

SUMINISTRO, MANTENIMIENTO Y REPARACION DE EQUIPO PARA LABORATORIOS EN LOS PAISES EN DESARROLLO¹

F. L. Mitchell,² R. Martínez-Silva,³ Harsh Vardham⁴ y D. A. Vázquez Olazábal⁵

Los equipos de laboratorio se diseñan en y para los usuarios de los países industrializados. Los fabricantes no se sienten estimulados por las condiciones adversas de mantenimiento y manejo de las instalaciones en los países en desarrollo, ni por las dificultades financieras de estos para pagar en moneda fuerte. Sin embargo, existen opciones y experiencias que pueden ser útiles para tratar de solucionar este grave problema de los sistemas de salud del Tercer Mundo.

Introducción

En la mayor parte de los países en desarrollo se extienden rápidamente los programas de atención de salud en el marco de la quíntuple estructura general vigente de dispensarios, centros de salud, hospitales de distrito, hospitales regionales y hospitales centrales; también se progresa en la mayoría de los sectores. Sin embargo, se debe señalar la notable excepción de los laboratorios que siguen siendo insuficientes. Es urgente remediar esta situación ya que sin una buena red de laboratorios no se puede asegurar una atención de salud satisfactoria. Son por

desgracia en exceso numerosos los casos que se podrían citar de las consecuencias que ha tenido esta deficiencia.

El escaso perfeccionamiento de los servicios de laboratorio en los países en desarrollo se ha debido a diversos factores:

- Falta apreciación política de la importancia de los laboratorios para la cobertura general de los servicios de salud.
- La administración nacional, incluidos el equipamiento y organización de instalaciones de laboratorio, carece de prioridad y a menudo no existe en muchos países.
- La tecnología es deficiente, en general, por falta de personal bien capacitado y de material e instalaciones adecuados.
- La industria productora de instrumentos de laboratorio aplica alta tecnología y, por razones comerciales y de otra índole, no está interesada en crear, suministrar y mantener equipo adaptado a las necesidades especiales de los países en desarrollo.

¹ Traducción del documento LAB/83.8, Organización Mundial de la Salud, Ginebra, 1983.

² Centro de Investigación Clínica, División de Química Clínica, Harrow, Middlesex, Inglaterra.

³ Organización Panamericana de la Salud, Desarrollo de Tecnología de Salud, Washington, D.C., Estados Unidos de América.

⁴ Organización Central de Instrumentos Científicos, Chandigarh, India.

⁵ Organización Mundial de la Salud, Tecnología de los Laboratorios de Salud, Ginebra, Suiza.

- Con frecuencia se instala por prestigio u otros motivos equipo complejo en casos en que lo apropiado hubiera sido equipo más sencillo.

Los problemas de equipo pertenecen a dos categorías principales, los que plantea el equipo ya instalado y los que plantea la falta de equipo adaptado a las condiciones existentes en los países en desarrollo. Con respecto al primero, los laboratorios de los países en desarrollo están obstaculizados por una enorme cantidad de equipo que dista mucho de ser el adecuado. La principal dificultad está en el mantenimiento, a causa de condiciones climáticas adversas, falta de personal competente de mantenimiento, instructivos difíciles de aplicar, falta de repuestos, suministro eléctrico deficiente y operadores no capacitados, equipo valioso que no funciona al instalarlo o averías que no se pueden reparar localmente. Con excesiva frecuencia, llega muy deteriorado por las condiciones ambientales y por demoras durante el transporte o la tramitación del despacho aduanal. Se ha estimado que lo anterior es aplicable en los países en desarrollo a equipo biomédico por un valor de seis a ocho mil millones de dólares estadounidenses (1).

En algunos de esos países, hasta el 60% del equipo biomédico está ocioso por falta de instalaciones adecuadas de mantenimiento preventivo y reparación, y la situación está empeorando. A propósito de la introducción de la automatización, un informe preparado por la Organización Panamericana de la Salud y la Organización Mundial de la Salud en 1973 afirma que en Sudamérica no estaba en funcionamiento el 37% del equipo (2). En un documento más reciente preparado por el PNUD, la OPS y la OMS en 1978, en el que se describe el estado del equipo general de laboratorios en la misma región, se dice que en la mayoría de los países hay "cementeros de equipo de laboratorio"

que no se pueden reparar por falta de repuestos o técnicos que lo mantengan en buen estado de funcionamiento, lo cual encarece innecesariamente la atención de salud (3). El mismo problema han observado consultores de la OMS en Africa, Asia Sudoriental y el Pacífico Occidental, donde se temen las averías en equipo básico porque son mínimas las probabilidades de poderlo reparar o reemplazar.

Los nueve centros de la Organización Central de Instrumentos Científicos en la India repararon equipo de laboratorio que valía como US\$ 3 500 000 durante el período 1980-1981 y 12 700 000 en los cinco últimos años. La Organización opera en la actualidad solo en nueve ciudades y no abarca a todo el país; como consecuencia, todavía no funciona un número considerable de instrumentos. Los instrumentos ociosos en los laboratorios clínicos no hacen sino cargar sus presupuestos, sin ningún beneficio para la atención de salud.

El problema no se limita al equipo complejo. Una encuesta reciente hecha por la OMS en algunos países africanos, como continuación de un curso sobre garantía de la calidad en química clínica, mostró que la situación era similar en relación con el equipo básico. Sirva de ejemplo la inadecuación de los colorímetros utilizados en la actualidad. Suelen tener una célula de capa barrera para detección de la luz que, esté en uso o almacenada, puede durar tan solo 7 días en una atmósfera húmeda y caliente; hay con frecuencia un reostato que o se descompone si la atmósfera es húmeda o se obtura con el polvo en condiciones desérticas. El filtro de gelatina es también muy vulnerable a la humedad y a la temperatura del trópico. Tiene un foco que gasta electricidad, es de vida relativamente breve y difícil de cambiar por la necesidad de calibración. El galvanómetro tiene un pivote que se oxida o quiebra con facilidad.

Para corregir esta situación y evitar que se sigan desperdiciando recursos, se ha de establecer un vigoroso programa de man-

tenimiento y reparación en todos los países de acuerdo con el sistema nacional de salud. Se deben organizar programas para capacitar a alrededor de los treinta mil técnicos de mantenimiento y reparación que se necesitan en vez de los dos o tres mil con que ahora se cuenta. Si no se adoptan las medidas oportunas, las enormes sumas de dinero, por un total aproximado de \$ 500 000 000 que gastan los países en desarrollo en la importación anual de equipo biomédico, contribuirán poco a que mejoren las condiciones de salud.

Con respecto al segundo problema de la falta de equipo adaptado a las condiciones especiales existentes en los países en desarrollo, en los grandes centros es posible utilizar técnicas y equipo habituales y hay suficientes fondos, personal capacitado, repuestos, aire acondicionado, etc., pero esto sucede raras veces. Los fabricantes establecidos son reacios a producir pequeños instrumentos especialmente diseñados, aun cuando el mercado podría ser extenso. Para material de mayor tamaño, el mercado potencial constituye un estímulo financiero pequeño para diseñar o incluso modificar, por ejemplo, un analizador químico automático o un contador de células sanguíneas, en especial para las duras condiciones en las que tendrán que trabajar. Los estudios de mercado inducen a los fabricantes a pensar que tal vez se vendan cantidades insuficientes y que las ventas serán difíciles y poco productivas. En el caso de los instrumentos pequeños, en dos reuniones consultivas organizadas por la OMS en 1975 (4, 5) se destacó la urgente necesidad de un colorímetro adecuado para medir la hemoglobina y algunas sustancias bioquímicas básicas en la sangre; en los 6 años siguientes, la industria mostró poco o ningún interés para satisfacer esa necesidad. Se volvió a insistir en estos problemas en la siguiente reunión consultiva sobre el Programa de la OMS de Tecnología de los Laboratorios de Salud (6).

En resumen, todos los interesados esta-

rán de acuerdo en que el suministro y funcionamiento del equipo en los laboratorios de salud de los países en desarrollo adolecen de graves deficiencias. Si se desea adoptar medidas que eviten que se sigan malgastando recursos y aseguren un suministro adecuado para el futuro, se ha de establecer un programa riguroso de diseño, abastecimiento, mantenimiento y reparación en todos los países en el marco de los sistemas nacionales de salud existentes. De otra forma, las ingentes sumas de dinero que se inviertan en adquirir equipo biomédico no contribuirán en la forma debida al logro del objetivo de salud para todos en el año 2000.

También conviene destacar que las autoridades centrales responsables del equipo de laboratorio deben esforzarse por coordinar la compra de nuevo material y ser muy cuidadosas cuando, como parte de los programas de asistencia bilateral, aceptan donaciones de equipo que luego a veces resulta inadecuado o heterogéneo. Deben crear un órgano consultivo nacional integrado por expertos nacionales que estén capacitados para elaborar pautas y practicar, con la ayuda de personal local, avalúos y evaluaciones de equipo para las condiciones climáticas y ambientales imperantes.

Circunstancias y tipos de instrumentos

Se admite que la estructura básica de la atención primaria de salud en muchos países en desarrollo (7, 8) debe constar de: trabajadores primarios de salud, dispensarios, centros de salud, hospitales de distrito (denominados a veces hospitales de nivel primario), hospitales regionales y hospitales docentes o centrales. No es oportuno por ahora proporcionar instalaciones o material de laboratorio a los dos primeros escalones, más periféricos, por lo que las pruebas de laboratorio deben empezar en los centros de salud. Aunque

la prevalencia de las enfermedades más frecuentes en una comunidad determinará el tipo de pruebas y, por consiguiente, de equipo utilizado, lo más necesario para la mayoría de los centros de salud es lo siguiente:

1. Balanza (tipo Ohaus) con capacidad de 1 000 g. Sensibilidad $\pm 0,1$ g con pesas.
2. Lámpara de mesa para microscopio.
3. Cámaras cuentaglobulos (línea brillante) con cubre objetos y pipetas.
4. Balanza para centrífuga (solo cuando lo requiera la centrífuga utilizada).
5. Centrífuga accionada por batería eléctrica o manual, cabeza de 4/6 para tubos de 15 ml y lubricantes, amortiguadores, cubierta metálica, tubos de 15 ml y escobillas de repuesto.
6. Lámpara de alcohol (latón) o mechero de Bunsen (si se dispone de gas).
7. Comparador óptico tipo Lovibond con pipetas, tubos de ensayo y discos apropiados (o colorímetro adecuado).
8. Microscopio monocular, con los accesorios necesarios.
9. Filtro de agua.
10. Soporte de rejilla, microportaobjetos para tinción, bloque de latón (o tubos de goma) y varillas de vidrio para desagüe.
11. Refrigerador con capacidad de 74 a 120 l, que funcione con corriente eléctrica de 110-220 volts, queroseno o por otro medio.
12. Cronómetro de intervalos, para una hora (pasos de un minuto).
13. Soporte Westergren para calcular índice de sedimentación de eritrocitos, con tubos.

Además del equipo de los centros de salud enumerados en 1, 2, 3, 4, 5, 9, 10, 11, 12 y 13, los hospitales de distrito necesitan:

1. Balanza analítica, capacidad de 100 g, sensibilidad $\pm 0,1$ mg.
2. Batería, 6/12 volts de acumula-

ción, tipo mercurio/zinc (si no hay corriente eléctrica).

3. Mechero, de queroseno, tipo vertical de presión, o mechero de Bunsen (si se dispone de gas).
4. Centrífuga, microhematócrito.
5. Fotocolorímetro, eléctrico o de pilas, de 400-700 mm o tipo MONA.
6. Unidad para destilación de agua, si se preparan los reactivos localmente.
7. Microscopio, binocular, con los accesorios necesarios.
8. Autoclave, tipo olla de presión.
9. Incubadora, eléctrica o de queroseno.
10. Horno pequeño de aire caliente.
11. Baño maría con termostato, margen serológico (110V-60Hz/220V-50Hz).

En el nivel de hospitales docentes regionales y hospitales centrales se requieren tipos mucho más complicados y variados de equipo, por lo que no procede preparar listas ni siquiera de los instrumentos más importantes con que deben contar. Cabe decir, sin embargo, que debería haber cierto grado de automatización, limitada o completa. No es de esperar por ahora que la industria prepare equipo especial para este tipo de laboratorio en los países en desarrollo, por lo cual es necesaria una selección cuidadosa entre el equipo existente.

Soluciones

Equipo en uso

Con frecuencia hay equipo que se avería y se almacena sin utilizarlo durante tanto tiempo que se vuelve obsoleto y probablemente irreparable, aunque solo sea por falta de piezas de repuesto. Otros instrumentos almacenados necesitan evaluación para determinar si son reparables y si se pueden utilizar más tarde. Para el equipo que funciona o está en condiciones

de funcionamiento, es preciso montar un sistema de mantenimiento para asegurar que lo haga en forma óptima. El cuidado cotidiano de los instrumentos debe completarse con un programa periódico de mantenimiento preventivo y reparación. Como la falta de buenos sistemas de mantenimiento y reparación se debe a muchos factores, como la no participación de las personas idóneas en el proceso de adopción de decisiones en el sector salud, la no disponibilidad de piezas de repuesto, la inexistencia de una estructura de carrera profesional que motive al personal, el no contar con servicios fiables y seguros de mantenimiento por las empresas fabricantes, etc., es necesario aplicar medidas para superar los problemas existentes. Entre ellas, se debe dar prioridad a la preparación y distribución de manuales de mantenimiento, la confección de listas de piezas de repuesto, la capacitación de personal de laboratorio mediante cursos de repaso, las clases prácticas dadas por el fabricante para enseñar el cuidado diario del material, la adquisición de instrumentos de repuesto para introducir el concepto de "equipo flotante" que sustituya a los instrumentos que no funcionan, etc.

Diseño y suministro de nuevo equipo

Se reconoce que la mayor parte de los instrumentos y equipo de laboratorio producidos en países desarrollados no responde a las necesidades de los países en desarrollo, por lo que es necesario diseñar otros nuevos. Se trata de preparar instrumentos y equipos que sean fuertes, puedan funcionar relativamente sin problemas en condiciones extremas de calor, humedad y polvo durante diez años, sin un buen suministro eléctrico, y que sean sencillos de usar y de gran rendimiento en relación con su costo (8-10). Este último aspecto es el más importante, ya que la

disponibilidad de fondos para la atención de salud en los países en desarrollo suele ser el principal factor limitativo y su escasez es lo que más desalienta a la industria para la producción y suministro del equipo adecuado. Otro problema es que el dinero asignado suele ser en moneda local y no se dispone de fondos, o de muy pocos, en las divisas fuertes de los fabricantes. Por eso, es casi necesaria la producción en el país mismo o en un país vecino de moneda débil, sobre todo cuando se trata de instrumentos que se requieren en cierta cantidad.

La producción local puede lograrse en varias etapas y por diversos medios, por ejemplo: un fabricante de un país desarrollado puede abrir una fábrica local para el montaje de piezas importadas; un fabricante local comienza a producir equipo completo según sus propios diseños, bajo licencia obtenida de otro fabricante del extranjero o según diseños proporcionados por la OMS (este método exige resolver los importantes problemas que plantean la inexperiencia inicial en métodos modernos de producción, control de la calidad, etc), o bien la producción local puede limitarse al principio al montaje de piezas importadas, las cuales en forma paulatina se van produciendo localmente (un problema frecuente con este sistema es que la importación de piezas sueltas esté gravada con fuertes impuestos, mientras que el equipo completo se puede importar libre de impuesto por considerarlo indispensable para la atención médica).

Aunque tal vez la producción local resulte al principio más cara que la de importación, las ventajas a largo plazo son considerables: transferencia de tecnología, capacitación de nacionales en métodos de producción, facilidad de reparación y mantenimiento locales, diseños adaptados a las condiciones locales, etc. Será más fácil suministrar equipo apropiado si se tienen en cuenta las ventajas de

la estandarización. Aunque la estandarización completa no es posible a causa del diferente origen de los proveedores (comerciales y organismos donantes), los reglamentos nacionales sobre adquisición de material, etc., cuanto más se avance en esa dirección tanto más fácil será proporcionar repuestos, capacitar al personal para uso y mantenimiento e intercambiar equipo.

Infraestructura nacional para servicios de mantenimiento y reparación

En la mayoría de los países en desarrollo hay ministerios o direcciones de salud responsables de organizar la atención de salud, la cual tiene de ordinario una estructura similar a la indicada con anterioridad y suele incluir algún sistema para asegurar el mantenimiento del equipo hospitalario, es decir, generadores, instalaciones de aire acondicionado, transporte, etc. El equipo de laboratorio pertenece a una categoría especial que requiere personal especializado de mantenimiento, hecho al cual no se ha prestado suficiente atención, como tampoco a la importancia de un laboratorio en pleno funcionamiento para la atención de salud en general.

En general el equipo de rayos X suele estar bien mantenido (11), tal vez porque es costoso y constituye un elemento de prestigio cuyo valor percibe inmediatamente el paciente, a lo que se suma el hecho de que pronto se advierte cualquier falla en su funcionamiento. En 1981, por medio de una publicación de la OMS, el servicio especializado de la Organización ha dado asesoramiento sobre el equipo adecuado, su instalación y su mantenimiento durante muchos años (12). Otros tipos de equipo de hospital, como aparatos para anestesiarse, lámparas para quirófano, electrocardiógrafos, etc., no están tan bien cuidados, pero son instrumentos de trabajo del personal médico, al cual le

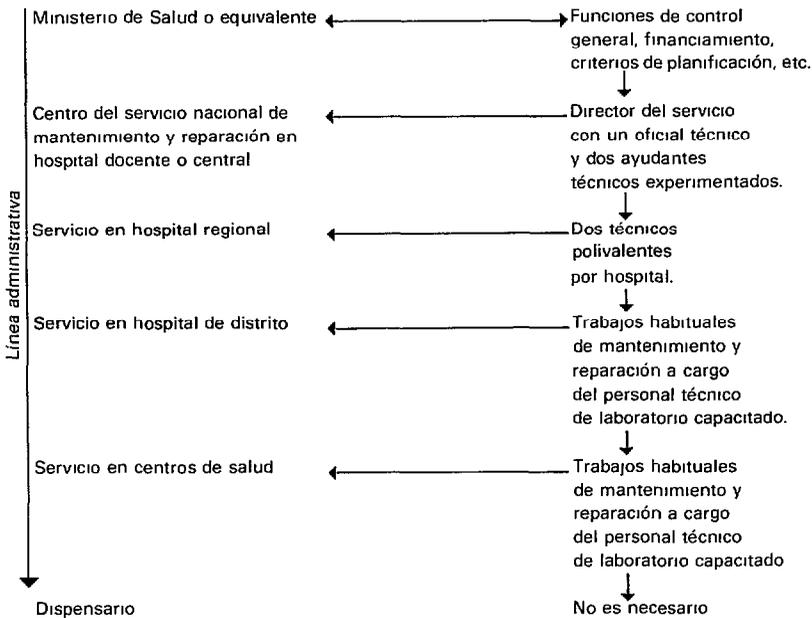
interesa que se conserven en estado aceptable de funcionamiento; también en este caso se suele advertir de inmediato cualquier deficiencia de funcionamiento. Sin duda lo que más se desatiende es el mantenimiento de los instrumentos de laboratorio, por lo cual se aconseja encarecidamente que se establezca lo antes posible en todos los países en desarrollo un servicio nacional de mantenimiento y reparación para el equipo de salud en general y en especial para el de laboratorios clínicos.

Se recomienda también un modelo de servicio nacional de mantenimiento y reparación que podría ser adecuado para países pequeños (figura 1) y que se podría adaptar a países más grandes repitiendo el modelo en diferentes regiones y agregando a nivel nacional un órgano de coordinación. Como el objetivo es extender la atención de salud a las zonas más alejadas, convendría aplicar el modelo partiendo de la periferia hacia el interior, y el centro de salud sería el punto situado más al exterior al que se dotaría de instalaciones de laboratorio.

Los instrumentos enumerados como necesarios para centros de salud y hospitales de distrito tienen que conservarse en estado satisfactorio de mantenimiento. A este nivel solo se necesita de ordinario un técnico de laboratorio, que debe estar capacitado para los trabajos habituales de mantenimiento y las reparaciones de menor importancia. Por consiguiente, se han de elegir para estos puestos personas hábiles en el manejo de instrumentos.

Varios centros de salud deben vincularse a un hospital de distrito, y ser supervisados por este. También en este caso se recomienda que sus instrumentos los mantengan y reparen los técnicos de laboratorio. A su vez varios hospitales de distrito deben vincularse a un hospital regional cuyo material de laboratorio sea más abundante y completo. No es probable que el personal de laboratorio pueda ocu-

FIGURA 1—Diagrama de estructura del servicio nacional de mantenimiento y reparación.



parse del mantenimiento y reparación de esos instrumentos, por lo que se propone que haya un mínimo de dos técnicos, ambos especializados en el mantenimiento de todo el equipo de laboratorio que se vaya a instalar en este y en los niveles inferiores. Esos técnicos estarían también encargados de visitar los hospitales de distrito y centros de salud llevando las herramientas y el instrumental de prueba apropiados para completar los servicios de mantenimiento y reparación efectuados por el personal local. El servicio nacional de mantenimiento y reparación no debe hacer en estos niveles las reparaciones de centrífugas, refrigeradores, etc., que requieran trabajos de taller. Los hospitales regionales, por su parte, tendrán reservas suficientes de instrumentos y piezas de reemplazo.

El hospital regional debe depender y estar supervisado por un hospital docente o central, cuyo laboratorio cuente con los tipos más avanzados de equipo del país, en

particular con analizadores automáticos. A este nivel se necesita personal bien calificado con categoría de oficial. Puede bastar un oficial técnico con dos ayudantes técnicos experimentados, a condición de que el servicio se limite al mantenimiento preventivo y las reparaciones se restrinjan al reemplazo de partes componentes. Si hay que fabricar piezas, se puede aprovechar el taller general del hospital o tal vez recurrir a la industria local.

El mantenimiento de ciertos tipos de equipo complejo está fuera de las posibilidades del servicio nacional de mantenimiento y reparación (incluso en países desarrollados), por lo que habrá que utilizar los servicios de empresas especializadas; incluso puede ser conveniente un agente intermediario. Como la intervención de esas empresas siempre será cara, el servicio debe colaborar con ellas para determinar en qué medida su propio personal puede ocuparse del mantenimiento preventivo y de trabajos urgentes de repara-

ción y las piezas de recambio que tiene que haber disponibles para emergencias provocadas por averías.

Un servicio nacional de mantenimiento y reparación como el descrito debe tener a su frente un director quien, además de ser responsable del funcionamiento cotidiano del servicio, estará encargado de las siguientes tareas:

- Seleccionar y contratar al personal.
- Planificar, llevar a cabo y evaluar la capacitación del personal del servicio.
- Organizar las actividades móviles.
- Identificar, obtener y almacenar los repuestos que se necesitan con frecuencia y obtener con la máxima rapidez las refacciones necesarias, pero que no se mantienen en reserva.
- Conservar existencias de otros instrumentos, como equipo flotante de reserva.
- Mantener contacto con las empresas que proporcionan instrumentos, en lo que respecta a reservas de las piezas de recambio necesarias, asesoramiento y servicios de mantenimiento y reparación.
- Obtener, conservar y actualizar manuales de funcionamiento y mantenimiento para los instrumentos usados a nivel nacional, establecer una biblioteca de publicaciones y libros técnicos, de acuerdo con las necesidades del servicio, y organizar su circulación a los subcentros.
- Obtener, conservar y actualizar catálogos de equipo disponible en el mercado nacional e internacional y adaptado a las necesidades de los laboratorios nacionales.
- Participar en comités de compra locales para asesorar sobre el mantenimiento del nuevo equipo propuesto.

Capacitación de personal

Personal de laboratorio

En un documento de la OMS se ha descrito un curso idóneo para la formación de técnicos de laboratorio en el mantenimien-

to del equipo a su cargo (13). En ese documento se tratan los temas siguientes: selección de los alumnos y calificaciones de los instructores; seguridad, mantenimiento preventivo, localización de fallas y averías y evaluación de los alumnos; sistemas de aire, agua y vapor; sistemas eléctricos, baterías, material de vidrio, equipo electromecánico, centrífugas, microscopios, medidores de pH; balanzas y equipo fotométrico. Hemos sugerido más arriba que los mismos técnicos de laboratorio de todos los niveles, pero en particular los que trabajan en centros de salud y hospitales de distrito, se ocupen del mantenimiento cotidiano de sus instrumentos; por consiguiente, se recomienda que el programa de capacitación de todos los técnicos de laboratorio comprenda un curso similar al propuesto por el citado documento de la OMS. Como no todo el personal técnico de laboratorio está disponible para asistir de inmediato a cursos, el medio más rápido, económico y eficaz de dar la capacitación necesaria podría ser por conducto del oficial técnico y de los ayudantes técnicos experimentados pertenecientes al servicio nacional de mantenimiento y reparación. Será muy útil la capacidad de estos de establecer comunicación en su propio idioma.

Personal de mantenimiento

El director, su oficial técnico y los ayudantes técnicos deben capacitarse en una institución adecuada, elegida con cuidado, si es necesario en otro país. Su formación debe incluir no solo aspectos técnicos, sino también métodos de gestión y procedimientos de motivación. Para continuar el proceso de educación y adiestramiento que impone la introducción de la tecnología más reciente, se deben organizar localmente talleres periódicos. La asistencia a estos cursos, que se deben organizar en el marco del servicio, tiene que ser obligatoria para todo el personal pertinente.

Selección del equipo apropiado

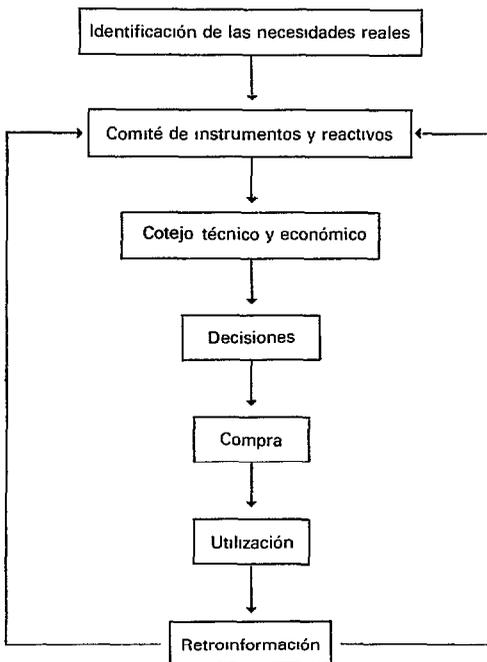
A falta de instrumentos y equipo diseñado especialmente para los países en desarrollo, la selección se ha de hacer en gran parte entre instrumentos producidos en países desarrollados y para estos (figura 2). A países algo aislados les resulta a menudo difícil elegir con racionalidad a partir del enorme cúmulo de folletos publicitarios sobre aparatos existentes, pero con pocos datos útiles para saber qué aparato es el mejor para una aplicación determinada.

En 1978, el Cuadro de Expertos en Instrumentación de la Federación Internacional de Química Clínica recibió una solicitud de su Miembro Asociado en Nueva Zelanda para que le orientase en la selección de aparatos de análisis clínico. El Cuadro de Expertos, junto con la Comisión de Automatización de la Unión Internacional de Química Pura y Aplicada, inició la discusión de los problemas básicos

implicados durante un simposio que se celebró en el Tercer Congreso Europeo de Química Clínica en 1979. Este simposio se repitió en el Primer Congreso de Asia Sudoriental y el Pacífico sobre Bioquímica Clínica que se celebró en Singapur en 1979; se han publicado las ponencias en forma abreviada y se pueden solicitar en préstamo, junto con las diapositivas, al Servicio de Tecnología de los Laboratorios de Salud de la OMS (14). En los simposios, que versaban solo sobre química clínica, no se trataron específicamente los problemas de los países en desarrollo; sin embargo, los principios que allí se expusieron son válidos para la patología en general y para los problemas que aquí se tratan. En el documento se trata de la selección de instrumentos de análisis para el laboratorio como parte de la administración de laboratorios, la distinción entre los objetivos de servicio y los económicos y la preparación de la lista de todos los instrumentos disponibles para el fin propuesto (15, 16).

Al seleccionar cualquier tipo de instrumento o equipo, se debe pensar en la conveniencia de comprarlos en cantidad suficiente a un solo fabricante para que a este le merezca la pena organizar los servicios de apoyo necesarios. Conviene evitar a toda costa equipar a un país con cantidades pequeñas de artículos compradas a muchos proveedores distintos, ya que así ninguno de ellos en particular puede organizar en condiciones económicas el mantenimiento, suministro de repuestos, etc. Solo en fecha reciente se ha procurado diseñar instrumentos especiales adaptados a las condiciones previstas; esta labor es difícil y hasta ahora se ha limitado a los tipos más sencillos de instrumentos necesarios para la atención básica de salud, como se explica más adelante. El suministro y funcionamiento satisfactorios de instrumentos más complejos se habrá de lograr modificando los diseños para las condiciones más favorables existentes en los países desarrollados. Sería muy útil para

FIGURA 2—Secuencia de actividades.



ello formar grupos internacionales de asesoramiento en las diferentes especialidades de laboratorio, con expertos que conozcan los problemas y estén interesados en su solución.

Responsabilidad del proveedor

En general, el fabricante solo se ocupará directamente del mantenimiento del equipo cuando este sea demasiado complicado para que se haga cargo de él el servicio nacional de mantenimiento y reparación. Para los artículos más sencillos, por ejemplo, microscopios, baños maría, colorímetros básicos, etc., de ordinario proporcionará solo instrucciones para mantenimiento y pequeñas reparaciones urgentes, con una lista recomendada de refacciones que se deben tener en reserva.

Para los instrumentos más complejos, la mayoría de los fabricantes aconsejan que se compre un juego de repuestos cuando el instrumento se suministra al principio. Puede que haya agentes locales que afirman tener como empleados a ingenieros expertos en mantenimiento, pero es preciso comprobar con cuidado su competencia. Cuando expira el período de garantía, el proveedor declina con excesiva frecuencia toda responsabilidad ulterior por el funcionamiento satisfactorio de un instrumento. El período efectivo de garantía es a menudo mucho menor que el ofrecido por el vendedor, ya que se ha de deducir el tiempo necesario para transporte, trámites aduanales, instalación, etc. En todo caso, el proveedor casi sin excepción solo se interesa en el mantenimiento si el costo inicial de un instrumento o equipo es lo bastante elevado para absorber los gastos posteriores que sean necesarios. Raras veces se proporcionan servicios de apoyo para aparatos de costo moderado.

La garantía de los fabricantes no se suele aplicar a equipo suministrado en virtud de programas nacionales de ayuda,

por lo cual si los instrumentos en ellos suministrados tienen defectos cuando se reciben, así quedan con frecuencia. Por consiguiente, es importante que los organismos de ayuda cuiden de que su equipo funcione a satisfacción después de la instalación, al menos al principio. Sería muy conveniente que en los programas de ayuda se incluyera capacitación en mantenimiento y un suministro de piezas de repuesto.

Diseño y producción de equipo apropiado

El equipo de laboratorio casi siempre se ha diseñado y fabricado pensando en los países desarrollados, y se ha suministrado a los países en desarrollo para que lo utilicen como mejor puedan. Se ha visto que, en las condiciones y situaciones en que ha sido suministrado, era en el peor de los casos inútil y en el mejor de los casos inadecuado. Las empresas comerciales de los países desarrollados se han rehusado a producir equipo especialmente diseñado para las condiciones de los países en desarrollo ya que no les resultaba atractivo desde el punto de vista comercial. Ya se ha indicado que los instrumentos deben ser lo más baratos posible, mientras que los fabricantes prefieren equipo costoso que les puede rendir utilidades cuantiosas y rápidas con pocas operaciones de venta. El esfuerzo que implica vender un instrumento pequeño y barato no es por necesidad mucho menor que cuando se trata de una máquina grande; por lo tanto, el mercado tiende en muchos aspectos a ser poco fiable y presentar diversos inconvenientes. Por ello, la OMS y ciertas organizaciones y centros interesados han considerado oportuno dedicar reflexión y tiempo a los diseños especiales que son necesarios para ciertos tipos de equipo. En las reuniones consultivas organizadas por la OMS sobre química clínica en 1974 y sobre hematología en 1975, se subraya la apremiante necesidad de un

colorímetro sencillo de manejar que visualice los resultados en unidades de concentración para hasta seis sustancias cuya presencia en la sangre se suele medir en química clínica, y de un hemoglobinómetro que funcione en forma similar.

En el Programa Ampliado de Inmunización de la OMS, se ha destacado la necesidad de una "cadena de frío" para que las vacunas permanezcan refrigeradas durante el tiempo de viaje y almacenamiento que transcurra entre el fabricante y el destinatario final. Esto obliga a diseñar equipo de refrigeración adecuado para utilizarlo en condiciones muy diversas y difíciles, y como un refrigerador es indispensable en todo laboratorio, los trabajos que se hagan para diseñarlo y suministrarlo son de interés directo para los laboratorios. Se puede solicitar más información al respecto al Programa Ampliado de Inmunización de la OMS, en Ginebra.

El Centro de Investigaciones Clínicas de Harrow, Middlesex, Inglaterra, emprendió en 1974 los trabajos de diseño de un colorímetro y un hemoglobinómetro que respondieran a las especificaciones propuestas por la OMS. Resultó ser una de las tareas más difíciles de que se había encargado el Centro en materia de elaboración de instrumentos. Las especificaciones (bajo consumo de corriente eléctrica, vida prolongada sin necesidades especiales de mantenimiento, robustez, etc.) plantean exigencias semejantes a las de los instrumentos diseñados para funcionar en el espacio, por lo que se incorporaron técnicas diseñadas para este. La OMS ensayó con éxito prototipos de instrumentos en varios países en desarrollo, pero lo que presentó las mayores dificultades no fue el diseño y la producción de prototipos, sino persuadir a las grandes compañías internacionales con redes mundiales de distribución para que se encargaran de la fabricación y la venta. Después de reflexionar sobre la propuesta de seis a nueve meses, tres de esas

compañías en forma sucesiva decidieron no seguir adelante. El colorímetro de múltiples aplicaciones en química clínica lo está ahora produciendo una pequeña empresa británica y parece que las posibilidades de venta no se limitan a los países en desarrollo. Se han hecho llegar a la OMS documentos de trabajo y propuestas de diseño para colorímetros utilizables en países en desarrollo, así como propuestas para un lote operativo de hemoglobinometría, que incluiría la química aplicable, el diseño de un hemoglobinómetro y disposiciones para el surtido y distribución de suministros.

La Organización Central de Instrumentos Científicos de Chandigarh, India, ha diseñado un colorímetro con especificaciones similares a las mencionadas y también una incubadora, horno de aire caliente y destiladora de agua, todo ello fácil de producir con materiales disponibles y con perspectivas de una vida prolongada sin necesidad de mantenimiento. Se puede pedir mayor información sobre el particular a la Organización mencionada. No parece que se haya hecho nada para elaborar un microscopio especialmente diseñado para laboratorios clínicos. Sin embargo, algunos fabricantes de la India comercializan microscopios de bastante buena calidad, aunque de diseño perfeccionable, idóneos para ese tipo de laboratorios, a precios razonables que oscilan entre \$70 y 100. Se ha prestado atención a la construcción modular, en particular de colorímetros, así sería fácil el mantenimiento y tal vez la construcción de piezas sueltas en países que no tuvieran una tecnología muy desarrollada. Si todos los módulos no se pueden producir en el país, queda la posibilidad de importar ciertos elementos para incorporarlos después en el montaje final; esto puede estar indicado en particular para tableros electrónicos, etc. En general, al diseñar equipo de laboratorio para países en desarrollo, es necesario tener en cuenta numerosas características especiales, a saber:

Suministro eléctrico. Como no se puede garantizar un suministro eléctrico seguro, los instrumentos o aparatos deben ser capaces de funcionar en forma práctica y económica con batería o, si esta no basta, se han de compensar las deficiencias de la red eléctrica con las propiedades de retención del calor de hornos e incubadoras, o recurrir a otras fuentes de energía como queroseno, radiación solar, viento, etc. En la actualidad se pueden diseñar colorímetros que consumen una cantidad tan insignificante de electricidad que basta una batería integral, sin embargo, no se ha hallado solución duradera para otros instrumentos de laboratorio en sustitución de una red de distribución eléctrica segura. Las células eléctricas solares son todavía de un costo prohibitivo; los generadores eólicos son también caros y además el viento es impredecible. El queroseno es sin duda la única fuente de energía eléctrica disponible en todas partes, pero es costosa, a veces escasea y con frecuencia se dedica a otros usos. El equipo eléctrico más complejo, como los analizadores automáticos y los espectrómetros, necesita una buena fuente exterior de electricidad la cual se puede obtener, si la electricidad de la red es irregular, mediante un estabilizador de voltaje, pero este aparato es caro y de nada sirve cuando el suministro se interrumpe por completo. Por consiguiente, es preciso contar con baterías de reserva. Los organizadores del Programa Ampliado de Inmunización de la OMS han ensayado los estabilizadores existentes y pueden asesorar en la selección de un tipo adecuado.

Consideraciones ambientales. Muchos países en desarrollo tienen climas hostiles a los instrumentos y a los aparatos complicados de laboratorio: calientes y húmedos, o polvorientos y a veces muy fríos. Estas situaciones son con frecuencia la causa principal de mal funcionamiento y es preciso tenerlas en cuenta en el diseño. Aparatos muy sensibles, como reostatos, células

fotoeléctricas de capa barrera, ciertos dispositivos mecánicos, en especial los que tienen contactos eléctricos, etc., necesitan ser eliminados o encapsulados de alguna manera. El empleo de superficies de vidrio no protegidas en óptica puede ser un inconveniente en zonas donde hay hongos que corroen el vidrio. La vida en almacén de las baterías disminuye con rapidez al aumentar la temperatura ambiente y, como la inexistencia o la deficiencia del suministro eléctrico local obliga con frecuencia a utilizar baterías, es importante seleccionar estas con mucho cuidado.

Seguridad. Como el mantenimiento y reparación son probablemente difíciles, la seguridad es de suma importancia. Se ha demostrado la posibilidad de diseñar instrumentos que funcionen sin ninguna avería durante muchos años en el espacio o como repetidores en cables submarinos, etc. Los mismos principios de diseño y producción deben aplicarse a instrumentos que se van a usar en desiertos africanos o en la selva amazónica. En el caso de la construcción por módulos, se ha de hacer de manera que si hay alguna avería el mismo usuario pueda con facilidad identificar y reemplazar la parte afectada sin necesidad de que intervenga un ingeniero de mantenimiento.

Sencillez de funcionamiento. Es probable que los operadores de instrumentos pequeños tengan conocimientos técnicos elementales, por lo que las instrucciones de funcionamiento deben ser lo más sencillas y directas posible. El uso de elementos electrónicos complejos, pero baratos y seguros, posibilita avances considerables en esa dirección, por ejemplo, la calculadora de bolsillo. Los cálculos hechos con un instrumento son mucho más confiables que los hechos por el operador, por ejemplo, el cálculo de la concentración a partir de la lectura de la densidad óptica en un colorímetro. Se ha observado que la presentación digital de los datos, en vez

de la analógica, facilita una exactitud mucho mayor en la transferencia de la información suministrada por un instrumento.

Fortaleza. Cuando se utilizan fuera de un laboratorio de alta tecnología, se tiende a manipular todos los instrumentos con menor cuidado. La OMS ha sugerido, por ejemplo, que los colorímetros deben ser fuertes como para aguantar una caída al suelo; aunque este criterio sea inaplicable a muchos instrumentos, los diseñadores deben al menos tener en cuenta la necesidad de que los instrumentos resistan cierta rudeza de trato. Conviene desechar, si es posible, instrumentos de gran sensibilidad como los galvanómetros de pivote y se debe ser aun más cuidadoso con los riesgos de la electricidad y ante la posibilidad de que el derrame de reactivos estropee piezas importantes. Se deben evitar las lámparas de tungsteno porque se descomponen con facilidad y consumen mucha energía eléctrica.

Diseño y suministro

Pocos son los instrumentos diseñados especialmente para países en desarrollo, por lo cual es necesario seleccionar equipo producido en su mayor parte en países desarrollados. Lo único que, en última instancia, induce a todas las empresas comerciales a suministrar cualquier clase de equipo es la ganancia, por lo que si una empresa hace estudios de mercado y estos no le indican que un negocio va a rendir suficientes ganancias, no lo emprenderán. Así, aunque la OMS ha indicado que lo más necesario como instrumento de laboratorio clínico es un hemoglobímetro sencillo, fuerte y seguro, ninguna empresa se ha lanzado a producirlo y comercializarlo, ya que los estudios de mercado indican que el potencial de ventas en los países desarrollados es insuficiente.

Por lo tanto, hasta que se disponga de

más instrumentos especialmente diseñados para las necesidades de los países en desarrollo, será preciso seguir utilizando instrumentos producidos en países desarrollados y para estos. El potencial creciente de las industrias de instrumentos en países en desarrollo como China y la India ofrece las mejores perspectivas para resolver la difícil situación presente.

Parece que en un futuro previsible el diseño de instrumentos adecuados seguirá en manos de individuos e instituciones bien motivados que estén dispuestos a ayudar sin esperanza de ganancias inmediatas.

Necesidad de normas internacionales

Los fabricantes de instrumentos preguntan con frecuencia a los profesionales según qué normas de precisión y exactitud se debe diseñar un instrumento determinado. Ellas constituyen inevitablemente un compromiso entre el costo, la facilidad y rapidez de uso y la necesidad clínica. En el pasado se han conseguido instrumentos y sistemas satisfactorios más por tanteos que mediante diseño según normas preestablecidas por profesión alguna. Las normas de funcionamiento se han ido acomodando a las necesidades de los pacientes en los países desarrollados; estas son muy diferentes de las necesidades correlativas en el Tercer Mundo donde con frecuencia se trata de elegir no entre mediciones según dos normas diferentes, sino entre una medición, según la norma que sea, y ninguna. Un cirujano de la India decía que para lo que más le podía servir el laboratorio era para saber si la concentración sanguínea de hemoglobina en un paciente estaba por encima o por debajo de 40 g/l. Las pautas operativas para instrumentos deben, pues, adaptarse a las necesidades especiales de los países, teniendo presentes el precio de compra, el costo de funciona-

miento, la facilidad y rapidez de uso y la función que este instrumento ha de desempeñar para el diagnóstico o vigilancia del paciente. Es difícil llegar al compromiso ideal válido para una circunstancia determinada, el cual será distinto según las situaciones, pero es menester examinar este asunto con suma atención. En el último decenio ha habido una viva controversia internacional sobre la temperatura que se debería aceptar como norma universal para la valoración de enzimas por métodos cinéticos. En 1978, la Federación Internacional de Química Clínica recomendó 30 °C, decisión inconveniente para tantos países en desarrollo donde la temperatura ambiente supera con frecuencia los 30 °C durante largos períodos, lo que obliga a equipar los analizadores cinéticos con equipo de refrigeración costoso.

El Comité Nacional de Normas para Laboratorios Clínicos de Estados Unidos de América está elaborando normas al ritmo de tres por mes y su nuevo equivalente europeo trabajará con un ritmo de actividad semejante. Muchas de ellas se refieren a la producción y funcionamiento de instrumentos. A falta de otras, son objeto de aceptación creciente para uso internacional, por lo que es importante que al preparar esas normas se tengan muy en cuenta las necesidades de los países en desarrollo, o que estos constituyan un comité análogo que vele por sus intereses en esta materia.

Recomendaciones

Política general

- Las autoridades nacionales de salud deben asignar fondos para planificar, organizar y evaluar programas nacionales de mantenimiento y reparación de equipo de laboratorio;

- se deben iniciar con la cooperación internacional estudios sobre la viabilidad de la producción y montaje de equipo de laboratorio adaptado a las circunstancias existentes en los países en desarrollo.

Fabricación y montaje,

- Se debe recabar la cooperación de los sectores público y privado para investigar y diseñar equipo apropiado que pueda ser producido o montado en un país determinado;

- se debe solicitar la cooperación de la OMS y de otros organismos internacionales para organizar investigaciones operativas con el fin de ensayar sobre el terreno prototipos de equipo sencillo de laboratorio ya diseñado por instituciones científicas y que pueda funcionar en condiciones difíciles, es decir, climas calientes y húmedos, etc.;

- los países deben adaptar sus reglamentos para facilitar la cooperación entre países en desarrollo y hacer expedito el intercambio de piezas de repuesto reformando los trámites aduanales.

Recursos humanos

- Los gobiernos deben buscar la cooperación de la OMS y de otros organismos internacionales con el fin de:

- a) identificar centros nacionales o regionales aptos para capacitar a personal superior de laboratorio en el mantenimiento y reparación del equipo de laboratorio;

- b) organizar cursos, talleres y reuniones científicas sobre administración de laboratorios en relación con los instrumentos (por ejemplo, selección, adquisición, inspección) y su mantenimiento y reparación;

- c) preparar manuales de adiestramien-

to en mantenimiento y reparación del equipo de laboratorio utilizado en los diversos niveles.

- Los gobiernos deben dictar y aplicar reglamentos que establezcan una estructura de carrera que favorezca la selección, contratación y retención de personal especializado en el mantenimiento y reparación de equipo de laboratorio.

Normalización

- Se debe fomentar al máximo la normalización del equipo para facilitar los trabajos de mantenimiento y reparación y el aprovisionamiento de piezas de repuesto;

- los gobiernos deben establecer pautas nacionales sobre las características del equipo de laboratorio que se ha de usar en los diferentes niveles y para asegurar su selección, adquisición y uso adecuados. Las organizaciones internacionales, como OMS, ONUDI, UNICEF, Federación Internacional de Química Clínica, Comité Internacional para la Estandarización en Hematología y otras, pueden cooperar con los países en la redacción de esas normas.

Resumen

En los laboratorios de los países en desarrollo existen problemas con el equipo ya instalado y con la falta de equipo adaptado a las condiciones existentes en esos países pues la industria no encuentra el estímulo lucrativo suficiente para su fabricación. Para solucionarlos se ha de establecer en todos los países un programa de diseño, abastecimiento, mantenimiento y reparación, en el marco de los sistemas nacionales de salud. Por ejemplo, no es oportuno proporcionar instalaciones de laboratorio a los dos primeros escalones del sistema (trabajadores primarios y dispensarios) sino a los cuatro siguientes (centros de sa-

lud, hospitales de distrito, hospitales regionales y hospitales docentes o centrales).

Se debe dar prioridad a la preparación y distribución de manuales de mantenimiento, a la confección de listas de piezas de repuesto, y a la capacitación de personal de laboratorio; además, el fabricante debe instruir sobre el cuidado diario del material y la adquisición de instrumentos de repuesto. Los equipos para países en desarrollo deben ser fuertes, poder funcionar relativamente sin problemas en condiciones extremas de calor, humedad y polvo durante diez años aproximadamente y sin un buen suministro eléctrico, ser sencillos de usar y de gran rendimiento en relación con su costo. Otro problema es que los equipos deben pagarse, por lo general, en moneda fuerte.

Para proporcionar buen mantenimiento se recomienda que se organice un servicio nacional de mantenimiento y reparación para el equipo de salud en general y para el de laboratorios clínicos en particular. La dotación mínima recomendada en los distintos niveles es: centros de salud y hospitales de distrito, un técnico de laboratorio capacitado para trabajos habituales de mantenimiento y reparaciones simples; hospitales regionales, dos técnicos especializados en el mantenimiento de todo el equipo que se vaya a instalar en este y en los niveles inferiores; hospital docente o central, personal bien calificado con categoría de oficial (un oficial y dos ayudantes técnicos experimentados) a condición de que se trate de mantenimiento y reemplazo de piezas; para fabricar piezas y componentes debe acudir al taller general del hospital o a la industria local. La capacitación comprende al personal de laboratorio y al de mantenimiento.

Las propuestas de la Federación Internacional de Química Clínica de 1979 pueden ayudar en la selección del equipo para laboratorios, problema complejo en el que inciden elementos médicos, metodológicos, instrumentales, de organiza-

ción, económicos (menor costo) y de servicio (mayor eficiencia), y para cuya adquisición primero hay que definir la necesidad. Los fabricantes prefieren vender equipos costosos, por eso la OMS ha llamado la atención a la necesidad de producir otro tipo de aparatos, pequeños, simples y baratos, por ejemplo: colorímetros y hemoglobímetro y equipos de refrigeración fáciles de usar en situaciones muy diversas y difíciles. La responsabilidad de los

fabricantes debe estipularse en los contratos. Las normas de precisión y exactitud—que son un compromiso entre el costo, la facilidad y rapidez de uso y la necesidad clínica—se acomodan a los países desarrollados. En los países no desarrollados ese compromiso es más lábil, pues muchas veces se opta por medir un fenómeno, independiente de la norma, o por no medirlo en absoluto. ■

REFERENCIAS

1. Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial. Informes de la Reunión de un Grupo Especial de Expertos en Equipo Biomédico, Viena, Austria, 10-14 de diciembre de 1979. (Documento UNIDO/10D 338, 11 de febrero de 1980.)
2. Ecos, J. Utilización del equipo automatizado en los laboratorios de diagnóstico en América Latina. Washington, D.C. Informe de la OPS/OMS, 1973. (Documento sin número.)
3. Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo/Organización Mundial de la Salud. Centro de Capacitación de Personal para Mantenimiento y Reparación de Equipo Biomédico, 1978. (Documento sin número.)
4. Organización Mundial de la Salud. Reunión Consultiva sobre Normalización en Química Clínica, Ginebra, febrero de 1975. (Documento LAB/75.2.)
5. Organización Mundial de la Salud. Reunión Consultiva sobre Normalización en Hematología, Bilthoven, abril-mayo de 1975. (Documento LAB/75.3.)
6. Organización Mundial de la Salud. Reunión Consultiva sobre el Programa de Tecnología de los Laboratorios de Salud, Ginebra, noviembre de 1980. (Documento sin número.)
7. Organización Mundial de la Salud. Laboratory services at primary health care level. Ginebra, 1979. (Documento LAB/79.1.)
8. Organización Mundial de la Salud. Grupo Especial de Trabajo sobre Desarrollo de Tecnología Apropriada de Salud para Equipo de Laboratorio. Ginebra, 1979. (Documento ATH/79.2.)
9. Bull, G. M. y Mitchell, F. L. The provision of clinical laboratory services in developing countries. *Trop Doct* 8:104-109, 1978.
10. Mitchell, F. L. Instrumentación simplificada. *Bol Of Sanit Panam* 81(3):224-231, 1976.
11. Riley, C. Hospital maintenance in developing countries. *Lancet* 2:669-671, 1978.
12. Organización Mundial de la Salud. Technical specifications for the X-ray apparatus to be used in a basic radiological system. Ginebra, 1981. (Documento RAD/81.2.)
13. Cavanaugh, E. L. A syllabus for a course on maintenance and repair of laboratory equipment. Organización Mundial de la Salud, Ginebra, 1974. (Documento HLS/74.1.)
14. Haeckel, H., Mitchell, F. L., Buttner, J., Hjelm, M., Geary, T. D., Sandblad, B. y Craig, T. M. Decision criteria for the selection of analytical instruments used in clinical chemistry. *Asian J Clin Science* 1:128-144, 1980, y *J Autom Chem* 2:22-33, 1980.
15. Haeckel, R., Collombel, Ch., Geary, T. D., Mitchell, F. L., Nadeau, R. G. y Okuda, K. Provisional guidelines for listing specifications of spectrometers in clinical chemistry. *Clin Chim Acta* 103, 249F-258F, 1980.
16. Okuda, K., Mitchell, F. L., Haeckel, R., Collombel, Ch., Geary, T. D. y Nadeau, R. G. Provisional guidelines for listing specifications of clinical chemical analyzers. *J Clin Chem Clin Biochem* 18:947-951, 1980.

Laboratory equipment supply, maintenance and repair in developing countries (Summary)

Laboratories in developing countries have problems related to equipment that has already been installed and to the lack of equipment adapted to the prevailing conditions in those countries, since industry does not have sufficient economic incentives to manufacture such equipment. To solve such problems, a program should be established within the framework of the national health systems of all countries to design, supply, maintain and repair equipment. It is not advisable, for example, to provide laboratory equipment for the first two levels of the system (primary health workers and dispensary clinics), but for the next four levels (health centers, district hospitals, regional hospitals and teaching or central hospitals).

Priority should be given to the preparation and distribution of maintenance handbooks, to making lists of spare parts and to training laboratory staff; furthermore, the manufacturer should provide instructions regarding the daily care of material and the acquisition of spare parts. Equipment for developing countries should be strong and able to operate for approximately ten years relatively free of problems under extreme conditions of heat, humidity and dust and without a good supply of electricity. The equipment should be simple to use and highly productive in relation to its cost. Another problem is that payment for such equipment generally needs to be made in hard currency.

Organizing national maintenance and repair services for health equipment in general, and particularly for clinical laboratories, is recommended as a means of providing good maintenance. The minimum

staff recommended for the different levels are: a laboratory technician trained to perform simple routine maintenance and repair tasks for health centers and district hospitals; two technicians specialized in maintaining all the equipment to be installed at regional hospitals, and at lower levels; and well-qualified staff at the technical level (one officer and two experienced technicians) for maintaining and replacing parts at teaching or central hospitals. The manufacture of parts and components should be entrusted to the hospital's general shop or to local industry. Training should include laboratory and maintenance staff.

The 1979 proposals of the International Federation of Clinical Chemistry may be of help in selecting laboratory equipment, a complex problem that includes factors related to medicine, methodology, instruments, organization, economy (lower cost) and service (greater efficiency) and requires defining needs first of all. Manufacturers prefer to sell expensive equipment and WHO has thus pointed out the need to produce another type of apparatus that are small, simple and inexpensive, such as colorimeters, haemoglobinometers and refrigeration equipment that may be easily used under diverse and difficult conditions. The responsibility of manufacturers should be stipulated in contracts. Standards of precision and exactness—which are a compromise between cost, ease and rapidity of use and clinical needs—are adjusted to the needs of developed countries. In developing countries, such compromise is not so great, since phenomena are often measured independently of any standard or not measured at all.

Abastecimento, manutenção e consertos de equipamento de laboratórios nos países em desenvolvimento (Resumo)

Os laboratórios dos países em desenvolvimento têm problemas tanto com o equipamento instalado quanto com a falta de equipamento adaptado às condições existentes nesses mesmos países pois a indústria nacional não recebe o incentivo rentável suficiente para

esse tipo de produção. Seria conveniente planejar um programa de estrutura, abastecimento, manutenção e consertos em todos os países para encerrar e resolver esses problemas sempre dentro do quadro dos sistemas nacionais de saúde. À guisa de

exemplo: não é adequado proporcionar instalações de laboratório aos dois primeiros degraus do sistema (trabalhadores primários e dispensários) mas sim aos quatro escalões seguintes (centros de saúde, hospitais de distrito, hospitais regionais e hospitais docentes ou centrais).

Deve-se dar prioridade à elaboração e distribuição de manuais de manutenção; ao preparo de listas de peças de sobressalente e ao treinamento do pessoal de laboratório. Além dessas precauções o fabricante deve instruir o pessoal sobre o cuidado diário dos instrumentos e como adquirir sobressalentes. Os equipamentos para os países em desenvolvimento precisam ser resistentes, funcionar relativamente bem sem causar problemas sob condições de extremo calor, umidade e poeira durante uns dez anos pelo menos e mesmo sem um bom fornecimento de eletricidade. Devem ser simples no seu uso e altamente rentáveis em relação com seu custo. É preciso confrontar outro problema: em regra geral pagam-se esses equipamentos com moeda forte.

A fim de conseguir boa manutenção, recomenda-se organizar um serviço nacional de manutenção e consertos para o equipamento de saúde, em geral, e para o de laboratórios clínicos em particular. O pessoal mínimo recomendado para os diversos níveis é o seguinte: um técnico de laboratório treinado para fazer o trabalho normal de manutenção e consertos simples, para os centros de saúde e hospitais de distrito; dois técnicos especializados na manutenção de todo o equipamento que porventura se instale nesse centro hospitalar e nos níveis mais inferiores, para os hospitais regionais; para o hospital

docente ou central, necessita-se pessoal bem qualificado com categoria de "oficiais" (um oficial e dos ajudantes técnicos bem experimentados) quando se trate de manutenção e substituição de peças. Para a fabricação de peças e componentes, é preciso pedir ajuda da oficina geral do hospital ou da indústria local. O treinamento dado abrange tanto o pessoal de laboratório quanto o de manutenção.

As propostas apresentadas pela Federação Internacional de Química Clínica em 1979, servem de ajuda para a escolha do equipamento de laboratórios—problema complexo sobre o qual têm incidência os elementos médicos, metodológicos, instrumentais, organizacionais, econômicos (custo mais baixo) e de serviço (maior eficácia)—cuja compra é precedida por cuidadosa definição da necessidade existente. Os fabricantes preferem vender equipamento caro. É justamente por isso que a OMS chama a atenção à necessidade de produzir outro tipo de aparelhos: pequenos, simples e baratos, como por exemplo: colorímetros e hemoglobímetro, equipamentos para refrigeração, que sejam fáceis de usar sob situações muito diferentes e difíceis. Os contratos devem conter cláusulas referentes à responsabilidade que assume o fabricante no concernente aos padrões de precisão e exatidão para conciliar custo, facilidade e rapidez no uso, com a necessidade clínica como acontece nos países desenvolvidos. Nos países menos desenvolvidos o compromisso aceito é mais frágil e precário. Quantas vezes se adota a opção de medir um fenômeno, independentemente do padrão, ou realmente nem chegar a medí-lo.

Fourniture, entretien et réparation de l'équipement de laboratoires dans les pays en développement (Résumé)

Dans les pays en développement, l'industrie ne considérant pas suffisamment lucrative, la fabrication de l'outillage que requièrent les laboratoires, ces derniers connaissent de nombreuses difficultés, tant pour assurer l'entretien de l'équipement dont ils disposent que pour se procurer des appareils adaptés aux conditions des pays dans lesquels ils exercent leurs activités. Afin de résoudre ces problèmes,

un programme doit être établi dans tous les pays en développement, dans le cadre des systèmes nationaux de santé, allant de la définition de projets, aux conditions d'approvisionnement, à l'entretien et à la réparation de l'équipement. Par exemple, les installations de laboratoire sont superflues aux deux premiers échelons du système de santé (agents de soins de santé primaires et

dispensaires). Mais par contre, elles sont indispensables aux quatre échelons suivants (centres sanitaires, hôpitaux de district, hôpitaux régionaux et centres hospitaliers universitaires).

L'élaboration et la distribution de manuels d'entretien du matériel, l'établissement de listes de pièces de rechange et la formation théorique et pratique du personnel de laboratoire sont autant de tâches à accomplir en priorité. De plus, le fabricant doit donner des instructions précises au sujet de l'entretien quotidien du matériel qu'il fournit et indiquer quand et à quelles conditions il devra être remplacé. L'équipement pour les laboratoires en pays en développement doit être résistant et pouvoir fonctionner aussi normalement que possible pendant dix ans quels que soient la chaleur, le degré d'humidité ou de saturation de poussière dans l'atmosphère et en dépit des irrégularités du courant électrique; son maniement doit en outre être simple et son rendement optimal par rapport à son coût. Mais un autre problème se pose dans ce domaine: en général ces équipements doivent être payés en monnaie forte.

L'organisation d'un service national d'entretien et de réparation de l'équipement sanitaire général et de l'équipement de laboratoires cliniques en particulier est recommandé afin d'en assurer le bon fonctionnement. Il serait donc souhaitable d'affecter un minimum de personnel qualifié aux divers échelons des systèmes sanitaires, à savoir: un technicien rompu aux travaux ordinaires d'entretien et de réparations simples pour les centres sanitaires et hospitaliers de district; deux techniciens compétents en entretien de tout l'équipement appelé à être installé dans les hôpitaux régionaux et les

niveaux plus simples; enfin, de personnel qualifié comportant un technicien et deux assistants expérimentés capables d'assurer l'entretien des appareils et de remplacer certaines pièces s'il y a lieu, pour les centres hospitaliers et les hôpitaux universitaires. La fabrication de pièces et accessoires sera assurée par l'atelier général de l'hôpital ou par l'industrie locale. La formation technique s'étend aussi bien au personnel de laboratoire qu'au personnel chargé de l'entretien de l'équipement.

Les propositions formulées en 1979 par la Fédération internationale de Chimie clinique sont de nature à permettre de faire un meilleur choix du matériel de laboratoire. Il s'agit en effet d'un problème complexe en raison de l'incidence d'éléments divers de caractère médical, méthodologie, instrumental, organisationnel, économique (moindre coût des appareils) et fonctionnel (efficacité). Toute acquisition doit répondre à un besoin réel. Les fabricants ayant tendance à vendre des appareils coûteux, l'OMS insiste sur la nécessité d'en produire d'un autre type, c'est-à-dire de petits appareils faciles à utiliser, peu onéreux, tels par exemple des colorimètres, hémoglobinomètres et équipements de réfrigération pouvant servir dans des situations parfois difficiles. La responsabilité des fabricants doit être stipulée dans les contrats. Les normes de précision et d'exactitude qui vont de pair avec le coût, la facilité et la rapidité du maniement et la nécessité clinique répondent aux exigences des pays développés. Il n'en est pas de même dans les pays non développés où ces normes sont plus élastiques: il y a lieu souvent, en effet, d'opter pour mesurer un phénomène sans tenir compte de celles-ci, ou pour ne pas le mesurer du tout.