

Propuesta de Instrumentación Virtual de Electrofisiología

Cardiaca Básica para uso educativo

Jorge Hernández¹;
Ignacio Sarmiento

Escuela Superior de Huejutla,
Universidad Autónoma del Estado
de Hidalgo
jorge_hernandez@uaeh.edu.mx

Rocio C. Hernández²

Universidad Politécnica de Chiapas
rocio_herdez_c@hotmail.com

Mario A. Ruano³

Instituto de Seguridad y Servicios
Sociales de los Trabajadores del
Estado
mruano73@gmail.com

Carlos I. Sarmiento⁴

Instituto Nacional de Neurocirugía
y Neurología
jaguarwarrior7@hotmail.com

Resumen – En la actualidad existen diversas herramientas de enseñanza sobre patologías y sus tratamiento en varias disciplinas de la medicina, su mayoría son videos, y pudiendo encontrar incluso, modelos estáticos 3D, los cuales sirven de herramientas digitales didácticas para la enseñanza de anatomía, donde el alumno sólo puede manipular los puntos de vista a su discreción, y existen muy pocos donde el alumno pueda ver de estos modelos con comportamientos avanzados en forma tridimensional de órganos, en este caso el corazón, y con acceso a la herramienta vía internet. En este trabajo se presenta una propuesta tridimensional con el modelo del corazón humano para representar el comportamiento característico de la morfología cardiaca en cuanto a sus patologías, animado en 3D con apoyo de visualizadores especializados. Con esta propuesta el Instituto de Seguridad y Servicios Sociales de los Trabajadores del Estado (ISSSTE), del Centro Hospitalario Huejutla, en la división de enseñanza entrenará al personal médico, en patologías cardiacas básicas. Este proyecto es una manera sencilla la representación del corazón y sus patologías en graficación tridimensional, como también la presentación del ritmo cardiaco y su resultado electrocardiográfico.

Palabras clave — Ingeniería Biomédica, Instrumentación Virtual, Electrofisiología, Corazón, Patologías.

Abstract - There are currently several tools on teaching conditions and treatment in several disciplines of medicine, are mostly videos, and can find even 3D static models, which serve as teaching digital tools for teaching anatomy, where the student can only manipulate the views at its discretion, and there are very few where students can see these behaviors in models with advanced three-dimensional shape, in this case the heart, and with access to the tool via the Internet. This paper proposed a three-dimensional model is presented for the human heart to represent the characteristic behavior of cardiac morphology in their pathologies, animated 3D displays with specialized support. With this proposal the “Instituto de Seguridad y Servicios Sociales de los Trabajadores del Estado” (ISSSTE) Huejutla Hospital Center, the training division to train medical personnel in basic cardiac pathologies. This project is a simple way to represent the heart and its diseases in three-dimensional graphing, as well as the presentation of the heart rate and ECG results.

Keywords — Biomedical Engineering, Virtual Instrumentation, Electrophysiology, Heart Diseases.

I. INTRODUCCIÓN

La medicina ha tenido avances en técnicas de cirugía, tratamientos, fármacos y tecnología médica, por lo tanto se requiere un entrenamiento y aprendizaje continuo en educación médica que abarque la información actual en la medicina. Debido a la actualización de cirugías [3], diagnósticos y tratamientos en enfermedades cardiacas, el estudiante de medicina requiere de una herramienta didáctica que le ayude en su formación médica.

El aprendizaje con asistencia computacional ha incrementado su rol en la enseñanza en cirugías [2] y patologías. Diferentes estudios han demostrado que la eficacia y eficiencia de la educación y capacitación para estudiantes, médicos y pacientes puede mejorar por el uso de programas de multimedia [1,7, 17, 13]. El desarrollo de nuevas Tecnologías de Información y Comunicaciones (TIC) ha impactado y modificado todos los ámbitos de la vida del hombre, entre los cuales, por supuesto, se encuentra el educativo. Es por ello, que la incorporación de las TIC al proceso enseñanza-aprendizaje es inevitable, pero además enriquecedor, pues otorga beneficios como: permitir aplicar nuevas estrategias didácticas y de evaluación del aprendizaje y, con ello, incrementar el aprendizaje de los estudiantes, acceder a conocimientos actualizados con toda oportunidad y acercar más la enseñanza de un campo practico a una interfaz que lleve al estudiante al paradigma de la realidad virtual.

Szekely y Satava son los pioneros en el desarrollo de aplicaciones médicas con realidad virtual [19,16, 8], podemos encontrar trabajos como el de Ota [10] donde expone como una necesidad el implementar un entorno virtual para el entrenamiento médico y especialidad en procedimientos quirúrgicos.

Se han realizado trabajos importantes con Realidad Virtual y medicina, entre los cuales podemos mencionar el trabajo de Hernández-Quinceno que propone el modelo de un simulador de maniobra en endoscopia gástrica basada en video [6]. Restrepo propone una aplicación de que detecta problemas visuales mediante un entorno virtual inteligente [11], así como también el trabajo de Susin y García que propone un modelo recuperación de la superficie del ventrículo izquierdo utilizando imagen imágenes médicas para reconstruir el aspecto en 3D del corazón [18].

En el presente trabajo se tiene un proyecto de simulación de un corazón 3D, con la patología cardiaca de la taquicardia, con el objetivo, de que se diseñe el conglomerado de patologías cardíacas básicas para la ejercitación de los profesionistas del área de medicina a mejorar sus habilidades de reconocimiento de estas patologías, como también la enseñanza de estas como una herramienta didáctica, en el campo tridimensional.

La representación gráfica tridimensional del corazón tomando en cuenta el electrocardiograma que muestra las pulsaciones del corazón en sus doce derivaciones precordiales (V1, V2, V3, V4, V5, V6, AVf, AVl, AVr, D1, D2, y D3) es propuesto para el desarrollo de habilidades de reconocimiento e identificación del comportamiento del corazón para tomar decisiones muy importantes en el momento indicado, como identificar el funcionamiento cardiaco normal o con alguna patología isquémica entre otras. En este proyecto se hace uso de la realidad virtual no-inmersiva, para realizar la representación tridimensional del corazón y los movimientos que se generan en cada latido, acorde a la patología cardiaca elegida, al mismo tiempo que se tiene propuesto en conjunto el diseño de un electrocardiograma como instrumentación virtual.

La interfaz cuenta con dos modalidades de visualización del comportamiento del corazón, donde en la primera sólo se visualiza un corazón en perspectiva antero posterior, y en la segunda modalidad como se puede observar en la Fig. 2 se visualizan cinco corazones con cinco diferentes posiciones y diferentes perspectivas de este, de tal manera que el usuario pueda observar el comportamiento en diferentes partes del corazón al mismo tiempo, y así pueda observar la problemática del corazón.

Este proyecto tiene la visión, de una interconexión a un electrocardiograma real en un futuro cercano, para la obtención de datos reales y así poder convertir toda la herramienta de enseñanza en instrumentación virtual para poder visualizar la representación tridimensional del corazón en tiempo real.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

A. Modelo del corazón

Para el diseño del corazón se utilizó X3D para representación de mundos virtuales tridimensionales, utilizando indexFaceSet para representar el órgano del corazón con macrovascularidad como el cayado aórtico, vena cava superior e inferior, así como la arteria pulmonar y vena pulmonar, basándose en Quiroz [20], para poder modelar el corazón. Como se aprecia en la Fig. 1, se puede observar el wireframe del corazón modelado y representado ya con sus caras en su representación gráfica final, generando 975 aristas que se encuentran interconectadas para tener la apariencia final que se observa a continuación.

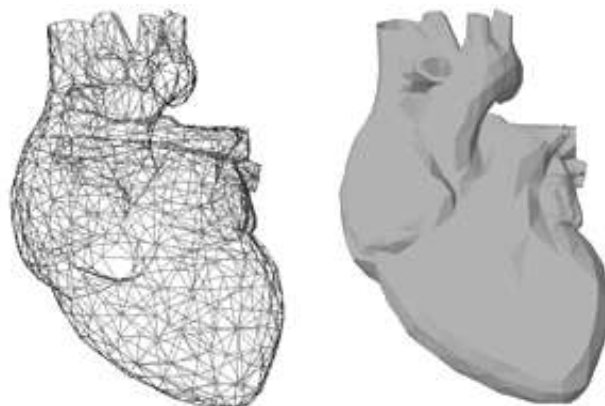


Fig 1. Wireframe and perspective realistic of hearth.

Anteriormente se trabajaba con VRML, y para visualizar la patología se tenía que tener instalado un plug-in de cortona player, para visualizar el comportamiento en tercera dimensión, desde una página web, con el fin de mejorar la experiencia e independizarse de los plug-in especializados que soporten los programas de realidad virtual. Por eso se dio inicio a la exportación del proyecto a X3D y WebGL, para poder hacer uso de esta tecnología con los navegadores compatibles, que tienen ese soporte, que por ejemplo son: Chrome, y parcialmente Firefox, Safari y Opera por mencionar unos.

B. Diseño de vistas del Corazón

En la presentación del corazón en 3D se generaron cinco vistas del corazón de tal manera que se pueda observar desde cinco perspectiva totalmente diferentes y el observador pueda identificar conjuntamente de manera integral con el electrocardiograma lo que está pasando con el corazón que está sufriendo dicha patología, como se puede observar en la figura 2.

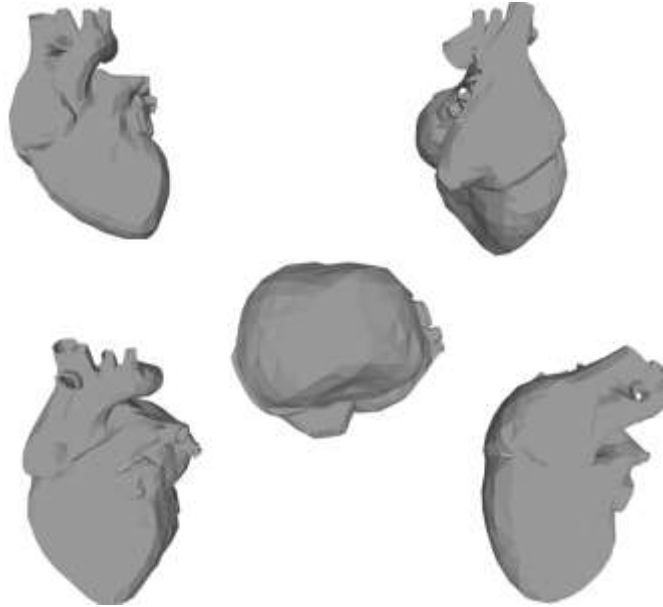


Fig 2. Posiciones del corazón tridimensional para poder observar su comportamiento.

C. Asignación del comportamiento del corazón

Para poder representar la contractividad cardiaca aurícula ventricular, se debe de contemplar desde la etapa del diseño tridimensional, y se crean definiciones con la forma a utilizar, que en este caso es indexfaceset como se menciona en el diseño del corazón y el comportamiento es asignado con ayuda del coordinateinterpolator, que es el que nos ayuda a modificar el corazón y en esta fase se tienen todos los cambios del corazón a diseñar con diferentes configuraciones de acuerdo a las patologías. En esta herramienta de enseñanza se utiliza el timersensor para realizar los pulsos, y la configuración es diferente para cada patología.

D. Diseño de la herramienta

La interfaz consta de tres secciones, la primera sección se encuentra graficado el corazón en 3d, en la segunda, una serie de opciones de patologías a simular, u opciones educativas del corazón para el ámbito educativo, y la tercera sección está destinada a un electrocardiograma. Como se puede observar en la Figura 3.

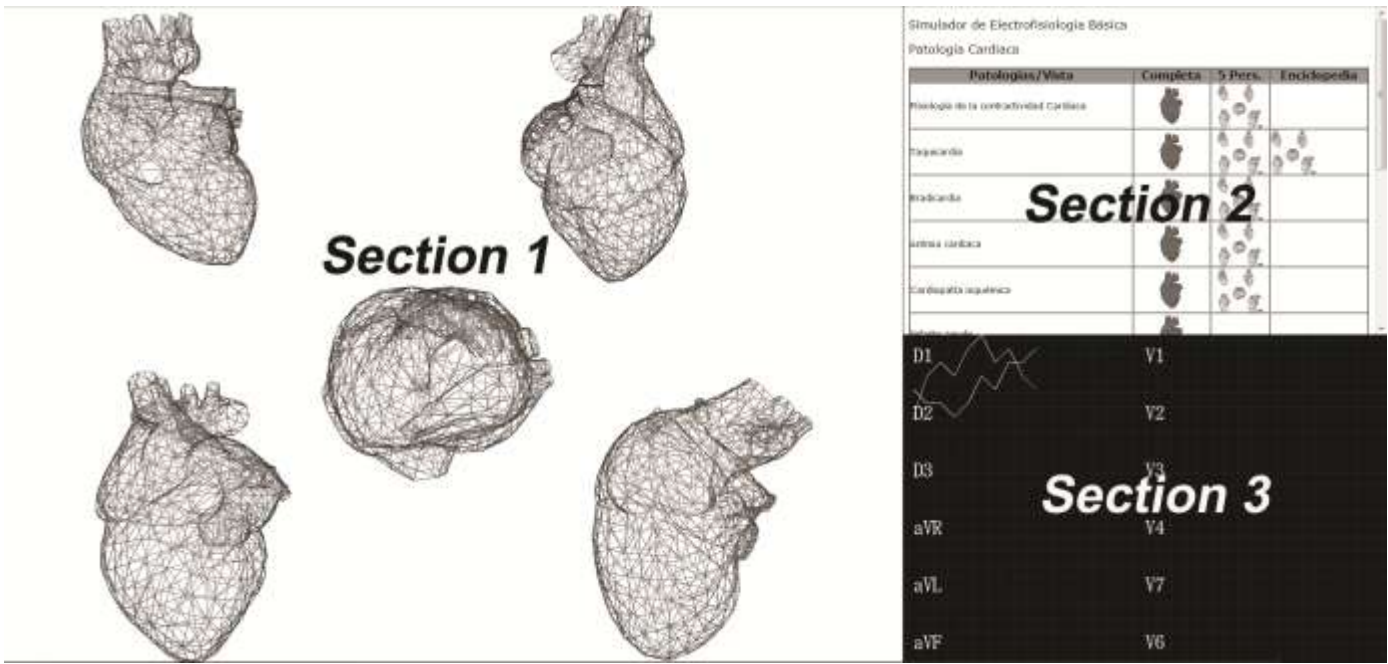


Fig. 3. Secciones de la interfaz.

CONCLUSIÓN

Se presenta una propuesta de una herramienta didáctica de enseñanza biomédica de cardiopatías cardíacas básicas con una interfaz diseñada con Realidad Virtual, el corazón tridimensional como una alternativa de entrenamiento para el diagnóstico de las patologías cardíacas básicas.

El proyecto se encuentra en X3D y con apoyo del XDOM es posible visualizar la herramienta de enseñanza en la web sin necesidad de tener que instalar alguna herramienta adicional.

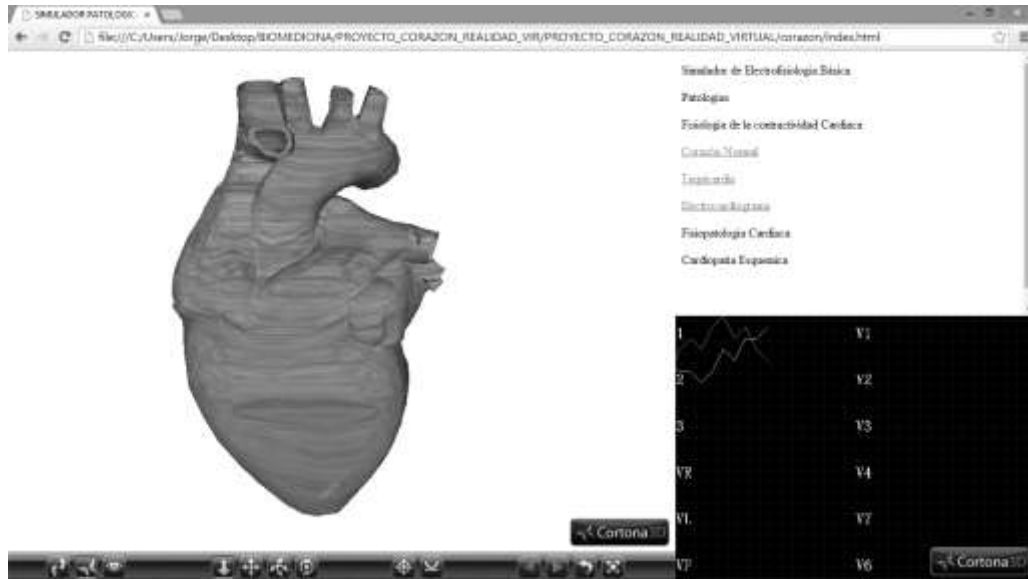


Fig. 4. Vista de la interfaz de la herramienta.

TRABAJO FUTURO

- 1.- Desarrollo de las patologías faltantes.
- 2.- Implementación de las partes que constituyen el corazón, con la animación actual, como también su microvascularidad.
- 3.- Simulación del Funcionamiento del corazón interno con la sangre.
- 4.- Simulación de los pulsos eléctricos del corazón, externa e interna.

- 5.- Modelado de músculos y cavidades con la simulación de los pulsos.
 - 6.- Operaciones de corazón. Pruebas de anatomía cardiaca.
 - 7.- Practicas de operación virtual de corazón.
- Mapa Psicopedagógico

REFERENCIAS

- [1] Devitt P., Cehic D., Palmer E., Computer in medical education 2. Use of a computer package to supplement the clinic experience in a surgical clerkship: an objective evaluation. *Aust N Z J surg* 68:428-31, 1998.
- [2] Dunnington G. L., DaRosa D. A., Changing surgical education strategies in an environment of changing health care delivery system. W
- [3] Friedl R., Preisack M. B., Klas W., Rose T., Stracke S., Quast K. J., Hannekum A., Gölde O., Virtual Reality and 3D Visualization in Heart Surgery Education, *The Heart Surgery Forum* 2001, vol 5 , issue 3. Pags E-17-E21.
- [4] Hernández-Camacho J, Muñoz-Hernández L, Saldaña-Sánchez A, López-Morales V. "Virtual distributed supervision and control for an automated greenhouse". *5TH International Symposium on Robotics and Automation*. 2006, ISBN 970-769-070-4.
- [5] Hernández-Camacho R. Tesis de Maestría, "Representación gráfica de un agente en un laberinto", Universidad Autónoma de Estado de Hidalgo, 2013.
- [6] Hernández-Quinceno V., Obregón-Henao G., González-Ramírez A. F., Valencia-Díaz E., Modelo de un simulador de la maniobra de la endoscopia gástrica basado en video. *Revista Ingeniería Biomédica*, Issn 1909-9762, volumen 3, número 5, enero-junio 2009, págs. 101-105.
- [7] Lewis D. Computer-based approaches to patient education: a review of the literature. *J Am Med Inform Assoc* 6:272-82 (Review), 1999.
- [8] Matthies H. K., Walter G. F., Brandis A., Stan A. C., Ammann A., von Jan U., Porth A. J., The interactive use of networking multimedia- innovative education resource for professionals and patients. *Stud Health Technol Inform* 68:467-71, 1999.
- [9] Mateus S., Branch J., Modelo de un personaje en un Entorno Virtual Inteligente., *Revista Informacion Tecnologica*, La Serena- Chile. Vol:23, Num:3, Pags:95-102, Issn: 0718-0764. 2012.
- [10] Ota D., Loftin B., Saito T., Lea R. Keller J., Virtual reality in surgical education. *Comput Biol Med* 25:127-37, 1995.
- [11] Restrepo-Perez M., González-Chivatá N., Branch-Bedoya J. W., Mateus-Santiago S. P., Detección de problemas visuales mediante un entorno virtual inteligente, *Revista Vinculos* Vol. 10, Numero 1, Enero-Junio 2013.
- [12] Riesco-Del-Pino A. M., Entorno virtual de visualización 3D de la vía óptica y sistema oculomotor, a partir de secciones seriadas de resonancia magnética. Tesis Doctoral. Universidad de Salamanca. Departamento de Anatomía e Histología Humanas. 2009.
- [13] Rueda-Vega M., Londero H. F., Cherro A., Entrenamiento, acreditación y recertificación en cardiología intervencionista. Veinticinco años de experiencia: 1989-2014. *Revista Argentina de Cardiología Intervencionista*. 5(1):13-16. 2014.
- [14] Sarmiento C. I; Hernández-Camacho J., Sarmiento-Vargas I., Virtual Control and Monitoring for a Neurovisual Therapeutic Device. Vigésima Reunión Internacional de Otoño de Comunicaciones, Computación, Electrónica, Automatización, Robótica y Exposición Industrial. ISBN 978-607-9563U-5-9, Acapulco, Guerrero, 2013.
- [15] Samothrakis S., Arvanitis N., Pataniotis A., McNeill M. D., Lister P. F., WWW creates new interactive 3D-graphics and collaborative environments for medical research and education. *Int J Med Inf* 47:69-73, 1997.
- [16] Satava R. M., Virtual reality, telesurgery, and the new order of medicine. *J Image Guid Surg* 1:12-6, 1995.
- [17] Summers A.N., Rinehart G. C., Simpson D., Reslich P. N., Acquisition of surgical skill: a randomized trial of didactic, videotape, and computer- based training. *Surgery* 126:330-6, 1999.
- [18] Susin A., Garcia O., Modelo dinámico para la reconstrucción del Corazón humano. CEDYA, XVII Congreso de Ecuaciones Diferenciales y Aplicaciones y VII Congreso de Matemática Aplicada, Universidad de Salamanca. Septiembre, 2001.
- [19] Szekely G., Satava r. M., Virtual reality in medicine. *BMJ* 319:1305, 1999.
- [20] Fernando Quiroz Gutiérrez, Tratado de anatomía humana, Porrua; 4a ED edition (2006), ISBN 978-9700748511.
- [21] Torkington J., Smith S. G., Rees B. I., Darzi A., The role of simulation in surgical training. *Ann R Coll Surg Engl* 82:88-94 (Review), 2000.
- [22] Trelease R. B., Nieder G. L., Droup J., Hansen M. S., Going virtual with quicktime VR: nre methods and standardized tools for interactive dynamic visualization of anatomical structures. *Anat Rec* 261:64-77, 2000.
- [23] Warrick P. A., Funnell W. R., A VRML-based anatomical visualization tool for medical education. *IEEE Trans Inf Technol Biomed* 2:55-61, 1998.
- [24] Waugh R. A., Mayer J. W., Ewy G. A., Felner J. M., Issenberg B. S., Gessner I. H., et al. Multimedia computer-assisted instruction in cardiology. *Arch Intern Med* 155:197-203, 1995.
- [25] Westermann U., Klas W., Architecture of a database module for the integrated management of multimedia assets. Proceedings of the First International Workshop on Multimedia Intelligent Storage and Retrieval Management (MISRM), Orlando, Florida, 255-90, October 1999.



Jorge Hernández is Master in Computer Sciences at the Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo (UAEH), México. Since 2008 he is titular professor and researcher with the Escuela Superior de Huejutla, a dependence of UAEH, Huejutla de Reyes, Hidalgo, Mexico. His research fields are biomedicine, SCADA systems, virtual instrumentation, educational systems virtual reality, genetic algorithms and artificial intelligence.



Rocio Crystal Hernández Camacho is Master in Computer Sciences at the Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo (UAEH), México. Since 2010 she is professor with the Universidad Politécnica de Chiapas, México. His research fields are Virtual Reality, Agents, Artificial Intelligent, Virtual education systems, Intelligent Virtual Environments.



Mario Azael Ruano Gonzalez is Dr. General Medic General, he is egresado de la Universidad Nacional Autónoma de México y trabaja en el Instituto de Seguridad y Servicios Sociales de los Trabajadores del Estado (ISSSTE), y en la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo (UAEH), México. Desde el 2013 el es profesor de asignatura de la Escuela Superior de Huejutla, una dependencia de la UAEH, en Huejutla de Reyes, Hidalgo, México. Su investigación está en los campos del Virus del papiloma Humano, y las Patologías cardiacas del corazón.



Carlos Ignacio Sarmiento is an Electronic Engineer at the Instituto Tecnológico de Ciudad Madero (ITCM), Mexico. He works as part-time clinical engineer and researcher in the Department of Bioengineering at the National Institute of Neurology and Neurosurgery “Manuel Velasco Suárez” in Mexico City. His research fields include robotics, neural engineering, brain-computer interfaces, neuroplasticity, neuro-ophthalmology, electronic design, bioinstrumentation biomechanics, mechatronics, medical mathematics and medical equipment repair.



Ignacio Sarmiento is Master in Engineering of Quality and Productivity at the Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey, Campus Hidalgo. Since 2010 he is professor and researcher with the Escuela Superior de Huejutla, a dependence of UAEH, Huejutla de Reyes, Hidalgo, Mexico. His research fields are quality, productivity and key performance indication algorithms and general mathematics.