

## EVOLUCIÓN DE UN INSTRUMENTO DE EVALUACIÓN DE UNIDADES CURRICULARES

KOEGEL, Liliana - PLUSS, Ileana

Universidad Nacional de Rosario–Fac. de Ciencias Económicas y Estadística-Argentina

[bonaudo@cablenet.com.ar](mailto:bonaudo@cablenet.com.ar) - [ipluss@cablenet.com.ar](mailto:ipluss@cablenet.com.ar)

Campo de investigación: Educación continua

### Resumen

Este trabajo describe un análisis y evaluación de materiales curriculares utilizados por estudiantes de Matemática del Ciclo Introductorio a las carreras de Ciencias Económicas (UNR, Argentina). Se realizaron dos tipos de análisis estadísticos:

*1-Análisis de confiabilidad:* para este análisis se utilizó el coeficiente  $\alpha$  de Cronbach, con el fin de disponer de un cuestionario confiable y simple de aplicar.

*2-Análisis Multivariado:* se decidió realizar un análisis de Componentes Principales con el fin de descubrir la verdadera dimensión del espacio en el que se encuentran los datos y se analizaron los coeficientes de correlación de Pearson con el fin de conocer la asociación entre las componentes principales y los puntajes asignados a las afirmaciones del cuestionario.<sup>1</sup>

### Introducción

La enseñanza de la Matemática en el nivel universitario, en razón de los tiempos asignados al desarrollo efectivo de las clases en relación a los contenidos curriculares, exige momentos de enseñanza que van más allá de la confluencia espacial y temporal sistemática entre profesores y alumnos. Es ahí donde entran a jugar los procesos de enseñanza-aprendizaje a través de los materiales preparados por los propios docentes y es ahí donde se presenta el problema de la investigación.

La perspectiva de análisis de materiales que se ha tomado en cuenta en esta investigación se enmarca en la siguiente función: “proporcionar información para la toma de decisiones ... especialmente en relación con los elementos que componen el sistema” (Martínez, 1992).

La evaluación de materiales curriculares corresponde a “decisiones de estructuración, que se refieren a la especificación de los medios para adquirir los fines establecidos como resultado de la planificación (enseñanza preactiva)” (Pérez, 1985).

La tarea de evaluar tiene cuatro componentes esenciales, a las cuales se puede ajustar perfectamente la evaluación de materiales curriculares entendida como un tipo específico de evaluación (Stufflebeam y Shinkfield, 1987):

- Conciencia de la necesidad de que hay que tomar una decisión
- Diseño de la situación de decisión
- Elección entre alternativas
- Actuación de acuerdo con la alternativa escogida

“La evaluación es el proceso de identificar, obtener y proporcionar información útil y descriptiva acerca del valor y el mérito de las metas, la planificación, la realización y el impacto de un objeto determinado, con el fin de servir de guía para la toma de decisiones, solucionar problemas de responsabilidad y promover la comprensión de los fenómenos implicados” (Stufflebeam, 1987).

---

<sup>1</sup> Este trabajo fue realizado en el marco de los proyectos de investigación: “La elaboración y evaluación de los materiales curriculares para la Matemática Básica de las Carreras de Cs. Económicas” y “La ingeniería didáctica en el diseño y seguimiento de unidades curriculares” dirigidos por la Dra. M. Anido

El análisis y evaluación de este material curricular, diseñado para facilitar un aprendizaje autónomo, se realizan en las fases preactiva y postactiva del proceso enseñanza aprendizaje, lo cual permite constatar cómo se han usado los materiales, teniendo en cuenta tanto su adecuación en función del logro de intenciones educativas como el análisis del curriculum oculto (valores, actitudes, estrategias, etc) que los materiales colaboran a desarrollar.

En cuanto al diseño del instrumento de análisis, se intentó encontrar un equilibrio entre la rigurosidad y la operatividad en su uso.

### Objetivos de la Investigación

- Disponer de un cuestionario confiable para evaluar un material curricular.
- Conocer si el material curricular le brinda al alumno la posibilidad de lograr un aprendizaje significativo y autónomo.
- Correlacionar la metacognición en el aprendizaje del alumno con su rendimiento académico (entendiendo por rendimiento académico la nota, o sea la calificación, obtenida en el sistema de evaluación vigente).
- Obtener conclusiones que sirvan de guía para tomar decisiones tendientes a mejorar la calidad del material curricular y el proceso enseñanza-aprendizaje.

### Metodología del Trabajo

◆ *En una primera etapa* se lleva a cabo la evaluación de las siguientes Unidades Curriculares: *Vectores ; La recta en el plano ; Matrices y determinantes ; Sistemas de ecuaciones lineales.*

Para ello se diseñaron cuatro cuestionarios distintos tipo escala de Likert (Anido, 2004). Cada cuestionario consta de aproximadamente 20 afirmaciones, que apuntan a generar variables que evalúen la adecuación del material en cuanto a:

Cuestionario A	{ Motivación Pasaje entre registros verbales, gráficos y simbólicos
Cuestionario B	{ Transposición - Forma de desarrollo y manejo de los contenidos Propuesta de actividades de aplicación en problemas
Cuestionario C	{ Estructura lógica Grado de dificultad de las actividades
Cuestionario D	{ Socialización del trabajo Diseño gráfico Utilidad del material

Se trabajó con una *muestra piloto*; cada alumno debió responder uno de los cuestionarios sobre una de las unidades evaluadas. La información obtenida se sometió a un *análisis descriptivo*, obteniéndose resultados que permitieron responder a los objetivos fijados.

◆ *En una segunda etapa*, se lleva a cabo la evaluación de las siguientes Unidades Curriculares: *Matrices y determinantes ; Sistemas de ecuaciones lineales.*

Se trabajó con una *muestra aleatoria simple de 460 alumnos* y se llevaron a cabo los *dos tipos de análisis* que se describen a continuación:

#### 1-Análisis de confiabilidad

Objetivo de este análisis: disponer de cuestionarios confiables.

Esto es importante en la evaluación de unidades curriculares especialmente cuando las variables derivadas de los cuestionarios van a ser utilizadas en análisis predictivos.

Las variables obtenidas a partir de un cuestionario son confiables sólo si al repetir el mismo a las mismas personas, las respuestas resultan estables. La confiabilidad se puede expresar en términos de estabilidad, consistencia y equivalencia.

Es por ello que, continuando con la investigación curricular - en la cual se sigue un proceso cíclico de experimentación, evaluación y modificación del material - en la segunda etapa se decide realizar un *Análisis de Confiabilidad* para cada una de las variables didácticas de cada cuestionario contestado por los alumnos en la primera etapa. Se utilizó el coeficiente “alpha” de Cronbach. Este coeficiente es una medida de la contribución de la variancia de los puntajes de cada una de las afirmaciones de un cuestionario, a la variancia total ; su rango de variación es de 0 a 1 y cuanto mayor es su valor, mayor es la confiabilidad del cuestionario. Nunnaly en 1978 indicó que 0.7 es un valor de “alpha” aceptable. Su fórmula es:  $\alpha = \frac{n}{n-1} \left[ 1 - \frac{1}{\sigma^2} \sum_{i=1}^n \sigma_i^2 \right]$  donde n es el

número de afirmaciones,  $\sigma^2$  es la variancia del total de los puntajes y  $\sigma_i^2$  es la variancia de los puntajes correspondientes a la afirmación i.

Con este análisis se logra simplificar, sin pérdida de rigurosidad, el instrumento utilizado para evaluar el material, ya que se consigue reducir el número de afirmaciones de los cuestionarios y resumir los cuatro en uno sólo, confiable y ágil en su aplicación, que consta de las nueve variables didácticas consideradas para evaluar el material curricular.

Además, cada cuestionario se completó con la nota de práctica y de teoría que el alumno obtuvo en el tema sobre el cual respondió, con el fin de correlacionar la metacognición en el aprendizaje del alumno con su rendimiento académico (se entiende por rendimiento académico la nota en el sistema de evaluación vigente).

La muestra aleatoria simple con la que se trabajó, fue extraída de una población de 460 alumnos regulares y libres que se presentaron a rendir en el primer turno de examen. Cada alumno respondió el cuestionario con todas las variables para una unidad, asignando un puntaje de 1 a 5 (escala de Likert) a cada una de las 60 afirmaciones.

### *2-Análisis Multivariado*

Objetivo de este análisis: determinar las variables que mejor explican la calidad del material como herramienta facilitadora de un aprendizaje significativo y autónomo.

Algunas de las técnicas multivariadas ayudan a los investigadores a crear nuevas variables con propiedades deseables. Una de ellas es el *Análisis de Componentes Principales* que se decide aplicar en esta investigación. Este análisis resulta útil para aquellos investigadores que desean realizar una división en subgrupos de las unidades experimentales, de modo que aquellas que son similares pertenezcan al mismo subgrupo.

En el análisis de componentes principales se usa un procedimiento matemático que transforma un conjunto de variables respuesta correlacionadas en un nuevo conjunto de variables, conocidas como *componentes principales*, de modo que:

1. Las nuevas variables *componentes principales* no estén correlacionadas.
2. La primera componente principal explique tanto de la variabilidad total de los datos como sea posible.
3. Cada componente subsiguiente explique tanto de la variabilidad restante como sea posible.

El objetivo básico de un análisis de componentes principales, es *descubrir la verdadera dimensión del espacio en el que se encuentran los datos* y así, si es posible, reemplazar las variables originales por un número menor de variables subyacentes, sin que se pierda información. No siempre se pueden interpretar estas nuevas variables que llamamos

componentes principales y tampoco es necesario hacerlo, pues este análisis es suficientemente útil sin interpretarlas (Johnson, 1998)

En esta investigación se aplicó un análisis de componentes principales a las nueve variables didácticas del cuestionario. Luego se analizaron los coeficientes de correlación de Pearson obtenidos en dicho análisis; el rango de variación de estos coeficientes es de  $-1$  a  $1$ , y cuanto más cercano a  $1$  se encuentra su valor absoluto, mayor es el grado de asociación lineal entre las componentes principales (factores de diferenciación) y las variables (puntajes asignados a las afirmaciones) del cuestionario.

### **Análisis de Resultados**

Con el *análisis de confiabilidad* (realizado en la 2da etapa en base a los resultados obtenidos en la 1ra) se logró reducir el número de afirmaciones de los cuestionarios iniciales conservando o aumentando el coeficiente de confiabilidad.

A modo de ejemplo se muestran los resultados obtenidos *para los cuestionarios A y B*:

- Para la variable *Motivación*, las 11 afirmaciones iniciales se redujeron a 7, conservando el valor del coeficiente de Cronbach ( $\alpha=0,72$ ).
- Para la variable *Pasaje entre registros verbales, gráficos y simbólicos* las 11 afirmaciones iniciales se redujeron a 7, aumentando el valor del coeficiente de Cronbach de  $0,86$  a  $0,88$ .
- Para la variable *Transposición*, las 8 afirmaciones iniciales se redujeron a 5, aumentando el valor del coeficiente de Cronbach de  $0,70$  a  $0,71$
- Para la variable *Propuesta de actividades de aplicación en problemas*, las 14 afirmaciones iniciales se redujeron a 10, conservando el valor del coeficiente de Cronbach ( $\alpha=0,89$ ).

Como resultado de este análisis los cuatro cuestionarios iniciales con un total de 80 afirmaciones se convirtieron en uno sólo, confiable, con 60 afirmaciones.

A modo de ejemplo, se describe el *Análisis Multivariado* aplicado a la variable *Motivación* para la Unidad Curricular *Matrices*.

Las siete afirmaciones del cuestionario relacionadas con la variable *Motivación* son las siguientes:

1 → *Me sentí motivado a utilizar el material didáctico que se evalúa en esta unidad*

2 → *La forma de presentación del material de estudio fue adecuada para motivarme a seguir indagando en el tema*

3 → *Sentí interés en realizar las propuestas de demostraciones teóricas*

4 → *Sentí placer al culminar una demostración propuesta*

5 → *Me sentí motivado a aplicar los conocimientos adquiridos en problemas de mi área de estudio*

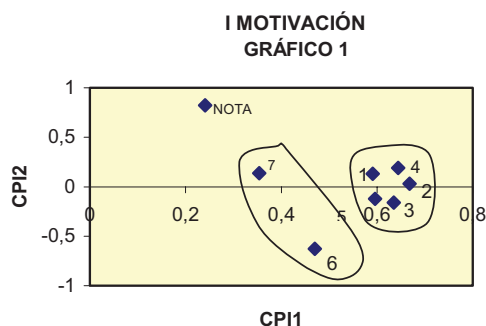
6 → *Los problemas introductorios me motivaron el estudio de la unidad*

7 → *Volví a intentar realizar los ejercicios que no pude hacer en un primer intento*

Del *Análisis Multivariado* realizado, el cual resume la opinión de los alumnos acerca de las 7 afirmaciones del cuestionario y la Nota (rendimiento académico), se seleccionan tres Componentes Principales que explican el 59% de la variabilidad total. La primera componente explica aspectos más importantes que la segunda y la tercera.

La simbología que se utiliza es: primera Componente Principal : CPI1 , segunda Componente Principal : CPI2 , tercera Componente Principal : CPI3.

Los coeficientes de correlación de Pearson obtenidos para *la primera y la segunda* componente principal se visualizan en el gráfico 1:



e indican el grado de asociación lineal entre cada una de dichas componentes y los puntajes asignados a las siete afirmaciones del cuestionario y la nota.

El gráfico 1 permite visualizar que la primera Componente Principal, CPI1, separa los alumnos que se sintieron motivados a utilizar el material didáctico de aquellos que no.

CPI1 está asociada con las afirmaciones 1, 2, 3, 4 y 5, mientras que no lo está con las afirmaciones 6 y 7 ni con la nota. Se puede observar lo siguiente:

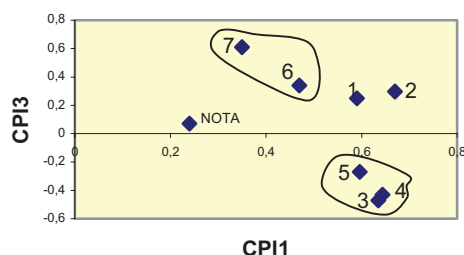
- Los alumnos en general, se sintieron motivados a utilizar el material didáctico que se evalúa en esta unidad (af. 1)
- La forma de presentación del material de estudio fue adecuado para motivar a los alumnos a seguir indagando en el tema (af. 2)
- Los alumnos manifiestan que sintieron interés en realizar las propuestas de demostraciones teóricas (af. 3)
- Dicen los alumnos que sintieron placer al culminar una demostración propuesta (af. 4)
- Los alumnos se sintieron motivados a aplicar los conocimientos adquiridos en problemas de su área de estudio (af. 5)

En cambio:

- Los alumnos manifiestan que no se sintieron motivados por el problema introductorio para el estudio de la unidad (af. 6)
- Los alumnos que volvieron a intentar realizar los ejercicios que no pudieron hacer en un primer intento, dicen que no se sintieron motivados por el material (af. 7)
- La componente CPI1 no está asociada con la nota, lo que estaría indicando que los alumnos motivados obtuvieron puntajes altos y bajos en el examen.
- Según la segunda Componente Principal, CPI2, los alumnos con alto puntaje no se sintieron motivados por el problema introductorio (af. 6). Esto estaría indicando que no se reflexiona sobre el mismo.

Los coeficientes de correlación de Pearson obtenidos para *la primera y la tercera* componente principal se visualizan en el gráfico 2:

I MOTIVACIÓN  
GRÁFICO 2



indicando el grado de asociación lineal entre cada una de dichas componentes y los puntajes asignados a las siete afirmaciones del cuestionario y la Nota.

Según la tercera Componente Principal CPI3, los alumnos con alta motivación por los problemas introductorios (af. 6) y que perseveran en realizar ejercicios que no logran resolver en un primer intento (af. 7), no se sintieron motivados por las propuestas de demostraciones teóricas (afirmaciones 3 y 4) y por la aplicación de los conocimientos adquiridos en problemas del área de estudio (af. 5). Esto estaría indicando que se tiende a la resolución mecánica de ejercicios.

Los gráficos correspondientes a las restantes ocho variables didácticas del cuestionario se analizaron en forma similar.

### Conclusiones

Como resultado del análisis estadístico multivariado realizado a cada una de las nueve variables didácticas del cuestionario podemos destacar:

- ◆ No existe, en general, relación entre la nota obtenida en el examen y la consideración de la propia comprensión, *lo cual indicaría que los alumnos fallan en los procesos de metacognición.*
- ◆ Los alumnos con mayor nota en el examen, parece que no se sintieron motivados por el problema introductorio. *Esto estaría indicando que el problema introductorio de la unidad es de utilidad para aquellos alumnos con menor agilidad en el pensamiento matemático.* Aparentemente, los que no tienen dificultad no se detienen a reflexionar sobre el mismo.
- ◆ Los alumnos con alto puntaje manifiestan que tuvieron dificultad en la comprensión de la simbología. *Esto indicaría la necesidad de hacer más aclaraciones sobre la simbología utilizada.*
- ◆ En general los alumnos no se detienen a reflexionar sobre los contenidos teóricos. *Esto indicaría la conveniencia de proponer ejercicios y problemas que induzcan a un pensamiento reflexivo y que demanden procesos de justificación.*
- ◆ Los alumnos que perseveran en realizar ejercicios que no logran resolver en un primer intento, manifiestan que no se sintieron motivados por las propuestas de demostraciones teóricas. *Esto estaría señalando que se tiende a la resolución mecánica de ejercicios, sin fundamentación teórica.* Nuevamente se potencia la necesidad de aumentar la presencia de los requisitos favorecedores de un aprendizaje reflexivo que tienda a toda la comprensión de los elementos que conforman un concepto.
- ◆ Los alumnos admiten que no tienen conocimientos previos de teoría matemática, y tienen dificultad en las demostraciones de propuestas teóricas y en las fundamentaciones teóricas. *Esto hace al perfil de los ingresantes y a la necesidad de una mayor vinculación con la enseñanza media.*
- ◆ Los alumnos opinan en general lo siguiente: el material los animó a trabajar en grupo, el aspecto general del material es atractivo, el diseño del texto ayuda a captar el orden lógico conceptual, y recomendarían el material porque les resultó útil para comprender los temas del programa.

### Algunas Reflexiones de Prospectiva

En prospectiva se buscará avanzar en dos objetivos:

- 1º) Perfeccionar los materiales curriculares que se utilizan en la asignaturas de Matemática de la Facultad de Ciencias Económicas, como facilitadores de un aprendizaje significativo y autónomo.
- 2º) Perfeccionar y estandarizar un instrumento de evaluación de materiales curriculares aplicable a las distintas áreas de la Matemática Básica.

### **Bibliografía**

- Anido M. (2004). Los materiales curriculares en el desarrollo de las competencias de los estudiantes de Matemática. *Publicación de las II Jornadas de Redes de Investigación en Docencia Universitaria, Instituto de Ciencias de la Educación de la Universidad de Alicante*
- Johnson, D. (1998). *Métodos multivariados aplicados al análisis de datos*. México: Ed. International Thomson Editores.
- Parcerisa Aran, A. (1996). *Materiales curriculares*. Barcelona : Ed. Graó
- Parcerisa, A. (1994). Decisiones sobre evaluación. *Cuadernos de Pedagogía* 223, 45-49.
- Martínez, J. (1992) ¿Cómo analizar los materiales? *Cuadernos de Pedagogía* 203, 14-18.
- Santos R. (1999). Cronbach Alpha: A Tool for Assessing the Reliability of Scales. *Journal of Extension*, 37- 2.
- Santos, M.(1991).Cómo evaluar los materiales? *Cuadernos de Pedagogía*, 29-31.
- Stufflebeam,D. y Shinkfield, A (1987). Evaluación sistemática. Guía teórico y práctica. *Temas de Educación* 4. Madrid Paidós / MEC.