

CHILE, MODELO DE UN PAIS EN DESARROLLO PARA LA AUTOMATIZACION DEL LABORATORIO CLINICO¹

Dr. Jorge Lizana G.²

La automatización de los laboratorios debe estudiarse a la luz de la disponibilidad de recursos humanos y tecnológicos de los países para que su incorporación sea productiva.

Introducción

La excelencia de la práctica médica depende cada día más del grado de perfeccionamiento que alcancen las mediciones de laboratorio. Al correlacionar estos datos con el examen físico y los síntomas y signos, los médicos clínicos pueden afinar su diagnóstico y evaluar el progreso de la terapia que aplican a los pacientes.

A medida que la calidad de la atención médica mejora y los hospitales aumentan sus servicios, surgen nuevas demandas para los laboratorios clínicos. Desde hace dos lustros los laboratorios del Servicio Nacional de Salud (SNS) de Chile experimentan un aumento de 20% anual del trabajo en bioquímica clínica, e incrementos menores en hematología y bacteriología (1). En Estados Unidos el trabajo se duplica cada cinco años (2); en los países escandinavos hay un crecimiento del 15% anual en el número de exámenes (3).

Para enfrentar este problema se aumentó primero el personal. Después los laboratorios de países desarrollados introdujeron equipos automáticos (4), más tarde, procesadoras electrónicas de datos y, actualmente, computadoras (5, 6), al par que, a nivel nacional, adiestraban personal para manejarlos. Los países en desarrollo han quedado rezagados en la introducción y uso de estos aparatos biomédicos.

Chile no es una excepción y allí los laboratorios, en su mayoría, utilizan instrumentos manuales y metodologías tradicionales (1). Sin embargo, en el país hay algunos equipos automáticos con los cuales se está adquiriendo experiencia. Por eso es oportuno reflexionar y preguntarse si ese país—y otros de América Latina—está preparado para automatizar los laboratorios clínicos.

Objetivos de la automatización

El laboratorio que adquiere uno o varios aparatos automáticos espera conseguir los siguientes beneficios:

- Aumento de la capacidad de trabajo por la automatización de los exámenes de rutina. Por ejemplo, de 80 a 90% de la carga diaria está constituida por 15 a 20 exámenes; solo los análisis de glicemia y uremia representan por lo menos el 30% de la rutina.
- Mejoramiento de la calidad de los resultados por la introducción de un sistema de control de calidad en que se procesa un mayor número de soluciones de calibración y controles. Los métodos se mantienen así estandarizados y sin duda se disminuye la variación día a día (7).
- Aumento de la disponibilidad, pues los equipos se han creado para asistir al hombre y aumentar su productividad.
- Expansión del campo de actividades del laboratorio, ya que el personal puede dedicarse a aspectos más especializados y esto permite ofrecer nuevos servicios al personal clínico (8).
- Disminución de los costos en cifras relativas según la política específica del laboratorio y el grado de desarrollo del país.

¹Trabajo auspiciado por la Vicerrectoría de Investigación Científica, Universidad Austral (Proyecto VII.44/76), por el Programa de la OPS de subvenciones para investigaciones (AMRO-3193) y por SIDA/International Seminar, Universidad de Upsala, Suecia.

²Instituto de Bioquímica Clínica, Facultad de Medicina, Universidad Austral, Valdivia, Chile.

Tipos de aparatos automáticos

Rubin y de Verdier (9) han sugerido ciertas bases para aclarar el concepto de automatización del laboratorio. Reconocen varias etapas en el proceso tecnológico: *procedimientos manuales* tradicionales que constituyen el 80 a 90% de los que se utilizan en Chile (1, 10); *técnicas de simplificación del trabajo*, que sustituyen las operaciones manuales por aparatos tales como dilutores, pipetas automáticas, cubetas de flujo, registradores, etc.; *mecanización* (o técnicas semiautomáticas) que reducen al mínimo las operaciones manuales, y *automatización*, etapa en la que se utilizan mecanismos de retroinformación y corrección para su propio control. Los sistemas automáticos aún no están disponibles en los laboratorios clínicos; sin embargo, el uso de la palabra "automático" se ha

aplicado en forma indiscriminada a sistemas mecanizados y es de uso corriente en la actualidad.

El cuadro 1, que no intenta ser exhaustivo, presenta aquellos sistemas automáticos más comunes para química clínica que se encuentran en el mercado internacional. Los primeros en ser introducidos fueron los analizadores de flujo continuo (4, 11) desarrollados por Technicon Corporation, en Estados Unidos, cuyas patentes, muy rígidas, han inhibido la competencia en casi todo el mundo excepto en Italia. Se calcula en más de 10,000 el número de aparatos de este tipo que trabaja en todo el mundo. Desde el analizador de un canal (AI) se ha llegado a aparatos de 20 canales como el analizador secuencial múltiple con computador (SMAC^R).

Los sistemas discretos fueron introducidos

CUADRO 1—Sistemas automáticos más comunes de química clínica.

Sistema	No. de canales	Fabricante	País
<i>Flujo Continuo</i>			
Autoanalyzer I	1	Technicon Corp.	EUA
Autoanalyzer II	2	Technicon Corp.	EUA
SMA 6/60	6	Technicon Corp.	EUA
SMA 12/60	12	Technicon Corp.	EUA
SMAC ^R	20	Technicon Corp.	EUA
CLA 1510	1	Carlo Erba	Italia
CLA 2541	4	Carlo Erba	Italia
<i>Discretos</i>			
AC-60	1	Pye-Phillips	Reino Unido
Analmatic	1	Biard & Tatlock	Reino Unido
Mecolab M-40	1	Joyce & Loebel	Reino Unido
EPA-5091	1	Eppendorf-Brinkmann	R. F. Alemana
AKES (Enzyme Analyzer)	1	Vitaron Scientific	Países Bajos
DSA-560	1	Beckman Instruments	EUA
ABA-100	1	Abbott Laboratories	EUA
DIMA 200	6	ACN	Bélgica
Acuchem/Microanalyzer	16	Ortho Diagnostics	EUA
Hycel HMA-1600	16	Hycel Inc.	EUA
Hycel Mark X	10	Hycel Inc.	EUA
Hycel Mark 17	17	Hycel Inc.	EUA
M-300	20	Vickers Ltd.	Reino Unido
ACA Du Pont	20	Du Pont Co.	EUA
Autochemist	24	AGA Medical Corp.	Suecia
Coulter System	22	Coulter Electronics	Reino Unido
Selective Analyzer	30	Greiner Electronics	Suiza
<i>Centrifugos</i>			
Gemsac	1	Electro Nucleonics Inc.	EUA
Centrifichem	1	Union Carbide	EUA
Rotochem II	1	American Instruments Co.	EUA

a partir de 1960 y también han evolucionado desde mono a multicanales. Aquí la competencia es mayor por la diversidad de compañías de diferentes países que presentan sus productos al mercado internacional. Todos se basan en el procesamiento de las muestras en forma discontinua, en recipientes separados y emulando las técnicas manuales de pipeteo, dilución, mezcla, etc. Descripciones de estos aparatos aparecen en la literatura (12-15).

Los analizadores centrífugos, que aparecieron en tercer término, son también de tipo discreto pero utilizan un ingenioso principio (16). Las muestras y reactivos son pipeteados automáticamente en un cabezal de centrifuga el cual, al comenzar a girar, mueve las muestras y reactivos hacia las cubetas colocadas en la periferia del rotor.

Existen en el mercado otros sistemas modulares discretos semiautomáticos, los cuales pueden armarse ensamblando los distintos módulos para alcanzar el máximo de economía y flexibilidad (cuadro 2). El equipo UltraLab constituye un ejemplo adecuado: el Procesador/Dilutor de Muestras 2071 puede funcionar solo o acoplado a otro dilutor, a un Absorciómetro 7400, un Analizador de Velocidad de Reacción 8600, un Calculador 8200, impresores ADDO 7430, registradores, teletipo e interfase para un computador.

Muchos de estos módulos pueden considerarse aparatos de simplificación de trabajo. Hay también disponibles otros aparatos de simplificación del trabajo de uso múltiple y adaptables a gran variedad de equipos: cubetas de flujo, registradores, pipetas/dilutoras, etc. Se ha calculado que un técnico que utiliza dilutores y pipetas automáticas (Labindustries) acopladas a un fotómetro de lectura continua (Sistema 200, Bausch & Lomb), puede procesar 12 exámenes diferentes en 10 sueros (120 determinaciones), más los controles y estándares, en dos horas y 46 minutos (17).

Aumenta día a día el número de instrumentos "automáticos" para hematología (8, 18). En microbiología, a pesar de estar en desarrollo incipiente, hay también disponibles algunos sistemas (8) que no se analizan en este trabajo, centrados especialmente en los aparatos para química clínica.

Laboratorios automatizados en Chile

El Servicio Nacional de Salud (SNS) es la mayor institución de salud de Chile, posee entre 180 y 190 laboratorios de diferente importancia. Hay cerca de 50 laboratorios cuyo tamaño y volumen de exámenes indican que tienen posibilidades de mecanizarse o automatizarse, y que no podrán seguir con-

CUADRO 2—Sistemas modulares semiautomáticos para química clínica.

Sistema	Fabricante	País
Spectronic System 400	Bausch & Lomb	EUA
Gilford Series 300/3500	Gilford Instruments Inc.	EUA
Micromedics MS-2 Systems	Micromedics Inc.	EUA
Clinicard System	Instrumentation Laboratory	EUA
Chemetrics Analyzer	Chemetrics Corporation	EUA
Eskalab	Smith & Kline Instruments	EUA
Elvi 390 System	Elvi Strum. Scient.	Italia
Ultralab System	LKB Instruments	Suecia
Braun Systematik	Braun & Zeiss	R. F. Alemana
Eppendorf Analyzer System	Eppendorf	R. F. Alemana
Tr Enzyme Analyzer	Beckman Instruments	EUA
Kinetic Enzyme Analyzer 5080	Eppendorf-Brinkmann	EUA
340/800 Leitz (Enzymes)	Scientific Products	EUA
Delta 1000 (Enzymes)	Smith & Kline Instruments	EUA
Enzyme Spectrophotometer	Dow Diagnostics	EUA
Diluting Dispensing System	Fisson Scientific	Reino Unido

tratando personal para dar abasto con la carga diaria y de urgencia.

El país cuenta con un total de 18 aparatos todos de flujo continuo y de origen estadounidense, el primero de los cuales se importó ocho años atrás aproximadamente; recién en los últimos años su número aumentó hasta alcanzar el actual (cuadro 3). Los aparatos están concentrados en ocho laboratorios de Santiago y uno de Valparaíso; de ellos, tres pertenecen a sociedades privadas y el resto a instituciones gremiales y oficiales.

La introducción de estos equipos no se ha realizado simultáneamente con una racionalización del trabajo del laboratorio, por lo que su impacto no ha sido tan importante como hubiera podido esperarse en un medio que tradicionalmente ha realizado los exámenes con instrumentos manuales (1, 10). Se ha alcanzado poca experiencia y su difusión ha sido casi nula debido a la falta de comunicación entre los laboratorios.

La situación descrita no es extraña a la del resto de América Latina, según una encuesta realizada en 1972 con los auspicios de la Organización Panamericana de la Salud (19).

La selección del equipo automático

La subutilización de equipos demostrada en esa encuesta—solo funcionaba el 37.1% de los 62 equipos existentes—indica que los

países en desarrollo deben ser muy cuidadosos en la adquisición de equipos diseñados para funcionar en medios altamente tecnificados (8, 9, 20-22). Es necesario, por tanto, tener en cuenta determinados factores relacionados con la eficacia del aparato:

- Medio de trabajo, casi todos los equipos enumerados en el cuadro 1 han sido diseñados para funcionar en un medio de temperatura y humedad constante y controlado, lo cual no sucede en los locales disponibles en los países en desarrollo. Pocos o ninguno de los equipos mono y multicanales han sido construidos para "trabajo intenso" ni para que se los transporte de un continente a otro. Finalmente, los sistemas eléctricos de distinto voltaje obligan a utilizar estabilizadores en muchos aparatos importados.

- La infraestructura de servicios tales como la superficie apropiada para el tamaño y peso del aparato, anaqueles, alcantarillas, agua destilada y deionizada, gas, acondicionadores de temperatura y humedad, etc. Para los laboratorios significa un gasto extra proveer tales elementos o reacondicionar los que existen y que no son adecuados (15).

- Mantenimiento preventivo, que es vital para un sistema automático con miles de piezas, muchas de ellas sumamente delicadas. Solo ese servicio permite la disminución de los accidentes, reducción de las fallas inesperadas, uso del equipo sin grandes interrupciones, ahorro en el remplazo prematuro de repuestos, menores gastos de reparaciones y mejor calidad.

- Las diferencias tecnológicas de los equipos industriales de diferentes países pueden extenderse a detalles pequeños pero muy importantes para el funcionamiento de un aparato automático complejo: fusibles, lámparas, circuitos electrónicos impresos, partes mecánicas que no son intercambiables o que están protegidas por licencias, disponibilidad y pureza de los reactivos químicos, mangueras de flujo, papel para impresoras y registradores, etc. Para solucionar los problemas de montaje, manejo y mantenimiento, en el momento de la adquisición de los equi-

CUADRO 3—Equipos automáticos en funcionamiento, Chile, 1976.

Equipo	No	Años de uso
<i>Bioquímica</i>		
Autoanalyzer I	8	1-8
Autoanalyzer II	1	3-4
SMA 6/60	1	3-4
SMA-PLUS	1	0-1
SMA 12/60	1	0-1
ART (Sifilis)	1	1-2
MT II	2	0-1
<i>Hematología</i>		
SMA 4A	1	2-3
SMA 7A	1	0-1
AAI (Anti Rh)	1	0-1

pos hay que asegurar la disponibilidad de un servicio técnico, el mantenimiento preventivo y cantidades adecuadas de partes y piezas de repuesto.

- Características de trabajo y diseño del instrumento. No conviene adquirir equipos cuyo diseño obligue a utilizar una metodología exclusivamente, pues esto significa que el laboratorio del país en desarrollo dependerá totalmente del fabricante de tales equipos. Los aparatos multicanales de flujo continuo tienen esta característica; los equipos multicanales discretos tienen una mayor flexibilidad, aunque hay ejemplos de dependencia absoluta como el caso del ACA du Pont.

- Confiabilidad y evaluación. Tan importante como las características de trabajo de un aparato, es su confiabilidad y la duración de su servicio. Los instrumentos básicos tradicionales—centrífugas, hornos, baños termostáticos, medidores de pH, etc.—duración años y presentan problemas mínimos. Por eso el laboratorista confía en ellos. Los aparatos automáticos muy complejos presentan fallas que el laboratorista debe conocer previamente en cuanto a su frecuencia, dificultad de diagnosticarlas, servicio para repararlas, etc. El fabricante a través de su representante técnico podría esclarecer muchas dudas si entregara la información técnica y de operación disponible. Sin embargo, esta no es una práctica muy corriente entre las compañías productoras. En los países con adelanto tecnológico existe una cierta experiencia en la evaluación de estos aparatos automáticos para el laboratorio (8, 9, 22). Las condiciones de los países en desarrollo son diferentes y hay que ser muy exigentes en los estándares que se desea alcanzar por lo cual es necesario que el aparato se evalúe en el uso diario.

- Organización del laboratorio. Para evitar que la automatización produzca una dependencia total con respecto al fabricante del equipo, el laboratorio debe tener entre sus objetivos la autosuficiencia en las operaciones

de rutina, en el mantenimiento preventivo y en las reparaciones menores del aparato. Generalmente se debe incorporar personal especializado: técnicos en electrónica, mecánica, computadoras y procesamiento de datos. En las primeras etapas, el personal más calificado del laboratorio debe manejar los instrumentos transcribiendo rutinas establecidas. Además, al aumentar el volumen de los resultados, se produce una sobrecarga de labor administrativa de informes y archivos que obliga a reorganizar el flujo de información.

- Costo-eficacia. La adquisición de los aparatos enumerados en el cuadro 1 supone una inversión de capital que oscila entre EU\$50,000 y 150,000, suma muy apreciable para cualquier país en desarrollo y obliga a la justificación del gasto (22), sobre todo si se tiene en cuenta que a esta suma se debe agregar costo de instalación y de funcionamiento.

La información disponible (5, 6, 8, 9, 15, 23) indica que en laboratorios grandes la automatización y el procesamiento de datos permiten disminuir los costos por examen; no hay estudios exhaustivos sobre laboratorios medianos o pequeños y los datos recogidos en Estados Unidos y Europa Occidental no son aplicables a los países en desarrollo, donde, por otra parte, no existen estudios al respecto. Pero de cualquier modo, la evaluación del costo-eficacia es difícil de realizar en términos estrictamente monetarios.

Los equipos enumerados en el cuadro 2 son más baratos y algunos aparatos para simplificación del trabajo, aún más. Necesitan menos infraestructura, son fácilmente adaptables a otros sistemas y, por lo general, más resistentes al medio ambiente. Si se les va adquiriendo por módulos pueden llegar a transformarse en aparatos bastante complejos y versátiles. Es en este nivel de tecnología donde los países en desarrollo debieran poner su atención preferente (9, 21).

Futuro de la automatización de los laboratorios

El análisis de la situación actual de los laboratorios en Chile, plantea la necesidad de una racionalización total y de la introducción de nueva metodología e instrumental (1, 10). Otros informes han propuesto soluciones al problema de la automatización en los países en desarrollo (9, 19, 21, 24); en marzo de 1976 se efectuó en México un simposio para la evaluación de la automatización del laboratorio clínico en las Américas.

El conocimiento del estado actual de los laboratorios del país y la experiencia de varios años en el uso de equipos de flujo continuo (25), discretos (12) y de aparatos de simplificación del trabajo (26) indican al autor que Chile, en general, no está preparado financieramente ni en su infraestructura para la introducción de equipos automáticos multicanales, procesadoras de datos, ni computador en los laboratorios clínicos. La excepción estaría constituida por los hospitales clínicos universitarios por su función docente y de investigación así como por los laboratorios privados.

Lo adecuado es cambiar los métodos manuales por otros que utilicen aparatos de simplificación de trabajo. Esto permitiría aprovechar muchos de los equipos existentes a los cuales es posible acoplar cubetas de flujo, muestreadores automáticos, registradores, etc. Todo el pipeteo podría hacerse con pipetas/dilutoras automáticas de un precio que oscila entre EUA\$50 y 200 por unidad. Los cálculos e informes podrían realizarse con la ayuda de calculadoras simples. Muchos de estos dispositivos pueden utilizarse indistintamente en cualquier examen, son resistentes, de gran sencillez y, lo que es muy importante, pueden ser total o parcialmente fabricados por la industria nacional.

Solo en algunos casos justificados y después de estudios de costo-eficacia podrían instalarse aparatos multicanales más complejos. No hay que olvidar que las características de

la geografía de Chile dificultan y encarecen las comunicaciones y el transporte en algunas zonas, especialmente aquellas alejadas de la capital; apreciación que es válida para gran parte de América Latina.

Resumen

A medida que la calidad de la atención médica mejora y los hospitales aumentan los servicios, surgen nuevas demandas para los laboratorios clínicos. Los países tecnológicamente avanzados introdujeron la automatización de los laboratorios. Los países en desarrollo han empleado mayor cantidad de técnicos para satisfacer las nuevas demandas, pero sin duda muy pronto será necesario buscar otras soluciones, entre ellas la automatización.

El trabajo discute los objetivos de la automatización, los tipos de aparatos disponibles en el mercado internacional y las consideraciones para la selección de estos aparatos automáticos. Chile cuenta con 15 aparatos, el primero de los cuales se importó hace ocho años. Sin embargo, su impacto no ha sido tan importante como podría esperarse en un medio que tradicionalmente ha realizado los exámenes con instrumentos manuales.

El futuro de la automatización en Chile—y en el resto de los países de América Latina—debería considerarse en el contexto de la realidad económica y la infraestructura de servicios. En general, el autor considera que ese país no está preparado para introducir equipos tan caros y complejos y que se debería tratar de usar aparatos de simplificación del trabajo que son de bajo costo unitario, resistentes al medio, fáciles de manejar y reparar y que, además, tienen la ventaja que muchos de ellos podrían ser fabricados total o parcialmente por la industria nacional. □

Agradecimiento

El autor agradece al Prof. Juan Morales-Malva de la Facultad de Ciencias Químicas, Universidad de Chile, por leer y comentar el manuscrito.

REFERENCIAS

- (1) Lizana, J. Organización de los laboratorios de bioquímica clínica en Chile. *Bol Of Sanit Panam* 83(2):130-139, 1977.
- (2) Dickson, J. F. Automation of clinical laboratories. *Proceedings IEEE*. 57:1974, 1969.
- (3) Aronsson, T., C. H. de Verdier y T. Groth. A simulation procedure for optimizing analytical methods. *Proceedings. V International Symposium on Quality Control in Clinical Chemistry*. Ginebra, abril de 1973, pág. 288.
- (4) Skeggs, L. T. An automatic method for colorimetric analysis. *Amer J Clin Pathol* 28:311, 1957.
- (5) Brecher, G. y H. F. Loken. The laboratory computer. Is it worth the price? *Amer J Clin Pathol* 55:527, 1971.
- (6) Kobernik, S. D. y G. M. Mandell. Implementing a laboratory computer system. A case history. *Amer J Clin Pathol* 61:122, 1974.
- (7) Hjelm, M. Quality control of automated analytical systems in clinical chemistry. *Z Anal Chem* 243:781, 1968.
- (8) EUA. Secretaría de Salud, Educación y Bienestar. The mechanization, automation and increased effectiveness of the clinical laboratory. National Institute of Medical Sciences. (NIH)72-145, Washington, D.C., 1972.
- (9) De Verdier, C. H. y M. Rubin. Work Simplification, Automation and Electronic Data Processing in Health Laboratories of Developing Countries. Health Laboratories Services Unit Report, Organización Mundial de la Salud, Ginebra, 1971.
- (10) Lizana, J. y X. Elorz. Disponibilidades de los laboratorios clínicos del sur del país. *Rev Méd Chile* 99:313, 1971.
- (11) Skeggs, L. T. y H. Hochstrasser. Multiple automatic sequential analysis. *Clin Chem* 10:918, 1964.
- (12) Hellsing, K. y J. Lizana. Immunochemical analysis of proteins using a new discrete nephelometric system. *Z Klin Chem Klin Biochem* 12:245, 1974.
- (13) Bokelund, H. A review of the autochemist system in a hospital environment. *Scand J Clin Lab Invest* 34 (Supplement 140) 9, 1974.
- (14) Kuffer, H. y R. Richterich. Greiner Electronic Selective Analyzer. Technical and Chemical Evaluation. 2º Congresso Società Italiana Biochemica Clinica, Padua, mayo de 1972, pág. 179.
- (15) Buckley-Sharp, M. D., A. Miller, J. F. Stevens, L. R. Worsley y F. R. A. Yeomans. Introduction of a Vickers M300 Analyzer into the routine service of a hospital laboratory. *J Clin Pathol* 29:322, 1976.
- (16) Anderson, N. G. Basic principles of fast analyzers. *Amer J Clin Pathol* 53:778, 1970.
- (17) Amsbaugh, F. D. *Chem/Econ Guide* (Publicación de Lad Industries), Berkeley, California, EUA.
- (18) Kinney, T. D. y R. S. Melville. Automation in clinical laboratories. *Lab Invest* 16:803, 1967.
- (19) Ecos, J. Utilización del equipo automático en los laboratorios de diagnóstico en Latinoamérica. Informe de asesoría. (Documento mimeografiado.) Organización Panamericana de la Salud, Washington, D.C., 1973.
- (20) Copeland, B. B. Diagnostic Instruments. *Proceedings International Conference on Standardization of Diagnostic Materials*. Atlanta, junio de 1973, pág. 49.
- (21) Rubin, M. Clinical Chemistry for Developing Nations. Report of the joint International Federation of Clinical Chemistry and World Health Organization. Ginebra, Septiembre 20-24, 1971.
- (22) Recommended scheme for the evaluation of instruments for automatic analysis in the clinical biochemistry laboratory. *J Clin Pathol* 22:278, 1969.
- (23) Louvau, G. E. Cost justification of automated analyzers. En: *Automation and Management in the Clinical Laboratory*. G. E. Westlake y J. L. Bennington (Eds.). University Park, Baltimore, 1972, pág. 199.
- (24) Lous, P. y M. Sanz. Suggestions for the future development of WHO's programme in the field of clinical chemistry. Health Laboratories Services Unit Report, Organización Mundial de la Salud, Ginebra, 1969.
- (25) Lizana, J., L. Jansson y K. Hellsing. Electronic timing of a high-speed immunonephelometric continuous-flow system. *Clin Chem* 21:726, 1975.
- (26) Lizana, J. y K. Hellsing. Manual immunonephelometric assay of proteins, with use of polymer enhancement. *Clin Chem* 20:1181, 1974.

Chile, a model developing country for the automation of clinical laboratories (Summary)

As the quality of medical care improves and hospitals increase their services, new demands are made on clinical laboratories. Technologically advanced countries introduced automation into their laboratories. The developing countries have used a larger number of technical personnel to meet the new demands, but it will undoubtedly

soon be necessary to find other solutions, including automation.

This article discusses the objectives of automation, the types of equipment available on the international market, and considerations to be taken into account in selecting such equipment. Chile has 15 automated units, the first of which

was imported eight years ago. However, their impact has not been as substantial as might have been expected in a country in which examinations have traditionally been made with manual instruments.

The future of automation in Chile—and in the other Latin American countries—should be examined in the light of prevailing economic conditions and the service infrastructure. Generally

speaking, the author is of the opinion that Chile is not ready for the introduction of such expensive and sophisticated equipment and that efforts should be made to use labor-saving apparatus, the characteristics of which are low unit cost, resistance to the environment and ease of handling and repair. Another advantage is that many of them can be manufactured in part or in whole by local industry.

Chile: o modelo de um país em desenvolvimento para a automatização do laboratório clínico (Resumo)

À medida que melhora a qualidade da atenção médica e os hospitais aumentam os serviços, surgem novas demandas para os laboratórios clínicos. Os países tecnologicamente avançados introduziram a automatização dos laboratórios. Os países em desenvolvimento têm empregado maior número de técnicos para satisfazer as novas demandas, mas não há dúvida de que, em futuro próximo, será necessário recorrer a outras soluções, entre as quais a automatização.

Examinam-se neste trabalho os objetivos da automatização, os tipos de aparelhos disponíveis no mercado internacional e as considerações para a seleção desses aparelhos automáticos. O Chile dispõe de 15 aparelhos, o primeiro dos quais foi importado há oito anos. Contudo, seu impacto não

foi tão importante como seria de esperar, num país em que os exames eram tradicionalmente realizados com instrumentos manuais.

O futuro da automatização no Chile—e nos demais países da América Latina—deveria ser considerado em função da realidade econômica e da infra-estrutura de serviços. Em geral, considera o autor que o país não está preparado para a introdução de equipamentos caros e complexos e que se deveria procurar usar aparelhos para simplificar o trabalho, que são de baixo custo unitário, resistentes ao meio, fáceis de operar e de consertar, com a vantagem adicional de que muitos deles poderiam ser total ou parcialmente fabricados pela indústria nacional.

Le Chili, modèle d'un pays en développement pour l'automatisation du laboratoire clinique (Résumé)

Au fur et à mesure que la qualité des soins médicaux s'améliore et que les hôpitaux augmentent la gamme de leurs services, surgissent de nouvelles demandes de laboratoires cliniques. Les pays techniquement avancés ont introduit l'automatisation des laboratoires. Les pays en développement ont eu recours à un grand nombre de techniciens pour satisfaire aux nouvelles demandes mais il sera sans aucun doute d'ici peu nécessaire de chercher d'autres solutions, et notamment l'automatisation.

Le travail analyse les objectifs de l'automatisation, les types d'appareils disponibles sur le marché international et les facteurs à prendre en considération pour la sélection de ces appareils automatiques. Le Chili possède 15 appareils dont le premier a été importé il y a huit ans. Toutefois, son

incidence n'a pas été aussi importante qu'on aurait pu l'espérer dans un milieu qui depuis toujours effectuait les examens au moyen d'instruments manuels.

L'avènement de l'automatisation au Chili—et dans les autres pays de l'Amérique latine—devrait être envisagé dans le contexte de la réalité économique et de l'infrastructure des services. En règle générale, l'auteur estime que le Chili n'est pas prêt à introduire du matériel aussi cher et aussi complexe et qu'il serait bon de chercher à utiliser des appareils de travail simplifiés, à coût unitaire bas, solides, faciles à manipuler et à réparer et qui, de plus, ont l'avantage de pouvoir être fabriqués totalement ou en partie par l'industrie nationale.