

La Cayapa Heroica: Ingenio y aprendizaje en tiempos de crisis

Entrevista a: Ing. Alfredo Guardia e Ing. Enderbeth Nieves
Integrantes del equipo de Cayapa Heroica- CENDITEL

Por: Carlos González

Durante el año 2020, la pandemia declarada por la Organización Mundial de la Salud (OMS) se sumó a una serie de dificultades preexistentes, principalmente representadas por las sanciones unilaterales contra el país. Debido a las restricciones de acceso a bienes, el mantenimiento de los equipos médicos se hizo imposible, lo que provocó su deterioro y la consecuente inoperatividad. Esta carencia resultó difícil de sobrellevar, pues se trataba de tecnología importada, cuyo soporte y garantía estaban atados a los servicios técnicos de los proveedores. Ante la imposibilidad impuesta por las medidas coercitivas para recibir este tipo de servicio, se optó por actuar con premura para evitar el colapso del sistema de salud en un momento crítico.



Figura 1: Interacción con equipo de Imagenología por parte del T.S.U. Miguel Narváez y el Ing. Alfredo Guardia

Fuente: Difusión CENDITEL (2022)

El equipo de Cayapa Heroica de CENDITEL fue conformado en sus inicios por: Ingeniero Alfredo Guardia, Ingeniero Enderbeth Nieves,

T.S.U. Miguel Narváez y T.S.U. Jhonny Contreras. Este equipo se encargó de realizar los abordajes a las instituciones de salud (IAHULA, Ambulatorios, Clínicas Populares, IPASME, etc), así como también a diversas instituciones educativas en el Estado Mérida.

Una respuesta a una necesidad urgente

“La Cayapa en CENDITEL comenzó por el problema del COVID”, explican los entrevistados. “Los informes que solicitó la ministra Gabriela Jiménez en ese momento le dieron un panorama claro para abordar los principales problemas: electricidad, salud y alimentación. También se detectaron necesidades en el área informática de las instituciones educativas” explica Guardia.

En el sector eléctrico, los puntos más críticos fueron la necesidad de realizar mantenimiento preventivo y correctivo en las líneas de transmisión de baja y media tensión, las cuales generaban — y aún hoy generan — fallas, fluctuaciones y caídas de tensión en el área residencial.

En cuanto al ámbito de la salud, los requerimientos fueron generados por hospitales, ambulatorios y clínicas populares. “El área en la cual nos enfocamos fue: rayos X. Toda la parte de Imagenología: equipos de Rayos X (fijos y móviles), arco en C, mamógrafos, densitómetros, resonadores, tomógrafos y ultrasonidos. Ese fue el área que más abordamos, además de los equipos de quirófano”.

Fue así como comenzó Cayapa Heroica en nuestra institución, y debido a las condiciones impuestas por la pandemia, el centro de la actividad giró en torno a los equipos médicos deteriorados o fuera de servicio por distintas

razones.

En Mérida, se convocó a CENDITEL, FUNDACITE, el entonces CIDA (hoy CIDA) y CORPOELEC. Por su parte, CENDITEL fue la primera institución en participar activamente, articulándose las demás posteriormente.



Figura 2: Interacción con equipo de Imagenología, T.S.U. Miguel Narváez, Ing. Alfredo Guardia, Licda. Ruth Villegas

Fuente: Difusión CENDITEL (2024)

Un equipo que aprende haciendo

En general la idea de la Cayapa Heroica fue recibida en principio con algo de escepticismo, sin embargo, a medida que se fue desarrollando, los participantes comenzaron a comprender el potencial de la actividad, no solamente como una forma de ayudar a mantener operativos equipos necesarios para el correcto funcionamiento de las instituciones de salud, sino como una oportunidad para aprender.

El hecho de estar en contacto con la arquitectura de máquinas de precisión, tal como son los equipos médicos, le permitió al grupo trabajar con maquinaria especializada, lo que fue de gran utilidad para la aplicación de casos

concretos. Además de hacer posible la comprensión del equipo, no solo del funcionamiento sino de la arquitectura de hardware de los equipos.

Este análisis del equipo es vital al momento de intentar desarrollar tecnología, pues no se trata de copiar, se trata de observar y tomar los ejemplos más relevantes, que permitan sentar las bases para el futuro, uno en el cual se desarrollen equipos médicos y otro donde de ser posible se pueda implementar otro tipo de tecnología.

Nuestro equipo de Cayapa Heroica recibió solicitudes de distintas organizaciones, principalmente del área de salud, las cuales fueron atendidas siempre dentro de las posibilidades de CENDITEL, haciendo que todos los participantes se cohesionaran en torno a las actividades, siempre fue un reto, pero igualmente una gran oportunidad. Toda esta situación forjó un equipo de trabajo unido, el cual pese a las limitaciones con las cuales muchas veces hubo que lidiar, se consolidó como una escuela, una posibilidad de formación que trascendió el aprendizaje teórico, convirtiendo cada lección en una acción que repercutía directamente en el bienestar de la sociedad.

Esa fue la esencia del equipo, todo comenzó como una actividad técnica, que luego se convirtió en curiosidad, para posteriormente dar paso a un verdadero modelo de referencia, que unía la posibilidad del aprendizaje, con la contribución al bienestar de las comunidades. Guardia acotó que siempre repetía una frase en cada una de las atenciones: “Hoy somos los técnicos reparando una máquina, mañana nosotros, o un familiar podemos ser los pacientes que necesiten estos equipos.”

Esta motivación es mucho más poderosa, significativa y cercana, que simplemente arreglar una máquina, es un motor que impulsa la acción desde una perspectiva que trasciende la asignación laboral, y la convierte en fuerza pura. Ese es el espíritu forjado a través de Cayapa Heroica.



Figura 3: Personal del departamento de Radiología de Zea

Fuente: Difusión CENDITEL (2025)

Superando obstáculos en terreno desconocido

La Cayapa Heroica ha sido una experiencia maravillosa, a pesar de todo, el transitar por este camino ha sido todo menos sencillo. Los obstáculos han estado presentes en cada uno de los abordajes, comenzando por la dificultad de interactuar con maquinaria de alta tecnología prácticamente a ciegas, sin un manual de servicio o esquemáticos, al igual que la falta de herramientas especializadas. Muchos de los equipos recuperados, requerían de herramientas especializadas o de calibración, que fueron sustituidas con el uso de las herramientas propias de los miembros del equipo Cayapa Heroica resolviendo de forma improvisada estos inconvenientes.

Este primer obstáculo fue paulatinamente enfrentado con la capacidad para descifrar patrones, estructuras comunes y disposición de los componentes en distintas máquinas con funciones similares, en pocas palabras haciendo Ingeniería Inversa. Los equipos de salud se convirtieron en un aula, en un sitio donde el aprendizaje surgía a partir de la experiencia, literalmente se aplicaron

los principios del Constructivismo como Teoría del Aprendizaje.



Figura 4: Revisión de placa electrónica Ing. Enderbeth Nieves y personal de CORPOELEC

Fuente: Difusión CENDITEL (2022)



Figura 5: Revisión de placa electrónica T.S.U. Johnny Contreras

Fuente: Difusión CENDITEL (2022)

Pudimos activar el equipo de Rayos X del Hospital de Santo Domingo, municipio Cardenal Quintero — reveló Guardia —. Era un equipo

que tenía diez años instalado y nunca había funcionado. Nosotros a través del equipo de Cayapa Heroica y CORPOELEC de la zona, para atender estas situaciones.

Otro caso icónico en ese sentido es el equipo de Rayos X del hospital de Zea. Este aparato tenía más de once años sin funcionar, se encontraba desahuciado, aparentemente sin posibilidad de recuperarse, listo para la desincorporación como un bien defectuoso. Fue así cuando, los miembros de Cayapa Heroica, pudimos solucionar la situación, para el beneficio de la comunidad, en colaboración de las Técnicas Radiólogos de la Universidad Politécnica Territorial del estado Mérida Kléber Ramírez, encargadas del servicio de Rayos X para ese momento, el alcalde Victor Bustamante y miembros del comercio local.

En otros casos, nos encontramos con obstáculos directamente vinculados con las patentes y la cualidad de privativos de los aparatos. Hubo la necesidad de literalmente “clonar” el software de los equipos, que es el único capaz de hacer operar dichos componentes, estos eran los problemas grandes, pero también nos topamos con pequeños obstáculos como la falta de un fusible, algo que tiene un costo ínfimo, y debido a distintas causas aún hoy en día, esos equipos se encuentran fuera de operación por la falta de un componente trivial.

Por otra parte, — toma la palabra Nieves —, uno de los obstáculos que se presentaron estuvo signado por la falta de material de protección para interactuar con equipos usados en condiciones en las cuales podrían estar contaminados. Es el caso de los equipos denominados “Arco en C”, los cuales se usan en quirófanos, y que, pese a su esterilización, cuando están en desuso podrían ser susceptibles, debido a un almacenamiento poco cuidadoso, de albergar patógenos infecciosos. Para abordar esta situación de manera segura, es necesario contar con todos los instrumentos de seguridad.

Estos pequeños obstáculos, no detuvieron la labor del equipo de Cayapa, su determinación permaneció inquebrantable. Se realizaron las

atenciones con la mirada puesta siempre en la comunidad, en las personas que sufrían por la carencia de equipos debido a las medidas coercitivas establecidas contra nuestro país.

En definitiva, si bien el equipo de Cayapa Heroica ha presentado obstáculos, también nos ha enseñado que es posible usar el ingenio para sortear obstáculos que podrían parecer en un principio un escollo insalvable, siempre con la mirada puesta en el bien común.

El apoyo se ha hecho presente

El principal apoyo que tuvimos, especialmente durante la primera etapa de Cayapa Heroica, fue por parte de CORPOELEC, pues ellos se encargaron de realizar los trabajos correspondientes a la regularización del voltaje, para que las fluctuaciones eléctricas no continuasen afectando la integridad de los aparatos. Fue un trabajo articulado que hoy en día continúa, pues el mantenimiento de la red eléctrica debe ser permanente, además de garantizar la infraestructura necesaria para proveer el servicio eléctrico a las distintas instituciones hospitalarias.

En cuanto a las instituciones médicas en las cuales trabajamos, contamos con el apoyo logístico, principalmente en el área de transporte. Muchas veces nos movilizamos en ambulancias hacia los centros de salud. También en muchos casos luego de hacer los diagnósticos correspondientes, las instituciones proveyeron la logística vinculada con el logro de las condiciones de operatividad de los equipos, en cuanto a la adquisición de componentes, en muchos casos pequeños para reponer resistencias, condensadores, entre otros, averiados en los aparatos.

En general, todas las instituciones dentro de las grandes limitaciones que se evidenciaron, principalmente en los años en los cuales inició la Cayapa Heroica, prestaron apoyo logístico, y en los casos en los cuales esas instituciones atendidas no pudiesen por alguna razón en particular, proveer las condiciones necesarias, CENDITEL

como institución, creaba las condiciones logísticas necesarias para las atenciones.



Figura 6: Reparación de circuitos electrónicos.
Ing. Alfredo Guardia

Fuente: Difusión CENDITEL (2023)

Rompiendo barreras comerciales y éticas

La Cayapa Heroica nació como una respuesta a una necesidad básica, principalmente vinculada con la carencia de atención a equipos vitales — indicó Guardia —. Recordemos que corrían tiempos de pandemia, situación agravada por sanciones económicas, bloqueo, restricciones financieras. Entonces, principalmente nos enfrentábamos a un problema magnificado: una pandemia y la imposibilidad de dar mantenimiento por la vía tradicional a equipos médicos vitales para atender los requerimientos médicos de una población afectada por la crisis sanitaria.

Las medidas coercitivas unilaterales impidieron que se adquirieran nuevos equipos, pero también prohibió que las empresas proveedoras de los equipos existentes prestaran el servicio de mantenimiento o reparaciones incluso dentro de los términos de garantía, so pena de sanciones por desobedecer las medidas de bloqueo.

Esto fue en principio un reto, nos enfrentamos a situaciones en las cuales tuvimos que abrir y revisar máquinas que aún estaban en garantía, pero, si no lo hacíamos, las comunidades sufrirían las consecuencias. Era un callejón sin salida: intentábamos arreglar las máquinas o sencillamente haríamos que la población quedase sin la posibilidad de una atención médica adecuada.



Figura 7: Reparación de circuitos electrónicos
Fuente: Difusión CENDITEL (2022)

En un principio esto fue un choque, temíamos no solamente vulnerar las condiciones de garantía, sino las patentes de los equipos. Es necesario enfatizar que cuando se adquiere un equipo médico, incluso cualquier equipo tecnológico, no se está adquiriendo el equipo, se está pagando por el derecho a utilizar ese equipo. El diseño, los componentes y su disposición en el equipo, además del software si es el caso, pertenecen a las empresas fabricantes, debidas a las patentes.

Sintetizando, se puede decir que esta experiencia es una forma muy efectiva de subvertir el bloqueo y las sanciones, pero también es la oportunidad de indagar acerca de las implicaciones éticas, morales y comerciales de hacer ingeniería inversa en un equipo, de sustituir componentes, de crear la forma de hacer un puente o bypass, para que un software privativo funcione en una

máquina que ha sido manipulada.



Figura 8: Revisión de mecanismo de equipo biomédico

Fuente: Difusión CENDITEL (2024)

Una oportunidad para el futuro

Todo lo que se ha estado discutiendo, hace que la Cayapa Heroica sea una gran oportunidad. Este proyecto ha servido como una gran motivación, no solo para la reparación de equipos, sino para ganar comprensión que permita a futuro comenzar a desarrollar nuestras propias tecnologías, en la media de lo posible, y tomando en cuenta las necesidades y características propias de nuestro entorno. Existe la infraestructura institucional para ello, solo habría que crear un mecanismo para documentar las actividades y sistematizar la información.

Si este mecanismo se logra implementar de manera efectiva, esto redundará de manera positiva en los tecnólogos. Esto se debe a que Cayapa Heroica ha servido como un motivador para quienes han participado en esta experiencia, no solo en Mérida, sino en todo el país. En lugar de una actitud reactiva de solo reparar equipos dañados, la información obtenida debe usarse para formar el talento humano que permitirá, no solo mantener las máquinas existentes, sino también

innovar y crear nueva tecnología con base en los conocimientos adquiridos. Esto mantendría el interés de los participantes —acotó Nieves—, además si se ofrece una capacitación para los participantes, se podría potenciar la experiencia. No se trata de una capacitación específica en alguna maquinaria, sino de organizar una aproximación a las particularidades asociadas con los equipos biomédicos, de tal forma que quienes vayan a interactuar con este tipo de equipos en particular, tengan una aproximación a los mismos antes de abordarlos directamente, no solo desde el aspecto teórico, sino también en la parte vinculada con la interacción física con los equipos.



Figura 9: Aplicando ingeniería inversa a equipo de Rayos X

Fuente: Difusión CENDITEL (2024)

Finalmente, Guardia recalcó la necesidad de transformar la Cayapa Heroica en una escuela formal, en una academia de tecnólogos que posteriormente se conviertan en impulsores de la tecnología nacional, establecer la documentación como un requisito indispensable dentro del proceso, principalmente con la intención de generar manuales —no tanto de las máquinas—, sino de los procesos y acciones inherentes a la realización de las actividades, de forma tal que esta sistematización permita crear material de apoyo para formar a los nuevos participantes. Y lo más importante, utilizar esta experiencia y

conocimiento para crear nuestros propios equipos con tecnología nacional.



Figura 10: Cayapa Heroica es una oportunidad formativa

Fuente: Difusión CENDITEL (2025)



Figura 11: Cayapa Heroica se proyecta hacia el futuro

Fuente: CENDITEL (2025)

Un esfuerzo que transforma la reparación en soberanía

La Cayapa Heroica es mucho más que un esfuerzo técnico de reparación; se ha consolidado como un movimiento ético y educativo que, nacido de la urgencia impuesta por las sanciones y la pandemia, desafía las barreras del conocimiento privativo y cataliza la formación de una nueva generación de tecnólogos venezolanos. Al convertir cada avería en un aula y cada reparación en un acto de soberanía, esta iniciativa sienta las bases para un desarrollo tecnológico autónomo, demostrando que el ingenio y la colaboración son las herramientas más poderosas para construir el bienestar y la resiliencia nacional.

Biografía

Alfredo Guardia Uribe: T.S.U. en Electrónica, Ingeniero Electricista, Magíster Scientiarum Scientiae en Ecología del Desarrollo Humano. Área Electromedicina. Actualmente se desempeña como Analista de Desarrollo en CENDITEL, miembro del equipo de Hardware Libre, miembro del proceso formativo del Núcleo de Robótica. Integrante del equipo de Cayapa Heroica Mérida.

Correo electrónico: aguardia@cenditel.gob.ve

Enderbeth Antonio Nieves Lugo: Ingeniero Electricista. Actualmente se desempeña como Analista de Desarrollo en CENDITEL, miembro del equipo de Hardware Libre, responsable del proceso formativo del Núcleo de Robótica y tutor de los equipos representantes de CENDITEL para las Olimpiadas de Robótica (Creativa). Integrante del equipo de Cayapa Heroica Mérida.

Correo electrónico: eanieves@cenditel.gob.ve