

Estudios originales,
elaborados con el rigor
necesario, sobre algún
aspecto del fenómeno
educativo de la química

El empleo de semi-apuntes en la enseñanza de la Ingeniería*

Armando Rugarcía*

Introducción

El propósito de la investigación reportada en este artículo era comparar el efecto de dos métodos diferentes para manejar semi-apuntes en el aprendizaje de alumnos de ingeniería, inferido de sus calificaciones. En un método se manejaba el pizarrón y en el otro los semi-apuntes impresos.

Implícito en ambos métodos, se maneja la variación de ciertas variables del proceso de enseñanza-aprendizaje como actividad de los estudiantes, realimentación, reforzamiento y uso del tiempo del curso, en un ambiente de clase expositiva.

Las semi-notas son una clase de "apuntes" parciales programados para que los alumnos los completen por sí mismos durante la clase. La idea básica es que los semi-apuntes ahorran tiempo de clase para dedicarlo a actividades que en principio mejoran el aprendizaje de los alumnos.

Durante los últimos veinte años, muchos profesores de ingeniería han estado tratando de mejorar su enseñanza o de hacerla más eficaz. Sin embargo, la clase expositiva permanece como el método de enseñanza más difundido, creando una gran controversia acerca de su eficacia en la promoción del aprendizaje de los alumnos.

En la Universidad Iberoamericana, no obstante los módulos de clase son de dos horas, la clase expositiva se usa en aproximadamente el 90% de los cursos según estudios realizados en 1976 y 1984.

La experiencia del autor y sus estudios en educación lo llevaron a desear lograr un mejor aprendizaje en sus alumnos de ingeniería sobre todo en lo referente a solución de problemas. Un aspecto que parecía innecesario era la pérdida de tiempo de los alumnos en tomar apuntes, generalmente sin reflexionar sobre ellos. Esta situación se agravaba al constatar que lo que aprendían los estudiantes mexicanos sobre un curso lo hacían prácticamente en el salón de clase.

El salón de clases es una especie de altar de conocimiento, por desgracia, de memoria. En 1980 por ejemplo, el plan de

estudios de Ingeniería Química en México tenía casi el doble de horas de clase que el correspondiente en los EUA.

Ante este panorama, el uso de semi-apuntes parecía una buena medida para mejorar la eficiencia del aprendizaje de los alumnos. Más específicamente, se trató de comprobar cuál de dos métodos para manejar semi-apuntes, rendía mejores resultados en el aprendizaje de solución de problemas de los alumnos medido por sus calificaciones. Con base en la revisión de la literatura técnica al respecto se decidió realizar una investigación experimental grupal. Aplicando la experimentación a dos grupos se usaron:

a) Semi-apuntes en el pizarrón (SAP): En este método el profesor presenta el material del curso usando al pizarrón como medio para transmitir los semi-apuntes. Se permitía hacer preguntas. Algunos problemas "tipo" fueron resueltos en clase. Los alumnos debían resolver cierta tarea fuera de clase después de estudiar sus apuntes o leer parte de un libro o artículo.

b) Semi-apuntes impresos (SAI): En este método, los semi-apuntes impresos se repartían a los alumnos al principio de la clase. El profesor usaba acetatos junto con los semi-apuntes impresos. Se permitían preguntas en clase y los alumnos debían estudiar los semi-apuntes ya completos, leer un texto o artículo y hacer cierta tarea. Problemas "tipo" estaban impresos.

El efecto de los dos métodos de enseñanza o de manejo de semi-apuntes en el aprendizaje de los alumnos de ambos grupos se comparó por medio de las siguientes hipótesis estadísticas:

1. No hay diferencia en las calificaciones finales entre los alumnos de ambos grupos.
2. No hay diferencia entre las calificaciones de los exámenes parciales de los alumnos de ambos grupos.

Se empleó un análisis estadístico de covariancia para probar las dos hipótesis de este análisis, permitiendo cancelar el efecto de variables independientes ajenas sobre la variable dependiente.

En los próximos apartados se describe el experimento realizado, se reportan y analizan los resultados, y se obtienen conclusiones.

Descripción de la investigación

Después de revisar la literatura sobre semi-apuntes, solución de problemas e Instrucción Programada (consultar Rugarcía, 1991) se procedió a establecer el diseño experimental para esta investigación, es decir, las variables a estudiar en relación a las hipótesis establecidas, los sujetos experimentales, el diseño de los semi-apuntes, la forma como se tomaron los datos y la descripción del curso.

Recibido: 28 de mayo 1993; Aceptado: 16 de agosto 1993.

* UIA Golfo-Centro.

Este escrito corresponde a la síntesis del proyecto de investigación que llevó a cabo el autor para optar y eventualmente obtener el grado de Doctor en Educación con especialidad en "Enseñanza de la Ingeniería". Este proyecto se realizó de 1981 a 1986 en la UIA-México después de haber completado los cursos curriculares del programa mencionado en la Universidad de Virginia del Oeste en los EUA.

El diseño experimental fue establecido para comparar dos métodos de manejo de semi-apuntes. Cada método se usó en un grupo por un semestre. En un método se usó el pizarrón como medio para presentar los semi-apuntes (SAP) y en el otro se usaron semi-apuntes impresos (SAI).

Variables

La variable independiente principal fue el método usado para presentar los semi-apuntes.

No se encontró reportada ninguna experiencia del uso de semi-apuntes en estudiantes mexicanos, por tal motivo es difícil suponer que un método es mejor que otro. Sin embargo, la inercia de la enseñanza tradicional, tendería a favorecer el manejo de semi-apuntes por medio del pizarrón. No obstante esta situación, algunos psicólogos educativos pensaban que los semi-apuntes impresos podrían llevar a mejorar el aprendizaje y por ende las calificaciones de los alumnos.

Cuatro variables independientes más fueron registradas y analizadas:

- Promedio general del alumno (X_1) ,
- carga académica (X_2) ,
- empleo extrauniversitario (X_3) y
- las calificaciones promedio en los pre-exámenes (X_4) .

Su efecto en las calificaciones relacionadas con ambas hipótesis fue establecido y, dependiendo de esto, se determinó la necesidad de manejarlas como covariables. El efecto sobre las calificaciones en ambos grupos de otras posibles variables independientes, como ansiedad a la hora de presentar un examen, interacción fuera de clase, etcétera, fue considerado constante para ambos grupos.

La variable dependiente fue el aprendizaje de los alumnos medido por sus calificaciones. Las calificaciones fueron manejadas como una medida indirecta del aprendizaje de contenidos y desarrollo de habilidades para resolver problemas de los alumnos.

Así, las variables dependientes manejadas fueron dos:

- Calificación final (Y_I) y
- promedio de exámenes parciales (Y_{II}) .

Y_I se calculó considerando: tareas (20%), exámenes parciales (60%), examen final (10%) y juicio del profesor (10%). Y_{II} se obtuvo promediando los tres exámenes mejores de los cuatro exámenes parciales de cada alumno.

Sujetos

Los sujetos de esta investigación fueron dos grupos de alumnos del último año de Ingeniería Química de la UIA que cursaban la materia de Ingeniería en Procesos. Había 8 mujeres y 38 hombres que tenían entre 20 y 26 años. El grupo que usó pizarrón tenía 25 alumnos (Primavera 82) y el otro 21 (Otoño 82).

Diseño de Semi-apuntes

Los semi-apuntes se diseñaron por medio de los lineamientos siguientes:

a) Se probaron durante un semestre, se evaluaron y se modificaron de acuerdo a las observaciones del profesor y las sugerencias de los alumnos.

b) Se incluyeron preguntas para clarificar un concepto y problemas para manejar conceptos y desarrollar habilidades intelectuales.

c) Se buscó que cada pregunta o problema fuera un reto razonable para el alumno que debía ser capaz de resolver después de la explicación del maestro.

d) Se favoreció el uso del pizarrón o de acetatos para "dosificar" conceptos o modelar la solución de problemas contenidos en los semi-apuntes.

e) Se persiguió que parte de los semi-apuntes fueran abiertos, para estimular la interacción entre los estudiantes y entre el profesor y los alumnos.

El contenido de los semi-apuntes usados en ambos grupos era el mismo. Un par de páginas de los semi-apuntes se muestran en el apéndice 1.

Tratamiento

La investigación fue conducida como se muestra a continuación:

Actividad	Otoño 81	Primav. 82	Otoño 82
Diseño de Materiales	X	X	
Prueba de Materiales	X	X	
Curso con SAP		X	
Curso con SAI			X
Colección de datos	X	X	X

El curso de Ingeniería de Procesos fue reestructurado completamente, teniendo en cuenta la experiencia de los cinco años anteriores que se había impartido y el hecho de esta investigación.

Los objetivos del curso se restablecieron y se expresaron en términos observables para las cinco partes del curso. En el apéndice 2 se muestra una parte de los objetivos del curso.

El profesor fue el mismo durante toda esta investigación. Se intentó ser lo más objetivo posible en cuanto a estimular el aprendizaje de los alumnos independientemente de la etapa de la investigación en la que se estuviera. El tiempo de preparación de la clase para los dos semestre del experimento en sí, fue el mismo. Los semi-apuntes ya estaban diseñados cuando se usaron.

Los pre-exámenes fueron aplicados antes de iniciar cada una de las cinco partes del curso. El mismo pre-examen fue aplicado a ambos grupos. El profesor estuvo presente en todos los pre-exámenes y el tiempo para su contestación fue el mismo para ambos grupos.

Las clases fueron dos veces por semana, lunes y jueves de 9:00 a 11:00 hrs. Se usó el mismo tamaño de salón y se tuvo el mismo número de sesiones de clase en ambos semestres.

Tabla 1. Datos de los alumnos

Promedio Global (X ₁), %		Carga Académica (X ₂), créditos		Empleo (X ₃), Hrs/sem		Promedio Preexámenes (X ₄), %	
SAP*	SAI*	SAP*	SAI*	SAP*	SAI*	SAP*	SAI*
78.5	85.9	52	48	0	0	35.0	33.3
82.9	94.7	52	54	8	16	41.7	30.0
92.4	94.6	52	54	0	0	62.5	30.0
84.1	76.1	48	52	0	22	50.0	35.0
76.5	81.4	24	58	25	0	40.0	36.7
87.0	91.9	52	42	0	20	50.0	32.5
74.5	76.8	46	48	0	0	36.7	30.0
83.1	80.8	52	50	20	0	40.0	40.0
82.5	79.1	52	54	0	0	43.3	45.0
75.1	87.6	16	52	48	12	36.0	50.0
74.9	78.6	16	48	40	0	47.5	15.0
87.6	74.1	52	54	0	0	45.0	36.7
86.6	82.2	52	50	0	0	67.5	37.5
80.1	83.8	54	50	0	0	45.0	36.7
83.1	73.2	44	48	16	0	41.7	47.5
76.5	83.5	48	40	0	6	40.0	36.7
77.9	85.9	50	34	4	12	48.3	35.0
84.3	76.0	52	54	6	0	53.3	35.0
77.0	81.3	54	44	0	20	25.0	45.0
78.4	79.4	48	52	0	10	40.0	40.0
74.1	76.6	52	54	28	0	32.5	47.5
82.0		54		0		46.7	
86.1		52		10		53.3	
75.6		52		0		31.7	

* SAP: Semi-apuntes en pizarrón.
* SAI: Semi-apuntes impresos.

Los problemas de tarea fueron resueltos por el profesor en clase el mismo día en que eran entregados por los alumnos. Los problemas de tarea se calificaban por un ayudante del profesor con base en la solución del profesor y en dos tareas corregidas por el profesor; se regresaban a los alumnos para su realimentación en la clase siguiente. El mismo tipo de problemas de tarea se asignó a ambos grupos. No se dejaron los mismos problemas de tarea a ambos grupos para evitar que se pasaran las soluciones.

Se planeó manejar la misma cantidad de material en cada sesión del curso. Los alumnos eran responsables de cubrir el material del curso que por falta de tiempo no se cubría en clase.

El curso requirió de cuatro exámenes parciales y un examen final global. El profesor calificó todos los exámenes, se los "prestó" a los alumnos para su realimentación, y los recogió y conservó. Se dio el mismo tiempo para los exámenes en ambos grupos.

No obstante que hubo dos alumnos que reprobaron el curso que usó el pizarrón como vehículo para los semi-apuntes, ambos no repitieron el curso el siguiente semestre, en el que se manejan semi-apuntes impresos.

Los semi-apuntes impresos se entregaban a los alumnos al inicio de cada sesión de clase y se iban trabajando de manera sistematizada en el grupo. El otro grupo, en el que se usó el pizarrón como medio, se iban trabajando los mismos semi-apun-

tes, pero en el pizarrón.

Se diseñaron más de cien acetatos para manejarse junto con los semi-apuntes en ambos grupos.

Datos y mediciones

Tres tipos de datos fueron tomados: características de los alumnos (promedio global, carga académica, empleo y promedio de los pre-exámenes) y cambios en los estudiantes durante el curso (calificaciones, actitudes).

Los datos que tipifican a los alumnos de ambos grupos se muestran en la Tabla 1. Los datos de las calificaciones de los alumnos obtenidas durante el curso se muestran en la Tabla 2.

Al final del curso, después de que se entregaron sus notas finales, los alumnos completaron una forma de evaluación del curso incluyendo el método. Esta forma se muestra en el apéndice 3.

Análisis de resultados

En este apartado se describe en forma sintética el análisis de datos y resultados. Una ampliación mayor de este asunto se encuentra en la tesis referida (Rugarcía, 1991).

Análisis de datos

Dos tipos de datos fueron analizados: aquellos que servían para probar las dos hipótesis de esta investigación mencionadas en la introducción, y las opiniones y actitudes de profesor y alumnos sobre el desarrollo del curso.

Para determinar si el promedio general de los alumnos X₁, la carga académica X₂, el empleo de los estudiantes X₃, y el promedio de los pre-exámenes X₄, tenían algún efecto en las variables dependientes Y₁ y Y₁₁, y por tanto tendrían que manejarse como covariables o no, se realizó un análisis de correlación.

Se usó el modelo general lineal para realizar el análisis de covariancia (Ott, 1977).

$$Y = \beta_0 + \beta_1 X_1^a + \beta_2 X_2^b + \dots + \beta_k X_k^m + \epsilon$$

que relaciona las variables independientes X₁, X₂,..., X_k con la variable dependiente Y. β₀, β₁, ..., β_k son parámetros desconocidos y ε es el error experimental aleatorio con E(ε) = 0. Para establecer los exponentes a, b, ..., m que dependen de la situación experimental, se pueden emplear gráficas de Y_i vs. X_j.

El modelo general lineal para una investigación con observaciones múltiples en forma matricial se representa:

$$\begin{bmatrix} Y_1 \\ Y_2 \\ \cdot \\ \cdot \\ \cdot \\ Y_n \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & X_{11} & \dots & X_{1k} \\ 1 & X_{21} & \dots & X_{2k} \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ 1 & X_{n1} & \dots & X_{nk} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \beta_0 \\ \beta_1 \\ \cdot \\ \cdot \\ \cdot \\ \beta_k \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \epsilon_0 \\ \epsilon_1 \\ \cdot \\ \cdot \\ \cdot \\ \epsilon_k \end{bmatrix}$$

TABLA 2. CALIFICACIONES DE ALUMNOS

Promedio de exámenes parciales Y_{II}		Calificación de Examen final Y_f		Calificación Final Y_I	
SAP*	SAI*	SAP*	SAP*	SAP*	SAI*
63.5	81.8	47	82	68	85
73.3	80.5	59	86	75	88
91.3	85.8	83	74	88	87
78.0	64.8	62	60	79	72
65.8	76.8	40	57	64	74
75.8	88.0	58	61	74	85
70.8	59.5	47	43	68	60
75.3	65.5	58	61	75	74
66.8	71.5	68	51	73	75
56.8	87.8	50	84	55	83
59.3	70.3	60	58	50	75
75.8	73.0	80	28	77	73
85.8	76.3	80	66	81	79
69.0	78.5	80	86	72	83
84.5	61.3	80	40	77	57
77.5	68.3	80	56	74	65
67.5	73.8	50	66	59	78
69.0	69.3	80	51	68	74
62.0	64.5	80	59	66	70
66.3	59.5	60	58	67	65
69.0	66.5	70	42	68	73
73.0		70		71	
72.5		80		78	
71.0		80		72	

* SAP: Semi-apuntes en pizarrón. Sólo 24 de 25 alumnos terminaron el curso.

* SAI: Semi-apuntes impresos.

Si la matriz: $\beta = \begin{bmatrix} \beta_0 \\ \beta_1 \\ \cdot \\ \cdot \\ \cdot \\ \cdot \\ \beta_k \end{bmatrix}$

representa la estimación de los parámetros del modelo general lineal por mínimos cuadrados, su valor se puede estimar por medio de la matriz:

$$\beta = (X'X)^{-1} X'Y$$

El análisis estadístico de covarianza es un procedimiento para comparar medios de tratamientos experimentales que combina características del análisis de variancia y regresión, y permite cancelar el efecto de una o varias variables independientes cuantitativas en la variable dependiente.

El modelo general lineal para dos tratamientos (grupos experimentales) y sólo una covariable es:

$$Y = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \beta_3 X_1 X_2$$

donde $X_1 =$ covariable
 $X_2 = 1$ si tratamiento 2
 $X_2 = 0$ si tratamiento 1

La opinión de los alumnos sobre el curso se obtuvo por medio del cuestionario de 32 preguntas, cinco de ellas abiertas, que se muestra en el apéndice 3.

La opinión del profesor sobre el desarrollo del curso se fue obteniendo a lo largo del semestre.

Pasemos ahora a revisar los resultados estadísticos y no estadísticos de esta investigación.

Resultados estadísticos

De las gráficas de las variables independientes X_1 a X_5 contra las variables dependientes Y_I y Y_{II} se concluye que hay una relación lineal entre ellas, por tanto los reportes de las variables del modelo general lineal son unitarios. Por tanto, el modelo para probar los dos tipos de hipótesis es:

$$Y = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \dots + \beta_6 X_1 X_5 + \dots + \beta_9 X_4 X_5$$

donde $X_1 =$ Promedio general de alumnos.
 $X_2 =$ Carga académica (créditos).
 $X_3 =$ Empleo de alumnos (hrs./semana).
 $X_4 =$ Promedio de los pre-exámenes (%).
 $X_5 =$ Método usado: SAP (0) ó SAI (1).

Del análisis de correlación sobre los modelos para Y_I (calificación final) y Y_{II} (promedio de exámenes parciales) en función de $X_i (i = 1, 2, \dots, 5)$, por medio del programa estadístico elaborado y validado por el Centro de Cómputo de la UIA, se puede concluir que X_i es la única variable que afecta significativamente tanto a Y_I como a Y_{II} para un nivel de significación α de 0.05. Los mismos resultados se obtienen para $\alpha = 0.01$. Por consiguiente el modelo para probar las dos hipótesis es:

$$Y_j = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_5 X_5 + \beta_6 X_1 X_5$$

y el modelo reducido empleado como complemento para probar las hipótesis es:

$$Y_j = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_5 X_5$$

Esto significa que con el promedio global del alumno (X_1) y el tipo de método (X_5) es posible predecir las calificaciones finales (Y_I) y el promedio de exámenes parciales (Y_{II}) con un coeficiente de correlación de 0.7896 para Y_I y 0.756 para Y_{II} . Ver tablas 3 y 4.

De la tabla 3 se concluye que para la hipótesis 1:

Semi-apuntes en pizarrón: $Y_I = -22.77 + 1.16 X_1$

Semi-apuntes impresos: $Y_I = -19.89 + 1.16 X_1$

Es decir, el empleo de semi-apuntes en pizarrón o de semi-apuntes impresos afecta la calificación final. De hecho usando

Tabla 3. Resultados del análisis de covariancia para el modelo: $Y_I = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_5 X_5 + \beta_6 X_1 X_5$

MODELO	SOURCE	D.F.	SUM SQUARES	MEAN F VALUE	PROB.>F	R	B VALUE	T	PROB.>T
COMPLETE	REGRESSION	3	2 020.75	676.25	22.623	8.41E-09	0.7896		
	ERROR	41	1 225.56	29.89					
	TOTAL	44	3 254.31						
	INTERCEPT						-33.31109	-1.8	0.0358
	X _i						1.2873	5.639	8.65E-09
	X ₅						21.2114	0.865	0.1935
	X _i X ₅						-0.2261	-0.75	0.226
REDUCED	REGRESSION	2	2 011.85	1 005.93	34	1.65E-09	0.7863		
	ERROR	42	1 242.46	29.58					
	TOTAL	44	3 254.31						
	INTERCEPT						-22.77	-1.9	0.02289
	X _i						1.157	7.83	2.47E-15
	X ₅						2.814	1.722	0.0426

semi-notas impresas se aumentan 0.59 unidades de desviación estándar en el modelo reducido, lo que significa que el uso de semi-apuntes impresos mejora significativamente las calificaciones finales de los alumnos. En especial se mejoraron tanto las calificaciones en tareas como en la participación en el curso.

Similarmente, de la tabla 4 se concluye que para la hipótesis 2:

$$\text{Semi-apuntes en pizarrón: } Y_{II} = -20.917 + 1.145X_1$$

$$\text{Semi-apuntes impresos: } Y_{II} = -20.917 + 1.145X_1$$

Esta situación indica que los resultados para la hipótesis 1 y la 2 no son los mismos. De hecho son opuestos, ya que los semi-apuntes impresos mejoran las calificaciones finales de los alumnos, pero no el promedio de los exámenes parciales.

Estos resultados opuestos podrían ser explicados por las siguientes situaciones:

a) "La calificación de los exámenes pudo no haber sido consistente para los dos grupos". Esta posible explicación de los resultados se comprobó graficando Y_I vs. Y_{II} . Como hay una tendencia similar en los datos graficados para ambos grupos, parece que hay una buena consistencia en la calificación de los exámenes. Adicionalmente, se seleccionaron al azar diez exámenes de cada uno de los grupos y se le dieron al ayudante del profesor para su calificación. Todas sus calificaciones fueron las mismas que las que puso el profesor menos en un examen. Lo

anterior implica que la calificación de exámenes de ambos grupos fue consistente.

b) "Los alumnos se acostumbraron a usar los semi-apuntes a medida que avanzó el semestre". Esto fue comprobado por medio de un análisis de covariancia entre cada calificación de examen con el promedio global (X_1) como covariable y el método usado (X_5) como variable independiente. Los resultados de este análisis se encuentran reportados (Rugarcía, 1991 pp. 71-74). De aquí se concluye que los alumnos no mejoran sus calificaciones en exámenes parciales a medida que avanza el semestre y por tanto no mejora su manejo de los semi-apuntes.

c) "El programa empleado para realizar el análisis estadístico estaba equivocado". Se realizó un análisis estadístico empleando la distribución t de Student. Se obtuvieron los mismos resultados que empleando el modelo general lineal, por tanto el programa empleado estaba correcto.

Por tanto, otras variables no controladas causaron los resultados opuestos. Es probable que los semi-apuntes impresos sean adecuados para cubrir ciertos objetivos del curso pero no para otros.

Diferencias administrativas

Con el empleo de semi-apuntes impresos se necesita menos tiempo de clase para cubrir los objetivos del curso. En el grupo que uso semi-apuntes en el pizarrón los alumnos cubrieron el 30% de los objetivos del curso fuera de clase.

Actividades de los estudiantes

El grupo que manejó semi-apuntes impresos entregó un 8% más de problemas de tarea que el otro grupo, no obstante le dedicó 13% menos tiempo a la solución de tareas. Esto implica que los semi-apuntes impresos ayudan a los alumnos a resolver los problemas de tarea.

Las reclamaciones o preguntas de los alumnos fuera de clase fueron mayores en el grupo que manejó los semi-apuntes en el pizarrón.

Adicionalmente, los estudiantes del grupo que uso semi-apuntes impresos manifestaron una preferencia marcada por los semi-apuntes. No obstante, el 35% de los alumnos de este grupo comentaron que se podría mejorar el diseño de los semi-apuntes.

Todos los alumnos que trabajaron durante el semestre que se encontraban en el curso con semi-apuntes impresos, comentaron que los semi-apuntes los habían ayudado a salir bien en el curso. Ninguno de los dos grupos resintió el uso de semi-apuntes.

Observaciones del profesor

La habilidad de los alumnos para manejar los semi-apuntes impresos mejoró durante el semestre, lo mismo se puede decir de la habilidad del profesor.

La asistencia a clase fue un 8% mayor en el grupo que uso semi-apuntes en el pizarrón. Es más fácil completar los semi-apuntes impresos fuera de clase que copiar los semi-apuntes tomados por otros alumnos.

Una desventaja de los semi-apuntes es que algunos alumnos tratan de adivinar la respuesta sin entender el concepto o la pregunta.

La motivación de los alumnos en el grupo que usó semi-apuntes impresos fue mucho mayor que en el otro grupo. Esto se debe a que había más tiempo libre para su participación y los semi-apuntes impresos eran una novedad para ellos que implicaba una muestra del esfuerzo del profesor por estimular su aprendizaje.

Alrededor del 25% de los alumnos de ambos grupos no participaban en clase, sin importar lo que el profesor hiciera.

El autor, como profesor, se sintió más a gusto en el grupo que uso semi-apuntes impresos, pues había una mayor interacción con los alumnos.

El tiempo que tardó el profesor en diseñar los semi-apuntes fue de 5 horas por cada hora de clase que representó 4 horas más por cada hora de clase de un curso tradicional. Sin embargo con menores ajustes, los semi-apuntes impresos se pueden usar por varios semestres consecutivos. De hecho, un profesor de recién ingreso a la UIA usó los semi-apuntes impresos desarrollados para enseñar el mismo curso durante la primavera de 1985. Su principal comentario al final del semestre fue: "Uno puede enseñar casi cualquier cosa con este tipo de materiales"

Conclusiones

La conclusión más relevante que de esta investigación se desprende es que lo que el profesor haga en su curso o mejor dicho permita hacer a sus alumnos, hace una diferencia en el aprendizaje. En esta investigación el empleo de semi-apuntes mejoró el aprendizaje de los alumnos reflejado en su calificación final. Los semi-apuntes ayudan a los alumnos a salir mejor en los problemas de tarea y dejan espacio para estimular la actividad del alumno en clase.

Tabla 4. Resultados del análisis de covariancia para el modelo: $Y_{ij} = \beta_0 + \beta_1X_1 + \beta_5X_5 + \beta_6X_1X_5$

MODELO	SOURCE	D.F.	SUM SQUARES	MEAN VALUE	F VALUE	PROB>F	R	B VALUE	T	PROB>T
COMPLETE	REGRESSION	3	2 020.75	676.25	22.623	8.41E-09	0.7896			
	ERROR	41	1 225.56	29.89						
	TOTAL	44	3 254.31							
	INTERCEPT							-24.3671	-1.26	0.1037
	X _i							1.1873	4.977	320000
	X ₅							5.5301	0.216	0.415
	X _i X ₅							-0.074	0.24	0.407
REDUCED	REGRESSION	2	1 783.98	891.99	27.95	1.9E-08	0.755			
	ERROR	42	1 340.3	31.99						
	TOTAL	44	3 124.28							
	INTERCEPT							20.917	-1.68	0.0466
	X _i							1.145	7.458	4.42E-14

Los semi-apuntes ayudan a cubrir ciertos objetivos de un curso y otros no tanto. Parece que el uso de semi-apuntes es recomendable en cursos diseñados para desarrollar las habilidades de resolución de problemas de los alumnos. Para cursos o partes de un curso relacionadas con la "transmisión" de conceptos los semi-apuntes tendrían que rediseñarse.

Fue curioso comprobar en esta investigación lo que se ha reportado en algunas otras: "Sólo las calificaciones correlacionan con las calificaciones". El promedio del alumno hasta antes de tomar el curso fue lo único que correlacionó tanto con las calificaciones de exámenes parciales como con la calificación final.

Los semi-apuntes ahorran entre un 20 a 40% del tiempo consumido en clase. Este tiempo puede emplearse para otras actividades de los alumnos que se piense los formarían mejor. En carreras de ingeniería la incorporación de talleres de solución de problemas cortos y abiertos se antoja como una buena opción para aprovechar el tiempo.

Esta investigación permite recomendar las siguientes reglas para diseñar semi-apuntes para cursos de ingeniería:

- a) Los semi apuntes deben enfocarse al aprendizaje del alumno y no a mostrar lo que el profesor sabe.
 - b) El principal uso de los semi-apuntes es para desarrollar habilidades para resolver problemas y en menor grado para promover la comprensión de conceptos.
 - c) Considere los prerrequisitos de los alumnos tanto conceptuales como de sus habilidades para resolver problemas al diseñar los semi-apuntes.
 - d) Trate de eliminar información irrelevante.
 - e) Mantenga un reto razonable para los alumnos en las actividades contenidas en los semi-apuntes.
 - f) Cuide de diseñar los semi-apuntes de manera flexible.
- Para manejar los semi-apuntes en clase, se recomienda a los profesores poner atención en los lineamientos siguientes:
- a) Promueva que los alumnos participen en las discusiones o solución de problemas en clase antes de completar los semi-apuntes.
 - b) Al dar una opinión, establezca lo que usted piensa es correcto en lugar de denunciar errores de los alumnos.
 - c) Enfatizar aspectos de solución de problemas.
- Quizá la conclusión más importante que arroja esta investigación es algo que no se ha explicitado: "la mejor manera de mejorar la docencia es investigar sobre la propia práctica docente". ■

Referencias

Ott, L., *An Introduction to Statistical Methods and Data Analysis*, Duxbury Press, Massachusetts, 1977.
 Rugarcía A, *The Effect of Semi-notes in Engineering Education*, Doctorate Dissertation, West Virginia University, EUA 1991.

APÉNDICE 1: MUESTRA DE SEMI-APUNTES

Ejemplo de manejo de recirculación persistente de información en simulación global de procesos.

Considere que la siguiente matriz estructural fue obtenida después de manipular algebraicamente las ecuaciones de diseños de un proceso químico.

	X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	X_6
1	x	x				
2	x		x	x		
3		x	x	x	x	x
4				x	x	x

Aplicando el algoritmo descrito:

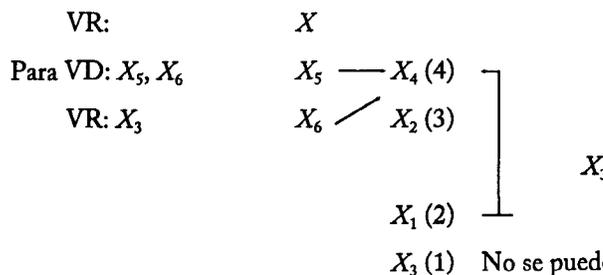
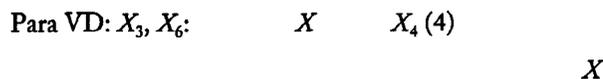
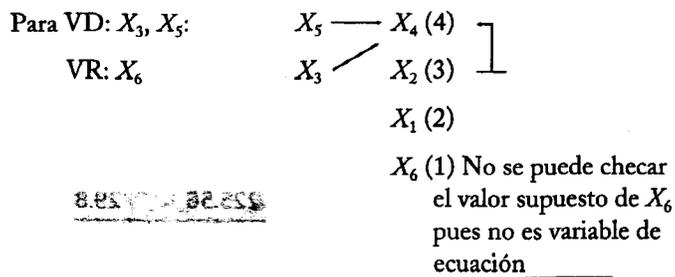
- a. Definición de K : $K =$
- b. Identificación de K ecuaciones: Se observa que eliminando _____ ecuación del arreglo, se tiene al menos una variable que aparece en una sola ecuación.
- c. Eliminación de K ecuaciones y continuación del algoritmo de Christiansen. _____ que eliminamos a la ecuación (1) que tiene dos variables:

Orden de eliminación: (1) out, $X_1(2)$, $X_2(3)$, $X_4(4)$

Variables de decisión: X_3, X_5 ó X_3, X_6 ó X_5, X_6

Variable de recirculación: X_6 ó X_5 ó X_3

Orden de cálculo global:



Supongamos ahora que en el paso (c) eliminamos ecuaciones de la manera siguiente:

Orden de eliminación: (1) out, X_2 (3), X_3 (2), X_4 (4).

Variable de decisión: X_5, X_6

Variable de recirculación: X_1

Orden de cálculo:

X_5	X_4 (4)
X_6	X_3 (2)
	X_2 (3) X_1
	X_1 (1)

Supongamos ahora que en lugar de la ecuación (1) se elimina la (3). ¿Cómo quedaría el orden de cálculo?

¿Qué se puede concluir?

a. En función de la _____ que se tome al aplicar el algoritmo, quedará el orden de cálculo.

b. Seleccione como variable de recirculación a aquella que esté _____ en la ecuación eliminada del arreglo.

c.

APÉNDICE 2: MUESTRA DE OBJETIVOS DEL CURSO

Tercer examen parcial a libro abierto

El estudiante debe ser capaz de:

1. Establecer las ecuaciones fundamentales que describen la operación de un equipo usando información publicada. Estas ecuaciones deben ser independientes y deben tener todas las variables que afectan al costo de operación y al de inversión.

2. Calcular los grados económicos de libertad de proceso a partir de sus ecuaciones de diseño. Los conceptos manejados en el cálculo de los grados de libertad, deben ser entendidos; los errores algebraicos son permitidos.

3. Aplicar los algoritmos y criterios para determinar las variables de recirculación, de decisión, y el flujo de información en simulación global y modular basado en las ecuaciones de diseño del proceso. El flujo de información obtenido debe tener el mínimo de variables de recirculación.

4. Reducir el efecto de variables de recirculación persistentes en simulación global a partir de las ecuaciones de diseño del proceso.

5. Discutir la función del objetivo y su relación con la simulación de un proceso y con los aspectos económicos que se derivan de la operación de ese proceso.

6. Seleccionar el mejor flujo de información para las ecuaciones que describen un proceso. La mejor secuencia de cálculo es la que requiere el más corto tiempo de cómputo (el menor número de variables de recirculación).

7. Aplicar la estrategia general para resolver problemas a un problema dado.

Cuarto examen a libro abierto.

Objetivo, función y costo del análisis.

El alumno debe ser capaz de:

1. Definir y aclarar las diferencias entre la utilidad neta y el criterio económico para tomar decisiones sobre inversiones industriales.

2. Calcular el costo del capital (+/-20%) para el equipo básico de un proceso basándose en las capacidades de los equipos y en la información especializada ya publicada.

3. Calcular la inversión total (+/-20%) en plantas químicas por dos métodos de factores parciales y dos de factores globales basándose en el costo del equipo básico del proceso.

APÉNDICE 3: FORMA PARA EVALUAR EL CURSO POR LOS ALUMNOS

Forma de evaluación para el curso de Ingeniería en Procesos (Se suprime la escala de cinco puntos de Likert)

Por favor contesta honestamente las siguientes preguntas tachando el número respectivo a la respuesta de cada pregunta.

1. Usé la lista de objetivos del curso para dirigir mi estudio personal.
2. Usé la lista de objetivos del curso para resolver los problemas que se dejaron de tarea.
3. Usé la lista de objetivos del curso para prepararme para el examen.
4. Comentarios libres sobre los objetivos del curso.
5. El uso de semi-apuntes motivó mi participación en clase.
6. El uso de semi-apuntes me facilitó aprender los objetivos del curso.
7. Los semi-apuntes me fueron útiles para la solución de mis tareas.
8. Comentarios libres sobre el diseño de los semi-apuntes.
9. Es mejor tener semi-apuntes que apuntes de clase.
10. Comentarios libres sobre los semi-apuntes.
11. Me sentí libre para expresar mis ideas en clase.
12. La explicación en clase me facilitó el aprendizaje.
13. Comentarios libres sobre el manejo de la clase.
14. La evaluación de tareas me sirvió de guía para aprender durante el curso.
15. La solución de tareas me tomó aproximadamente, en horas semana:
16. Las tareas que solucioné me facilitaron el aprender los objetivos del curso.
17. La solución de tareas en clase contribuyó para confirmar o corregir lo aprendido durante el curso.
18. La resolución de tareas me dio nuevos conocimientos.
19. El tiempo que me llevó solucionar mis tareas, a mi juicio fue:

20. Comentarios libres acerca de las tareas.
21. Los exámenes fueron diseñados de acuerdo a los objetivos del curso.
22. El tiempo asignado a la resolución de los exámenes, en general fue:
23. Comentarios libres acerca de los exámenes.
24. La calificación final que obtuve en el curso en función de mi aprovechamiento durante el curso fue:
25. La evaluación de los exámenes fue:
26. La evaluación de las tareas fue:
27. La calificación final que obtuve en el curso en función de lo que aprendí fue:
28. Comentarios libres acerca de la evaluación del curso.
29. El profesor consideró mis conocimientos previos al impartir el curso.
30. El apoyo bibliográfico para mi aprendizaje durante el curso fue:
31. Algunos de los conceptos que aprendí en el curso me serán útiles para otras áreas diferentes al tema del curso.
32. La organización del curso fue:
33. Estoy satisfecho con lo que aprendí en el curso.
34. Me sentí libre de preguntar al maestro cualquier pregunta.
35. El curso contribuyó a mi educación como ingeniero.
36. El curso contribuyó a mi formación como persona.
37. Durante el curso, analicé valores que me ayudarán en el futuro, tales como, honestidad, servicio a la gente, responsabilidad, justicia.
38. Comentarios libres acerca del curso en general.

La faceta humana de la ciencia

José Luis Córdova F.

Departamento de Química, UAM-I

*"La ciencia dice qué cosas son posibles.
La inteligencia nos dice qué cosas tienen sentido.
Hoy día tenemos más ciencia que inteligencia."*

MAX BORN

A principios del siglo pasado las ciudades con más de cien mil habitantes contenían al 1.7% de la población mundial. En 1970, era el 24%. Desde los orígenes de la humanidad hasta 1950, el planeta llegó a un número de habitantes que, en menos de 40 años, se duplicó.

Para los que han nacido y vivido en grandes ciudades tales cambios no llevan a un sentimiento de pérdida. Para los que tuvimos parientes "de rancho" hay un regustillo nostálgico. Veamos por qué.

En las ciudades no conocemos el poder de la Naturaleza como en el campo. No conocemos la dependencia del hombre de lluvias, granizo, heladas, sequías, etcétera. Basta ir al "súper" para comprar alimentos. No sabemos lo que es el trabajo físico ni la urgencia impostergable de dar de comer a los "animallitos" o limpiar el chiquero. En la ciudad hemos perdido el horizonte, la oscuridad y, en pocas palabras, el sentido de fragilidad y contingencia. Hemos perdido la conciencia de misterio, la aceptación de fenómenos que están más allá de la comprensión.

¿Será por ello que la cultura urbana tiene tan arraigado el individualismo, la prepotencia, el consumismo...? ¿Será, más bien, que a la diosa ganancia con-

viene la homogeneidad de los clientes ciudadanos? Homogeneidad en entretenimientos, en valores, en gustos y en gastos. Al salir del campo se cambia el esfuerzo por el *stress*. Situación paradójica, ya que el precio del confort es el *stress*. Situación paradójica, porque teniendo en la ciudad máquinas para ahorrar tiempo se tiene, cada vez, menos tiempo.

Parece que el gran valor de la cultura urbana es uno: comodidad. Comodidad que, como valor polifacético —bienestar, tranquilidad, confort, placer instantáneo, etcétera—, implica la ingenua creencia de que el avance científico y el progreso material llevan automáticamente a un aumento en la calidad de vida.

El alejamiento de los ciclos vitales de la naturaleza, la ruptura con la vivencia cotidiana de fuerzas que superan al hombre (y de las cuales depende) hace que la cultura urbana carezca de sustancia. No porque carezca de símbolos, sino porque son símbolos sin contenido vivido por el sujeto.

De aquí la necesidad de volver el rostro a la sabiduría de los que nos han precedido. Sabiduría como la que recogió Ermilo Abreu en su libro *Canek*. De él son los siguientes extractos: