

---

# **VALIDACION EXPERIMENTAL. CURSO DE QUIMICA GENERAL ASISTIDO POR COMPUTADOR**

**CARLOS ARTURO CORREA MAYA**

- Químico, Universidad de Antioquia.
- Profesor del Departamento de Geología, Universidad EAFIT.

## RESUMEN

Cuando se producen materiales encaminados al mejoramiento de la docencia, se deben validar adecuadamente con el fin de determinar y evaluar la benevolencia del material producido.

En este primer artículo se pretende ilustrar la conceptualización y el proceso de la validación experimental del Software Educativo en Química.

Se incluye la selección de estudiantes del grupo prueba y del grupo control, el contenido y definición del Software, los materiales de instrucción que lo conforman, observaciones al grupo prueba, las evaluaciones realizadas, su cuantificación, sondeo de opinión y prueba global, análisis promedio de ganancia y conclusiones, además de una bibliografía relacionada con el proceso de validación.

En un próximo artículo se presentarán los análisis estadísticos y los resultados de las pruebas de evaluación, y sus implicaciones pedagógicas.

## INTRODUCCION

La etapa final del control de calidad de un paquete instruccional es su validación experimental, vale decir, someterlo a prueba con un grupo de estudiantes.

Por diversas razones, la validación experimental retroalimenta al paquete en sí, pues le enriquece con las notas, sugerencias y observaciones de quienes serán sus usuarios finales.

El paquete instruccional sometido a la validación experimental, en este caso, es el software educativo desarrollado para el curso de Química General ofrecido por la Universidad EAFIT a sus estudiantes de las carreras de Ingeniería Mecánica, Producción y Geología.

El paquete ha sido bautizado QUIMAC, nombre proveniente de Química Asistida por Computador.

QUIMAC es el resultado de un trabajo interdisciplinario entre los expertos en contenido, pedagogía e informática.

Este trabajo presenta un posible derrotero para la validación de Software Educativo en general.

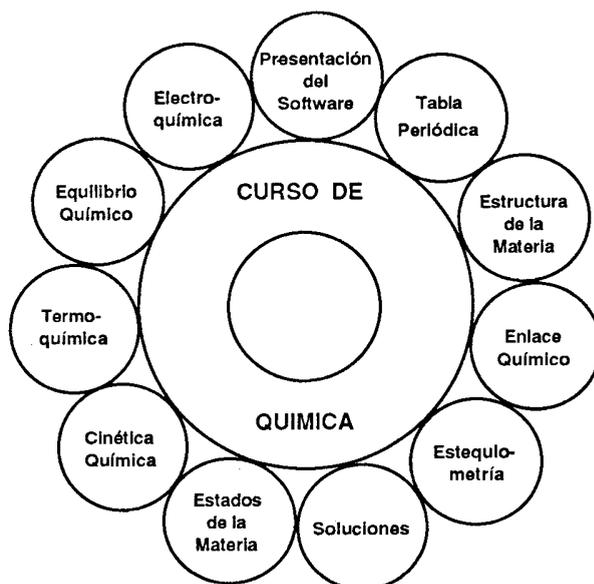
## CONTENIDO DEL SOFTWARE EDUCATIVO QUIMAC

El Software Educativo QUIMAC, desarrollado para el curso de Química en la Universidad EAFIT, fue elaborado con base en objetivos terminales y específicos, los cuales generaron el contenido de un curso de Química General universitario.

El contenido está estructurado por Módulos (**Gráfica No. 1**). Cada módulo está conformado por Unidades y cada Unidad está constituida por lecciones.

GRAFICA No. 1

### ESTRUCTURA QUIMAC



La estructura general de cada módulo se presenta en el (ver **cuadro No. 1**).

## MATERIALES DE INSTRUCCION QUE CONFORMAN EL SOFTWARE

El contenido del Software QUIMAC se desarrolló por módulos, cada módulo corresponde a una unidad - entidad - instruccional encadenada con las otras para conformar un todo -el curso-.

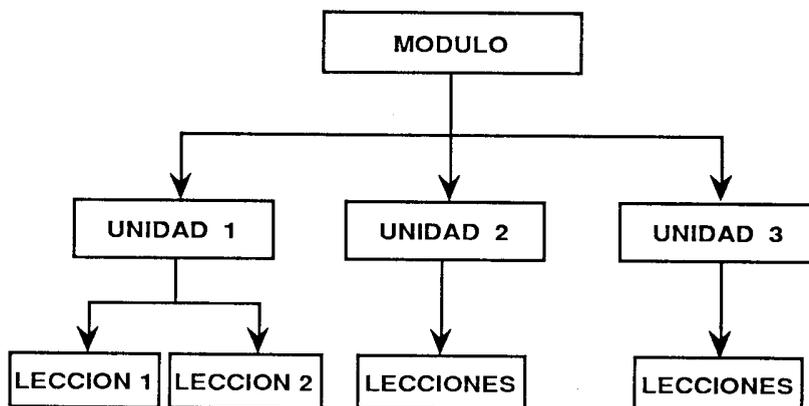
Cada módulo tiene los siguientes elementos:

### a. MATERIAL AUTO-INSTRUCTIVO

El contenido básico de cada módulo es el siguiente: objetivo terminal del módulo, objetivos

CUADRO No. 1

ESTRUCTURA DE UN MODULO



específicos por unidad, instrucciones del paquete, introducción, guía de trabajo, ayudas, contenido esencial, glosario de términos y evaluaciones.

Este material se presenta en diskettes de 5 1/4 para microcomputador que desarrollan el contenido según las instrucciones dadas al equipo.

**b. MANUAL DEL USUARIO**

Material escrito para dar al usuario (profesor o estudiante) la información sobre las operaciones necesarias para trabajar con el software.

Contiene: Introducción, objetivos y a quien va dirigido QUIMAC. Metodología, manejo de sistema, requerimientos del Hardware, requerimientos del Software, acceso al sistema, menú principal, preguntas intermedias, ejercicios propuestos, objetivos terminales, objetivos específicos, glosario de términos, ayuda, prueba final, comandos y ayudas, manejo de la calculadora, como entrar un número, operaciones, correcciones, expresiones complejas, anexo para el profesor.

**c. MANUAL DEL SISTEMA**

Material escrito que describe el funcionamiento del sistema.

Contiene: Introducción, antecedentes, definición del problema, objetivos, alcance del trabajo, importancia del proyecto, metodología, pre-análisis, descripción del sistema actual, sistema propuesto, justificación de la solución, descripción funcional del software, efectos del sistema actual, población objetivo,

análisis, establecimiento de objetivos, objetivo general por módulo, objetivos específicos, planificación de eventos de instrucción, desarrollo del material instruccional, revisión del material, diagramas de flujo de información, diseño, diagrama de estados finitos, implementación, tipos de archivos manejados, programas, gráficos, jerarquía de programas, variables de uso global, rutinas de uso general, estructura general de una lección, pantalla standar, lógica de un programa de presentación de contenido, lógica general de un ejemplo, lógica general de un ejercicio, descripción funcional de programas, manejo del sistema, requerimientos del Hardware y del Software, acceso al sistema, interacción con el sistema, salida.

**DEFINICION FUNCIONAL DEL SOFTWARE**

QUIMAC, consta de menús y submenús por medio de los cuales el usuario puede guiarse para elegir las opciones que necesita. El teclado previamente definido facilita el manejo del software, pues el sistema presenta una serie de ayudas que explican en cualquier momento los demás comandos de ayudas, que se pueden llamar desde cualquier pantalla de QUIMAC, retornando luego a este punto.

Cada módulo se compone de:

- a. MENU PRINCIPAL: Donde se elige una opción que lleva al usuario al tema de interés.
- b. PANTALLAS: En cada pantalla de lección se encuentran los comandos y teclas definidas de ayudas: retroceder página, adelantar, ir al

glosario, terminar, volver al menú, etc. Existe una tecla de "ayuda" para guiar al usuario.

La metodología empleada consiste en la exposición del tema en forma clara y didáctica, empleando la inducción o la deducción para motivar al estudiante, combinándolo con ejemplos, color y sonido.

Los ejemplos aprovechan figuras en movimiento, ejercicios para la solución de problemas tipo bajo guía paso a paso, que se dan en orden de complejidad, preguntas de completación y de selección múltiple, falso y verdadero y muchos problemas para resolver por el usuario.

Es importante la motivación del color y sonido como llamado de atención en partes claves, en los conceptos, en las preguntas, creando un ambiente dinámico.

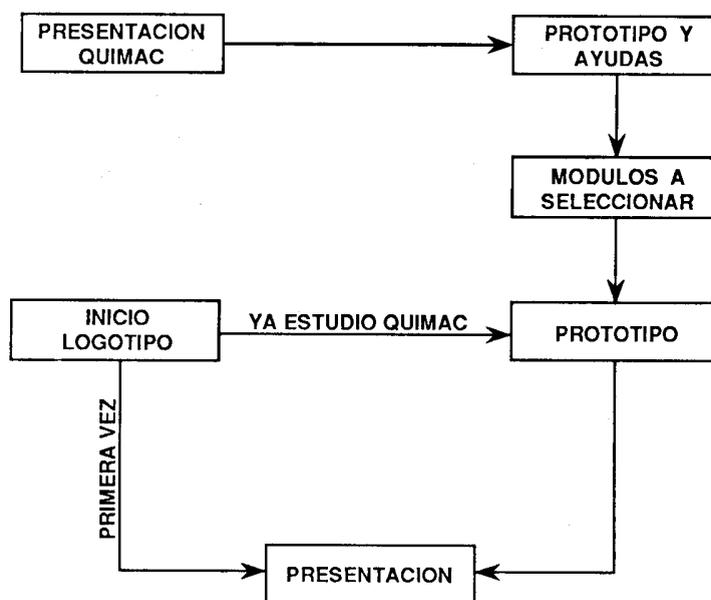
La prueba final sirve como taller.

### ESQUEMA GENERAL DE QUIMAC

La presentación lleva al menú principal. Si es la primera vez que se incursiona con QUIMAC se ve toda la presentación, de lo contrario el usuario es guiado hasta el prototipo (**cuadro No. 2**).

CUADRO No. 2

#### ESQUEMA GENERAL DE QUIMAC



El control de calidad sobre el paquete, realizado por los expertos, ha dado un producto depurado, susceptible aún de mejoras (ver **Gráfica No. 2**).

#### VALIDACION EXPERIMENTAL. PROCEDIMIENTO DE SELECCION DE ESTUDIANTES

Para la validación de QUIMAC se escogió el curso de Química General P.M.G. código GE05 grupo 51, M-J, 10-12 m. de 44 estudiantes. Este curso se asignó al profesor para la validación experimental, por la oficina de Admisiones y Registro.

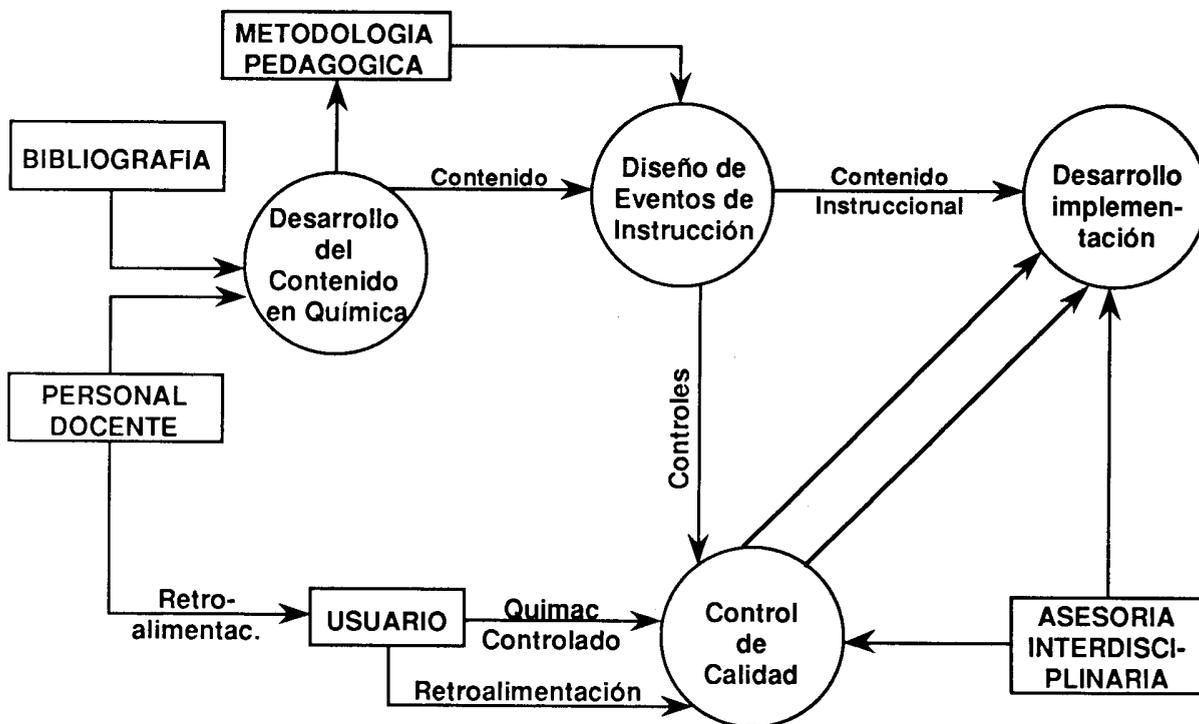
En la primera sesión se explicó a los alumnos el proceso experimental del curso. En forma voluntaria, sin presiones hacia los alumnos, se seleccionaron dos grupos a partir del grupo original (**Cuadro No. 3**):

El **Grupo Experimental** o **Grupo Prueba** con 20 estudiantes, para seguir la temática del curso de Química por microcomputador en la sala de micros Tandy 1000 color de la sección de Informática Académica.

El **Grupo Control** con 24 estudiantes, para seguir la temática del curso con el profesor asignado en clases normales.

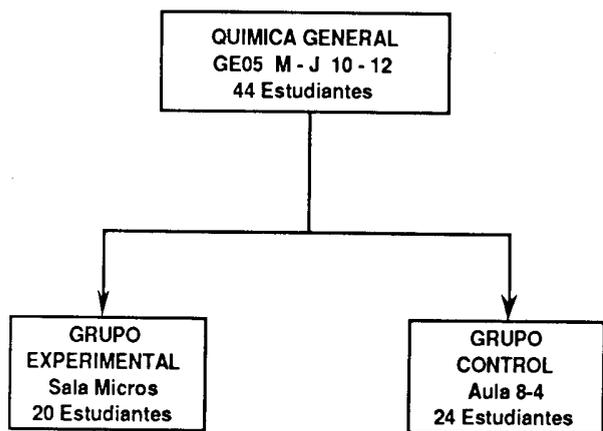
GRAFICA No. 2

INTERACCION PARA PRODUCCION DE QUIMAC



CUADRO No. 3

SELECCION DE ESTUDIANTES



ACTIVIDADES TRABAJO PRACTICO PROFESOR - ESTUDIANTE

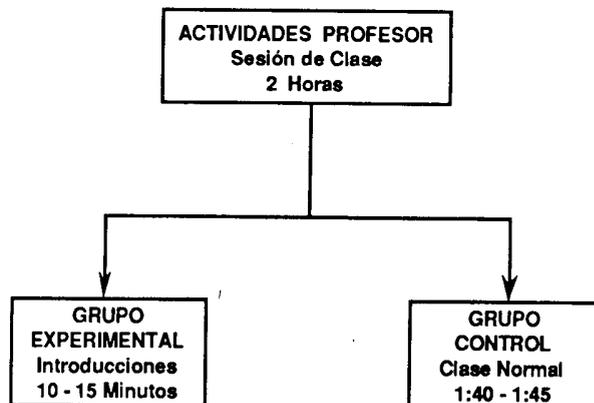
Al iniciar la segunda sesión de clase, obtenidos los Grupos Experimental y Control, se dió comienzo a la validación experimental propiamente dicha.

Con miras a esclarecer cómo procedió la validación experimental, es bueno e importante indicar las actividades en el trabajo práctico tanto del profesor, como de los estudiantes de ambos grupos.

El profesor distribuyó las dos horas de clase así (Cuadro No. 4):

CUADRO No. 4

ACTIVIDADES DEL PROFESOR



- a. De 10:00 a.m. a 10:10 - 10:15 a.m. Se instruye a los estudiantes del grupo experimental sobre el manejo del software, la manera de obviar problemas con el microcomputador y en general de la forma de avanzar y tomar notas de clase.
- b. De 10:15 a.m. a 12:00 m. Se sirve la clase normal a los estudiantes del Grupo Control en su aula.

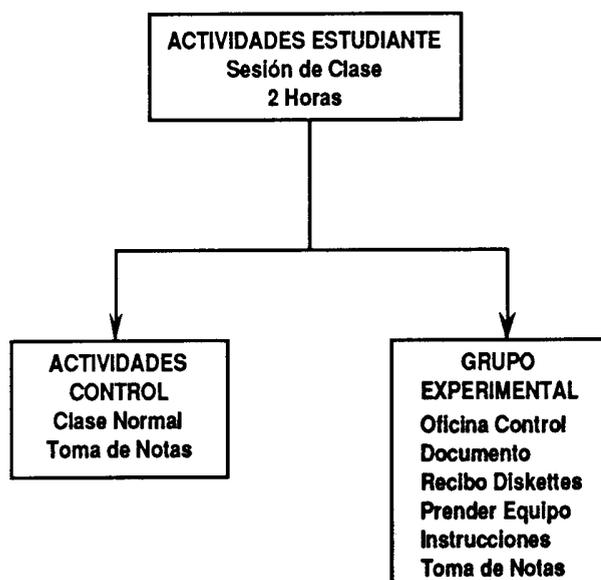
Según el grupo al cual pertenecían, las actividades de los estudiantes fueron: (Cuadro No. 5)

- a. Grupo Control. El estudiante espera la llegada del profesor en su aula de clase y procede a asistirle, tomando notas en forma tradicional.
- b. Grupo Prueba. El estudiante se acerca a la oficina de Control de la sala de microcomputadores Tandy 1000 color, entrega documento de identidad, recibe diskettes del módulo correspondiente, prende el microcomputador, recibe las instrucciones sobre el manejo del software y del computador e interactúa con el software hasta las 12 m.

Cada estudiante trabaja con su microcomputador en una sala cómoda, iluminada, ventilada y a su ritmo.

**CUADRO No. 5**

**ACTIVIDADES DEL ESTUDIANTE**



Dentro de las actividades desarrolladas por todos los estudiantes de los dos grupos no se incluye la realización de las Pruebas de Evaluación pre y posttest, que se hicieron al iniciar y al finalizar cada módulo, por lo cual no están consideradas como actividades de toda sesión de clase.

**MARCO TEORICO VALIDACION EXPERIMENTAL SOFTWARE EDUCATIVO**

Para el proceso de la validación experimental del software educativo se analizó la parte investigativa y bibliográfica concerniente a esta área.

Sorprendentemente es poco lo que se ha hecho a nivel universitario, pues para algunos autores el software educativo no es una posibilidad real dada la gran masa de usuarios, la carencia de recursos, especialmente en un país subdesarrollado y la falta de preparación de los docentes en el área de la informática, factores que inhiben o retrasan el avance de su desarrollo e implementación.

Software educativo si se realiza. Se prepara en ciertas áreas del saber en simulaciones específicas, no generales.

Son conocidos los software en Física, Matemáticas e Ingeniería donde se desarrollan para simular procedimientos, aligerar cálculos, diseñar método de trabajo, etc.

La realidad es que se hace poco software educativo para el cubrimiento de cursos completos universitarios, lo cual indica que la Universidad EAFIT puede ser pionera en esta área.

Quizá haya mala comprensión de lo que debe ser el software educativo y su funcionalidad, es por esto que la validación experimental de un software permite la discusión sobre su extensa validez.

Una de las etapas importantes del desarrollo del software educativo es la validación experimental.

Este proceso de validación experimental consolida en la práctica la benevolencia del software desarrollado, le imprime un carácter de material docente plenamente validado y lo retroalimenta, haciendo parte del control de calidad, que de ser riguroso, continua con su mejoramiento.

El software educativo se ubica, desde el punto de vista de la tecnología educativa, en la categoría de medio instruccional.

---

De tal forma que la validación experimental del software educativo presenta una sintomatología y procedimiento muy similar a la de un curso, cuando aquel es diseñado para un curso.

Si se planteara una hipótesis para este trabajo que respondiera a la validación de un medio o paquete instruccional, en este caso del software educativo QUIMAC, se diría a que es posible garantizar la calidad de la instrucción en química a través de un material autoinstrutivo en el cual se combinen diferentes modelos pedagógicos.

Durante el proceso se tomó en forma sistemática, información necesaria para la validación del material instruccional consistente en pruebas de evaluación realizadas por los estudiantes.

Básicamente el proyecto es la aplicación de un modelo de validación del material de tecnología educativa, llevado a cabo con el rigor necesario para comprobar o invalidar la benevolencia y eficiencia global del sistema a emplear en comparación con la enseñanza tradicional, y más, cuando se realizan confrontaciones entre estos dos sistemas. Es pues, una investigación práctica controlada tomando como base la tecnología educativa, haciendo adaptaciones y ampliaciones de modelos originales recientes (Giraldo, A, 1987).

En nuestro caso se demuestran ganancias muy significativas de aprendizaje en el estudiante, reflejadas en las cuantificaciones de las ganancias netas logradas en las pruebas realizadas a lo largo de la validación experimental que duró un semestre.

El modelo seguido se ha llevado a cabo para el material impreso y de microcomputadores y en su forma manual, los diskettes.

El material autoinstrutivo es el software educativo desarrollado para el curso de Química General conocido como Química Asistido por Computador - QUIMAC-.

Este material promueve un cambio en el esquema presencial tradicional en el cual el computador viene a ser maestro y el profesor del curso ofrece las características de un asesor, a quien se consulta cuando la necesidad académica lo exija.

El método hace que el estudiante participe activamente en el proceso enseñanza-aprendizaje, más que en el método tradicional presencial, dado que

tiene la oportunidad de interactuar directamente con el software, teniendo oportunidad de manejarlo según sus necesidades en una clase individualizada donde el parámetro primordial es su comprensión del contenido de la lección, unidad o módulo opcionado.

Parece ser que la enseñanza individualizada es más eficaz que la de grupo, pues es más sensible a las necesidades del estudiante, le permite establecer metas alcanzables, le proporciona materiales y recursos para alcanzar una meta dada, se da tratamiento individual y privado al alumno cuando tiene alguna dificultad académica y se impone el progreso a su ritmo individual con mayor retroalimentación constante.

El logro de las capacidades básicas sugeridas es más fácilmente alcanzable en una educación individualizada que en la de Grupo. Esta Enseñanza tiende a dar mejores resultados en cuanto a la respuesta del alumno, dirección del aprendizaje y administración de la retroalimentación.

En la enseñanza individualizada guiada con el software QUIMAC llevada por el grupo Prueba, se presentan algunas diferencias notorias con la clase tradicional-expositiva llevada por el grupo Control, en cuanto a que:

- a. El profesor aporta muy pocos acontecimientos didácticos a los estudiantes.
- b. El software QUIMAC aporta más acontecimientos didácticos a los estudiantes al interactuar directamente con él.
- c. Hay más variaciones en los estudiantes respecto de lo que aprenden y del cómo lo aprenden, dada la versatilidad del software que permite adelantar, retroceder y toma de nota muy particular.
- d. Hay variabilidad con el tiempo de aprendizaje de estudiante a estudiante, pues no todos avanzan al mismo ritmo.

Obviamente que estas diferencias se refieren a la forma cómo se controla y maneja el medio Software para lograr los acontecimientos didácticos deseados y los resultados planteados en los objetivos.

Estos objetivos vienen trazados en cada módulo con su objetivo terminal y cada unidad con sus

---

objetivos específicos, los cuales guían el proceso y en especial señala el método para lograrlos.

Existen algunos tipos diferenciados de enseñanza individualizada, entre ellos :

- Planes de estudio independientes
- Estudio dirigido
- Programas centrados en el estudiante
- Velocidad autoimpuesta
- Enseñanza determinada por el estudiante (Gagné, 1976)

La caracterización de la enseñanza individualizada seguida en este proceso de validación se enmarca en el tipo de velocidad autoimpuesta en el cual el estudiante trabaja a su ritmo siguiendo los objetivos trazados anteriormente por el profesor y los cuales son exigidos a todos los estudiantes.

La marcada diferenciación de este tipo de enseñanza está en la velocidad de avance personal que se autoimpone cada estudiante.

Para efectos de confrontación, en nuestro caso hay paralelismo en la programación y ejecución académica de un curso, entre el sistema tradicional y el de velocidad autoimpuesta.

La característica precedente indujo al empleo casi exclusivo de procedimientos expositivos por parte del profesor en el Grupo Control y del uso del microcomputador en el Grupo Prueba.

Los objetivos planteados en el programa, en ambos grupos, están orientados a la entrega de un material que requiere de los estudiantes alcanzar ciertas metas cuantificables en procesos evaluativos constantes. Según el modelo concebido no hubo necesidad de replantear el mecanismo, ni las pruebas, ni los objetivos que se habían trazado originalmente.

La ejecución del programa individualizado en QUIMAC se evalúan para:

- a. Medir el nivel respecto al conocimiento que de cada módulo tienen los estudiantes.
- b. Evaluar el dominio y la consecución de objetivos planteados al iniciar cada módulo.

Para ello se realizan un pretest y un postest, con el objeto de evaluar la comprensión de la temática.

Básicamente estas pruebas son voluntarias, informales y tipo sondeo, pero en este caso se hicieron con puntualidad y exigencia, y los estudiantes las tomaron y respondieron con formalidad y rigurosidad.

Es así como en el modelo seguido, que no es tradicional, se le dan al estudiante las instrucciones a partir de lo que sabe y de lo que le es familiar, suministrándolas en pasos organizados enfrentándolo a la responsabilidad de su propio aprendizaje.

Como motor de ese aprendizaje, se promueven estímulos para el progreso en la composición y avance. Ese estímulo interno va asociado al progreso verificado por el mismo estudiante.

En la medida en que el modelo planteado iba realizándose, hubo incremento de la retroalimentación en los estudiantes, de una manera delicada y suave, por cuanto las facilidades para resolver problemas, hacer correcciones y registrar adelantos visibles en el estudiante, fue notoria.

Los factores afectivos fueron cambiando positivamente, dado que el estudiante participaba con mayor agrado en el proceso, v.gr., al comienzo la acción actitudinal era casi de hostilidad, contrastando con la acción actitudinal final que era de afabilidad y entrega.

Esta participación combinada con las instrucciones, el estímulo y la ganancia conducían a una mayor adquisición del aprendizaje, lo cual era la finalidad última del modelo planteado.

## PRUEBAS DE EVALUACION

El proceso de validación experimental con un grupo de estudiantes de QUIMAC necesitó de un fuerte soporte en el seguimiento del grado de aceptación o aprehensión de la temática por parte de estos estudiantes; es así como el Grupo Prueba y el Grupo Control fueron sometidos a constantes pruebas de evaluación, buscando encontrar la consecución o el logro de los objetivos planteados.

Las pruebas de evaluación se hicieron para cada módulo.

Se realizaron dos tipos de evaluación: un pretest y un postest.

---

La finalidad del pretest es analizar una conducta de entrada e indica el grado de conocimiento que sobre el tema tiene el estudiante. Es usual que los resultados de estas pruebas sean bajos, ya que generalmente el estudiante desconoce los tópicos a tratar en clase.

El postest tiene la finalidad de analizar una conducta de salida e indica el grado de conocimiento que sobre el tema adquirió el estudiante. Es usual que los resultados de estas pruebas sean más altas que los resultados de los pretest, pues es de suponer que el estudiante ya conoce los tópicos tratados en clase.

Las pruebas de evaluación están basadas en la pretensión de medir el logro de los objetivos terminal y específicos propios de cada módulo.

Con base en el objetivo terminal de cada módulo o lo que se pretende que el estudiante sea capaz de realizar una vez termine el módulo y con base en los objetivos específicos necesarios para cubrir aquel objetivo terminal, se realizaron pruebas de evaluación para cada módulo.

Cada prueba de evaluación fue construida sobre la base de elevar el nivel de exigencia o grado de dificultad en las preguntas, pasando por preguntas de falso y verdadero, múltiple escogencia y problemas.

El valor asignado a cada sección dependió de este nivel de dificultad. Al parametrizar estas evaluaciones se asignó un puntaje acorde con ese grado (con base en 100 puntos) así:

- |                                     |     |
|-------------------------------------|-----|
| a. Preguntas de falso y verdadero   | 20% |
| b. Preguntas de múltiple escogencia | 30% |
| c. Problemas                        | 50% |

La cuantificación de cada prueba es global.

Prácticamente las pruebas eran voluntarias, pero necesarias para la validación experimental y así lo entendieron los estudiantes, quienes en forma entusiasta las resolvieron con absoluta seriedad.

Las pruebas de evaluación no tenían incidencia en la calificación del curso. Para este efecto, los estudiantes realizaron sus pruebas parciales extracurriculares para no producir traumatismo al proceso de validación y poder responder a la obligación académica ante la universidad.

Las pruebas de evaluación antes y después de cada módulo, que son objeto de estudio, no se realizarán en el futuro cuando se disponga poner en marcha el software QUIMAC en otros grupos y con otros estudiantes, pues sólo hacen parte vital de este proceso de validación experimental.

## CUANTIFICACION DE LAS PRUEBAS DE EVALUACION

Para tener una idea clara sobre la medición y cuantificación de las pruebas de evaluación, se destaca lo siguiente:

1. Cada prueba consta básicamente de:
  - a. Cinco preguntas de falso y verdadero.
  - b. Cinco preguntas de múltiple escogencia.
  - c. Dos problemas.
2. Cada módulo genera dos pruebas de evaluación:
  - a. Un pretest.
  - b. Un postest.

Para un total de 20 pruebas por 10 módulos/estudiante.
3. El total de preguntas por estudiante es 200 y el número de problemas 40.
4. Durante el período el profesor evaluó 42 estudiantes en 20 pruebas para un total de:
  - a. 8.400 preguntas.
  - b. 1.680 problemas.

No se incluyen la prueba global y el sondeo de opinión que se discuten por separado.

La forma de calificar estas pruebas es la tradicional, realizada por el profesor, quedan consignadas estas cuantificaciones en el **cuadro No. 6**, el cual se analizará posteriormente.

En este mismo cuadro viene explícita la diferencia entre el postest y el pretest de cada módulo, factor que denominamos ganancia.

## SONDEO DE OPINION Y PRUEBA GLOBAL

Los usuarios con quienes se realizó la validación no tenían parámetros determinantes para evaluar a QUIMAC, por cuanto ninguno de ellos conocía este tipo de trabajo.

**CURSO DE QUIMICA ASISTIDO POR COMPUTADOR QUIMAC RESULTADOS DE LAS PRUEBAS DE EVALUACION POR MODULO**  
GRUPO PRUEBA

No. del Estud.	ESTRUCTURA MATERIA		ENLACE QUIMICO		ESTEQUIOMETRIA		ESTADOS DE LA MATERIA		SOLUCIONES		TERMO QUIMICA		CINETICA QUIMICA		EQUILIBRIO QUIMICA		ELECTRO QUIMICA		TABLA PERIODICA		GLOBAL DEL CURSO													
	Pre	Post Gan.	Pre	Post Gan.	Pre	Post Gan.	Pre	Post Gan.	Pre	Post Gan.	Pre	Post Gan.	Pre	Post Gan.	Pre	Post Gan.	Pre	Post Gan.	Pre	Post Gan.	Pre	Post Gan.												
1	14	40	26	14	48	34	36	48	12	34	91	57	28	50	22	12	46	34	30	82	52	12	86	74	14	36	22	50	50	2	45	43		
2	6	30	24	10	34	24	38	50	12	30	55	25	40	54	14	18	50	32	10	56	46	24	61	37	34	37	3	60	60	2	45	43		
3	10	88	78	36	34	-2	28	38	10	40	87	47	18	62	44	00	46	46	16	75	59	4	70	66	10	54	44	50	50	7	53	46		
4	20	42	22	4	28	24	38	66	28	44	85	41	26	56	32	4	36	32	16	49	33	0	75	75	36	40	4	50	50	2	89	87		
5	10	100	90	10	64	54	46	96	50	46	91	45	40	71	31	4	100	46	6	80	74	0	100	100	28	40	12	50	50	12	45	33		
6	10	40	30	4	28	24	20	58	38	4	55	51	28	58	30	4	32	28	30	61	31	0	61	61	26	48	22	50	50	2	61	59		
7	14	40	26	14	18	4	34	38	4	16	83	67	28	75	47	8	100	92	22	30	8	18	61	43	34	46	12	50	50	5	81	76		
8	22	59	37	22	40	18	32	76	44	34	91	57	22	71	49	16	50	34	20	42	22	28	50	22	16	44	28	50	50	8	39	31		
9	12	32	20	16	18	2	28	72	44	28	58	30	26	86	60	20	42	22	00	80	80	16	51	35	30	40	10	50	50	5	43	38		
10	14	59	45	4	34	30	26	70	44	24	91	67	28	100	72	12	44	32	4	92	88	12	100	88	4	100	96	50	50	2	96	94		
11	10	100	90	4	26	22	38	42	4	50	91	41	28	75	47	4	50	46	38	86	48	18	46	28	22	40	18	50	50	15	28	13		
12	16	61	45	6	34	28	30	40	-10	18	30	12	24	44	20	16	30	14	22	46	24	12	57	45	22	40	18	75	75	5	65	60		
13	18	61	43	12	46	34	96	98	2	57	89	32	44	92	48	8	50	42	10	96	86	12	100	88	30	100	70	75	75	10	100	90		
14	24	59	35	8	40	36	40	44	4	22	81	59	38	56	18	24	100	76	36	80	44	34	50	16	14	24	10	50	50	6	41	35		
15	4	36	32	4	38	34	28	76	48	20	95	75	32	100	68	12	44	32	4	92	88	28	100	72	10	100	90	50	50	5	92	87		
16	20	42	22	20	34	14	32	42	10	38	42	4	16	65	49	24	46	22	28	50	22	0	94	94	24	46	22	50	50	2	50	48		
17	32	57	25	10	34	24	42	46	4	40	91	51	26	58	32	4	50	46	20	71	51	10	94	84	14	100	86	50	50	2	51	49		
18	24	67	43	16	34	18	40	42	2	36	66	30	22	44	22	8	22	14	34	60	26	16	57	41	10	40	30	75	75	5	50	45		
19	10	40	30	10	20	10	34	56	22	20	91	71	28	65	37	24	45	71	20	80	60	10	66	56	20	56	36	50	50	5	66	61		
20	6	42	36	14	38	24	32	42	10	24	89	65	34	71	37	28	46	18	24	82	58	14	61	47	4	36	32	50	50	5	50	45		
TOTAL PROM.			799	40.0		460	23.0		402	20.1		927	46.4		779	39.0		779	39.0		1000	50.0		1172	58.6		665	33.3		1085	54.3		1083	54.2

CURSO DE QUIMICA ASISTIDO POR COMPUTADOR QUIMAC RESULTADOS DE LAS PRUEBAS DE EVALUACION POR MODULO GRUPO CONTROL

No. del Estud.	ESTRUCTURA MATERIA		ENLACE QUIMICO		ESTEGUIO METRIA		ESTADOS DE LA MATERIA		SOLUCIONES		TERMO QUIMICA		CINETICA QUIMICA		EQUILIBRIO QUIMICA		ELECTRO QUIMICA		TABLA PERIODICA		GLOBAL DEL CURSO												
	Pre	Post Gan.	Pre	Post Gan.	Pre	Post Gan.	Pre	Post Gan.	Pre	Post Gan.	Pre	Post Gan.	Pre	Post Gan.	Pre	Post Gan.	Pre	Post Gan.	Pre	Post Gan.	Pre	Post Gan.											
1	14	67	53	26	60	34	36	96	60	38	92	44	30	66	36	28	82	54	24	80	56	12	56	54									
2	42	51	9	0	38	38	46	96	50	26	65	39	22	100	78	8	80	72	20	57	37	12	63	51	26	90	64	100	100	7	81	74	
3	0	61	61	8	45	37	40	90	50				20	68	48	4	72	68	10	24	14	0	65	65	0	84	84	100	100	10	77	67	
4	20	88	68	20	40	20	40	88	48	0	65	65	20	88	68	20	65	45	26	65	39	0	65	65	16	42	26	50	50	12	80	68	
5	14	63	49	10	24	14	0	34	34	18	80	62	20	44	24	10	84	74	22	75	53	14	18	4	10	80	70	100	100	12	52	40	
6	6	51	45	14	44	30	30	36	6	28	67	39	6	40	36	4	24	20	16	74	58	12	75	63	10	100	90	75	75	7	82	75	
7	26	96	70	0	32	32	32	96	64	28	57	29	30	100	70	26	78	52	10	78	68	20	94	74	14	100	86	100	100	5	80	75	
8	20	44	24	24	34	10	38	88	50	8	92	84	34	80	46	14	66	52	10	61	51	4	40	36	24	90	66	50	50	4	71	67	
9	8	36	28	16	40	24	20	36	-16	16	46	10	14	22	8	10	30	20	6	57	51	0	70	70	10	60	50	100	100	2	42	40	
10	6	34	28	12	20	8	38	50	12	8	44	36	0	40	40	4	69	65	0	40	40	0	65	65	0	50	50	100	100	5	50	45	
11	38	61	23	0	34	34	28	52	24	40	40	0	18	34	16	8	30	22	10	18	8	4	4	0	16	22	6	50	50	10	68	58	
12	6	55	49	0	28	28	36	48	12	22	67	45	4	28	24	4	49	45	0	35	35	8	38	30	0	20	20	100	100	5	42	37	
13	8	56	48	10	22	12	28	81	53	38	67	29	16	64	48	4	69	65	0	65	65	0	95	95	6	100	94	100	100	2	77	75	
14	20	81	61	12	50	38	38	96	58	36	96	60	30	90	60	16	80	64	26	96	70	12	94	82	24	96	72	50	50	10	67	57	
15	14	57	43	8	40	32	28	40	12	8	57	49	30	52	22	8	60	52	16	65	49	6	75	69	16	98	82	100	100	10	73	63	
16	14	55	41	10	34	24	20	68	48	8	88	80	0	48	48	6	36	30	12	67	55	10	74	64	6	54	48	75	75	2	66	62	
17	8	32	24	4	36	32	38	68	30	18	55	37	24	90	66	20	76	36	12	92	80	4	49	45	24	34	10	100	100	5	76	71	
18	0	50	50	28	30	2	40	80	40	32	82	50	28	96	68	26	82	56	36	80	44	30	90	60	26	84	58	100	100	10	75	65	
19	6	52	46	12	55	43	38	90	52	22	90	68	32	96	64	16	94	78	20	96	76	28	76	48	0	80	80	50	50	2	56	54	
20	18	59	41	0	26	26	36	92	56	34	71	37	20	32	12	20	42	22	4	65	61	22	92	70	10	10	0	75	75	2	48	46	
21	4	46	42	10	51	41	38	48	10	30	67	37	32	51	19	14	80	66	10	50	40	0	46	46	6	54	48	75	75	4	59	45	
22	20	60	40	24	26	2	30	76	46	30	67	37	26	56	30	8	49	41	0	36	36	0	50	50	12	82	70	50	50	10	75	65	
TOTAL PROM.		943	429		561	256		831	37.8		947	45.1		931	42.3		1099	50		1086	49.4		1205	54.8		1240	56.4		1775	80.7		1303	59.2

Es importante determinar la calidad del material, bajo la óptica de los estudiantes por cuanto el material fue elaborado para ellos y además serán sus usuarios en el futuro.

Para este efecto, se realizó en la última sesión de clase un sondeo de opinión en el cual cada estudiante del Grupo Prueba calificada módulo a módulo del Software que tuvieron ocasión de interactuar.

Del cuadro No. 7 se extrae la siguiente información:

a. El curso completo QUIMAC les pareció *muy bueno* al 70% de los estudiantes y *bueno* al

30%. Lo cual nos da una primera idea del grado de aceptación que se tuvo con el Software QUIMAC.

b. Las calificaciones módulo por módulo arrojan claridad de que el Software sí es de alta aceptación, por cuanto la mayoría de los módulos fluctúan en su evaluación entre *muy bueno* y *bueno*.

c. El módulo más dicutible para ellos es el correspondiente a Cinética Química cuya evaluación es dispersa, pero con alto valor en el ítem *bueno*.

CUADRO No. 7

SOFTWARE QUIMAC - SONDEO DE OPINION

Señor usuario favor califique cada módulo según su criterio, señalando con X la opción seleccionada					
MODULO	Muy Bueno	Bueno	Satisf.	Regular	Malo
ESTRUCTURA DE LA MATERIA	52.6%	36.4%	5.5%	5.5%	
ENLACE QUIMICO	50%	30%	20%		
ESTEQUIOMETRIA	45%	40%	15%		
SOLUCIONES	50%	50%			
ESTADOS DE LA MATERIA	55%	40%	5%		
TERMOQUIMICA	40%	30%	30%		
CINETICA QUIMICA	30%	40%	15%	10%	5%
EQUILIBRIO QUIMICO	45%	45%	10%		
ELECTROQUIMICA	50%	30%	15%	5%	
TABLA PERIODICA	60%	35%	5%		
QUIMAC	70%	30%			

Los estudiantes agregaron las siguientes opiniones:

- a. El curso de Química fue llevado de una manera muy novedosa.
- b. El Software viene elaborado en términos muy claros y sencillos.
- c. Su manipulación es fácil y muy entretenida.
- d. Algunos estudiantes mostraron inquietud sobre la necesidad de complementar por lo menos con una clase teórica dictada por el profesor.

También los estudiantes de ambos grupos respondieron una prueba global del curso con sus respectivos pretest y postest basados en el objetivo terminal del curso.

Estos test generales de aprendizaje cognitivo dan la ganancia de aprendizaje propiciada por todo el curso.

## ANÁLISIS PRELIMINAR DE LAS PRUEBAS DE EVALUACION

### I. ASPECTOS

El análisis de los resultados de las pruebas de evaluación se basa en tres aspectos:

1. La prueba de entrada o pretest trata de medir el nivel inicial con el cual un estudiante emprende la tarea de ejecutar un programa.

2. La prueba final o postest a su vez, trata de medir el nivel final del estudiante después de ejecutar esa tarea.
3. La ganancia neta adquirida es la diferencia entre lo que terminó conociendo (postest) y lo que conocía (pretest).

Esta ganancia neta, en otros términos, es lo que se aprendió.

En el cuadro de las cuantificaciones de las pruebas de evaluación están discriminados para cada módulo, el pretest, postest y la ganancia.

### II. GANANCIAS

Con respecto a la ganancia se consideran varias oportunidades (**Cuadro No. 8**):

1. Cuando los valores del pretest y postest son bajos, hay ganancia baja. Lo cual indica que el estudiante conocía poco y comprendió poco.
2. Cuando tanto los valores del pretest y del postest son altos hay ganancia baja. Lo cual indica que el estudiante conocía mucho y poco le aportó el proceso.

Muy poco se aprende cuando se conoce mucho sobre un tema.

CUADRO No. 8

POSTEST	Relación	PRETEST	GANANCIA
Alto Resultado	$\geq$	Alto Resultado	Bajo
Bajo Resultado	$\leq$	Bajo Resultado	Bajo
Resultado	$=$	Resultado	No hay
Resultado	$=$	Resultado	Negativa
Resultado	$\gg$	Resultado	Alta

- 
3. Cuando el pretest tiene un valor bajo y el postest un valor alto, hay una ganancia significativa. Lo cual indica que el estudiante conocía poco y se benefició de la tarea.

Mucho aprende aquel que emprende y ejecuta la acción de aprender cuando conoce poco.

4. Cuando el valor del pretest es mayor que el valor del postest. La ganancia da un valor negativo, vale decir, lo poco que se conocía se perdió, porque se compilaron las acciones y/o se confundieron los términos. Este caso sucede muy poco.
5. Cuando los resultados de ambas pruebas son iguales, altos abajos, no hay ganancia.

Si se analiza el cuadro de las cuantificaciones se encuentra que existen todas las variantes a excepción de ganancias negativas, caso 4.

El caso más abundante es aquel donde la ganancia va de baja, mediana a alta, valores observables en los ítems de ganancia de cada módulo.

En los cuadros para ambos grupos, los resultados arrojan ganancias significativas, que dan una idea global de los logros obtenidos por los estudiantes en ambos métodos de aprendizaje, el tradicional -Grupo Control- y la individualizada -Grupo Prueba.

### III. GANANCIA NETA PROMEDIO

Es interesante observar las ganancias promedio para cada módulo, contrastadas con el orden de ejecución académica durante el semestre de los mismos módulos.

Se desprende de este análisis que las ganancias fluctúan acorde con el período en el cual se realizaron:

1. Hay ganancias muy significativas en los módulos en los cuales el estudiante no está sujeto a la presión de exámenes parciales de otros cursos y del propio.
2. Hay disminución en las ganancias de los módulos en los cuales el estudiante está bajo la presión académica de trabajos y exámenes.

Estas fluctuaciones son más pronunciadas en el Grupo Prueba que en el Grupo Control y podría deberse a:

1. Que el Grupo Prueba trabajando en su aprendizaje individualizado no tiene mucho tiempo para continuar estudiantes extra-clase, pues requiere invertirlo en el apremio y exigencia de otras materias.
2. Que el Grupo Control recibe más acontecimientos didácticos sin esfuerzos de su parte y no requiere invertir tiempo en su aprendizaje.

Atribuibles también estas fluctuaciones a que el estudiante no está acostumbrado a trabajar individualmente y su método de estudio le impide realizar sus metas y no está orientado para organizar su horario disponible sistemáticamente hacia la búsqueda del conocer y aprender, ya que trae una costumbre de estudio viciada y arraigada desde sus primeros años en la incursión del aprendizaje.

En la **Gráfica No. 3** para ambos grupos se observa la ganancia neta promedio donde se observan estas fluctuaciones.

Este promedio está en la parte inferior del cuadro de las cuantificaciones de las pruebas de evaluación.

### IV. GANANCIA GLOBAL DEL CURSO

Los estudiantes de ambos grupos respondieron el respectivo pretest y postest global sobre el curso, de los cuales su ganancia se extrajo de igual forma.

Al graficar Ganancia Global vs estudiantes se encuentra que:

1. En el Grupo Prueba hay ganancias con valores muy altos sobresalientes y ganancias en general medianas, con fluctuaciones.
2. En el Grupo Control la mayoría de las ganancias van de medianas a ligeramente altas, con fluctuaciones ligeras.

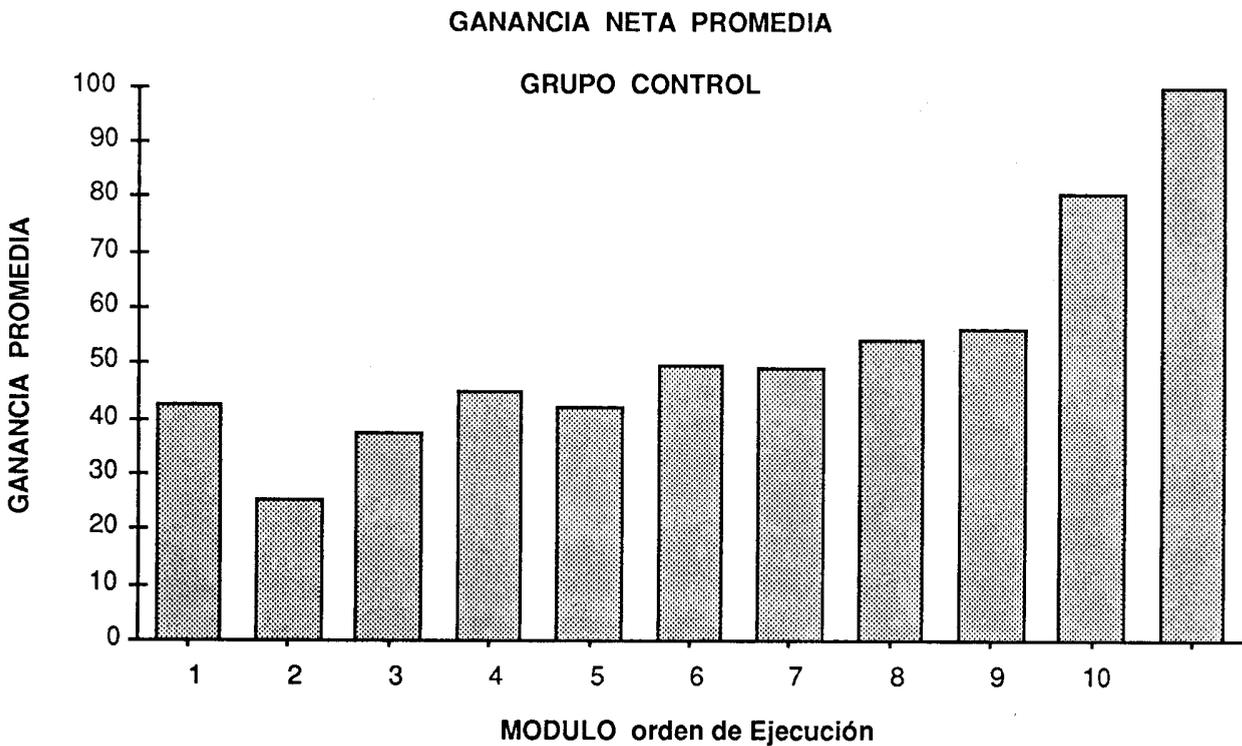
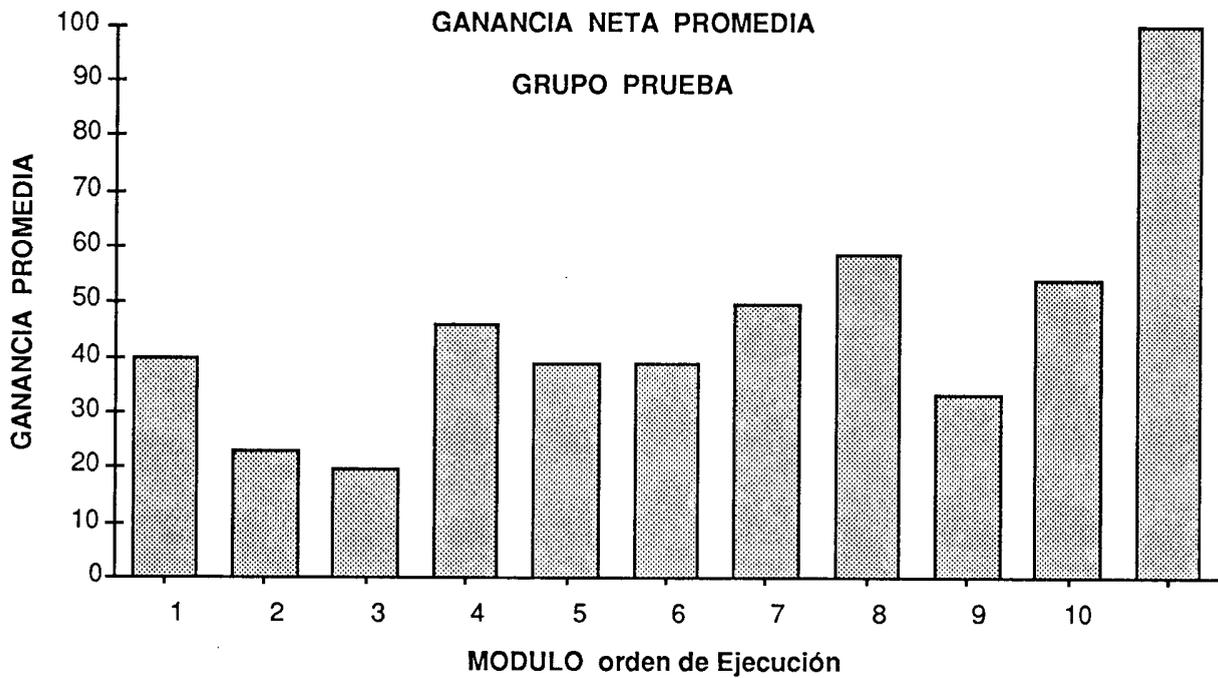
Algo muy importante que se puede extraer de estos resultados es el hecho de que en promedio los valores son muy próximos en ambos grupos.

Promedio Grupo Prueba = 54.2  
Promedio Grupo Control = 59.2

Puede verse que en promedio ambos grupos lograron ganancias netas promedias significativas sobre todo el curso.

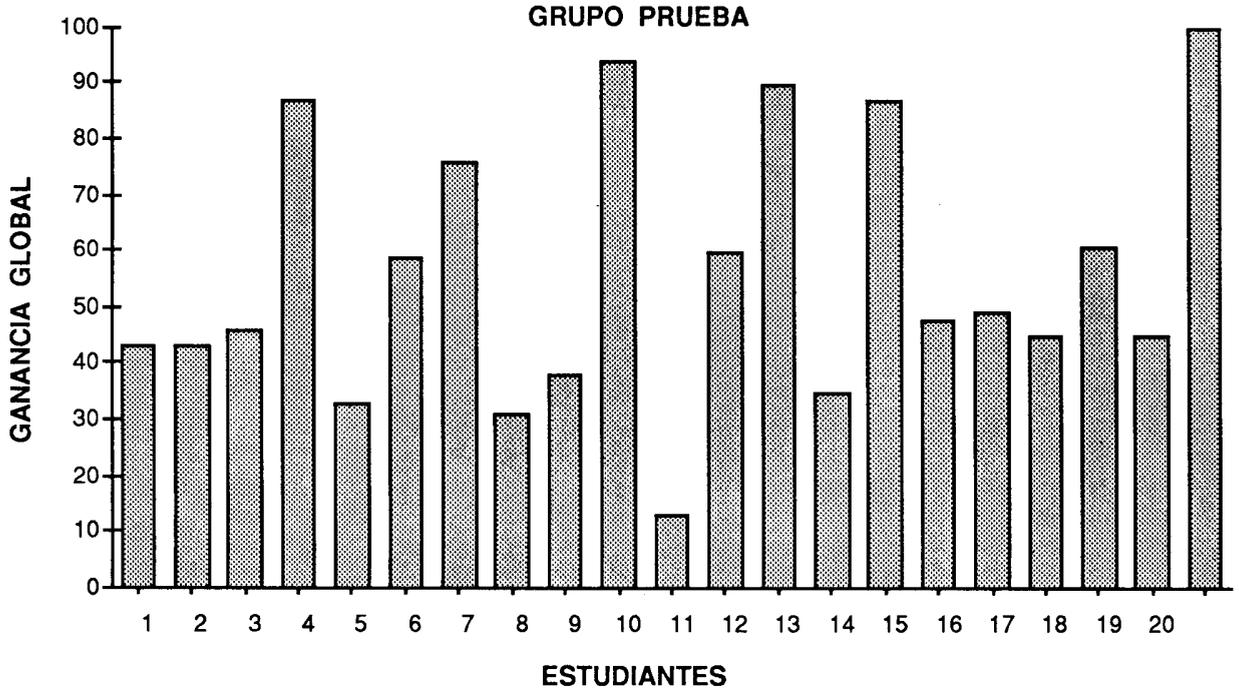
La **Gráfica No. 4** ilustra estas afirmaciones.

GRAFICA No. 3

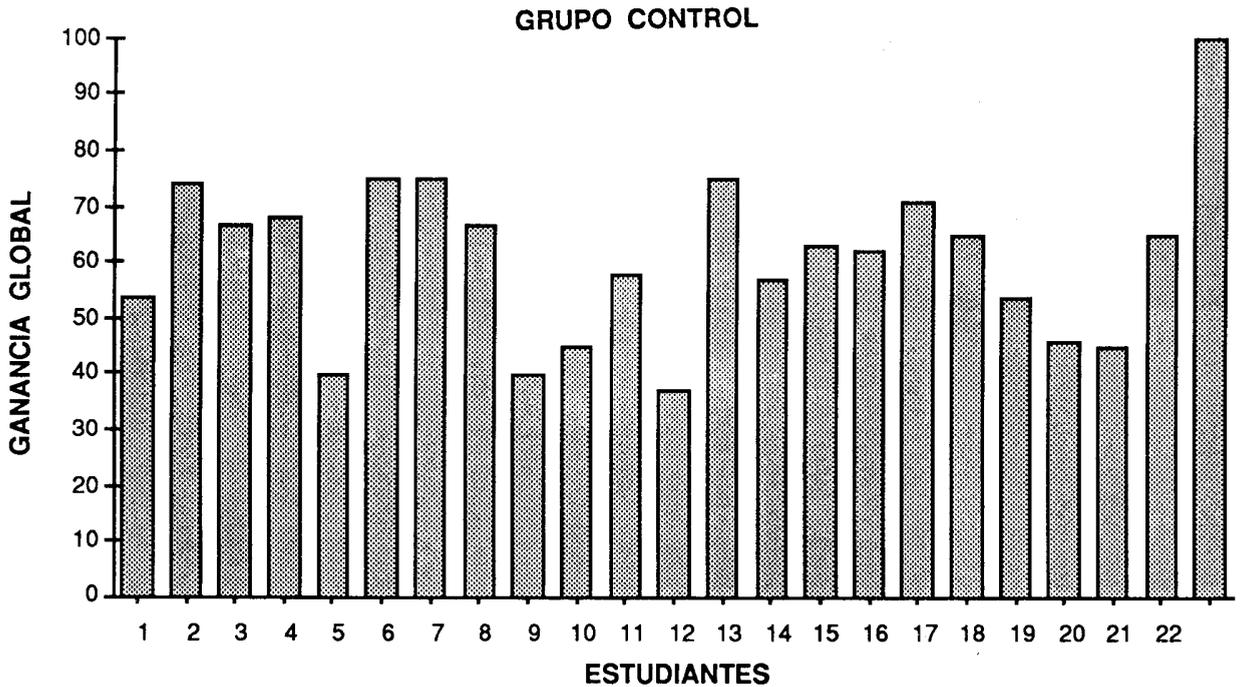


GRAFICA No. 4

PRUEBA DE EVALUACION GLOBAL



PRUEBA DE EVALUACION GLOBAL



---

## CONCLUSIONES

1. Se sometió al proceso de Validación Experimental el Software Educativo del Curso Química General conocido como Química Asistido por Computador -QUIMAC-, con un grupo de estudiantes de Ingeniería.
2. El proceso de Validación Experimental es aplicación de la Tecnología Educativa, garantizando unos logros instruccionales contemplados con antelación en un grupo de estudiantes.
3. El proceso de Validación del Software Educativo QUIMAC demuestra que hay la posibilidad real de aplicación de un curso desarrollado bajo esta modalidad.
4. El Software Educativo en general, es un paquete instruccional operable y de buenos resultados en la búsqueda del mejoramiento del proceso enseñanza-aprendizaje.
5. El tipo de enseñanza individualizada -velocidad autoimpuesta- acorde con este medio permite al estudiante:
  - Avanzar a su ritmo.
  - Autoimposición de velocidad.
  - Establecer metas realistas.
  - Tratamiento privado cuando hayan dificultades.

Y permite al profesor que:

- Desempeñe ampliamente otras funciones: asesorar, investigar, publicar, etc.
- Proporcione menos acontecimientos didácticos a los estudiantes.
- Esté más atento al progreso de sus estudiantes.
- Elabore otros materiales de uso simultáneo al Software.
- Haga correctivos para mejorar el proceso enseñanza-aprendizaje.

6. Demuestra esta Validación Experimental que es posible garantizar la calidad de la instrucción en Química a través de un material autoinstruccionable en el cual se combinan diferentes modelos pedagógicos.
7. Existen diferencias a favor del Grupo Prueba o Experimental en cuanto al esfuerzo por realizar la aprehensión de la temática de Química, sobre los pocos esfuerzos realizados por los estudiantes del Grupo Control.
8. Los participantes del Grupo Prueba evaluaron a QUIMAC mostrando el alto nivel de aceptación calificándolo de muy bueno.

Esta apreciación es vital, dado que los estudiantes serán siempre los usuarios finales a quienes beneficiará este tipo de trabajo.
9. Los beneficios recibidos por los estudiantes del Grupo Prueba son básicamente tres:
  - a. Recibieron el aporte y acontecimientos didácticos en Química.
  - b. Realizaron autoimposición de velocidad y fueron capaces de elaborar consultas, ampliar conceptos y prepararse solos.
  - c. Estuvieron en contacto con los computadores durante mucho tiempo académico.

## BIBLIOGRAFIA

1. Gagné, Robert y Leslie Briggs. La planificación de la enseñanza. Sus principios. Ed. Trillas. 2a. ed. México, 1976, pp. 203-227.
2. Baker, Eva. La evaluación de programas instruccionales, versión E. Universidad de California, Los Angeles. Abril 1974. Universidad Pedagógica Nacional, Departamento de Educación. Simposio de Tecnología Educativa. Bogotá, junio 23 a agosto 1º de 1975.
3. Galvis, Alvaro H. Diseño y evaluación de ambientes de enseñanza-aprendizaje apoyados en material computarizado. U. de A. Facul-

- 
- tad de Medicina. Centro de Tecnología Educativa. Programa de Educación Médica. Informática Educativa, unidad 2. Medellín, junio de 1987.
4. Giraldo de Londoño, Aurora. Validación de un paquete instruccional sobre "diseño de un curso". La variable calidad de la instrucción dentro de un enfoque estructura cognoscitivo. Universidad de Antioquia. Departamento de Educación Médica. Facultad de Medicina, abril de 1987.
  5. Santibañez, Juan Domingo. Evaluación de un diseño instruccional para un curso de evaluación universitario de pregrado. Boletín de Pedagogía Universitaria. Pontificia Universidad Católica de Chile. No. 15, 1982.
  6. Gómez, Jairo y otros. Pautas para el Desarrollo de Software Educativo. IV Encuentro Nacional de Informática Universitaria. Medellín, julio de 1987.