



**TOGETHER**  
*for a sustainable future*

## OCCASION

This publication has been made available to the public on the occasion of the 50<sup>th</sup> anniversary of the United Nations Industrial Development Organisation.



**TOGETHER**  
*for a sustainable future*

## DISCLAIMER

This document has been produced without formal United Nations editing. The designations employed and the presentation of the material in this document do not imply the expression of any opinion whatsoever on the part of the Secretariat of the United Nations Industrial Development Organization (UNIDO) concerning the legal status of any country, territory, city or area or of its authorities, or concerning the delimitation of its frontiers or boundaries, or its economic system or degree of development. Designations such as “developed”, “industrialized” and “developing” are intended for statistical convenience and do not necessarily express a judgment about the stage reached by a particular country or area in the development process. Mention of firm names or commercial products does not constitute an endorsement by UNIDO.

## FAIR USE POLICY

Any part of this publication may be quoted and referenced for educational and research purposes without additional permission from UNIDO. However, those who make use of quoting and referencing this publication are requested to follow the Fair Use Policy of giving due credit to UNIDO.

## CONTACT

Please contact [publications@unido.org](mailto:publications@unido.org) for further information concerning UNIDO publications.

For more information about UNIDO, please visit us at [www.unido.org](http://www.unido.org)



19845

Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial

Distr. LIMITADA

ID/WG.525/11(SPEC.)  
21 de septiembre de 1992

Original: ESPAÑOL

Seminario sobre el Aprovechamiento de la Madera en  
la Construcción en América Latina y el Caribe

Quito, Ecuador, 4 al 8 de noviembre de 1991

Punto 12(b) del programa

APLICACIONES DE LA INFORMATICA EN EL  
DISEÑO DE EDIFICIOS Y COSTOS\*

Preparado por

J. J. Salinas\*\*

\* La mención de empresas en el presente documento no entraña juicio alguno sobre ellas ni sobre sus productos por parte de la Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial (ONU DI). El documento ha sido reproducido sin pasar por los Servicios de Edición.

\*\* Profesor, Departamento de Ingeniería Civil, Universidad de Carleton, Ottawa, Canada.

I N D I C E

	Pagina
RESUMEN	3
INTRODUCCION	3
EDUCACION O ENTRENAMIENTO?	4
APREDIZAJE Y ENSEÑANZA	4
PARTICIPANTES	5
ELEMENTOS DE PRODUCCION	6
INTROSPECCION	6
HERRAMIENTAS DE TRABAJO	7
CONTROL DE CALIDAD	8
DOCUMENTACION DE PROGRAMAS	9
RECAPITULACION	13

## RESUMEN

*Para satisfacer las demandas de servicios de infraestructura impuestas por una población creciente los profesionistas de la construcción, ingenieros y arquitectos, deben incorporar tecnologías avanzadas en su ejercicio profesional. El uso de la informática en los procesos de análisis, diseño y construcción de estructuras de madera resulta en incrementos en la productividad y en la calidad de los servicios. Este artículo considera algunos de los conceptos que definen tanto el entrenamiento y educación de estos profesionistas como sus interacciones con otros participantes en el proceso. La computadora se considera como una de las herramientas de trabajo más importantes en el manejo de los elementos de producción.*

## INTRODUCCION

El año 2000 ha sido un punto de referencia en la literatura futurista y muchas predicciones se han hecho con respecto a la infraestructura social y tecnológica del Siglo XXI. Las elevadas tasas de crecimiento de la población mundial y los movimientos migratorios del campo hacia los centros urbanos han creado problemas de desarrollo y de planeación sin precedente. De singular importancia para los profesionistas de la construcción son los siguientes hechos:

- \* Las obras de infraestructura requeridas para servir las necesidades de la población han excedido los planes establecidos en los últimos 20 años.
- \* El déficit de vivienda en Latino America ha alcanzado niveles alarmantes
- \* El 90 % de las edificaciones que estarán en pie en el año 2000 ya existen en 1991.
- \* Los ingenieros y arquitectos responsables del diseño, construcción, mantenimiento y operación de las obras de infraestructura del año 2000 son actualmente los estudiantes en nuestras escuelas de ingeniería y arquitectura.

Este artículo presenta una serie de ideas con respecto a la función de las instituciones educativas en la formulación de planes encaminados a resolver algunos de los problemas que vamos a encontrar en esta década de los años "noventa" y a principios del Siglo

XXI. Indiscutiblemente que estos problemas deben encontrar soluciones económicas, sociales y políticas en las que todos nosotros debemos de participar como seres humanos, pasajeros en esta nave espacial llamada *Tierra*, y como ciudadanos responsables dentro de nuestras instituciones políticas democráticas. Sin embargo, el area de influencia en la que nuestra participación tiene singular impacto es en el campo de la educación: su planeación, desarrollo y evolución.

Las ideas que se presentan aquí deben ser enfocadas teniendo en consideración a los participantes en el sistema de producción y entrenamiento de jóvenes profesionistas. Estos participantes contribuyen en formas diferentes pero todos ellos tienen la misma importancia:

- \* Los estudiantes
- \* Los maestros
- \* Los administradores
- \* Los profesionistas

El entramado conceptual sobre el que puede desplantarse la formulación de las nuevas rutas de la educación de ingenieros y arquitectos en Latino America debe establecerse en términos de los participantes en el proceso y de los instrumentos disponibles para su realización. Para determinar la orientación de estas nuevas rutas es necesario iniciar un diálogo y como punto de partida se presentan las ideas de este ingeniero civil que tiene 25 años de profesionista, 15 años de maestro y 48 años de estudiante.

### **EDUCACION O ENTRENAMIENTO?**

En términos generales, la formación de jóvenes profesionistas debe incorporar aspectos formales estrictamente académicos y teóricos así como aspectos prácticos de entrenamiento. La educación formal debe incluir cursos en las ciencias básicas que preparen al joven profesionista para adaptarse a una

situación de cambios continuos en el aspecto técnico del ejercicio profesional. Esta componente de la educación formal debe tener lugar en las aulas y bajo la tutela de personal académico calificado. El entrenamiento de profesionistas en los aspectos cotidianos del ejercicio profesional es preferible dejarlo en manos de la profesión, en el campo, hasta cierto punto fuera de las aulas.

### **EL DESAFIO DEL AÑO 2000**

- \* Sobrepoblación
- \* Migración
- \* Edificación e Infraestructura
- \* Nuevos materiales
- \* Reglamentación
- \* Integridad y Seguridad

*El Desafío del Año 2000*

### **APRENDIZAJE Y ENSEÑANZA**

Existe una gran variedad de formas de *aprender*. Cada individuo sigue diferentes pautas de aprendizaje características de su desarrollo social e intelectual. Similarmente, existe

una gran variedad de métodos de enseñar. Con frecuencia el maestro universitario sigue métodos de enseñanza que reflejan su propio desarrollo académico o profesional y en ciertos casos estos métodos son una mera extensión de los métodos seguidos por sus maestros.

Es posible agrupar todos estos diferentes métodos de aprender y de enseñar en dos categorías distintas: métodos *inductivos* y métodos *deductivos*. Los métodos inductivos utilizan ejemplos numéricos y casos específicos para ilustrar y ayudar a comprender los principios de análisis y diseño en problemas de ingeniería. Los métodos deductivos se basan en la formulación analítica de los principios básicos de comportamiento en una forma general de la cual se deducen conceptos particulares y aplicaciones prácticas numéricas.

Aunque ninguna de estas formas de aprender o enseñar es intrínsecamente superior a la otra, los maestros generalmente prefieren enseñar usando métodos deductivos y los alumnos generalmente prefieren aprender utilizando métodos inductivos. El desarrollo de material didáctico debe considerar estas variantes del comportamiento humano.

## **PARTICIPANTES**

Los participantes en el proceso educativo son: los alumnos, los maestros, la administración y los profesionistas. En el ambiente universitario los alumnos y los maestros son participantes directos y *conjuntamente* se hacen responsables del proceso educativo. En los modelos tradicionales el maestro adopta la función de guía y los alumnos funcionan como *consumidores* en el proceso. En una interpretación más reciente del proceso educativo el maestro toma una función de *administrador* y se hace responsable no solo de guiar a los alumnos sino también de facilitar las actividades de aprendizaje haciendo accesible a los alumnos los recursos disponibles.

La administración integra físicamente los procesos proveyendo la infraestructura de organización y de continuidad en las actividades académicas. Tradicionalmente la administración controla los recursos económicos y frecuentemente esto resulta en el control de los sistemas de producción académica afectando la eficiencia de los alumnos y la eficacia de los maestros. En una concepción verdaderamente democrática los organismos de administración deben incorporar activamente a *todos* los participantes en el proceso.

Los profesionistas, a través de las agrupaciones y organismos colegiados, tienen una muy función muy importante en la educación de ingenieros y arquitectos no solo dentro de las aulas sino dentro de sus mismos asociados. La educación es un proceso continuo que ni empieza ni termina en las aulas universitarias.

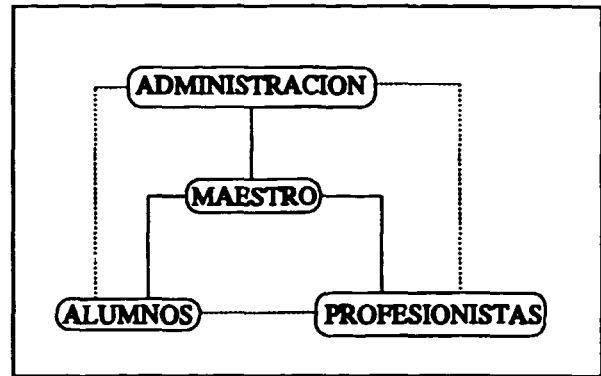
La función del maestro es tal vez la más difícil de definir pues incluye aspectos de todos los participantes. El maestro fue, es y sigue siendo estudiante; frecuentemente también

participa en las actividades de administración dentro de la universidad y ejerce su profesión de ingeniero o arquitecto en la comunidad. Este eslabon en la cadena de relaciones entre los participantes del proceso educativo es el lazo de union entre todos los participantes.

### ELEMENTOS DE PRODUCCION

Tanto en la formación de profesionistas como en la practica profesional intervienen ciertos elementos de produccion que no pueden ignorarse. Estos elementos de producción se definen en terminos del participante, la función del elemento de producción y las características del medio donde aparece. Una de las funciones mas importantes de estos instrumentos de producción es la de facilitar la comunicación de ideas. El

intrumento de comunicación de ideas tradicional es el *lenguaje* y los ingenieros y arquitectos utilizan tres tipos de lenguaje: el lenguaje natural, oral y escrito; el lenguaje de las matematicas; y el lenguaje grafico, es decir, el dibujo.



*Los participantes en el proceso educativo*

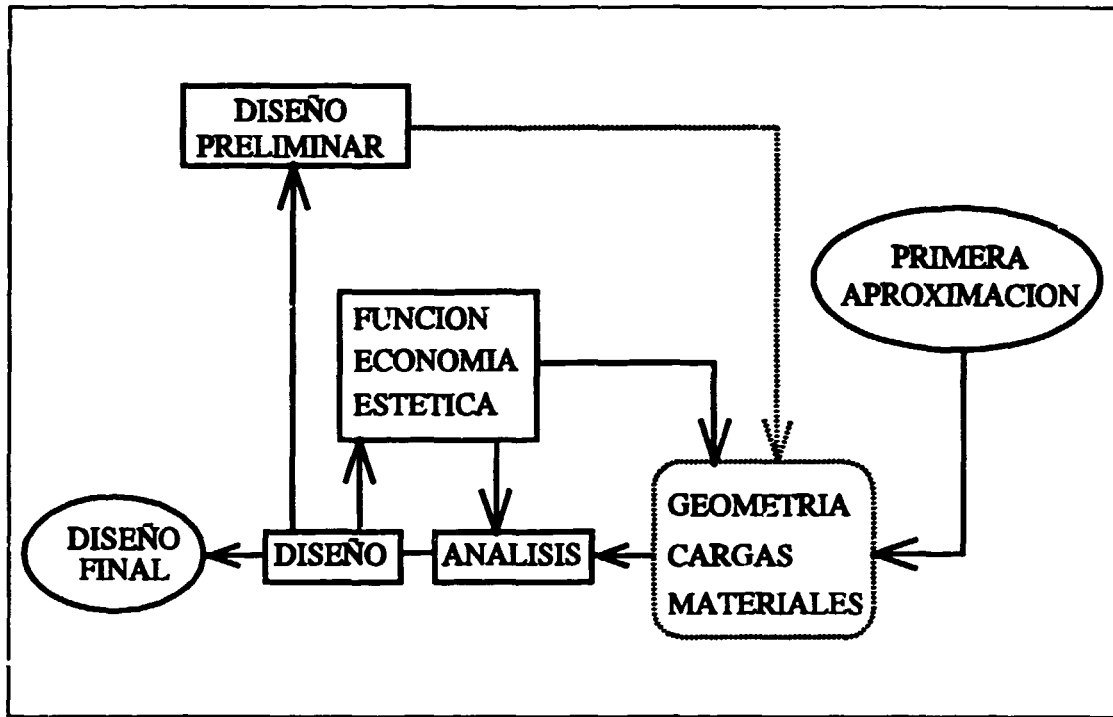
Es importante inculcar en los alumnos la importancia del lenguaje natural. Con mayor frecuencia el ingeniero o arquitecto requiere comunicarse no solo con sus colegas sino tambien con otros profesionistas, con las autoridades civiles, con la prensa y con el público en general. Las matematicas constituyen un lenguaje indispensable en el ambiente universitario; es imposible concebir una situación en la cual los fenomenos del comportamiento de materiales se puedan presentar o comprender sin el uso del calculo diferencial e integral. Las matematicas presentan un medio de comunicación sin ambigüedades. Y cuando es necesario incorporar ambigüedad en los procesos las matematicas nos ofrecen herramientas de analisis de gran valor como son la Estadística y la Teoría de Probabilidades.

El dibujo, no solo en la forma de planos constructivos, sino tambien en la producción de detalles y bosquejos y perspectivas, es un instrumento indispensable en las actividades de enseñanza y aprendizaje asi como en el ejercicio profesional. El profesionista de la construccion del año 2000 debe tener un dominio adecuado de todas estas formas del lenguaje y los curriculos académicos actuales deben reflejar esta necesidad.

### INTROSPECCION

Para establecer las nuevas rutas a seguir en la practica profesional de ingenieros y arquitectos debemos primeramente examinar y decidir cuales son los elementos que definen nuestras actividades profesionales. Los ingenieros civiles y arquitectos funcionan

como analistas, calculistas, proyectistas, contratistas y administradores. Los programas de estudios deben incorporar no solo los elementos del lenguaje discutidos anteriormente sino tambien las prácticas establecidas dentro del grupo de actividades tradicionalmente asociadas con el ejercicio profesional. Una de estas actividades es la del diseño. El diseño en la industria de la construcción, en su concepción mas general, es un proceso de síntesis de una variedad de actividades profesionales que incluye el análisis de sistemas y la investigación de operaciones.



*El concepto de diseño*

con base en este modelo es facil ver donde se incorporan al programa de estudios las materias básicas tales como geometría analítica, materiales de construcción, resistencia de materiales, analisis de cargas, analisis estructural, concreto, acero, ingeniería de la madera, cimentaciones, caminos, etc. Este mismo modelo se puede aplicar a otras ramas de la ingeniería o arquitectura.

### HERRAMIENTAS DE TRABAJO

La herramienta de trabajo con mas impacto en las actividades de ingeniería y arquitectura en los últimos años ha sido sin lugar a dudas la computadora. Es el factor común en casi todos los elementos de producción discutidos en párrafos anteriores. En el aspecto de comunicación, el uso de procesadores de palabras, diccionarios electrónicos y analisis gramatical facilitan el procesamiento de los elementos del lenguaje natural.



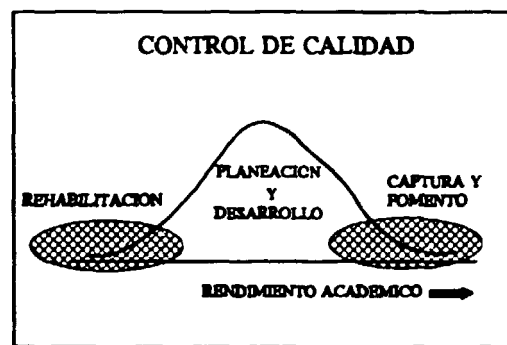
En las matemáticas el uso de computadoras para el procesamiento de datos ha crecido a pasos agigantados. El uso para la evaluación numérica de procesos analíticos y de diseño es bien conocido. Aplicaciones recientes en la manipulación simbólica de modelos matemáticos en cálculo diferencial e integral, y en la solución de ecuaciones diferenciales tiene un futuro de grandes proporciones no solo en la práctica profesional sino también en los métodos educativos y de aprendizaje. El análisis relacional de datos en forma de hojas electrónicas (*spread sheets*) y el uso de ayudas analíticas en la solución de sistemas de ecuaciones (*equation solvers*) ha ganado así mismo gran aceptación. El uso de programas de dibujo y diseño gráfico electrónico se ha ido estableciendo como norma en la práctica y en el ambiente académico.

Es indispensable que los programas académicos incorporen conocimientos genéricos y específicos en el uso de computadoras. Todos los participantes en el proceso deben estar de acuerdo en la función y el grado de incorporación de esta herramienta de trabajo como elemento de producción para alumnos, maestros, administradores y profesionistas. Es importante tratar de encontrar respuesta a las siguientes preguntas:

- \* Que porcentaje del currículo debe dedicarse al estudio de la informática ?
- \* Se permite o se promueve el uso de computadoras en la solución de exámenes, tareas, proyectos, dentro del ámbito universitario?
- \* Que nivel de desarrollo en el uso de computadoras se requiere de un alumno recién egresado?

### CONTROL DE CALIDAD

La sociedad invierte una cantidad importante de recursos en el proceso educativo y para proteger esta inversión es necesario adoptar sistemas de control de calidad de los elementos de producción. Los sistemas de evaluación de alumnos deben complementarse con actividades encaminadas a promover rendimientos académicos elevados. Normalmente los programas educativos están encaminados al estudiante *promedio*, abandonando a los de bajo rendimiento e ignorando a los de alto rendimiento. En lugar de abandonar a los alumnos con bajas calificaciones es preferible tratar de rescatarlos por medio de cursos especiales de capacitación y rehabilitación. Los alumnos de alto rendimiento ofrecen una oportunidad de desarrollo que frecuentemente no se aprovecha resultando en alumnos que no realizan su potencialidad como estudiantes, como profesionistas y como seres humanos. Es indispensable adoptar estrategias oficiales de captura, fomento y promoción de alumnos con alto rendimiento



Control de Calidad

académico; no podemos darnos el lujo de ignorar a estos alumnos.

## **DOCUMENTACION DE PROGRAMAS**

Los programas comerciales descritos en esta seccion tienen un campo de aplicacion muy amplio y reciben respaldo tecnico de compañías solventes y bien establecidas.

### *Procesamiento de texto (Word processers)*

Word Perfect 5.1 Uno de los procesadores mas utilizados en Norte America. Se utiliza en la produccion de manuales, especificaciones, correspondencia, instructivos. Produce impresos de alta calidad.

WordPerfect Corporation  
1555 N. Technology Way  
Orem, Utah  
U.S.A. 84057  
(801) 321-3260

Aldous PageMaker Programa de impresion de alta calidad utilizado en la produccion de publicaciones de caracter tecnico. Compatible con WordPerfect.

Aldus Corporation  
411 First Avenue South  
Seattle, Washington  
U.S.A. 98104  
(206) 622-5500

Word Producto de la compañía *Micro Soft* de muy buena reputacion. Programa moderno de gran aceptacion en el ambiente academico y tecnico.

Micro Soft Canada  
320 Matheson Blvd. W.  
Mississauga, Ontario  
CANADA L5R 3R1  
(416) 568-0434

### *Dibujo y Artes Graficas*

AutoCAD Probablemente el programa de dibujo tecnico de mas aceptacion en el mundo. Tiene la capacidad de trabajar con varios de los programas de analisis y diseño estructural.

Auto Desk Inc.  
2320 Marinship Way  
Sausalito, California  
U.S.A. 94065  
(800) 445-5415

CadKey Dibujo mecanico, elementos tri-dimensionales, solidos.

CADKEY Inc.  
440 Oakland St.  
Manchester, CT  
U.S.A. 06040-2100

AES Architecture & Engineering Series. (IBM) Diseño integrado de elementos tri-dimensionales, analisis de sistemas estructurales, dibujo arquitectonico.

IBM Canada Ltd.  
3500 Steeles Ave East  
Markham, Ontario  
Canada L3R 2Z1  
(416) 296-8888

ACDS Dibujo de planos y mapas (Unix). Tambien se usa para el diseño de interiores

Systeme Graphique Inc.  
80 Jean Proulx  
Hull, Quebec  
Canada  
(819) 770-9631

Corel Draw Artes graficas. Produccion de diapositivas y acetatos. Gran variedad de usos en la produccion de material grafico de alta calidad en colores.

Corel Systems Corporation  
1600 Carling Ave.  
Ottawa, Ontario  
Canada K1Z 8R7  
(613) 728-8200

DrawPerfect Dibujo integrado con procesador de texto (Word Perfect).

WordPerfect Corporation  
1555 N. Technology Way  
Orem, Utah  
U.S.A. 84057 (801) 225-5000

*Hojas de Trabajo (Spread Sheets)*

LOTUS 1-2-3 Manipulacion de datos numericos y texto, graficas y estadistica.

Lotus Development Corp.  
55 Cambridge Parkway  
Cambridge, MA  
U.S.A. 02142

**EXCEL** Similar a Lotus 1-2-3  
Micro Soft Canada  
320 Matheson Blvd. W.  
Mississauga, Ontario  
CANADA L5R 3R1  
(416) 568-0434

**QUATTRO** Similar a Lotus 1-2-3. Hojas de trabajo en dimensiones multiples.  
Borland International Inc.  
P.O. Box 66000  
1800 Green Hills Road  
Scotts Valley, CA  
U.S.A. 95066  
(408) 438-5300

*Analisis/Diseño Estructural*

**FINESSE** Analisis estructural tri-dimensional.  
Cube Systems Consulting Services Inc.  
Suite 310  
77 Metcalfe St.  
Ottawa, Ontario  
Canada K1P 5L6  
(613) 236-7067

**PFRAME** Analisis de estructuras planas  
Softek Services  
Suite # 2  
2034 West 12<sup>th</sup> Ave  
Vancouver, B.C.  
Canada V6J 2G2  
(604) 732-3763

**SODA** Analisis y diseño estructural de estructuras planas de acero y concreto  
Waterloo Engineering Software  
22 Dupont Street  
Waterloo, Ontario  
Canada N2J 2G9  
(519) 885-1822

**ADOSS** Analisis y diseño de losas de concreto reforzado  
Canadian Portland Cement Association  
116 Albert St.  
Ottawa, Ontario  
Canada K1P 5G3  
(613) 236-9471

**WOODS 3** Diseño de estructuras de madera  
Canadian Wood Council  
55 Metcalfe St.  
Suite 1550  
Ottawa, Ontario  
Canada K1P 6L5  
(613) 235-7221

*Estimacion de costos y Administracion de Proyectos*

**BIDWORK** Calculo de presupuestos en base a precios unitarios  
Paydirt Systems  
Suite 120  
3005 Center Green Dr.  
Boulder, Colorado  
U.S.A. 80301  
(303) 440-8850

**ASTRO II** Estimacion de presupustos, precios unitarios, costo de construccion  
R.S. Means Co. Ltd.  
P.O. Box 695  
Station A  
Scarborough, Ontario  
Canada M1K 9Z9  
(800) 448-8182

**ARTEMIS** Control de costos de equipo, inventarios, tiempo y materiales. Administracion de proyectos, asignacion de recursos.

Metier Management  
12701 Fairlakes Circle  
Fairfax, VA  
U.S.A. 22033  
(703) 222-111

**MEDALLION** Serie de programas para: elaboracion de recibos por cobrar, administracion de proyectos, contabilidades, preparacion de reportes financieros, costo de proyectos, control de ingresos y gastos, compras y ventas, etc.

Timberline Software Corp.  
Suite 208  
4800 Yonge Street  
Willowdale, Ontario  
Canada M2N 6G5  
(416) 462-4747

**PRIMA VISION** Administracion de proyectos con ayudas graficas

Primavera Systems Inc.  
Two Bala Plaza  
Bala Cynwyd, PA  
U.S.A. 19004  
(215) 667-8600

**RECAPITULACION**

Para resolver los problemas de sobrepoblación y planeación de la infraestructura social del año 2000 se requiere la cooperación de todos los participantes en el proceso de producción. Los profesionistas del Siglo XXI son los alumnos de 1991 y para aceptar el desafío deben estar preparados a participar en los procesos de cambio. Los maestros juegan un papel clave en estos procesos pues ellos son los lazos de unión entre los varios participantes y su función primordial es una de vanguardia en la organización de planes de estudio y en la orientación de los programas. La administración tiene la labor difícil de integrar las actividades de enseñanza y aprendizaje con recursos limitados. Los profesionistas deben brindar su apoyo y cooperación en las iniciativas de cambio, a través de las agrupaciones profesionales y de su participación activa en las instituciones políticas.