

## La capacitación del electromédico en gerencia para el mantenimiento a equipos médicos

The electromedicine technologist's training in management of medical equipment maintenance

Yanixa Pérez Hernández<sup>1\*</sup> <https://orcid.org/0000-0002-1667-3504>

Robert Vanega Osorio<sup>2</sup> <https://orcid.org/0000-0002-9263-5067>

Frank Montero Sotolongo<sup>1</sup> <https://orcid.org/0000-0003-0004-2625>

Zholem Jorge Isaac<sup>3</sup> <https://orcid.org/0000-0002-8321-4885>

Oscar Caveda Medina<sup>1</sup> <https://orcid.org/0000-0002-5174-3088>

<sup>1</sup>Centro Provincial de Electromedicina. Pinar del Río, Cuba.

<sup>2</sup>Centro Provincial de Electromedicina. Las Tunas, Cuba.

<sup>3</sup>Centro Nacional de Electromedicina. La Habana, Cuba.

\*Autor para la correspondencia: [yperezhz@gmail.com](mailto:yperezhz@gmail.com)

### RESUMEN

El mantenimiento preventivo en las instituciones hospitalarias se ejecuta para minimizar las acciones correctivas. Esto trae consigo una disminución de los gastos, una reducción de los riesgos y un aumento de la disponibilidad técnica de los equipos médicos, con la disminución de los tiempos de parada de los servicios, lo cual redundaría en la excelencia de los servicios médicos prestados. En el campo de las tecnologías médicas ocurre un gran avance cada día, por lo que los equipos son más sofisticados y costosos. Este artículo tiene el objetivo de exponer la importancia de la capacitación ineludible del personal de Electromedicina en la actividad de gestión de mantenimiento a equipos médicos, a partir de las necesidades que ofrece la interpretación de su inventario. Se brindan pautas básicas sobre la preparación permanente y continuada del electromédico en

mantenimiento a equipos médicos y se demuestra lo útil que resulta un inventario para gestionar la capacitación de los recursos humanos, lo cual se debe a la consulta, el análisis-síntesis y la sistematización de múltiples fuentes bibliográficas impresas e insertadas en la web: bases de datos Medline, Scielo, Redalyc y Google Académico. De ellas se revisó el material de 62 y, finalmente, se seleccionaron 24 artículos. Se concluyó que la capacitación en esta temática es fundamental para que las tareas de mantenimiento constituyan en verdad herramientas eficaces, que beneficien no solo a la institución prestadora de servicios de salud, sino al paciente y al personal médico.

**Palabras clave:** capacitación; equipo médico; mantenimiento preventivo; recursos humanos.

## ABSTRACT

Preventive maintenance in hospital institutions is carried out to minimize corrective actions. This brings about a decrease in expenses, a reduction of risks and an increase in the technical availability of medical equipment, with a reduction in the times that services stop, which results in the excellence of the medical services provided. In the field of medical technologies, great advances occur every day, the reason why pieces of equipment are more sophisticated and expensive. This article aims to expose the importance of the unavoidable training of electromedicine personnel in the activity of maintenance management for medical equipment, based on the needs offered by the interpretation of its stock. Basic guidelines are provided about the permanent and continuous training of the electromedicine technologist in maintenance of medical equipment, while it is demonstrated how useful an equipment stock is to manage the training of human resources, which responds to the work developed after consultation, analysis-synthesis and systematization from multiple bibliographic sources printed and inserted on the databases of *Medline*, *Scielo*, *Redalyc* and *Google Scholar*. Of these sources, the material of 62 was reviewed and, finally, 24 articles were selected. It was concluded that training on this subject is essential for maintenance tasks, which truly constitute effective tools, benefiting not only the institution that provides health services, but also the patient and the medical personnel.

**Keywords:** training; medical equipment; preventive maintenance; human resources.

Recibido: 20/09/2019

Aceptado: 08/11/2020

## Introducción

Uno de los objetivos estratégicos de la Organización Mundial de la Salud (OMS) es “asegurar la mejora del acceso, la calidad y el uso de productos médicos y tecnologías sanitarias”.<sup>(1)</sup> En su afán de alcanzarlo, la OMS y sus asociados han trabajado en la elaboración de un programa, un plan de acción, instrumentos y directrices para aumentar el acceso a dispositivos médicos apropiados,<sup>(2,3)</sup> los cuales forman parte de una serie de documentos técnicos sobre dispositivos médicos.

Según la OMS, un equipo médico representa un dispositivo que exige calibración, mantenimiento, reparación, capacitación del usuario y desmantelamiento, actividades que por lo general están a cargo de ingenieros clínicos. Los equipos médicos se usan con un fin determinado de diagnóstico y tratamiento de enfermedades o de rehabilitación después de una enfermedad o lesión. Se les puede utilizar individualmente, con cualquier accesorio o consumible, o con otro equipo médico. El término “equipo médico” excluye los implantes y los dispositivos médicos desechables o de un solo uso.<sup>(1,2,3)</sup> El Ministerio de Salud Pública de Cuba, en la Resolución Ministerial No. 184 de 2008 lo define como “cualquier instrumento, aparato, implemento, máquina, implante, reactivo *in vitro* o calibrador, *software*, material u otro artículo similar o relacionado: destinado por el fabricante para utilizarse, solo o en combinación, en seres humanos [...]”.<sup>(4)</sup>

Desde el punto de vista de la OMS, principalmente, el mantenimiento se divide en dos categorías: inspección y mantenimiento preventivo, y mantenimiento correctivo.<sup>(1,2,3)</sup> El mantenimiento preventivo ha sido descrito en diferentes artículos. *Primero* y otros<sup>(5)</sup> lo definen como “una serie de inspecciones periódicas de los equipos, mediante tareas de limpieza, lubricación, ajuste, comprobación y reemplazo de componentes defectuosos, con el fin de mantener el equipo funcionando siempre en un estado óptimo”. En igual sentido, *Rodríguez* y otros<sup>(6)</sup> agregan que “es el trabajo realizado sobre el equipo según una planificación”. A fin de identificar el propósito de este tipo de mantenimiento *Sen* y *Aguilar*<sup>(7)</sup> lo entienden como “aquellas actividades planeadas que aseguran fiabilidad y funcionalidad de los equipos de modo que las fallas que estos puedan tener sean prevenidas”.

Sin embargo, la OMS<sup>(1)</sup> realiza su definición en coincidencia con las definiciones antes expuestas, pero de forma más completa se refiere a “inspección” y “mantenimiento preventivo”, como un todo y el conjunto de “actividades programadas que aseguran la funcionalidad de los equipos y previenen averías o fallas. [...] son procedimientos sencillos que permiten verificar el funcionamiento adecuado y el uso seguro del dispositivo. El mantenimiento preventivo comprende todas las actividades que se realizan para prolongar la vida útil de un dispositivo y prevenir desperfectos (por ejemplo: calibración, reemplazo de piezas, lubricación, limpieza, etcétera)”.

Los autores agregan que el mantenimiento preventivo se ejecuta para minimizar tanto como sea posible las acciones correctivas. Esto trae consigo disminuir los gastos, reducir los riesgos y aumentar la disponibilidad técnica de los equipos médicos, con la disminución de los tiempos de parada de los servicios, lo que redundará en la excelencia de los servicios médicos prestados.

Además, se considera pertinente abordar las siguientes definiciones de la OMS:<sup>(1)</sup>

- Inspecciones de funcionamiento: “actividades ideadas para verificar el funcionamiento de un dispositivo. En la prueba se compara el desempeño del dispositivo con las especificaciones técnicas establecidas por el fabricante en el manual de servicio o mantenimiento. Estas inspecciones no tienen la finalidad de prolongar la vida útil del equipo, sino solamente evaluar su estado actual”.
- Inspecciones de seguridad: “se realizan para asegurar que usar el dispositivo es seguro en relación con sus componentes eléctricos y mecánicos. Las inspecciones también pueden incluir verificaciones de radiación, gases peligrosos o contaminantes químicos. Una vez realizadas las inspecciones, los resultados se comparan con los valores establecidos en la normativa nacional o regional y también con los especificados por el fabricante”.

Del análisis realizado se puede apreciar un amplio campo de conceptos sobre mantenimiento preventivo, pero con vértices en común; uno de ellos: “actividades programadas, que responden a un programa integral producto de una planificación”. Dentro del cuerpo del programa a equipos médicos, una de las características que lo identifica es el término “capacitación”, pues constituye un factor determinante para la calidad del mantenimiento que se espera. Exponer la importancia de la capacitación ineludible del personal de Electromedicina en la actividad de gestión de mantenimiento a equipos médicos, a partir de las

necesidades que ofrece la interpretación de su inventario, con énfasis en la etapa de la planificación del mantenimiento preventivo, motivó el desarrollo del presente artículo.

## Desarrollo

A partir de la conceptualización anterior se aborda la planificación como tarea de primer orden para llevar a buen término el programa de mantenimiento. Importante resulta que, en el equipo multidisciplinario participante en esta etapa, cada recurso humano posea la preparación adecuada y el dominio de la actividad que desempeña. Así la capacitación de aquellos que ocupan los puestos de gestión del programa de mantenimiento se hace evidente.

Si se añade que la gestión constituye el conjunto de actividades para resolver un problema o hacer que algo suceda, se generaliza la posición de la mayoría de los electromédicos dedicados al mantenimiento del equipo, al pensar que se debe ser jefe para gestionar; pero esto no sucede así. Todos deben hacerlo, por lo que se vuelve una problemática a dar solución. La gestión de los equipos médicos busca que todos los procesos aplicables a estos se lleven a cabo de manera efectiva para garantizar que los servicios de salud resulten eficientes, accesibles y seguros.

Sin los recursos humanos, directos o no en la ejecución de las tareas de inspección y mantenimiento preventivo, no se puede realizar ni siquiera la planificación. La preparación de los recursos humanos para ejecutar estas tareas es un proceso largo y de forma permanente. Este planteamiento coincide con *García*,<sup>(8)</sup> porque “aun cuando al personal de nuevo ingreso se le dé la inducción en forma adecuada, con frecuencia es preciso entrenarlos o capacitarlos en las labores para las que fueron contratados y/o proporcionarles nuevos conocimientos necesarios para el desempeño de un puesto; al igual que los empleados con experiencia, que son ubicados en nuevos puestos, pueden requerir capacitación para desempeñar adecuadamente su trabajo”.

Y es que, al igual que en cualquier proceso educativo, la capacitación debe cumplir esa función eminente: la formación y actualización de los recursos humanos. Para conseguir el mejoramiento del ambiente laboral, con un capital humano más competente, la institución de salud debe preparar acciones de capacitación sobre la base de situaciones reales orientadas hacia la adquisición, la actualización y el desarrollo de los conocimientos, las habilidades y las actitudes de sus profesionales.

Entienden los autores, al igual que *Pérez y otros*,<sup>(9)</sup> que el resultado final de la capacitación es contribuir “a aumentar la eficacia de la organización, sobre todo a nivel operacional”. Esta abarca tanto la apropiación como el desenvolvimiento de conocimientos, destrezas y comportamientos.<sup>(10)</sup>

La relevancia del tema obliga a manejar un concepto práctico de capacitación. *Martínez y otros*<sup>(11)</sup> lo definen como “desarrollar las destrezas y habilidades intelectuales de alguien para hacerlo competente en una determinada tarea”. En este sentido, se resalta la importancia de orientar los mejores recursos para obtener el más alto nivel de servicio efectivamente prestado.

Por tanto, la capacitación consiste en un conjunto de procesos organizados, dirigidos a ampliar y complementar la educación inicial a través de la generación de conocimientos, el desarrollo de habilidades y el cambio de actitudes, con el fin de aumentar la capacidad individual y colectiva para coadyuvar al cumplimiento de la misión institucional.<sup>(12)</sup>

En general, los electromédicos deben recibir capacitación de forma sistemática, ya que el campo de las tecnologías sanitarias es diverso y el inadecuado mantenimiento a los equipos (preventivo o correctivo) puede tener consecuencias adversas para la vida de las personas que interactúan con estos. De ahí el desempeño de dichos recursos humanos en la bioseguridad: operador-equipos y médico-paciente.

El dúo formado por el usuario del equipo y el electromédico es fundamental, ya que el electromédico capacita al usuario para que pueda utilizar el equipo sin dañarlo en su interacción con él. Según *Rivera-Estrada*,<sup>(13)</sup> el entrenamiento tiene importancia pues, “para emplear de manera segura y eficiente las diferentes tecnologías médicas disponibles se requiere de un amplio conocimiento, no solo en el ámbito de la ingeniería (funcionamiento del equipo), sino también en el de la seguridad a través de las especificaciones de uso de este, que aseguren la correcta interacción con el paciente”.

Por tanto, un electromédico capacitado puede formar a los usuarios en el manejo de las diferentes tecnologías, no solo por la seguridad, sino para evitar paradas de los equipos médicos debido a fallas. En síntesis, la figura muestra la capacitación en el mantenimiento de equipos médicos a los electromédicos.

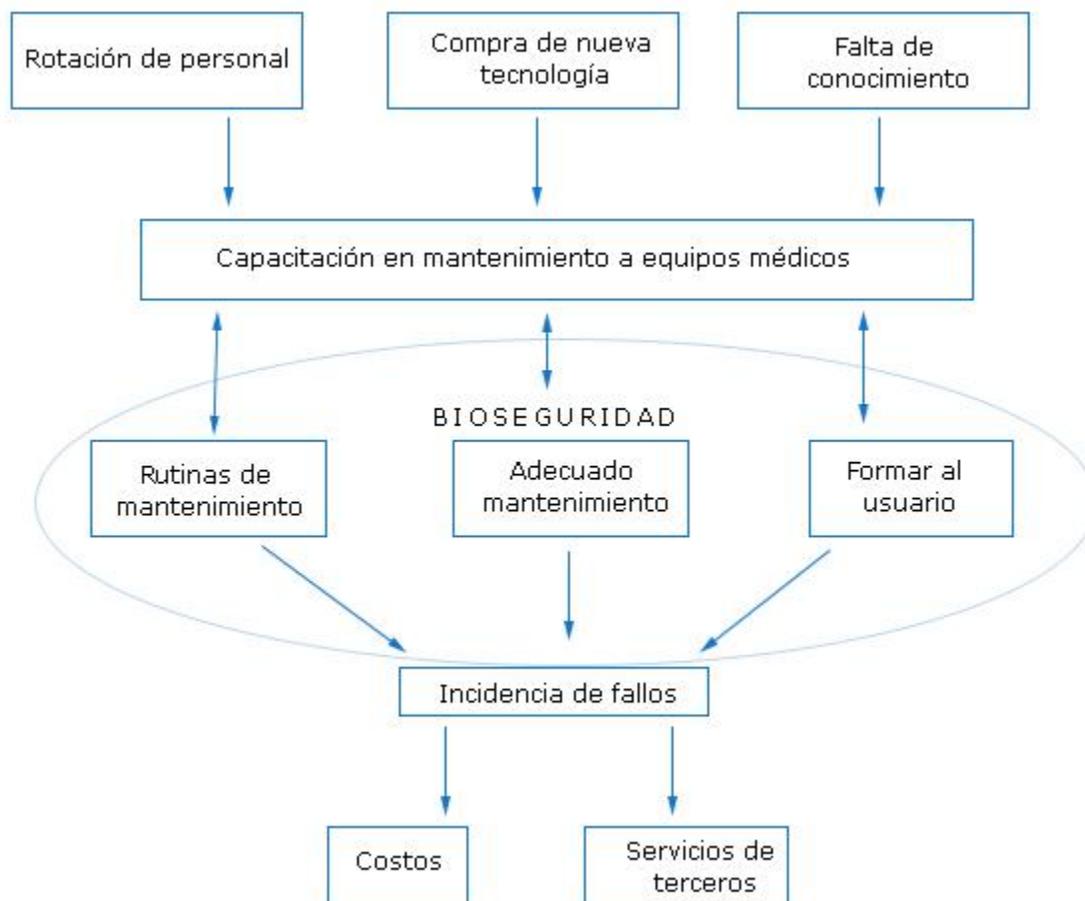


Fig. - Rol de la capacitación en mantenimiento a equipos médicos.

Asimismo, en su estudio *Franco y otros*<sup>(14)</sup> explican que “la necesidad de capacitar se va ampliando más, si se toma en cuenta que un elevado porcentaje de los accidentes y daños en los equipos médicos tienen su origen en errores cometidos por los operadores. Es decir, que una capacitación adecuada del personal asistencial reduce, a la larga, la incidencia en el fallo de los equipos médicos”.

La capacitación es el proceso que busca asegurar que el personal hospitalario usuario de la tecnología biomédica posea el conocimiento adecuado para manejar y soportar la tecnología. Sus actividades características son: entrenar en el uso tecnológico a personal médico y paramédico; y desarrollar políticas de entrenamiento y capacitación tecnológica al personal médico y paramédico.<sup>(15)</sup>

Se incluye la compra de tecnologías médicas nuevas, para lo que se necesita capacitación, pues cada fabricante tiene sus especificaciones técnicas. Con la adquisición de equipamiento nuevo y cursos adquiridos en firmas, lo ideal sería la reproducción de esa preparación inicial. En la sistematización realizada por los

autores se halló el estudio de *Franco y otros*<sup>(14)</sup> que indica: “en primera instancia, cuando se adquiere nueva tecnología, el área encargada de la adquisición de los nuevos dispositivos médicos debe asegurar que el proveedor o fabricante de estos dispositivos brinde la capacitación por parte del personal capacitado y certificado en la tecnología, preferiblemente con una formación en pedagogía que asegure una adecuada capacitación inicial”.

Se destaca lo acertado de una continua capacitación “a causa de las diferentes rotaciones de personal, la adquisición de nuevas tecnologías o la falta de conocimiento por parte del personal asistencial (médico y de enfermería) acerca del uso de los dispositivos médicos”.<sup>(14)</sup>

Hoy los recursos humanos ya formados se enfrentan al reto de aprender nuevas competencias técnicas para su vida profesional. Coinciden los autores con *Cionza y otros*<sup>(16)</sup> al citar en su trabajo a *Pérez Barrenquey*, quien afirma: “la tecnología en rápido cambio requiere del hombre un mejoramiento continuo de sus conocimientos, aptitudes y habilidades, a fin de manejar los nuevos procesos y sistemas”.

En los últimos años las instituciones hospitalarias, en aras de cumplir con los procesos de acreditación cada vez más exigentes, se han preocupado por crear y fortalecer departamentos de Ingeniería Clínica al interior de la institución, lo cual reduce su dependencia de los proveedores externos.<sup>(17)</sup> Esto justifica la problemática de identificar las necesidades de aprendizaje en aras del dominio de la tecnología instalada y, con ello, no solo reducir costos por reparaciones, sino por servicios a terceros.

El estudio de la capacitación representa un factor que influye de manera determinante en el funcionamiento de las organizaciones, las cuales necesitan de recursos humanos capaces de adaptarse con celeridad a las tecnologías modernas, con una visión profunda sobre la gestión empresarial y con las competencias profesionales necesarias para enfrentar problemas complejos, a partir del trabajo en equipos interdisciplinarios.<sup>(18)</sup>

La universidad cubana de hoy se ha trazado una estrategia con la nueva modalidad de estudio: el Técnico Medio Superior de ciclo corto, como precisa el Decreto Ley No. 359/2018, formará este recurso humano que resolverá problemas puntuales de la economía y la sociedad. Esta nueva modalidad de estudios permite preparar a un técnico que responda a demandas prácticas, y así dar soluciones más rápidas en el orden económico, político y social. Por otro lado, proporcionar educación continua al personal técnico en tecnologías médicas, además de la formación del personal técnico calificado en el territorio, garantiza la existencia de una combinación adecuada de técnicos e ingenieros. Esta sincronización permitirá la

gestión del servicio de mantenimiento e inspección. Todo ello haría posible que el costo general de inspección y mantenimiento preventivo se minimice.

## Inventario vs. capacitación

Un inventario es el primer instrumento, y el más importante, para lograr una serie de metas generales. Este ofrece una evaluación técnica de la tecnología disponible, con información sobre el tipo de su cantidad y su situación operativa actual.<sup>(2)</sup>

Para que el inventario resulte una herramienta eficaz, se hace apropiado obtener adecuadamente los datos de los equipos que se introducirán en el programa: tipo de equipo, denominación, marca, modelo, números de serie e inventario, ubicación, país y año de fabricación, entre otros. Al respecto, se coincide con *Infante y Breijo*<sup>(19)</sup> en cuanto al papel decisivo de la preparación del recurso humano desde la etapa de elaboración del inventario y la sistematicidad en su actualización. Los autores en el trabajo agregan “los beneficios que provoca la capacitación, tanto para la entidad laboral, que aumenta su productividad y rentabilidad, como para los profesionales como individuos, que se sienten motivados, realizados, identificados y comprometidos”.

En la red Nacional de Salud Pública en Cuba el inventario es normativa. Entre sus beneficios está que ofrece acciones de mantenimiento preventivo al 100 % de los equipos médicos que se encuentran en explotación. Además, sirve para planificar la cantidad de recursos humanos, porque si tan importante es la preparación de los recursos humanos, también se debe tomar en cuenta la distribución de equipos por cada uno. El tiempo es una de las magnitudes que se necesita planificar y con ello la carga de trabajo.

Toda esta planificación requiere de competencias del recurso humano especializado en la gestión de esta herramienta tan importante. Un buen electromédico sabe cómo gestionar un inventario y ejecutar cuestiones básicas de la gestión del equipo médico. Este tiene la función de velar por minimizar la relación costo/beneficio de la institución prestadora de servicios. Los autores, en concordancia con *Infante y Breijo*,<sup>(19)</sup> consideran que la capacitación a estos profesionales los fortalece “en cuanto a sus competencias se refiere, dígame polivalencia, integralidad, perfil amplio, valores, a la vez que constituye una inversión recuperable a corto plazo por parte de las organizaciones, que minimizan la relación costo/beneficio”.

Con la información obtenida del inventario se derivan los manuales de usuario y de servicio según el equipo, la marca y el modelo, útiles para la gestión. La

existencia de los manuales de usuario y de servicio trae consigo un buen resultado de las tareas de inspección y mantenimiento preventivo. Cada equipo biomédico está diseñado, por cada fabricante, con determinados materiales y componentes para ser usados bajo ciertas instrucciones y condiciones ambientales, que generalmente, se encuentran descritas en el manual de usuario. En este documento el fabricante brinda las pautas para el manejo y cuidado del equipo por parte del usuario, pero también resulta beneficioso para el electromédico, no solo para tareas preventivas sino correctivas, y para incidir en la capacitación del usuario, con el fin de la explotación adecuada de este. En muchos casos, se encuentran en un idioma que no es el español, por lo que no se comprende adecuadamente.

Una investigación de Cali, Colombia, aborda el estudio preliminar de las necesidades de aprendizaje del personal de ingeniería y la importancia de indagar en el dominio del idioma inglés, ya que los manuales de casi la mitad de los equipos médicos instalados se escriben en este idioma. Resalta, además, la función que tiene el departamento de ingeniería clínica en el momento de la adquisición al solicitarle al fabricante los manuales en el idioma del país.<sup>(17)</sup>

Del inventario depende la periodicidad con que se ejecutarán las tareas de inspección y mantenimiento preventivo, además de la rutina que se empleará. Para la elaboración de los procedimientos que se ejecutarán, ya sea en inspección o para mantenimiento preventivo, se necesita del conocimiento de la tecnología, y se retorna a la variable en común: recurso humano-capacitación. Estas rutinas las brinda el fabricante en sus manuales; en ocasiones resulta apropiado modificarlas, pero siempre con el apoyo de esta información.

Además de tener toda la información relevante para agilizar el trabajo y evitar errores, hay que definir la logística relacionada con los materiales, las herramientas y los repuestos adecuados. El consumo de repuestos e insumos parte de la información que se obtenga del inventario y de la periodicidad del mantenimiento. *Morales* y otros<sup>(20)</sup> reflejan que “debe existir un *stock* de piezas destinado a la reparación y el mantenimiento, así como un *stock* destinado a contingencias”. En otra de sus publicaciones agrega que “en la planificación de un programa de mantenimiento se puede prever qué piezas será necesario reemplazar y con qué frecuencia, al consultar las recomendaciones del fabricante. Aunque la demanda de piezas de repuesto para equipos médicos puede variar, con relación a las condiciones geográficas que presenta cada región y de acuerdo con la localización de la institución de salud o por otras causas de índole social o político”.<sup>(21)</sup>

Por otro lado, *Ardila* y otros<sup>(22)</sup> enfatizan en la necesidad de “contar con el programa de mantenimiento preventivo establecido y con un sistema de control estricto del mantenimiento definido, de modo que posea la información necesaria para evidenciar si los objetivos de disponibilidad y confiabilidad de los activos sí se están logrando”. Desde el punto de vista de las normas, hay que contar con el registro del trabajo realizado como una herramienta histórica muy valiosa que permite obtener la información de qué trabajo se realizó anteriormente y cuáles eran los valores de las mediciones.

Estudios como el de *Castaño* y *Pérez*<sup>(23)</sup> demuestran la existencia de programas de gestión de mantenimiento en Colombia, en los que los “modelos [...] guían el proceso de gestión de esta etapa al proponer una planeación y manejo presupuestal del mantenimiento, estrategias de mantenimiento, entrenamientos al personal que las ejecuta y un registro computarizado de los servicios de mantenimiento y reparación llevados a cabo en la tecnología”.

Lo óptimo es realizar las rutinas de mantenimiento a los equipos médicos en el lugar donde estos se encuentran instalados. Existen situaciones en las que se trasladan a un taller (aunque aumenten los costos), pero deben aprovecharse para tareas de capacitación sin disparar los tiempos de parada del equipo. Los autores consideran pertinente que la capacitación al electromédico debe ejecutarse de forma continua en el puesto de trabajo, término manejado por *Castañeda* y otros<sup>(24)</sup> que lo entiende como el “proceso en el que el entorno didáctico es el puesto del trabajador, al cual le es consustancial la integración de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones, así como la vinculación de teoría y práctica contextualizada en la realidad laboral, encaminada a la solución de problemas específicos [...]”. Por lo que, para el electromédico, no hay mejor medio didáctico para aprender que el propio equipo médico.

## Conclusiones

La pertinencia de las tareas de inspección y mantenimiento preventivo depende de la preparada e innovadora práctica de los recursos humanos de la Ingeniería Clínica y Electromedicina, que contribuye con su función social. Resulta indiferente el puesto de trabajo o la categoría ocupacional para su capacitación permanente y continua. Con la superación en gerencia es primordial analizar previamente los recursos materiales necesarios para ejecutar apropiadamente estas actividades planeadas y aquellos financieros para adquirirlos. Resultan importantes los recursos, el conocimiento y el tiempo: tres elementos en la etapa

de planificación para que las tareas de inspección y mantenimiento preventivo deriven en una herramienta eficaz, a su vez identificados por un recurso humano actualizado, capacitado o con superación profesional.

## Referencias bibliográficas

1. O'Connor T. Serie de Documentos Técnicos de la OMS Sobre Dispositivos Médicos. Introducción al programa de mantenimiento de equipos Médicos. Ginebra: OMS; 2012 [acceso 28/04/2019]. Disponible en: [http://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/44830/9789243501536\\_spa.pdf;jsessionid=615729ED363EC574DA9A1F7479D2686F?sequence=1](http://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/44830/9789243501536_spa.pdf;jsessionid=615729ED363EC574DA9A1F7479D2686F?sequence=1)
2. Painter FR, Baretich MF. Serie de documentos técnicos de la OMS sobre dispositivos médicos. Introducción a la gestión de inventarios de equipo médico. Ginebra: OMS; 2012 [acceso 28/04/2019]. Disponible en: [http://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/44817/9789243501390\\_spa.pdf?sequence=1](http://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/44817/9789243501390_spa.pdf?sequence=1)
3. Mobarek I. Serie de Documentos Técnicos de la OMS Sobre Dispositivos Médicos Sistema computarizado de gestión del mantenimiento. Ginebra: OMS; 2012 [acceso 28/04/2019]. Disponible en: [https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/44828/9789243501413\\_spa.pdf?sequence=1](https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/44828/9789243501413_spa.pdf?sequence=1)
4. MINSAP. Gaceta Oficial República de Cuba No. 64 Ordinaria de 22 de diciembre de 2008. Salud Pública. Resolución Ministerial No. 184. La Habana: MINSAP; 2008. p. 1424-36.
5. Primero DF, Díaz JC, García LF, González A. Manual para la Gestión del Mantenimiento Correctivo de Equipos Biomédicos en la Fundación Valle del Lili. Ingeniería Biomédica. 2015 [acceso 26/03/2019];9(18):81-7. Disponible en: <https://www.scielo.org.co/pdf/rinbi/v9n18/v9n18a21.pdf>
6. Rodríguez E, Miguel A, Sánchez M. Gestión de Mantenimiento para Equipos Médicos. Cuba: Memorias del II Congreso Latinoamericano de Ingeniería Biomédica; 2001 [acceso 15/01/2019]. Disponible en: <https://pdfs.semanticscholar.org/a3e3/5ed9870dbb92d18a1ad03a6833e3f4d4828b.pdf>
7. Sen Salinas DA, Aguilar Soto JG. Modificación del algoritmo de Fennigkoh y Smith para el cálculo de la frecuencia de mantenimiento preventivo en equipos médicos.

- México: VI Congreso Nacional de Tecnología aplicada a Ciencias de la Salud; 2015. Disponible en: [https://www-optica.inaoep.mx/~tecnologia\\_salud/2015/memorias/pdf/MyT2015\\_71\\_E.pdf](https://www-optica.inaoep.mx/~tecnologia_salud/2015/memorias/pdf/MyT2015_71_E.pdf)
8. Cuevas Merecias I, Velasco Aulcy L y Morales Zamorano LA. La capacitación en las empresas agrícolas en el Valle de San Quintín, Baja California. Revista Global de Negocios. 2017 [acceso 25/02/2019];5(2):77-88. Disponible en: <http://www.theibfr2.com/RePEc/ibf/rgnego/rgn-v5n2-2017/RGN-V5N2-2017-7.pdf>
9. Pérez G, Pineda U, Arango MD. La capacitación a través de algunas teorías de aprendizaje y su influencia en la gestión de la empresa. Universidad Católica del Norte. 2011 [acceso 25/02/2019];(33):1-22. Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=194218961006>
10. Gambetta M. Estrategias de capacitación desarrolladas en un entorno corporativo estatal en Uruguay. Cuadernos de Investigación Educativa. 2015 [acceso 25/02/2019];6(2):71-88. Disponible en: [http://www.scielo.edu.uy/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1688-93042015000200005&lng=es&tlng=es](http://www.scielo.edu.uy/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1688-93042015000200005&lng=es&tlng=es)
11. Martínez Rojas MA, Palos Cerda G, Vargas-Hernández J. Entrenamiento, capacitación y financiamiento con crecimiento sostenido en las pequeñas empresas del sector industrial en San Luis Potosí. Revista Escuela De Administración De Negocios. 2017;(82): 91-118. DOI: <https://doi.org/10.21158/01208160.n82.2017.1650>
12. Lago AB. Capacitación en Planificación Estratégica. Impulso del Desarrollo Local con Microempresas. Observatorio Laboral. 2013 [acceso 19/03/2019];6(11):97-109. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=219030140002>
13. Rivera-Estrada IG. La ingeniería biomédica en la gestión de equipo médico. Rev Sanid Milit Mex. 2016 [acceso 31/01/2019];(70):482-5. Disponible en: <https://www.medigraphic.com/pdfs/sanmil/sm-2016/sm165h.pdf>
14. Franco GA, Jaramillo D, Barreneche JG. Modelo de capacitación de tecnología biomédica para clínicas y hospitales de tercer nivel. Revista Ingeniería Biomédica. 2015 [acceso 26/03/2019];9(18):139-44. Disponible en: <http://www.scielo.org.co/pdf/rinbi/v9n18/v9n18a17.pdf>
15. Ruiz Ibáñez C, Soto JM. Ingeniería Clínica: introducción, percepción y práctica en el área metropolitana de Medellín. CES Medicina. 2006 [acceso

- 19/03/2019];20(1):35-48. Disponible en: <http://revistas.ces.edu.co/index.php/medicina/article/view/170>
16. Cionza Villalba EL, Davis Blanco D, Labrador Machín O. Procedimiento para la gestión de la capacitación de los recursos humanos con enfoque de aprendizaje. Revista Cooperativismo y Desarrollo. 2019 [acceso 02/09/2019];7(2):195-211. Disponible en: <http://coodles.upr.edu.cu/index.php/coodles/article/view/245>
17. González-Vargas A, Collazos M, García LJ, Ladino JA, Cano A, González SA. Estado actual de la Ingeniería Clínica en las instituciones hospitalarias de Cali. Revista Ingeniería Biomédica. 2015 [acceso 26/03/2019];9(18):73-80. Disponible en: <http://www.scielo.org.co/pdf/rinbi/v9n18/v9n18a20.pdf>
18. Labrador Machín O, Bustio Ramos A, Reyes Hernández J, Cionza Villalba Carvalhais EL. Gestión de la capacitación y capacitación para una mejor gestión en el contexto socioeconómico cubano. Revista Cooperativismo y Desarrollo. 2019 [acceso 19/08/2019];7(1):64-73. Disponible en: <http://coodles.upr.edu.cu/index.php/coodles/article/view/222>
19. Infante Becerra V, Breijo Woroz T. Mirada histórica al proceso de capacitación en el mundo. Rev. Mendive. 2017 Mar [acceso 16/08/2019];15(1):57-64. Disponible en: [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1815-76962017000100005&lng=es](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1815-76962017000100005&lng=es)
20. Morales Tabares ZE, Vázquez Silva E, Caballero Mota Y. Optimización del stock de piezas de repuesto para equipos médicos. Rev cuba cienc informat. 2015 [acceso 20/08/2019];9(2):99-114. Disponible en: [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2227-18992015000200007&lng=es&tlng=es](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2227-18992015000200007&lng=es&tlng=es)
21. Morales Tabares ZE, Cabrera Campos A, Vázquez Silva E, Caballero Mota Y. MPREDSTOCK: Modelo multivariado de predicción del stock de piezas de repuesto para equipos médicos. Rev cuba cienc informat. 2016 [acceso 20/08/2019];10(3):88-104. Disponible en: [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2227-18992016000300007&lng=es&tlng=es](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2227-18992016000300007&lng=es&tlng=es)
22. Ardila Marín M, Martínez Nieto W, Olmos Villalba L. *Outsourcing* de mantenimiento, una alternativa de gestión de activos en el sector productivo de bienes y servicios. Cuaderno Activa. 2017 [acceso 26/03/2019];7(1):123-34. Disponible en: <https://ojs.tdea.edu.co/index.php/cuadernoactiva/article/view/253>

23. Castaño Portilla C, Pérez Hoyos L. Análisis comparativo de modelos de gestión de tecnología biomédica. Revista Ingeniería Biomédica. 2015 [acceso 26/03/2019];9:(18):41-9. Disponible en:

<http://www.scielo.org.co/pdf/rinbi/v9n18/v9n18a07.pdf>

24. Castañeda Calzadilla MR, Hernández Rabell L, Ramos Díaz JL. Una práctica innovadora en la capacitación empresarial. Revista Cubana de Educación Superior. 2016 [acceso 19/08/2019];35(3):4-14. Disponible en:

[http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0257-43142016000300001&lng=es&tlng=es](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0257-43142016000300001&lng=es&tlng=es)

### Conflicto de intereses

Los autores declaran que no existe conflicto de intereses.

### Contribución de los autores

*Yanixa Pérez Hernández, Robert Vanega Osorio, Frank Montero Sotolongo, Zholem Jorge Isaac y Oscar Caveda Medina:* Conceptualización, redacción, revisión del manuscrito y aprobación de la versión final.