

Yestli: Contador de Células de Muestras Sanguíneas para Dispositivos Móviles

Yezeth Heras, Beatriz Sabino, José Márquez y Miguel Sánchez

Resumen

En el presente documento se describe una propuesta de software para dispositivos móviles que permitirá realizar el conteo de células de las muestras sanguíneas, éste coadyuvará a los alumnos y profesores de la Licenciatura de Química Clínica de la Universidad de la Cañada. De acuerdo a la evaluación realizada para el primer prototipo, se obtuvieron respuestas positivas superiores al 80% con respecto a la facilidad de uso, diseño, funcionalidad y utilidad.

Palabras clave: Muestra sanguínea, contador hematológico, metodología.

1. Introducción

Hoy en día, el uso de la tecnología móvil resulta útil para todas las personas, en el ámbito de la educación, la tecnología móvil presenta diferentes ventajas que exigen el replanteamiento de metodologías, modernización de diseños, estándares de educación y comunicación con los estudiantes, en otras palabras estos dispositivos están cambiando la forma de comunicación y aprendizaje [5].

Diversas aplicaciones pueden ser manipuladas a través de los dispositivos móviles, razón por la cual los estudiantes pueden traer consigo software que les sirva de apoyo en sus actividades escolares.

Una de las problemáticas de los alumnos y profesores de la Licenciatura en Química Clínica de la Universidad de la Cañada con respecto al conteo de células de muestras sanguíneas, es que los laboratorios no poseen suficientes contadores celulares mecánicos (Figura 1) para todo un grupo de estudiantes, actualmente existen solo tres y el grupo promedio de alumnos es de veinte.



Figura 1. Contador celular mecánico.

El contador celular mecánico es un aparato utilizado principalmente como contador hematológico, con éste se contabilizan células de muestras



sanguíneas [6]. Está conformado por dos, cuatro u ocho teclas, ofrece las cartillas de color de los glóbulos blancos, cuenta con un totalizador el cual lleva el registro del incremento total, al llegar al registro número cien se activa el sonido de la alarma, tiene integrado el botón de reseteo para inicializar un conteo [7].

Diversos trabajos de investigación se han enfocado en el conteo automático de células, tal es el caso de [4] en donde el programa propuesto CELLCOUNTER emplea un algoritmo de procesamiento de imágenes para determinar el número de células presentes a partir de fotografías obtenidas por el software MetaMorph [8]; de forma similar [12], [9], [3] y [10] utilizan el reconocimiento de patrones para llevar a cabo el conteo. Utilizando el reconocimiento de patrones se han desarrollado equipos comerciales mediante los cuales se puede realizar el conteo celular [11], [13] y [1]. Sin embargo, en un ambiente educativo es necesario que los alumnos aprendan a realizar el conteo manualmente para que puedan evaluar sus resultados con respecto a los resultados automáticos generados. Por otro lado, existen regiones en donde la tecnología con la que se cuenta en los laboratorios es limitada y una herramienta que ayude a realizar la tarea de forma amigable siempre es indispensable.

Por lo anterior, se implementó el software denominado Yestli (significa “sangre” en Nahuatl) para dispositivos móviles, con éste los estudiantes y profesores realizarán el conteo de células de muestras sanguíneas. Debido a que está desarrollado para dispositivos móviles, esta aplicación podrá ser empleada en laboratorios de la universidad y en otros lugares donde se realice dicha tarea. Actualmente esta aplicación funciona bajo el sistema operativo Android, sin embargo se pretende que también se extienda su uso en otras plataformas.

En este trabajo de investigación se empleó la metodología para el desa-

rollo de aplicaciones móviles propuesta por [2], cuyo objetivo principal es facilitar la creación de nuevas aplicaciones y servicios exitosos.

2. Metodología

La metodología para el desarrollo de aplicaciones móviles consta de cinco etapas: Análisis, donde se obtienen y clasifican los requerimientos y se personaliza el servicio; Diseño, define el escenario tecnológico y se estructura la solución; Desarrollo, cuando se implementa el diseño en un producto de software; Prueba de funcionamiento, donde se emula y simula el producto ajustando detalles, se instala en equipos reales, se evalúa su rendimiento y el potencial de éxito; finalmente la etapa de Entrega, define el canal de distribución de la aplicación [2].

Enseguida se describen las etapas realizadas en este trabajo de investigación.

2.1 Análisis

En esta fase se analizan los requerimientos de las personas para la cual se desarrolla el servicio móvil, el propósito es definir las características del entorno de la aplicación.

De acuerdo a lo anterior, se llevaron a cabo 40 entrevistas a alumnos de la Licenciatura en Química Clínica que se encuentran cursando sexto, octavo y décimo semestre, algunas de las preguntas realizadas fueron: ¿Consideras importante tener un contador de células en tu dispositivo móvil?, ¿Cómo se realiza actualmente el conteo de células de una muestra sanguínea?, ¿El conteo se efectúa de manera individual, por pareja o en equipo?, entre otras. Además, fue necesario recopilar información de los distintos dispositivos móviles con los que cuentan los estudiantes de la licenciatura y sus características (modelo, S.O, tipo, etc.).



De acuerdo a las entrevistas, se obtuvo lo siguiente:

- El 90% de los alumnos afirman que sería mejor tener en sus dispositivos móviles el contador celular, ya que lo pueden utilizar en cualquier momento, de esta manera evitan el empleo de formatos para solicitudes de prestado del contador celular mecánico en el laboratorio, además, actualmente no hay suficientes equipos. El 10% restante comenta que es conveniente poseer los dos tipos de contadores celulares, debido a que hay alumnos que no cuentan con un celular inteligente y esto es una limitante que no permite el acceso al contador celular móvil, sin embargo pueden solicitar prestado el contador celular mecánico dentro del laboratorio y de esta manera pueden efectuar su actividad.
- El 80% de los estudiantes cuentan con un dispositivo móvil (de las marcas Samsung, ZTE, Motorola y LG). Sin embargo el 15% de los estudiantes no cuentan con un dispositivo móvil inteligente y el 5% no cuentan con un celular.
- El método manual para el conteo celular, es de la siguiente manera: se toma papel y lápiz, posteriormente se dibuja una tabla que está dividida en secciones de acuerdo al tipo de célula a localizar, en el encabezado de cada columna se especifica el nombre de cada célula y se realiza el conteo (Figura 2). Esta actividad la realizan los alumnos hasta encontrar un total de cien células, el tiempo promedio destinado a esta tarea es de dos horas y media por cada muestra.
- Cuando los alumnos trabajan en binas, uno de ellos anota el conteo, posteriormente realiza la suma total para obtener el resultado esperado, el otro estudiante observa la muestra sanguínea e indica el número de células localizadas y su tipo.



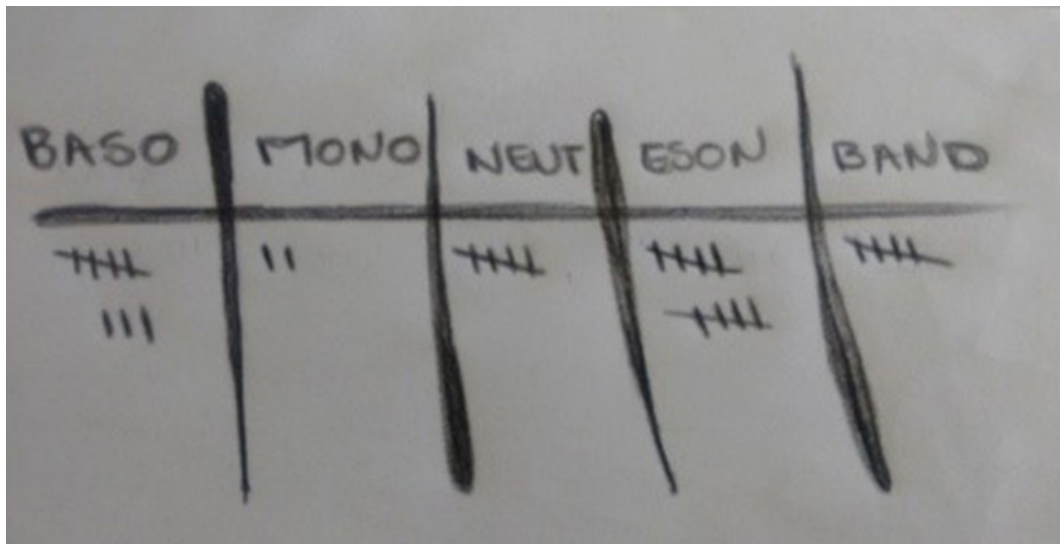


Figura 2. Conteo de células de una muestra sanguínea sin utilizar el conteo mecánico.

Algunas desventajas que se presentan cuando trabajan en binas son:

- Si hay alguna distracción por parte del alumno, no se registra el conteo correcto y por lo tanto vuelven a iniciar la actividad.
- No todos los alumnos conocen el tipo de células que se presentan en la muestra.
- No todos los alumnos adquieren la práctica de contabilizar células.
- Una vez recabada la información anterior, se realizó el diseño de la aplicación, misma que a continuación se describe.

3.2 Diseño

El objetivo de esta etapa es plasmar el pensamiento de la solución mediante diagramas o esquemas, considerando la mejor alternativa al integrar aspectos técnicos, funcionales, sociales y económicos. A esta fase se retorna si no se obtiene lo deseado en la etapa de prueba [2].

De acuerdo al análisis realizado, se propone el diseño de un contador celular para dispositivos móviles. A continuación se presenta un prototipo en papel y lápiz, respetando las características del contador celular mecánico manejando solo determinadas células del mismo.





Figura 3. Diseño de contador celular móvil.

3.3 Desarrollo

La programación de la aplicación se efectuó en el entorno de desarrollo Intel XDK, bajo el lenguaje HTML, JavaScript y CSS, en la Figura 4 se puede observar el resultado de la implementación del contador celular móvil.

Posteriormente, se realizó una evaluación de ésta aplicación.

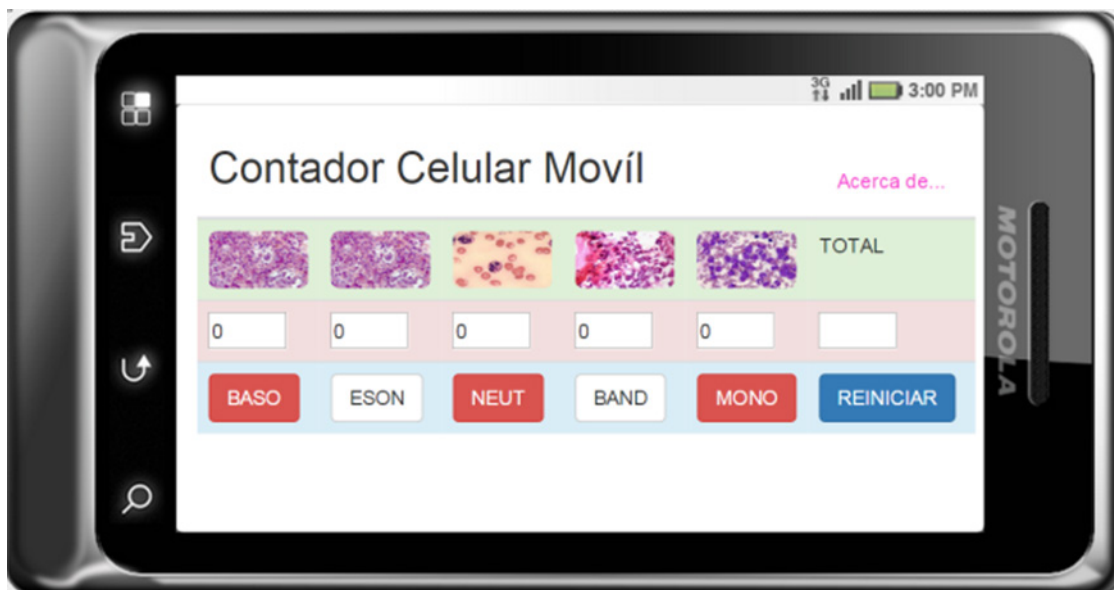


Figura 4. Implementación del contador celular móvil.

3.4 Evaluación preliminar

En esta fase se verificó el funcionamiento de la aplicación en diferentes escenarios y condiciones, tomando en cuenta la emulación y simulación, dispositivos móviles reales y con un grupo de usuarios.

Con respecto al primero, se exploraron las tareas y funciones del software con un emulador, se introdujeron datos de entrada para comprobar la funcionalidad del software; con respecto al segundo, la aplicación fue instalada en algunos dispositivos móviles y se revisaron posibles fallas en tiempo de ejecución. Finalmente, se reunió a un grupo de 15 estudiantes de sexto, octavo y décimo semestre de la Licenciatura en Química Clínica para llevar a cabo una práctica de laboratorio con muestras sanguíneas, se solicitó que realizaran el conteo celular apoyándose de la herramienta propuesta, al finalizar se aplicó una encuesta para evaluar el funcionamiento, diseño y facilidad de uso de la aplicación móvil, de ésta se obtuvo la siguiente información:

- El 98% de los usuarios agregó que el funcionamiento de la aplicación es adecuado con respecto a la tarea que se debe realizar.
- Al 100% de los alumnos entrevistados le resultó fácil acceder (localizar y ejecutar) al software.
- Al 90% de los alumnos les pareció correcta la organización de la información, sin embargo, el 10% sugirió que el orden de las células pueda modificarse.
- Con respecto a los colores utilizados en la interfaz, el 95% de los usuarios mencionó que son de su agrado.
- El 85% de los usuarios estuvo de acuerdo con la calidad de las imágenes, el otro 15% recomendó colocar imágenes con un solo tipo de célula.



- El 100% mencionó que es fácil manipular el contador.
- El 87% de los estudiantes considera que el software Yestli será de utilidad para contabilizar las células de sus muestras y el 13% restante opina que es mejor poseer ambos tipos de contadores.

Una vez analizados los resultados de las pruebas anteriores, se hicieron las modificaciones correspondientes a la interfaz del prototipo (Figura 5).



Figura 5. Prototipo con las observaciones de los usuarios.

De acuerdo a los resultados obtenidos y a los comentarios realizados por parte de los usuarios, se realizó una tabla comparativa (Tabla 1) que describe brevemente las ventajas y desventajas de las herramientas de conteo empleadas por los usuarios.

Tabla 1. Cuadro comparativo de las diferentes herramientas de conteo

Herramienta de conteo	Ventajas	Desventajas
Contador celular mecánico	No requiere alimentación eléctrica.	No se cuenta con suficientes equipos en los laboratorios. Se realizan solicitudes de préstamo para utilizarlos.
Técnica con lápiz y papel	Se puede realizar en cualquier momento.	Se destina más tiempo para realizar el conteo.
Contador celular móvil	Es una aplicación móvil. Hay mayor disponibilidad de uso. No se requieren solicitudes de préstamo. Incluye alarma de alerta para indicar finalización del conteo.	No es compatible con todos los sistemas operativos de dispositivos móviles. Requiere alimentación eléctrica.

En esta sección se describe una evaluación preliminar de la aplicación considerando el funcionamiento, diseño y facilidad de uso, estas pruebas se complementarán considerando a un grupo de expertos en el campo del desarrollo móvil como lo menciona la metodología empleada, con lo anterior concluirá dicha etapa dando paso a la fase de entrega.



3. Conclusiones

El proceso que se llevó a cabo para desarrollar la aplicación “Yestli” tiene como objetivo proveer una herramienta para facilitar el conteo celular que realizan los alumnos y profesores de la Licenciatura en Química Clínica.

De acuerdo a la evaluación realizada para el primer prototipo, se obtuvieron respuestas positivas superiores al 80%, con respecto a la facilidad de uso, diseño, funcionalidad y utilidad.

4. Trabajo A Futuro

De acuerdo a los comentarios realizados por los usuarios sobre elementos adicionales que puede tener el prototipo, se pretende implementar lo siguiente:

1. Incluir más tipos de células y que el usuario elija cuales desea contabilizar.
2. Generar reporte de los conteos realizados en un documento con formato PDF.

Los elementos adicionales, servirán para que la aplicación pueda ser empleada por más usuarios y para diferentes tipos de muestras.

5. Agradecimientos

Agradecemos la colaboración de los alumnos de la Licenciatura en Química Clínica de la Universidad de la Cañada y a la Dra. Araceli Vaquero Vera profesora-investigadora de esta casa de estudios, ya que sin su apoyo no hubiera sido posible la realización del presente trabajo de investigación.

6. Referencias

- 1. Bioreal.** TC20 Automated Cell Counter. Disponible en: <http://www.bioread.com/es-mx/category/cell-counting> Consultado el 13 de junio de 2016.
- 2. Gasca Mantilla Maira Cecilia, Camargo Ariza Luis Leonardo, Medina Delgado Byron.** 2014. Metodología para el desarrollo de aplicaciones móviles. Tecnura, vol. 18, no. 40. Abril-junio 2014.
- 3. Ivan V. Grishagin.** Automatic cell counting with ImageJ. Analytical Biochemistry 473. 2014. pp. 1-18. doi: 10.1016/j.ab.2014.12.007
- 4. J. Lojk, U. Cibej, D. Karlas, L. Sajn y M. Pavlin.** 2015. Comparison of two automatic cell-counting solutions for Fluorescent microscopic images. Journal of Microscopy, Vol. 0, Issue 0, pp. 1- 10. doi:10.1111/jmi.12272
- 5. J. L. Cruz Reyes, G. Contreras Vega y C. A. Ochoa Rivera.** 2012. Aplicaciones educativas en dispositivos móviles. Ciencia Administrativa 2012. Disponible en: www.uv.mx/iiesca/files/2013/04/05CA201201.pdf Consultado el 20 de mayo del 2016..
- 6. Laboratorios Heiga.** Contador Diferencial de células en la sangre. Disponible en: <http://laboratoriosheiga.com/productos/contador-de-diferencial-de-celulas-en-la-sangre.html> Consultado el 16 de mayo del 2016..
- 7. Laboratorios Lab Medic.** Contador Diferencial de Células DBC-9. Disponible en: <http://www.pfhlabmedic.com.pe/catalogo/demo/> Consultado el 16 de mayo de 2016 ..
- 8. MetaMorph.** Microscopy Automation and Image Analysis Software. Disponible en: <https://www.moleculardevices.com/systems/metamorph-research-imaging/metamorph-microscopy-automation-and-image-analysis-software> Consultado el 13 de junio de 2016.



- 9. Mohendra Roy, Dongmin Seo, Sangwoo Oh, Yeonghun Chae, Myung-Hyun Nam y Sungkyu Seo.** 2016. Automated Micro-Object Detection for Mobile Diagnostics Using Lens-Free Imaging Technology. *Diagnostics*, 6, 17. pp. 1-15. doi:10.3390/diagnostics6020017
- 10. Nezamoddin N. Kachouie, Lifeng Kang y Ali Khademhosseini.** 2009. Arraycount, an algorithm for automatic cell counting in microwell arrays. *BioTechniques*, 47, 3, 20 pp. 10-16. doi:10.2144/000113202
- 11. Nexcelom Bioscience.** Cellometer Mini. Disponible en: <http://www.nexcelom.com/> Consultado el 13 de junio de 2016.
- 12. Pradipta Maji, Ankita Manda, Madhura Ganguly y Sanjoy Saha.** 2015. An automated method for counting and characterizing red blood cells using mathematical morphology. Eighth International Conference on Advances in Pattern Recognition. Kolkata, India. January 2015. pp. 1- 6.
- 13. ThermoFisher Scientific.** Countess II Automated Cell Counter. Disponible en: <http://www.thermofisher.com/mx/es/home/life-science/cell-analysis/cell-analysis-instruments/automated-cell-counters/countess-ii-automated-cell-counter.html> [Consultado el 13 de junio de 2016]

Sobre los Autores

Yezeth Yorelli Heras Sánchez. Licenciada en Informática, egresada de la Universidad de la Cañada, obtuvo reconocimiento al mejor desempeño en el primer concurso de programación CPROG-UNCA, ha participado en eventos académicos con la presentación de proyectos de investigación en el área de informática, realizó su estancia profesional en el Centro de Investigación y Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional.

Beatriz Adriana Sabino Moxo. Maestra en Ciencias de la Computación, egresada de la Facultad de Ciencias de la Computación-BUAP. Actualmente es Profesora-Investigadora de tiempo completo de la Universidad de la Cañada, ha publicado diversos artículos científicos, capítulos de libro y tres libros, está colaborando los siguientes grupos de investigación: Cuerpo Académico Biotecnología Agroalimentaria, Laboratorio de Ciencias Computacionales e Inteligencia Artificial, Academia de Programación y Nuevas Tecnologías. Desde el 2013 tiene el reconocimiento a Perfil Deseable acreditado por la Subsecretaría de Educación Superior. Sus áreas de interés son: Procesamiento Digital de imágenes, Informática Médica, Realidad Aumentada y Bioinformática.

José Alberto Márquez Domínguez. Profesor-Investigador de la Universidad de la Cañada, ha publicado diversos artículos científicos y dos libros, está participando en los siguientes grupos de investigación: Cuerpo Académico Biotecnología Agroalimentaria, Laboratorio de Ciencias Computacionales e Inteligencia Artificial, Academia de Programación y Nuevas Tecnologías. Desde el 2013 tiene el reconocimiento a Perfil Deseable acreditado por la Subsecretaría de Educación Superior. Sus áreas de interés son: Recuperación de Información, Reconocimiento de Patrones, Bioinformática y Programación de Sistemas.

Miguel Ángel Sánchez Acevedo . Es cofundador y representante del Laboratorio de Ciencias Computacionales e Inteligencia Artificial, representante del Club de Robótica y colaborador del Cuerpo Académico Biotecnología Agroalimentaria de la Universidad de la Cañada. Obtuvo el grado de Ingeniero en Sistemas Computacionales por parte del Instituto Tecnológico de Tehuacán. Tiene el grado de Maestro en Ciencias con Especialidad en Ingeniería Eléctrica por parte del CINVESTAV Unidad Guadalajara. Doctorado trunco en Ciencias de la Computación por parte del



CINVESTAV Unidad Guadalajara. Es colaborador en proyectos relacionados a tecnología en la educación y simulación virtual. Sus áreas de interés son: Inteligencia Colectiva, Modelado 3D, Redes de Sensores, Realidad Aumentada, Aprendizaje Automático y Cómputo Distribuido.

Faz



Yezeth Heras, Beatriz Sabino, José Márquez y Miguel Sánchez

Yestli: Contador de Células de Muestras Sanguíneas para Dispositivos Móviles