ³	13min		F18
02-10-2019	39	M	4.120.000/m ³	3s	4.220.000/m ³	12min		F19
24-10-2019	41	F	4.920.000/m ³	2s	4.890.000/m ³	13min		F20
11-11-2019	62	M	3.840.000/m ³	2s	3.900.000/m ³	13 min		F21
20-11-2019	55	F	4.000.000/m ³	3s	3.900.000/m ³	14min		F22
17-12-2019	39	F	4.120.000/m ³	2s	4.200.000/m ³	14min		F23

09-01-2020	38	M	4.680.000/m ³	3s	4.750.000/m ³	13min		F24
22-01-2020	29	M	6.900.000/m ³	4s	6.800.000/m ³	15min		F25
19-02-2020	46	M	4.480.000/m ³	3s	4.350.000/m ³	14min		F26
22-02-2020	37	F	5.080.000/m ³	3.6	5.000.000/m ³	13min		F27

En la tabla 8 se observa el proceso manual y automático con el fin de comparar los resultados y margen de error en el proceso de la cuantificación y detección de alteraciones de glóbulos, mediante esta tabla se confirma la efectividad del proceso gracias al uso de tecnologías innovadoras como el: procesamiento de imágenes digitales.

V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

- Se dio cumplimiento al objetivo general referente a la mejora del tiempo para la cuantificación y detección de alteraciones morfológicas de la sangre a través de análisis de imágenes digitales en el laboratorio clínico “Integral”, en cuanto al tiempo de respuesta del proceso, se determinó los factores y recursos que ocasionaban la demora en la entrega de los resultados, para posteriormente aplicar el funcionamiento del prototipo en el proceso.
- Se recopiló la respectiva información relacionada con el tema de investigación en revistas científicas, libros, tesis doctorales que permitieron adquirir conocimiento medicinal sobre el conteo y detección de alteraciones de glóbulos rojos y tecnológico en lo que refiere al uso de análisis de imágenes digitales para posteriormente aplicarlo en la investigación y en el desarrollo del prototipo logrando cumplir cada uno de los objetivos propuestos.
- Se realizó el acercamiento correspondiente al hematólogo del laboratorio clínico” Integral” con el fin de conocer el proceso manual y realizar el levantamiento de requisitos a través de una entrevista estructurada, mismos que fueron aplicados para determinar las funcionalidades del prototipo dentro de la cuantificación y detección de alteraciones de glóbulos rojos.
- Finalmente se demostró que el procesamiento de imágenes digitales ayudó al conteo y detección de alteraciones de glóbulos rojos minimizando el tiempo de respuesta y reduciendo el margen de error en el proceso, cabe destacar que la aplicación de nuevas tecnologías puede sustituir o mejorar un proceso manual obteniendo mayor aceptación dentro de la sociedad.

5.2. Recomendaciones

- Estudiar las etapas del procesamiento de imágenes digitales de manera que no exista ningún inconveniente al momento de poner en práctica el conocimiento adquirido.
- Seleccionar el algoritmo acorde con el desarrollo que se realizara, estudiando su funcionalidad y uso de tal manera que no exista ningún inconveniente al momento de aplicar su desarrollo.
- Conocer a profundidad el proceso manual que se lleva actualmente en los laboratorios y saber que requerimientos son los necesarios para satisfacer al laboratorista, en este caso el proceso de la cuantificación y detección de alteraciones de glóbulos rojos.
- Conocer el funcionamiento de las imágenes digitales y en qué campo se la va a utilizar para de esta forma desarrollar el programa de manera exitosa y pueda superar al proceso manual que se esté investigando dando los resultados esperados.

VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguilera, D. (2015). ESTUDIO Y ANÁLISIS DE TÉCNICAS PARA PROCESAMIENTO DIGITAL DE IMÁGENES (Tesis de pregrado). Universidad De Salamanca, Salamanca, España.
- Aguirre, N. (2015). IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE DETECCIÓN DE SEÑALES DE TRÁFICO MEDIANTE VISIÓN ARTIFICIAL BASADO EN FPGA (Tesis pregrado). Universidad de Sevilla, Sevilla, España.
- Ambuludí, D. (2017). HEMATOCRITO, HEMOGLOBINA, ÍNDICES ERITROCITARIOS Y HIERRO SÉRICO COMO PARÁMETROS EN LA AYUDA DIAGNÓSTICA Y PREVENTIVA DE ANEMIA FERROPÉNICA EN LOS NIÑOS DEL BARRIO PASALLAL-CANTÓN CALVAS (Tesis pregrado). Universidad Nacional de Loja, Loja, Ecuador.
- Álvarez, R. (2016). Algoritmo para el conteo de glóbulos rojos mediante procesamiento digital de imágenes. Revista de Ingeniería eléctrica y electrónica, volumen (3).35-42.
- Avilés, A, & Barcia, J. (2016). ELABORAR UN CLASIFICADOR PARA EL PROCESAMIENTO DIGITAL DE IMÁGENES (Tesis de pregrado). Universidad de Guayaquil, Guayaquil, Ecuador.
- Torrens, M. (2015). Interpretación clínica del hemograma. Recuperado de <https://www.elsevier.es/es-revista-revista-medica-clinica-las-condes-202-articulo-interpretaciyn-clynica-del-hemograma-S0716864015001480>.
- Castañón, D. A. (2016). Técnicas en el Preprocesado de imágenes digitales. Recuperado de <http://dea.unsj.edu.ar/imagenes/recursos/Capitulo1.pdf>.
- Carmona, E. (2016). Aprendizaje automático. Recuperado de https://www.sanzytorres.es/static/pdf/71014023_RTfY9Vz.pdf

Casado, C. (2015). Manual Básico de Matlab. Recuperado de https://s3.amazonaws.com/academia.edu.documents/55542251/comandos_matlab.pdf?response-content-disposition=inline%3B%20filename%3Dcomandos_matlab.pdf.pdf&X-Amz-Algorithm=AWS4-HMAC-SHA256&X-Amz-Credential=AKIAIWOWYYGZ2Y53UL3A%2F20200126%2Fus-east-1%2Fs3%2Faws4_request&X-Amz-Date=20200126T175620Z&X-Amz-Expires=3600&X-Amz-SignedHeaders=host&X-Amz-Signature=49338a4e6e4be74d5e4c3f93a98004aec6a93755db497a2d16113ec47d0692ea.

Navarro, C., Fernández, J., Morales, J. (2018). Revisión de metodologías ágiles para el desarrollo de software. Recuperado de <https://www.redalyc.org/pdf/4962/496250736004.pdf>.

Flores, E. (2016). ESTUDIO DE FACTIBILIDAD PARA LA PROPUESTA “FRAMEWORK DE TRABAJO PARA PROYECTOS DE TESIS APLICANDO LA METODOLOGÍA SCRUM EN LA INGENIERÍA DE SOFTWARE” ENFOCADO A CAPAS DE PRESENTACIÓN EN WINDOWS PHONE (Tesis de pregrado). Universidad de Guayaquil, Guayaquil, Ecuador.

Fernández, N., Fundora, T., Macías, I. (2015). Policitemia Vera. Experiencias en el diagnóstico y tratamiento en el Instituto de Hematología e Inmunología. Recuperado de http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-02892011000100007.

García, G. (2014). Análisis de imágenes digitales: Origen y disminución del ruido. Recuperado de <http://lcr.uns.edu.ar/fvc/NotasDeAplicacion/FVC-GastonAlexisGarcia.pdf>.

Gutiérrez, L., Calvo, A., Quintero, E. (2013). Caracterización del Ruido Presente en las Imágenes Astronómicas del Observatorio de la Universidad Tecnológica de Pereira. Recuperado de <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/4517829.pdf>.

La Serna, N., Román, U. (2017). Técnicas de Segmentación en Procesamiento Digital de Imágenes. Recuperado de <https://pdfs.semanticscholar.org/199c/8cac02503a705bf2005e3353539750f4e7ee.pdf>.

- Martínez, T. (2015). La Transformada de Hough. Detección de Líneas y Círculos. Recuperado de <https://porprofesionalmic.files.wordpress.com/2015/09/investigacion-documental-transformada-hough.pdf>.
- Mejía, Álzate y Rodríguez. (2016). Clasificación automática de glóbulos rojos en frotis de sangre periférica. Revista de la Universidad Industrial de Santander, Salud vol. 48(33) ,311-319. Recuperado de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=343846574006>.
- Merino, A. (2014). Alteraciones morfológicas de los eritrocitos. Recuperado de <http://www.seqc.es/download/tema/3/2767/3778230/2987076/cms/tema-5-alteraciones-morfologicas-de-los-eritrocitos.pdf/>.
- Mogena, A. (2015). Informe de OpenCV y Tratamiento de Imágenes. Recuperado de http://www.informatica-juridica.com/wp-content/uploads/2014/01/Informe_OpenCV_Tratamiento_Imagenes.pdf
- Molina, E., Díaz, J., Hidalgo, H., Chávez, E. (2018). Algoritmos de Binarización Robusta de Imágenes con Iluminación No Uniforme. Recuperado de <https://polipapers.upv.es/index.php/RIAI/article/view/8847/10188>.
- Murray, R., Orozco, M. (2017). Manual Básico de Prácticas para Análisis Clínicos. Recuperado de <https://www.ecorfan.org/textbooks/L-Manuals/LM%20TIII/LM%20TIII.pdf>.
- Pincay, N., Plaza, N., y Acosta, N. (2017). REVISIÓN DEL PROCESAMIENTO DIGITAL DE IMÁGENES, SEGMENTACIÓN PARA LA DETECCIÓN DE ÁREAS CONTAMINADAS POR PETRÓLEO. Cibernética e Informática. Memorias de la Décima Sexta Conferencia Iberoamericana en Sistemas.
- Pozo, C., Toscano, C., Tapia, M., Ulloa, B. (2017). Fundamentos de hematología. Recuperado de <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/13874/1/Fundamentos%20de%20hematolog%C3%ADa.pdf>.

- Quintana, A. (2019). Segmentación de imágenes médicas. Recuperado de https://www.researchgate.net/publication/330183469_Segmentacion_de_imagenes
- Quintanar, T. (2017). Sistemas expertos y sus aplicaciones. Recuperado de <https://www.uaeh.edu.mx/docencia/Tesis/icbi/licenciatura/documentos/Sistemas%20expertos%20y%20sus%20aplicaciones.pdf>
- Rodríguez, M. (2017). DETECCIÓN AUTOMÁTICA DE GLÓBULOS ROJOS MEDIANTE LA TRANSFORMADA DE HOUGH (Tesis de pregrado). Recuperado de <https://riuma.uma.es/xmlui/bitstream/handle/10630/15410/Mariajesusrodriguezespino saMemoria.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.
- Rodríguez, G., Basabe, B., Jiménez, S., Mercader, O. (2015). La Anemia. Recuperado de http://www.sld.cu/galerias/pdf/sitios/hematologia/anemia_para_profesionales_de_la_salud_aps_2009.pdf.
- Rojas, C., Teddy, P., Sanz, A., Arteaga, F. (2016). Sistema de visión por computadora para la detección de objetos esféricos a través de la transformada de Hough. INGENIERÍA UC. Recuperado de <https://www.redalyc.org/pdf/707/70712315009.pdf>.
- Rouse, M. (2017). Inteligencia artificial, o AI. Recuperado de <https://searchdatacenter.techtarget.com/es/definicion/Inteligencia-artificial-o-AI>.
- Singhal, D y Swarup, K. (2015). Desarrollo e innovación en Ingeniería. Recuperado de <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0142061510002231>
- Serrano, C., Acha, B. (2017). Aportaciones a la Segmentación y Caracterización de Imágenes Médicas 3D. Recuperado de <http://bibing.us.es/proyectos/abreproy/11854/fichero/Volumen+1%252FCapitulo+3.pdf>
- Pérez, P. (2018). Fundamentos básicos del procesamiento de imágenes. Recuperado de <https://www.famaf.unc.edu.ar/~pperez1/manuales/cim/cap2.html>.

Ponce, Rivera, Enríquez. (2016). Procesamiento y análisis de imágenes digitales de fondo de ojo para facilitar el tele diagnóstico oportuno. Revista de Cómputo Aplicado, volumen (1). 22-37.

Quispe, B. (2017). Cuantificación y detección de alteraciones morfológicas de glóbulos rojos en imágenes digitales microscópicas. Universidad mayor de san Andrés, la Paz-Bolivia.

Triana, N., Jaramillo, A., Gutiérrez, R., Rodríguez, C. (2016). Técnicas de umbralización para el procesamiento digital de imágenes de GEM-FOILS. Recuperado de <https://pdfs.semanticscholar.org/7108/1cc4f74079caa63f5fe96dc65daf3ffa299>

Urrea, J., Ospina, E. (2015). IMPLEMENTACIÓN DE LA TRANSFORMADA DE HOUGH PARA LA DETECCIÓN DE LÍNEAS PARA UN SISTEMA DE VISIÓN DE BAJO NIVEL. Recuperado de <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=84912053025>

VII. ANEXOS

Anexo 1: Aprobación para realizar el proyecto de titulación en el laboratorio clínico "Integral"

LABORATORIO CLÍNICO "INTEGRAL"
Dirección: Calle 10 de Agosto entre Bolívar y Rafaél Arellano
Teléfono: 2980-861 Cel.0991122797
Carchi – Tulcán

Tulcán a 18 de Junio 2018

CERTIFICACIÓN

Yo Lcdo. Oswaldo Guillermo Tulcanaz Reina C.I. 04-00782645 ecuatoriano, propietario del Laboratorio Clínico "Integral".

Certifico que los Señores: Jonathan Alexander Rosas Morán.
Cristian Alexander Yapud Puerchambú.

Estudiantes de la Universidad Politécnica Estatal del Carchi de la carrera de Informática, están realizando su plan de investigación en mi Laboratorio sobre el TEMA: Desarrollo de un prototipo para la cuantificación y detección de alteraciones morfológicas de glóbulos rojos mediante imágenes digitales.

Es todo cuanto puedo decir en honor a la verdad y los interesados pueden hacer uso del presente para fines consiguientes.

Atentamente,



Anexo 2: Rubrica de validación de la entrevista

Rubrica para evaluar la validez de contenido a través de juicio de Expertos

Agradecemos su valiosa colaboración.

DATOS DEL EXPERTO Respetado juez: Usted ha sido seleccionado para evaluar el instrumento del tema del proyecto de investigación. “Análisis de imágenes digitales en la cuantificación y detección de alteraciones morfológicas de glóbulos rojos”

1. Con la validación de instrumentos se consigue que sean válidos y que los resultados obtenidos a partir de los mismos, sean utilizados de manera adecuada para la investigación.

Nombre:	Apellido:
Formación:	
Cargo Actual:	
Institución:	

Las preguntas formuladas se realizaron en base a los objetivos del proyecto de titulación que se presentan a continuación.

2. OBJETIVOS

- Fundamentar teóricamente las etapas del procesamiento de imágenes digitales con la finalidad de cuantificar y detectar alteraciones morfológicas de glóbulos rojos.
- Determinar el algoritmo de segmentación que se utilizará en el análisis de imágenes digitales para la cuantificación y detección de alteraciones morfológicas de los glóbulos rojos.
- Demostrar mediante el procesamiento de imágenes digitales la cuantificación y detección de alteraciones morfológicas de glóbulos rojos.
- Desarrollar un prototipo para la cuantificación y detección de alteraciones morfológicas de glóbulos rojos por medio del procesamiento de imágenes digitales.

3. INDICACIONES GENERALES

3.1. Con el objetivo de aplicar los términos de manera adecuada, a continuación, se muestran las definiciones de las dimensiones del instrumento a evaluar

Lea atentamente los enunciados y proceda a la validación de la entrevista

Construcción Teórica	Ítems	Definición	Justificación
Procesos y procedimientos	1 al 10	Hace referencia al levantamiento de los procesos y procedimientos del laboratorio clínico “Integral”	Basado en la norma de sistema de gestión de calidad en laboratorios clínicos ISO 15189

Indicaciones para evaluar la validez de contenido del instrumento

1. Para la correcta evaluación de los instrumentos se evalúa las siguientes categorías:
2. Lea cada ítem y seleccione la opción que refleja su opinión respecto a los siguientes indicadores.

CATEGORÍA	CALIFICACIÓN	INDICADOR
<p>SUFICIENCIA</p> <p>Indica que el ítem tiene los componentes necesarios para obtener la información</p>	<p>1. Bajo</p> <p>2. Medio</p> <p>3. Alto</p>	<p>1.- El Ítem presentado no contiene los componentes suficientes debe mejorar su estructura</p> <p>2.-El Ítem miden contiene algunos componentes necesarios para obtener la información requerida</p> <p>3.-El Ítem es claro y suficiente para obtener la información</p>
<p>COHERENCIA</p> <p>El ítem tiene relación lógica con la dimensión que está midiendo.</p>	<p>1. Bajo</p> <p>2. Medio</p> <p>3. Alto</p>	<p>1.- El ítem no tiene relación lógica con lo que se está investigando.</p> <p>2.- El Ítem tiene una relación baja o moderada dimensión en relación a lo que se está investigando.</p> <p>3.- El Ítem es coherente con la investigación</p>

<p>RELEVANCIA</p> <p>El ítem es esencial o importante para la investigación</p>	<p>1. Bajo</p> <p>2. Medio</p> <p>3. Alto</p>	<p>1.- El Ítem no es relevante e incluso puede ser eliminado sin que se vea afectada la investigación.</p> <p>2.- El Ítem tiene cierta relevancia, podría mejorar para obtener los resultados esperados.</p> <p>3.- El Ítem es muy relevante y debe ser incluido.</p>
--	---	---

Evaluación del Contenido

Estimado juez o evaluador en cada ítem coloque una calificación del 1 al 3 de acuerdo a los aspectos de suficiencia, coherencia y relevancia mencionados anteriormente.

En caso de existir alguna observación, modificación o inclusión de algún ítem lo puede realizar en el casillero

Ítems que se incluyó en la entrevista se aplicó en el personal de laboratorio clínico Integral.

N°	Dimensión	Ítem	Suficiencia	Coherencia	Relevancia	Observaciones
1	En el conteo de glóbulos rojos se utiliza el método cámara de Neubauer la cual requiere de procesos y recursos que aumentan el tiempo de respuesta dado que es un proceso manual.	¿En base a lo anterior qué tiempo se requiere para llevar a cabo el proceso de la cuantificación de glóbulos rojos en un proceso manual?				
2	Existen diferentes métodos manuales para realizar el conteo de glóbulos rojos entre ellos están: el método de Wintrobe, Van allen, Sandford-Haden y cámara de Neubauer los cuales realizan la misma función, pero su proceso es diferente por lo que tienen diferentes tiempos de respuesta.	¿Según los métodos de conteo indicados cual es el método más utilizado por los laboratoristas para la entrega de resultados en el menor tiempo posible?				

3	<p>Para obtener un diagnóstico correcto se debe conocer cuáles son los rangos que tienen los glóbulos rojos se debe tomar en cuenta que estos rangos depende de la edad y al género de las personas.</p>	<p>¿Indique el rango óptimo de acuerdo a la edad y genero después de haber realizado el proceso de la cuantificación de glóbulos rojos?</p>				
		Valores Normales de Eritocitos				
		Recién nacido	10 a 26 millones de células/mcL			
		A los tres meses	6 a 18 millones de células/mcL			
		Al año de edad	8 a 16 millones de células/mcL			
		Entre 3 y 5 años	10 a 14 millones de células/mcL			
		De los 5 a 15 años	5.5 a 12 millones de células/mcL			
		Hombre adulto	4.7 a 6.1 millones de células/mcL			
		Mujer adulta	4.2 a 5.4 millones de células/mcL			
4	<p>La normativa ISO 15189 indica que los laboratorios clínicos deben poseer un sistema de gestión de calidad para garantizar los resultados entregados a los pacientes.</p>	<p>¿Indique o explique las características del sistema de gestión de calidad que se aplica para la generación de resultados a los pacientes?</p>				

5	<p>La normativa ISO 27002 menciona acerca del sistema de información donde habla que los respaldos periódicos de los resultados que se obtienen en los exámenes deben estar alojados en un sistema informático.</p>	<p>¿Cómo lleva actualmente los respaldos de los resultados que obtiene en los exámenes realizados a los pacientes?</p>				
6	<p>La organización internacional de Normalización (ISO) define error del laboratorio clínico como el fracaso de una acción planificada que no se cumple desde la adquisición de las muestras hasta la emisión de resultados generando inconformidad en los pacientes dado a que se debe realizar nuevos exámenes o tratamientos incensarios.</p>	<p>¿De acuerdo al método que utiliza para la cuantificación y detección de alteraciones morfológicas en los glóbulos rojos se han presentado inconvenientes por errores en la entrega de resultados, cuáles han sido las causas?</p> <ul style="list-style-type: none"> • Hora de extracción sanguínea inadecuada. Debe tenerse en cuenta que ciertas propiedades biológicas están sometidas a ritmos circadianos. • Posición incorrecta durante la extracción sanguínea. • Extracción con recipiente incorrecto. • Volumen insuficiente de la muestra clínica. • Falta de aditivos en la muestra clínica. 				

7	<p>Los avances tecnológicos han generado grandes pasos dentro de la medicina, específicamente la inteligencia artificial que realizan exámenes médicos computarizados logrando conseguir en horas, o en minutos los que se puede tardar meses en la entrega de resultados.</p>	<p>¿Mediante este prototipo informático le facilitaría la cuantificación y detección de alteraciones morfológicas (glóbulos rojos) para la reducción de tiempo y garantía en resultados de pacientes?</p>														
8	<p>Los glóbulos rojos tienen diferentes morfologías que dependen del tamaño de la forma y color siendo estos los factores que pueden determinar enfermedades a los pacientes.</p>	<p>¿Qué tipos de morfologías tienen los glóbulos rojos y que enfermedades se puede detectar con las diferentes morfologías?</p> <table border="1" data-bbox="778 1070 1174 1491"> <thead> <tr> <th data-bbox="778 1070 970 1115">Morfología</th> <th data-bbox="970 1070 1174 1115">Enfermedad</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td data-bbox="778 1115 970 1301">Acantosis</td> <td data-bbox="970 1115 1174 1301">cirrosis alcohólica (Síndrome de Zieve)</td> </tr> <tr> <td data-bbox="778 1301 970 1346">Estomatocito</td> <td data-bbox="970 1301 1174 1346">Anemias</td> </tr> <tr> <td data-bbox="778 1346 970 1391">Eliptocitosis</td> <td data-bbox="970 1346 1174 1391">Talasemia</td> </tr> <tr> <td data-bbox="778 1391 970 1491">Dacriocitos</td> <td data-bbox="970 1391 1174 1491">Enfermedad renal</td> </tr> </tbody> </table>	Morfología	Enfermedad	Acantosis	cirrosis alcohólica (Síndrome de Zieve)	Estomatocito	Anemias	Eliptocitosis	Talasemia	Dacriocitos	Enfermedad renal				
Morfología	Enfermedad															
Acantosis	cirrosis alcohólica (Síndrome de Zieve)															
Estomatocito	Anemias															
Eliptocitosis	Talasemia															
Dacriocitos	Enfermedad renal															

9	<p>Existen diferentes factores que pueden generar errores en el instante de la cuantificación de glóbulos rojos, estos factores se pueden dar debido a que no obtuvo la extracción necesaria de la muestra de sangre, también puede ocurrir que la muestra de sangre no es tratada de manera correcta, o no coloco la cantidad adecuada en le portaobjetos para la cuantificación de glóbulos rojos.</p>	<p>¿Cuál es la muestra indicada para obtener los resultados correctos?</p>				
10	<p>Para la cuantificación de glóbulos rojos se requiere de una serie de procedimientos la cual empieza desde la extracción de la muestra de sangre hasta la emisión de resultados por lo que cada procedimiento necesita de un seguimiento adecuado respetando los tiempos establecidos por el método escogido por el bioquímico.</p>	<p>¿Explique el procedimiento que se realiza para obtener la separación de los diferentes componentes de la sangre y de esta manera no exista complicaciones al momento del conteo de glóbulos rojos?</p>				

Preguntas adicionales:

Por favor indique que preguntas no fueron tomadas en cuenta y pueden ser incluidas en el instrumento de investigación

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

Firma de experto evaluador

.....

Nombre:
Cedula:

Anexo 3: Validación de instrumento

Rubrica para evaluar la validez de contenido a través de juicio de Expertos

Agradecemos su valiosa colaboración.

DATOS DEL EXPERTO Respetado juez: Usted ha sido seleccionado para evaluar el instrumento del tema del proyecto de investigación. "Análisis de imágenes digitales en la cuantificación y detección de alteraciones morfológicas de glóbulos rojos"

1. Con la validación de instrumentos se consigue que sean válidos y que los resultados obtenidos a partir de los mismos, sean utilizados de manera adecuada para la investigación.

Nombre:	<i>Lea Pabón</i>	Apellido:	
Formación:	<i>Ilce</i>		
Cargo Actual:	<i>Docente</i>		
Institución:	<i>UPCC</i>		

Las preguntas formuladas se realizaron en base a los objetivos del proyecto de titulación que se presentan a continuación.

2. OBJETIVOS

- Fundamentar teóricamente las etapas del procesamiento de imágenes digitales con la finalidad de cuantificar y detectar alteraciones morfológicas de glóbulos rojos.
- Determinar el algoritmo de segmentación que se utilizará en el análisis de imágenes digitales para la cuantificación y detección de alteraciones morfológicas de los glóbulos rojos.
- Demostrar mediante el procesamiento de imágenes digitales la cuantificación y detección de alteraciones morfológicas de glóbulos rojos.
- Desarrollar un prototipo para la cuantificación y detección de alteraciones morfológicas de glóbulos rojos por medio del procesamiento de imágenes digitales.

Fuente de Investigación: Rubrica de validación de contenido elaborado por: Cristian Yapud

3. INDICACIONES GENERALES

3.1. Con el objetivo de aplicar los términos de manera adecuada, a continuación, se muestran las definiciones de las dimensiones del instrumento a evaluar

Lea atentamente los enunciados y proceda a la validación de la entrevista

Construcción Teórica	Ítems	Definición	Justificación
Procesos y procedimientos	1 al 10	Hace referencia al levantamiento de los procesos y procedimientos del laboratorio clínico "Integral"	Basado en la norma de sistema de gestión de calidad en laboratorios clínicos ISO 15189

Indicaciones para evaluar la validez de contenido del instrumento

1. Para la correcta evaluación de los instrumentos se evalúa las siguientes categorías:
2. Lea cada ítem y seleccione la opción que refleja su opinión respecto a los siguientes indicadores.

CATEGORÍA	CALIFICACIÓN	INDICADOR
SUFICIENCIA Indica que el ítem tiene los componentes necesarios para obtener la información	1. Bajo 2. Medio 3. Alto	1.- El ítem presentado no contiene los componentes suficientes debe mejorar su estructura 2.-El ítem miden contiene algunos componentes necesarios para obtener la información requerida 3.-El ítem es claro y suficiente para obtener la información
COHERENCIA El ítem tiene relación lógica con la dimensión que está midiendo.	1. Bajo 2. Medio 3. Alto	1.- El ítem no tiene relación lógica con lo que se está investigando.

Fuente de investigación: Rubrica de validación de contenido elaborado por: Cristian Yapud

		<p>2.- El Ítem tiene una relación baja o moderada dimensión en relación a lo que se está investigando.</p> <p>3.- El Ítem es coherente con la investigación</p>
<p>RELEVANCIA El ítem es esencial o importante para la investigación</p>	<p>1. Bajo</p> <p>2. Medio</p> <p>3. Alto</p>	<p>1.- El Ítem no es relevante e incluso puede ser eliminado sin que se vea afectada la investigación.</p> <p>2.- El Ítem tiene cierta relevancia, podría mejorar para obtener los resultados esperados.</p> <p>3.- El Ítem es muy relevante y debe ser incluido.</p>

Fuente de Investigación: Rubrica de validación de contenido elaborado por: Cristian Yapud

Evaluación del Contenido

Estimado juez o evaluador en cada ítem coloque una calificación del 1 al 3 de acuerdo a los aspectos de suficiencia, coherencia y relevancia mencionados anteriormente.

En caso de existir alguna observación, modificación o inclusión de algún ítem lo puede realizar en el casillero

Ítems que se incluyó en la entrevista se aplicó en el personal de laboratorio clínico Integral.

N°	Dimensión	Ítem	Suficiencia	Coherencia	Relevancia	Observaciones
1	En el conteo de glóbulos rojos se utiliza el método cámara de Neubauer la cual requiere de procesos y recursos que aumentan el tiempo de respuesta dado que es un proceso manual.	¿En base a lo anterior qué tiempo se requiere para llevar a cabo el proceso de la cuantificación de glóbulos rojos en un proceso manual?	3	3	3	
2	Existen diferentes métodos manuales para realizar el conteo de glóbulos rojos entre ellos están: el método de Wintrobe, Van allen, Sandford-Haden y cámara de Neubauer los cuales realizan la misma función, pero su proceso es diferente por lo que tienen diferentes tiempos de respuesta.	¿Según los métodos de conteo indicados cual es el método más utilizado por los laboratoristas para la entrega de resultados en el menor tiempo posible?	5	3	3	

Fuente de Investigación: Rubrica de validación de contenido elaborado por: Cristian Yapud

3	<p>Para obtener un diagnóstico correcto se debe conocer cuáles son los rangos que tienen los glóbulos rojos se debe tomar en cuenta que estos rangos depende de la edad y al género de las personas.</p>	<p>¿Indique el rango óptimo de acuerdo a la edad y género después de haber realizado el proceso de la cuantificación de glóbulos rojos?</p> <table border="1" data-bbox="748 464 1062 1255"> <thead> <tr> <th colspan="2">Valores Normales de Eritocitos</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Recién nacido</td> <td>10 a 26 millones de células/mcL.</td> </tr> <tr> <td>A los tres meses</td> <td>6 a 18 millones de células/mcL.</td> </tr> <tr> <td>Al año de edad</td> <td>8 a 16 millones de células/mcL.</td> </tr> <tr> <td>Entre 3 y 5 años</td> <td>10 a 14 millones de células/mcL.</td> </tr> <tr> <td>De los 5 a 15 años</td> <td>5.5 a 12 millones de células/mcL.</td> </tr> <tr> <td>Hombre adulto</td> <td>4.7 a 6.1 millones de células/mcL.</td> </tr> <tr> <td>Mujer adulta</td> <td>4.2 a 5.4 millones de células/mcL.</td> </tr> </tbody> </table>	Valores Normales de Eritocitos		Recién nacido	10 a 26 millones de células/mcL.	A los tres meses	6 a 18 millones de células/mcL.	Al año de edad	8 a 16 millones de células/mcL.	Entre 3 y 5 años	10 a 14 millones de células/mcL.	De los 5 a 15 años	5.5 a 12 millones de células/mcL.	Hombre adulto	4.7 a 6.1 millones de células/mcL.	Mujer adulta	4.2 a 5.4 millones de células/mcL.	3	3	3	
Valores Normales de Eritocitos																						
Recién nacido	10 a 26 millones de células/mcL.																					
A los tres meses	6 a 18 millones de células/mcL.																					
Al año de edad	8 a 16 millones de células/mcL.																					
Entre 3 y 5 años	10 a 14 millones de células/mcL.																					
De los 5 a 15 años	5.5 a 12 millones de células/mcL.																					
Hombre adulto	4.7 a 6.1 millones de células/mcL.																					
Mujer adulta	4.2 a 5.4 millones de células/mcL.																					
4	<p>La normativa ISO 15189 indica que los laboratorios clínicos deben poseer un sistema de gestión de calidad para garantizar los resultados entregados a los pacientes.</p>	<p>¿Indique o explique las características del sistema de gestión de calidad que se aplica para la generación de resultados a los pacientes?</p>	3	3	3																	

Fuente de investigación: Rubrica de validación de contenido elaborado por: Cristian Yapud

5	La normativa ISO 27002 menciona acerca del sistema de información donde habla que los respaldos periódicos de los resultados que se obtienen en los exámenes deben estar alojados en un sistema informático.	¿Cómo lleva actualmente los respaldos de los resultados que obtiene en los exámenes realizados a los pacientes?	3	3	3	
6	La organización internacional de Normalización (ISO) define error del laboratorio clínico como el fracaso de una acción planificada que no se cumple desde la adquisición de las muestras hasta la emisión de resultados generando inconformidad en los pacientes dado a que se debe realizar nuevos exámenes o tratamientos incensarios.	<p>¿De acuerdo al método que utiliza para la cuantificación y detección de alteraciones morfológicas en los glóbulos rojos se han presentado inconvenientes por errores en la entrega de resultados, cuáles han sido las causas?</p> <ul style="list-style-type: none"> • Hora de extracción sanguínea inadecuada. Debe tenerse en cuenta que ciertas propiedades biológicas están sometidas a ritmos circadianos. • Posición incorrecta durante la extracción sanguínea. • Extracción con recipiente incorrecto. • Volumen insuficiente de la muestra clínica. • Falta de aditivos en la muestra clínica. 	3	3	3	

Fuente de investigación: Rubrica de validación de contenido elaborado por: Cristian Yapud

7	Los avances tecnológicos han generado grandes pasos dentro de la medicina, específicamente la inteligencia artificial que realizan exámenes médicos computarizados logrando conseguir en horas, o en minutos los que se puede tardar meses en la entrega de resultados.	¿Mediante este prototipo informático le facilitaría la cuantificación y detección de alteraciones morfológicas (glóbulos rojos) para la reducción de tiempo y garantía en resultados de pacientes?	3	3	1											
8	Los glóbulos rojos tienen diferentes morfologías que dependen del tamaño de la forma y color siendo estos los factores que pueden determinar enfermedades a los pacientes.	¿Qué tipos de morfologías tienen los glóbulos rojos y que enfermedades se puede detectar con las diferentes morfologías?	3	3	3											
		<table border="1"> <thead> <tr> <th data-bbox="828 892 974 924">Morfología</th> <th data-bbox="974 892 1104 924">Enfermedad</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td data-bbox="828 924 974 1060">Acantocitosis</td> <td data-bbox="974 924 1104 1060">cirrosis alcohólica (Síndrome de Zieve)</td> </tr> <tr> <td data-bbox="828 1060 974 1092">Estomatocito</td> <td data-bbox="974 1060 1104 1092">Anemias</td> </tr> <tr> <td data-bbox="828 1092 974 1123">Eliptocitosis</td> <td data-bbox="974 1092 1104 1123">Talasemia</td> </tr> <tr> <td data-bbox="828 1123 974 1207">Dacriocitos</td> <td data-bbox="974 1123 1104 1207">Enfermedad renal</td> </tr> </tbody> </table>	Morfología	Enfermedad	Acantocitosis	cirrosis alcohólica (Síndrome de Zieve)	Estomatocito	Anemias	Eliptocitosis	Talasemia	Dacriocitos	Enfermedad renal				
Morfología	Enfermedad															
Acantocitosis	cirrosis alcohólica (Síndrome de Zieve)															
Estomatocito	Anemias															
Eliptocitosis	Talasemia															
Dacriocitos	Enfermedad renal															

Fuente de Investigación: Rubrica de validación de contenido elaborado por: Cristian Yapud

9	Existen diferentes factores que pueden generar errores en el instante de la cuantificación de glóbulos rojos, estos factores se pueden dar debido a que no obtuvo la extracción necesaria de la muestra de sangre, también puede ocurrir que la muestra de sangre no es tratada de manera correcta, o no coloco la cantidad adecuada en le portaobjetos para la cuantificación de glóbulos rojos.	¿Cuál es la muestra indicada para obtener los resultados correctos?	3	3	3	
10	Para la cuantificación de glóbulos rojos se requiere de una serie de procedimientos la cual empieza desde la extracción de la muestra de sangre hasta la emisión de resultados por lo que cada procedimiento necesita de un seguimiento adecuado respetando los tiempos establecidos por el método escogido por el bioquímico.	¿Explique el procedimiento que se realiza para obtener la separación de los diferentes componentes de la sangre y de esta manera no exista complicaciones al momento del conteo de glóbulos rojos?	3	3	3	

Fuente de investigación: Rubrica de validación de contenido elaborado por: Cristian Yapud

Preguntas adicionales:

Por favor indique que preguntas no fueron tomadas en cuenta y pueden ser incluidas en el instrumento de investigación

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

Firma de experto evaluador



Nombre: Luis Roberto H

Cedula: 0401063870

Fuente de Investigación: Rúbrica de validación de contenido elaborado por: Cristian Yapud

Rubrica para evaluar la validez de contenido a través de juicio de Expertos

Agradecemos su valiosa colaboración.

DATOS DEL EXPERTO Respetado juez: Usted ha sido seleccionado para evaluar el instrumento del tema del proyecto de investigación. "Análisis de imágenes digitales en la cuantificación y detección de alteraciones morfológicas de glóbulos rojos"

1. Con la validación de instrumentos se consigue que sean válidos y que los resultados obtenidos a partir de los mismos, sean utilizados de manera adecuada para la investigación.

Nombre:	<i>Amir Padua</i>	Apellido:	<i>Carla Padua</i>
Formación:	<i>MSc. Ing. Software</i>		
Cargo Actual:	<i>Docente</i>		
Institución:	<i>UPEC</i>		

Las preguntas formuladas se realizaron en base a los objetivos del proyecto de titulación que se presentan a continuación.

2. OBJETIVOS

- Fundamentar teóricamente las etapas del procesamiento de imágenes digitales con la finalidad de cuantificar y detectar alteraciones morfológicas de glóbulos rojos.
- Determinar el algoritmo de segmentación que se utilizará en el análisis de imágenes digitales para la cuantificación y detección de alteraciones morfológicas de los glóbulos rojos.
- Demostrar mediante el procesamiento de imágenes digitales la cuantificación y detección de alteraciones morfológicas de glóbulos rojos.
- Desarrollar un prototipo para la cuantificación y detección de alteraciones morfológicas de glóbulos rojos por medio del procesamiento de imágenes digitales.

Fuente de investigación: Rubrica de validación de contenido elaborado por: Cristian Yapud

3. INDICACIONES GENERALES

3.1. Con el objetivo de aplicar los términos de manera adecuada, a continuación, se muestran las definiciones de las dimensiones del instrumento a evaluar

Lea atentamente los enunciados y proceda a la validación de la entrevista

Construcción Teórica	Ítems	Definición	Justificación
Procesos y procedimientos	1 al 10	Hace referencia al levantamiento de los procesos y procedimientos del laboratorio clínico "Integral"	Basado en la norma de sistema de gestión de calidad en laboratorios clínicos ISO 15189.

Indicaciones para evaluar la validez de contenido del instrumento

1. Para la correcta evaluación de los instrumentos se evalúa las siguientes categorías:
2. Lea cada ítem y seleccione la opción que refleja su opinión respecto a los siguientes indicadores.

CATEGORÍA	CALIFICACIÓN	INDICADOR
SUFICIENCIA Indica que el ítem tiene los componentes necesarios para obtener la información	1. Bajo 2. Medio 3. Alto	1.- El ítem presentado no contiene los componentes suficientes debe mejorar su estructura 2.-El ítem miden contiene algunos componentes necesarios para obtener la información requerida 3.-El ítem es claro y suficiente para obtener la información
COHERENCIA El ítem tiene relación lógica con la dimensión que está midiendo,	1. Bajo 2. Medio 3. Alto	1.- El ítem no tiene relación lógica con lo que se está investigando.

Fuente de investigación: Rubrica de validación de contenido elaborado por: Cristian Yapud

		<p>2.- El Ítem tiene una relación baja o moderada dimensión en relación a lo que se está investigando.</p> <p>3.- El Ítem es coherente con la investigación</p>
<p>RELEVANCIA El ítem es esencial o importante para la investigación</p>	<p>1. Bajo</p> <p>2. Medio</p> <p>3. Alto</p>	<p>1.- El Ítem no es relevante e incluso puede ser eliminado sin que se vea afectada la investigación.</p> <p>2.- El Ítem tiene cierta relevancia, podría mejorar para obtener los resultados esperados.</p> <p>3.- El Ítem es muy relevante y debe ser incluido.</p>

Fuente de investigación: Rúbrica de validación de contenido elaborada por: Cristian Yapud

Evaluación del Contenido

Estimado juez o evaluador en cada ítem coloque una calificación del 1 al 3 de acuerdo a los aspectos de suficiencia, coherencia y relevancia mencionados anteriormente.

En caso de existir alguna observación, modificación o inclusión de algún ítem lo puede realizar en el casillero

Ítems que se incluyó en la entrevista se aplicó en el personal de laboratorio clínico Integral.

N°	Dimensión	Ítem	Suficiencia	Coherencia	Relevancia	Observaciones
1	En el conteo de glóbulos rojos se utiliza el método cámara de Neubauer la cual requiere de procesos y recursos que aumentan el tiempo de respuesta dado que es un proceso manual.	¿En base a lo anterior qué tiempo se requiere para llevar a cabo el proceso de la cuantificación de glóbulos rojos en un proceso manual?			/ ?	
2	Existen diferentes métodos manuales para realizar el conteo de glóbulos rojos entre ellos están: el método de Wintrobe, Van allen, Sandford-Haden y cámara de Neubauer los cuales realizan la misma función, pero su proceso es diferente por lo que tienen diferentes tiempos de respuesta.	¿Según los métodos de conteo indicados cual es el método más utilizado por los laboratoristas para la entrega de resultados en el menor tiempo posible?			/ ?	

3	<p>Para obtener un diagnóstico correcto se debe conocer cuáles son los riesgos que tienen los glóbulos rojos se debe tomar en cuenta que estos rangos depende de la edad y al género de las personas.</p>	<p>¿Indique el rango óptimo de acuerdo a la edad y genero después de haber realizado el proceso de la cuantificación de glóbulos rojos?</p> <table border="1" data-bbox="787 483 1071 1218"> <thead> <tr> <th colspan="2">Valores Normales de Eritrocitos</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Recién nacido</td> <td>10 a 26 millones de células/mcL</td> </tr> <tr> <td>A los tres meses</td> <td>6 a 18 millones de células/mcL</td> </tr> <tr> <td>Al año de edad</td> <td>8 a 16 millones de células/mcL</td> </tr> <tr> <td>Entre 3 y 5 años</td> <td>10 a 14 millones de células/mcL</td> </tr> <tr> <td>De los 5 a 15 años</td> <td>3.5 a 12 millones de células/mcL</td> </tr> <tr> <td>Hombre adulto</td> <td>4.7 a 6.1 millones de células/mcL</td> </tr> <tr> <td>Mujer adulta</td> <td>4.2 a 5.4 millones de células/mcL</td> </tr> </tbody> </table>	Valores Normales de Eritrocitos		Recién nacido	10 a 26 millones de células/mcL	A los tres meses	6 a 18 millones de células/mcL	Al año de edad	8 a 16 millones de células/mcL	Entre 3 y 5 años	10 a 14 millones de células/mcL	De los 5 a 15 años	3.5 a 12 millones de células/mcL	Hombre adulto	4.7 a 6.1 millones de células/mcL	Mujer adulta	4.2 a 5.4 millones de células/mcL			/ 3
Valores Normales de Eritrocitos																					
Recién nacido	10 a 26 millones de células/mcL																				
A los tres meses	6 a 18 millones de células/mcL																				
Al año de edad	8 a 16 millones de células/mcL																				
Entre 3 y 5 años	10 a 14 millones de células/mcL																				
De los 5 a 15 años	3.5 a 12 millones de células/mcL																				
Hombre adulto	4.7 a 6.1 millones de células/mcL																				
Mujer adulta	4.2 a 5.4 millones de células/mcL																				
4	<p>La normativa ISO 15189 indica que los laboratorios clínicos deben poseer un sistema de gestión de calidad para garantizar los resultados entregados a los pacientes.</p>	<p>¿Indique o explique las características del sistema de gestión de calidad que se aplica para la generación de resultados a los pacientes?</p>			/ 3																

Fuente de investigación: Rúbrica de validación de contenido elaborada por: Cristian Yapud

5	La normativa ISO 27002 menciona acerca del sistema de información donde habla que los respaldos periódicos de los resultados que se obtienen en los exámenes deben estar alojados en un sistema informático.	¿Cómo lleva actualmente los respaldos de los resultados que obtiene en los exámenes realizados a los pacientes?			3
6	La organización internacional de Normalización (ISO) define error del laboratorio clínico como el fracaso de una acción planificada que no se cumple desde la adquisición de las muestras hasta la emisión de resultados generando inconformidad en los pacientes dado a que se debe realizar nuevos exámenes o tratamientos innecesarios.	<p>¿De acuerdo al método que utiliza para la cuantificación y detección de alteraciones morfológicas en los glóbulos rojos se han presentado inconvenientes por errores en la entrega de resultados, cuáles han sido las causas?</p> <ul style="list-style-type: none"> • Hora de extracción sanguínea inadecuada. Debe tenerse en cuenta que ciertas propiedades biológicas están sometidas a ritmos circadianos. • Posición incorrecta durante la extracción sanguínea. • Extracción con recipiente incorrecto. • Volumen insuficiente de la muestra clínica. • Falta de aditivos en la muestra clínica. 			3

Fuente de investigación: Rubrica de validación de contenido elaborado por: Cristian Yapud

7	Los avances tecnológicos han generado grandes pasos dentro de la medicina, específicamente la inteligencia artificial que realizan exámenes médicos computarizados logrando conseguir en horas, o en minutos los que se puede tardar meses en la entrega de resultados.	¿Mediante este prototipo informático le facilitaría la cuantificación y detección de alteraciones morfológicas (glóbulos rojos) para la reducción de tiempo y garantía en resultados de pacientes?	/	3										
8	Los glóbulos rojos tienen diferentes morfologías que dependen del tamaño de la forma y color siendo estos los factores que pueden determinar enfermedades a los pacientes.	¿Qué tipos de morfologías tienen los glóbulos rojos y que enfermedades se puede detectar con las diferentes morfologías?		3										
<table border="1"> <thead> <tr> <th data-bbox="792 898 948 926">Morfología</th> <th data-bbox="948 898 1084 926">Enfermedad</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td data-bbox="792 926 948 1058">Acantocitosis</td> <td data-bbox="948 926 1084 1058">cercos alcohólica (Síndrome de Zieve)</td> </tr> <tr> <td data-bbox="792 1058 948 1085">Estonocito</td> <td data-bbox="948 1058 1084 1085">Anemia</td> </tr> <tr> <td data-bbox="792 1085 948 1113">Elipocitosis</td> <td data-bbox="948 1085 1084 1113">Tuberculosis</td> </tr> <tr> <td data-bbox="792 1113 948 1192">Dacriocitos</td> <td data-bbox="948 1113 1084 1192">Enfermedad renal</td> </tr> </tbody> </table>		Morfología	Enfermedad	Acantocitosis	cercos alcohólica (Síndrome de Zieve)	Estonocito	Anemia	Elipocitosis	Tuberculosis	Dacriocitos	Enfermedad renal			
Morfología	Enfermedad													
Acantocitosis	cercos alcohólica (Síndrome de Zieve)													
Estonocito	Anemia													
Elipocitosis	Tuberculosis													
Dacriocitos	Enfermedad renal													

Fuente de Investigación: Rubrica de validación de contenido elaborada por: Cristian Papud

9	Existen diferentes factores que pueden generar errores en el instante de la cuantificación de glóbulos rojos, estos factores se pueden dar debido a que no obtuvo la extracción necesaria de la muestra de sangre, también puede ocurrir que la muestra de sangre no es tratada de manera correcta, o no coloco la cantidad adecuada en le portaobjetos para la cuantificación de glóbulos rojos.	¿Cuál es la muestra indicada para obtener los resultados correctos?			3
10	Para la cuantificación de glóbulos rojos se requiere de una serie de procedimientos la cual empieza desde la extracción de la muestra de sangre hasta la emisión de resultados por lo que cada procedimiento necesita de un seguimiento adecuado respetando los tiempos establecidos por el método escogido por el bioquímico.	¿Explique el procedimiento que se realiza para obtener la separación de los diferentes componentes de la sangre y de esta manera no exista complicaciones al momento del conteo de glóbulos rojos?		3	

Fuente de Investigación: Rubrica de validación de contenido elaborado por: Cristian Yapud

Preguntas adicionales:

Por favor indique que preguntas no fueron tomadas en cuenta y pueden ser incluidas en el instrumento de investigación

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

Firma de experto evaluador



Nombre: *Roberto Cordero*

Cedula: *090123 2886*

Rubrica para evaluar la validez de contenido a través de juicio de Expertos

Agradecemos su valiosa colaboración.

DATOS DEL EXPERTO Respetado juez: Usted ha sido seleccionado para evaluar el instrumento del tema del proyecto de investigación. "Análisis de imágenes digitales en la cuantificación y detección de alteraciones morfológicas de glóbulos rojos"

1. Con la validación de instrumentos se consigue que sean válidos y que los resultados obtenidos a partir de los mismos, sean utilizados de manera adecuada para la investigación.

Nombre: JENNY J	Apellido: ZOLAÑO S
Formación: MAGISTER	
Cargo Actual: JOCELTE	
Institución: UPEC	

Las preguntas formuladas se realizaron en base a los objetivos del proyecto de titulación que se presentan a continuación.

2. OBJETIVOS

- Fundamentar teóricamente las etapas del procesamiento de imágenes digitales con la finalidad de cuantificar y detectar alteraciones morfológicas de glóbulos rojos.
- Determinar el algoritmo de segmentación que se utilizará en el análisis de imágenes digitales para la cuantificación y detección de alteraciones morfológicas de los glóbulos rojos.
- Demostrar mediante el procesamiento de imágenes digitales la cuantificación y detección de alteraciones morfológicas de glóbulos rojos.
- Desarrollar un prototipo para la cuantificación y detección de alteraciones morfológicas de glóbulos rojos por medio del procesamiento de imágenes digitales.

Fuente de investigación: Rubrica de validación de contenido elaborado por: Cristian Yapud

3. INDICACIONES GENERALES

3.1. Con el objetivo de aplicar los términos de manera adecuada, a continuación, se muestran las definiciones de las dimensiones del instrumento a evaluar

Lea atentamente los enunciados y proceda a la validación de la entrevista

Construcción Teórica	Items	Definición	Justificación
Procesos y procedimientos	1 al 10	Hace referencia al levantamiento de los procesos y procedimientos del laboratorio clínico "Integral"	Basado en la norma de sistema de gestión de calidad en laboratorios clínicos ISO 15189

Indicaciones para evaluar la validez de contenido del instrumento

1. Para la correcta evaluación de los instrumentos se evalúa las siguientes categorías:
2. Lea cada ítem y seleccione la opción que refleja su opinión respecto a los siguientes indicadores.

CATEGORÍA	CALIFICACIÓN	INDICADOR
SUFICIENCIA Indica que el ítem tiene los componentes necesarios para obtener la información	1. Bajo 2. Medio 3. Alto	1.- El ítem presentado no contiene los componentes suficientes debe mejorar su estructura 2.-El ítem miden contiene algunos componentes necesarios para obtener la información requerida 3.-El ítem es claro y suficiente para obtener la información
COHERENCIA El ítem tiene relación lógica con la dimensión que está midiendo.	1. Bajo 2. Medio 3. Alto	1.- El ítem no tiene relación lógica con lo que se está investigando.

Fuente de investigación: Rubrica de validación de contenido elaborada por: Cristian Yopua

		<p>2.- El ítem tiene una relación baja o moderada dimensión en relación a lo que se está investigando.</p> <p>3.- El ítem es coherente con la investigación</p>
<p>RELEVANCIA El ítem es esencial o importante para la investigación</p>	<p>1. Bajo</p> <p>2. Medio</p> <p>3. Alto</p>	<p>1.- El ítem no es relevante e incluso puede ser eliminado sin que se vea afectada la investigación.</p> <p>2.- El ítem tiene cierta relevancia, podría mejorar para obtener los resultados esperados.</p> <p>3.- El ítem es muy relevante y debe ser incluido.</p>

Fuente de Investigación: Rubrica de validación de contenido elaborado por: Cristian Pagud

Evaluación del Contenido

Estimado juez o evaluador en cada ítem coloque una calificación del 1 al 3 de acuerdo a los aspectos de suficiencia, coherencia y relevancia mencionados anteriormente.

En caso de existir alguna observación, modificación o inclusión de algún ítem lo puede realizar en el casillero

Ítems que se incluyó en la entrevista se aplicó en el personal de laboratorio clínico Integral.

N°	Dimensión	Ítem	Suficiencia	Coherencia	Relevancia	Observaciones
1	En el conteo de glóbulos rojos se utiliza el método cámara de Neubauer la cual requiere de procesos y recursos que aumentan el tiempo de respuesta dado que es un proceso manual.	¿En base a lo anterior qué tiempo se requiere para llevar a cabo el proceso de la cuantificación de glóbulos rojos en un proceso manual?	3	3	3	
2	Existen diferentes métodos manuales para realizar el conteo de glóbulos rojos entre ellos están: el método de Wintrobe, Van allen, Sandford-Haden y cámara de Neubauer los cuales realizan la misma función, pero su proceso es diferente por lo que tienen diferentes tiempos de respuesta.	¿Según los métodos de conteo indicados cuál es el método más utilizado por los laboratoristas para la entrega de resultados en el menor tiempo posible?	3	3	3	Adicional la pregunta: ¿700-800? ¿una vez hacen análisis?

Fuente de Investigación: Rubrica de validación de contenido elaborado por: Cristian Yapud

3	<p>Para obtener un diagnóstico correcto se debe conocer cuáles son los rangos que tienen los glóbulos rojos se debe tomar en cuenta que estos rangos depende de la edad y al género de las personas.</p>	<p>¿Indique el rango óptimo de acuerdo a la edad y género después de haber realizado el proceso de la cuantificación de glóbulos rojos?</p> <table border="1" data-bbox="808 510 1096 1276"> <thead> <tr> <th colspan="2">Valores Normales de Eritrocitos</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Recién nacido</td> <td>10 a 28 millones de células/mcL</td> </tr> <tr> <td>A los tres meses</td> <td>6 a 18 millones de células/mcL</td> </tr> <tr> <td>Al año de edad</td> <td>8 a 16 millones de células/mcL</td> </tr> <tr> <td>Entre 3 y 5 años</td> <td>10 a 14 millones de células/mcL</td> </tr> <tr> <td>De los 5 a 15 años</td> <td>5.5 a 12 millones de células/mcL</td> </tr> <tr> <td>Hombre adulto</td> <td>4.7 a 6.1 millones de células/mcL</td> </tr> <tr> <td>Mujer adulta</td> <td>4.2 a 5.4 millones de células/mcL</td> </tr> </tbody> </table>	Valores Normales de Eritrocitos		Recién nacido	10 a 28 millones de células/mcL	A los tres meses	6 a 18 millones de células/mcL	Al año de edad	8 a 16 millones de células/mcL	Entre 3 y 5 años	10 a 14 millones de células/mcL	De los 5 a 15 años	5.5 a 12 millones de células/mcL	Hombre adulto	4.7 a 6.1 millones de células/mcL	Mujer adulta	4.2 a 5.4 millones de células/mcL			3	<p>ES UNA PREGUNTA TÉCNICA QUE PUEDE SER RESUELTA BIOMÉDICA NO 135</p>
Valores Normales de Eritrocitos																						
Recién nacido	10 a 28 millones de células/mcL																					
A los tres meses	6 a 18 millones de células/mcL																					
Al año de edad	8 a 16 millones de células/mcL																					
Entre 3 y 5 años	10 a 14 millones de células/mcL																					
De los 5 a 15 años	5.5 a 12 millones de células/mcL																					
Hombre adulto	4.7 a 6.1 millones de células/mcL																					
Mujer adulta	4.2 a 5.4 millones de células/mcL																					
4	<p>La normativa ISO 15189 indica que los laboratorios clínicos deben poseer un sistema de gestión de calidad para garantizar los resultados entregados a los pacientes.</p>	<p>¿Indique o explique las características del sistema de gestión de calidad que se aplica para la generación de resultados a los pacientes?</p>			3	<p>3 3 1</p> <p>PREGUNTA TÉCNICA.</p>																

Fuente de investigación: Rubrica de validación de contenido elaborado por: Cristian Yapud

5	La normativa ISO 27002 menciona acerca del sistema de información donde habla que los respaldos periódicos de los resultados que se obtienen en los exámenes deben estar alojados en un sistema informático.	¿Cómo lleva actualmente los respaldos de los resultados que obtiene en los exámenes realizados a los pacientes?	3	3	3	
6	La organización internacional de Normalización (ISO) define error del laboratorio clínico como el fracaso de una acción planificada que no se cumple desde la adquisición de las muestras hasta la emisión de resultados, generando inconformidad en los pacientes, dado a que se debe realizar nuevos exámenes o <u>tratamientos incensarios</u> .	<p>¿De acuerdo al método que utiliza para la cuantificación y detección de alteraciones morfológicas en los glóbulos rojos se han presentado inconvenientes por errores en la entrega de resultados, cuáles han sido las causas?</p> <ul style="list-style-type: none"> • Hora de extracción sanguínea inadecuada. Debe tenerse en cuenta que ciertas propiedades biológicas están sometidas a ritmos circadianos. • Posición incorrecta durante la extracción sanguínea. • Extracción con recipiente incorrecto. • Volumen insuficiente de la muestra clínica. • Falta de aditivos en la muestra clínica. 	3	3	3	<p>¿CÓMO SE DA PRODUCCIÓN QUE CONTIENE CON UNA ESCALA DE VALORACIÓN. ¿CUAL ES LA CAUSA MÁS COMÚN?</p>

Fuente de investigación: Rúbrica de validación de contenido elaborado por: Cristian Yapud

7	<p>Los avances tecnológicos han generado grandes pasos dentro de la medicina, específicamente la inteligencia artificial que realizan exámenes médicos computarizados, logrando conseguir en horas, o en minutos los que se puede tardar meses en la entrega de resultados.</p>	<p>¿Mediante este prototipo informático le facilitaría la cuantificación y detección de alteraciones morfológicas (glóbulos rojos) para la reducción de tiempo y garantía en resultados de pacientes?</p>	1	3	1	<p>EL ENTRENAMIENTO NO VA A CAMBIAR EL PROTOTIPO</p>										
8	<p>Los glóbulos rojos tienen diferentes morfologías que dependen del tamaño de la forma y color, siendo estos los factores que pueden determinar enfermedades a los pacientes.</p>	<p>¿Qué tipos de morfologías tienen los glóbulos rojos y que enfermedades se puede detectar con las diferentes morfologías?</p> <table border="1" data-bbox="792 961 1084 1289"> <thead> <tr> <th>Morfología</th> <th>Enfermedad</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Acanthocitosis</td> <td>cirrosis alcohólica (Síndrome de Zieve)</td> </tr> <tr> <td>Esferocitocito</td> <td>Anemias</td> </tr> <tr> <td>Elipocitosis</td> <td>Talasemia</td> </tr> <tr> <td>Dacriocitos</td> <td>Enfermedad renal</td> </tr> </tbody> </table>	Morfología	Enfermedad	Acanthocitosis	cirrosis alcohólica (Síndrome de Zieve)	Esferocitocito	Anemias	Elipocitosis	Talasemia	Dacriocitos	Enfermedad renal	5	2	1	<p>PREGUNTA TÉCNICA</p>
Morfología	Enfermedad															
Acanthocitosis	cirrosis alcohólica (Síndrome de Zieve)															
Esferocitocito	Anemias															
Elipocitosis	Talasemia															
Dacriocitos	Enfermedad renal															

Fuente de Investigación: Rubrica de validación de contenido elaborado por: Cristian Yanud

9	Existen diferentes factores que pueden generar errores en el instante de la cuantificación de glóbulos rojos, estos factores se pueden dar debido a que no obtuvo la extracción necesaria de la muestra de sangre, también puede ocurrir que la muestra de sangre no es tratada de manera correcta, o no colocó la cantidad adecuada en el portanobjetos para la cuantificación de glóbulos rojos.	¿Cuál es la muestra indicada para obtener los resultados correctos?				PREGUNTA TEÓRICA
10	Para la cuantificación de glóbulos rojos se requiere de una serie de procedimientos, la cual empieza desde la extracción de la muestra de sangre, hasta la emisión de resultados, por lo que, cada procedimiento necesita de un seguimiento adecuado, respetando los tiempos establecidos por el método escogido por el bioquímico.	¿Explique el procedimiento que se realiza para obtener la separación de los diferentes componentes de la sangre y de esta manera no exista complicaciones al momento del conteo de glóbulos rojos?	3	3	3	SE PUEDE HACER CON UN HSTALO DE LOS DIFERENTES PROCEDIMIENTOS EXISTENTES

Fuente de Investigación: Rúbrica de validación de contenido elaborado por: Cristian Yapud

Preguntas adicionales:

Por favor indique que preguntas no fueron tomadas en cuenta y pueden ser incluidas en el instrumento de investigación

DESCRIBIR EL PROCESO QUE SEGUIA PARA EL ANÁLISIS?
QUÉ TIPO DE TECNOLOGÍA UTILIZA PARA EL ANÁLISIS?
.....
.....
.....
.....
.....
.....

Firma de experto evaluador



Nombre: Deivy Bolaños

Cedula: 0740254820

Fuente de investigación: Rúbrica de validación de contenido elaborado por: Cristian Yapud

Anexo 4: Acta de predefensa Yapud Cristian



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA ESTATAL DEL CARCHI
FACULTAD DE INDUSTRIAS AGROPECUARIAS Y CIENCIAS AMBIENTALES
CARRERA DE INGENIERIA EN INFORMATICA

ACTA

DE LA SUSTENTACIÓN DE PREDEFENSA DEL INFORME DE INVESTIGACIÓN DE:

NOMBRE: YAPUD PUERCHAMBU CRISTIAN ALEXANDER CÉDULA DE IDENTIDAD: 0402122253
NIVEL/PARALELO: 0 PERIODO ACADÉMICO: AÑO - SEPTIEMBRE 2020

TEMA DE INVESTIGACIÓN: ANÁLISIS DE IMÁGENES DIGITALES EN LA CUANTIFICACIÓN Y DETECCIÓN DE ALTERACIONES MORFOLÓGICAS DE GLÓBULOS ROJOS.

Tribunal designado por la dirección de esta Carrera, conformado por:

PRESIDENTE: MSC. PATIÑO HERNÁNDEZ LUIS ADOLFO
LECTOR: MSC. GUANO CÁRDENAS CARLOS ALBERTO
ASESOR: MSC. YANDÓN VELASTEGUI MARCO ANTONIO

De acuerdo al artículo 22: Una vez entregados los requisitos para la realización de la pre-defensa el Director de Carrera integrará el Tribunal de Pre-defensa del Informe de Investigación, fijando lugar, fecha y hora para la realización de este acto:

EDIFICIO DE AULAS: 0 AULA: 0

FECHA: viernes, 6 de noviembre de 2020

HORA: 10H30

Obteniendo las siguientes notas:

1) Sustentación de la predefensa:	5,00
2) Trabajo escrito	2,48
Nota final de PRE DEFENSA	7,50

Por lo tanto **APRUEBA CON OBSERVACIONES** | debiendo acatar el siguiente artículo:

Art. 24.- De los estudiantes que aprueben el Plan de Investigación con observaciones. - El estudiante tendrá el plazo de 30 días laborales para proceder a corregir su informe de investigación de conformidad a las observaciones y recomendaciones realizadas por los miembros Tribunal de sustentación de la pre-defensa.

Para constancia del presente, firman en la ciudad de Tulcán el viernes, 6 de noviembre de 2020

LUIS ADOLFO
PATIÑO
HERNÁNDEZ
MSC. PATIÑO HERNÁNDEZ LUIS ADOLFO
PRESIDENTE



Firmado
digitalmente por
MARCO ANTONIO
YANDÓN VELASTEGUI
2020-11-06 10:28:00:00

MSC. YANDÓN VELASTEGUI MARCO ANTONIO
TUTOR

Firmado

digitalmente por
CARLOS ALBERTO
GUANO CÁRDENAS



MSC. GUANO CÁRDENAS CARLOS ALBERTO
LECTOR

Adj.: Observaciones y recomendaciones

Anexo 5: Acta de predefensa Rosas Jonathan



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA ESTATAL DEL CARCHI
FACULTAD DE INDUSTRIAS AGROPECUARIAS Y CIENCIAS AMBIENTALES
CARRERA DE INGENIERIA EN INFORMATICA

ACTA

DE LA SUSTENTACIÓN DE PREDEFENSA DEL INFORME DE INVESTIGACIÓN DE:

NOMBRE: ROSAS MORÁN JONATHAN ALEXANDER
NIVEL/PARALELO: D
CÉDULA DE IDENTIDAD: 0401927744
PERIODO ACADÉMICO: JUNIO - SEPTIEMBRE 2020

TEMA DE INVESTIGACIÓN: ANÁLISIS DE IMÁGENES DIGITALES EN LA CUANTIFICACIÓN Y DETECCIÓN DE ALTERACIONES MORFOLÓGICAS DE GLÓBULOS ROJOS.

Tribunal designado por la dirección de esta Carrera, conformado por:
PRESIDENTE: MSC. PATIÑO HERNÁNDEZ LUIS ADOLFO
LECTOR: MSC. GUANO CÁRDENAS CARLITOS ALBERTO
ASESOR: MSC. YANDÚN VELASTEGUI MARCO ANTONIO

De acuerdo al artículo 20, una vez entregados los requisitos para la realización de la pre-defensa el Director de Carrera integró el Tribunal de Pre-defensa del Informe de Investigación, periodo lugar, fecha y hora para la realización de este acto:

EDIFICIO DE AULAS: 0 AULA: 0
FECHA: viernes, 6 de noviembre de 2020
HORA: 10H30

Obteniendo las siguientes notas:

1) Sustentación de la predefensa:	5,07
2) Trabajo escrito	2,48
Nota final de PRE DEFENSA	7,55

Por lo tanto: **APRUEBA CON OBSERVACIONES** ; debiendo acatar el siguiente artículo:

Art. 24.- De los estudiantes que aprueban el Plan de Investigación con observaciones - El estudiante tendrá el plazo de 30 días laborales para proceder a corregir su Informe de Investigación de conformidad a las observaciones y recomendaciones realizadas por los miembros Tribunal de sustentación de la pre-defensa.

Para constancia del presente, firman en la ciudad de Tulcán el **viernes, 6 de noviembre de 2020**

LUIS ADOLFO
PATIÑO
HERNANDEZ
MSC. PATIÑO HERNÁNDEZ LUIS ADOLFO
PRESIDENTE


Firmado
digitalmente por
MARCO ANTONIO
YANDÚN VELASTEGUI
2020-11-09 13:28:05:00
MSC. YANDÚN VELASTEGUI MARCO ANTONIO
TUTOR

Firmado
digitalmente por
CARLITOS ALBERTO
GUANO CÁRDENAS
MSC. GUANO CÁRDENAS CARLITOS ALBERTO
LECTOR

Adj.: Observaciones y recomendaciones

Anexo 6: Certificado validación del Abstract



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA ESTATAL DEL CARCHI
FOREIGN AND NATIVE LANGUAGE CENTER

ABSTRACT- EVALUATION SHEET				
NAME: <i>Rosas Morán Jonathan Alexander</i>		DATE: 2 de diciembre de 2020		
Yapud Puerchambú Cristian Alexander				
TOPIC: Análisis de imágenes digitales en la cuantificación y detección de alteraciones morfológicas de glóbulos rojos				
MARKS AWARDED		QUANTITATIVE AND QUALITATIVE		
VOCABULARY AND WORD USE	Use new learnt vocabulary and precise words related to the topic	Use a little new vocabulary and some appropriate words related to the topic	Use basic vocabulary and simplistic words related to the topic	Limited vocabulary and inadequate words related to the topic
	EXCELLENT: 2 <input checked="" type="checkbox"/>	GOOD: 1,5 <input type="checkbox"/>	AVERAGE: 1 <input type="checkbox"/>	LIMITED: 0,5 <input type="checkbox"/>
WRITING COHESION	Clear and logical progression of ideas and supporting paragraphs.	Adequate progression of ideas and supporting paragraphs.	Some progression of ideas and supporting paragraphs.	Inadequate ideas and supporting paragraphs.
	EXCELLENT: 2 <input checked="" type="checkbox"/>	GOOD: 1,5 <input type="checkbox"/>	AVERAGE: 1 <input type="checkbox"/>	LIMITED: 0,5 <input type="checkbox"/>
ARGUMENT	The message has been communicated very well and identify the type of text	The message has been communicated appropriately and identify the type of text	Some of the message has been communicated and the type of text is little confusing	The message hasn't been communicated and the type of text is inadequate
	EXCELLENT: 2 <input checked="" type="checkbox"/>	GOOD: 1,5 <input type="checkbox"/>	AVERAGE: 1 <input type="checkbox"/>	LIMITED: 0,5 <input type="checkbox"/>
CREATIVITY	Outstanding flow of ideas and events	Good flow of ideas and events	Average flow of ideas and events	Poor flow of ideas and events
	EXCELLENT: 2 <input type="checkbox"/>	GOOD: 1,5 <input checked="" type="checkbox"/>	AVERAGE: 1 <input type="checkbox"/>	LIMITED: 0,5 <input type="checkbox"/>
SCIENTIFIC SUSTAINABILITY	Reasonable, specific and supportable opinion or thesis statement	Minor errors when supporting the thesis statement	Some errors when supporting the thesis statement	Lots of errors when supporting the thesis statement
	EXCELLENT: 2 <input type="checkbox"/>	GOOD: 1,5 <input checked="" type="checkbox"/>	AVERAGE: 1 <input type="checkbox"/>	LIMITED: 0,5 <input type="checkbox"/>
TOTAL/AVERAGE	9 - 10: EXCELLENT 7 - 8,9: GOOD 5 - 6,9: AVERAGE 0 - 4,9: LIMITED	TOTAL 9		



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA ESTATAL DEL CARCHI
FOREIGN AND NATIVE LANGUAGE CENTER

Informe sobre el Abstract de Artículo Científico o Investigación.

Autor: Rosas Morán Jonathan Alexander

Yapud Puerchambú Cristian Alexander

Fecha de recepción del abstract: 6 de diciembre de 2020

Fecha de entrega del informe: 6 de diciembre de 2020

El presente informe validará la traducción del idioma español al inglés si alcanza un porcentaje de: 9 – 10 Excelente.

Si la traducción no está dentro de los parámetros de 9 – 10, el autor deberá realizar las observaciones presentadas en el ABSTRACT, para su posterior presentación y aprobación.

Observaciones:

Después de realizar la revisión del presente abstract, éste presenta una apropiada traducción sobre el tema planteado en el idioma Inglés. Según los rubrics de evaluación de la traducción en Inglés, ésta alcanza un valor de 9, por lo cual se valida dicho trabajo.

Atentamente



EDISON BONNERGES
PENAFIEL ARCOS

Ing. Edison Peñañiel Arcos MSc

Coordinador del CIDEN