

# El valor de la resolución de problemas. Influencias en el rendimiento

Moretto, Gloria; Oviedo, Lina; Vaira, Stella; Contini, Liliana

\* Departamento de Matemática de la Facultad de Bioquímica y Ciencias Biológicas. Universidad Nacional del Litoral. Ciudad Universitaria. Paraje El Pozo. C.C. 242. CP 3000 Santa Fe. Argentina. Tel. 0342-4575210. E-mail: gmoretto@fbc.unl.edu.ar

**RESUMEN:** Se presentan los resultados de la comparación del rendimiento de dos grupos de alumnos ingresantes del año 1998 que cursaron Matemática General con distintas metodologías, uno de ellos con la metodología de resolución de problemas y el otro con la metodología que aquí llamamos tradicional. La experiencia en el aula se llevó a cabo en el año 1998 y en este trabajo se estudia el rendimiento de ambos grupos en algunas asignaturas cursadas durante los años 1998 y 1999. Los resultados de la investigación realizada indican que la nueva metodología favorece el rendimiento futuro de los alumnos.

**Palabras claves:** problemas - aprender matemática - rendimiento.

**SUMMARY:** Problem solving value. Influence in the performance. Moretto, Gloria; Oviedo, Lina; Vaira, Stella; Contini, Liliana. This work evaluates performance of two groups of students who entered University in 1998 and attended the subject "General Mathematics". Different teaching methodologies were applied, since one of the groups was guided through a problem resolution method and the other one was taught according to a traditional teaching method. Performance of both groups in subjects attended to during 1998 and 1999 has been evaluated. The results obtained favor the nontraditional approach to teaching as a better means for improving future performance of students.

**Key word:** problems - mathematics learn - performance.

## Introducción

Este trabajo surge de la investigación realizada, por docentes del Departamento de Matemática, con los alumnos ingresantes a las carreras de Bioquímica y Licenciatura en Biotecnología del año 1998.

Cómo enseñar matemática ha sido siempre una preocupación para quienes se dedicaron a la Educación Matemática. Los cambios han sido muchos hasta llegar a la creencia que la enseñanza a través de la resolución de problemas se presenta como una de las metodologías más efectivas para un mejor aprendizaje.

La experiencia en el aula se llevó a cabo en el año 1998 y en este trabajo se estudia el rendimiento

de dos grupos en algunas asignaturas cursadas durante los años 1998 y 1999.

## Acerca de la resolución de problemas

La matemática es una actividad vieja y polivalente que fue usada a través de los siglos con objetivos totalmente diferentes. Es ella misma una ciencia profundamente dinámica y cambiante lo cual sugiere que la actividad matemática no es sencilla de abordar. No menos sencilla de abordar es la educación matemática, donde se debe tener en cuenta no sólo la disciplina en sí, sino la persona a la que se desea educar, la sociedad en la que está inmersa, los medios de que se dispone y las finalidades de esa educación que pueden ser muy variadas. La educación matemática ha pasado por muchos cambios, sobre todo desde los años 60, hasta llegar a la concepción de que la enseñanza a través de la resolución de problemas se presenta como el método más

\* El presente trabajo se desarrolló en el marco del proyecto "La resolución de problemas en el aprendizaje de la matemática. Su influencia en las otras disciplinas" CAI+D 2000. Bajo la dirección de la Lic. Gloria Moretto y la co-dirección de MSc Elena F. de Carrera.

Nota: Parte de este trabajo ha sido presentado bajo el Título: "El valor de la resolución de problemas. Evaluación de tres años de experiencia" en la XXIV Reunión Anual de Educación Matemática del Congreso de la Unión Matemática Argentina. San Luis. Septiembre de 2001.

efectivo para lograr un aprendizaje activo y transmitir, en lo posible de una manera sistemática, los procesos de pensamiento eficaces en la resolución de verdaderos problemas (1,2,3).

No obstante, pese a que la comunidad matemática está convencida que la resolución de problemas ha de jugar un papel fundamental en la enseñanza de esta ciencia, se puede comprobar que las actividades docentes que se proponen, diseñan y realizan no sólo son muy distintas sino en algunos casos contradictorias, cosa que *no debería extrañar demasiado si tenemos en cuenta que la función que se asigna a la resolución de problemas en la enseñanza de la matemática depende por una parte del modelo epistemológico implícito que sostiene la noción de "problema de matemática" y, por otro, de lo que en cada caso se crea que significa "enseñar" y "aprender matemática"* (4).

Para puntualizar lo que este grupo de investigación entiende por enseñanza a través de la resolución de problemas mencionamos la descripción que Gascón (4) realiza de las principales formas de entender la resolución de problemas y su función en la enseñanza de la matemática. El mismo autor menciona que no necesariamente han existido o existen en forma pura, sino como maneras ideales de entender la resolución de problemas, a las que él llama paradigmas y que en general aparecen entremezcladas en la práctica docente real.

En esa descripción Gascón (4) va desde los paradigmas **teoricista** y **tecnicista** a los que llama clásicos, que comparten con el conductismo una concepción psicológica ingenua y consideran al alumno como una caja vacía que debe llenarse gradualmente, hasta el paradigma de los **momentos didácticos** que considera a los problemas de matemática como punto de partida para introducirse en un campo de problemas y donde el proceso de estudio tiene que ver con la producción de técnicas de estudio. Pasando por el paradigma **modernista**, que se caracteriza por conceder una preeminencia absoluta al momento exploratorio; el **constructivista** que incluye todas las tendencias que utilizan la resolución de problemas con el objetivo de que los alumnos puedan construir nuevos conocimientos; el **procedimental** que sitúa como principal objetivo del proceso didáctico el dominio de sistemas estructurados de procedimientos y el de **modelización**, que engloba al constructivista, pero profundi-

za el significado de construir conocimientos nuevos al referirlos a sistemas concretos y lleva a cabo esa construcción mediante la elaboración de un modelo matemático.

Si quisiéramos ubicar nuestras prácticas docentes en la clasificación hecha por Gascón deberíamos decir que estamos, en algún momento de la actividad, en cada uno de esos paradigmas. Usamos problemas motivadores como disparador de un nuevo conocimiento, pero también usamos situaciones problema para afianzar un conocimiento o una técnica ya aprendidos o para que el alumno elabore un modelo matemático que describa la situación planteada. Favorecemos la intervención del alumno en el descubrimiento de un nuevo concepto o en la discusión de sus propiedades a través de los ejemplos o contraejemplos que él pueda encontrar. Alentamos por un lado, la elaboración de una definición, el enunciado de una propiedad o la demostración de la misma, analizando las distintas propuestas para arribar a la formalización, usando la terminología adecuada y por otro, el uso de estrategias propias en la resolución de problemas para luego discutir cuál puede considerarse más adecuada y en función de qué es más adecuada.

Con esta forma de encarar la práctica docente, adherimos a la propuesta curricular del "National Council of Teachers of Mathematics" que, como señala Santos Trigo en su publicación, *el estudio de las matemáticas debe enfocarse al proceso de desarrollar matemáticas. Aquí se contempla un ambiente de clase donde el estudiante tenga un papel activo al discutir problemas, proponer ejemplos y contraejemplos, usar conjeturas y, en general, construya el conocimiento matemático* (5, 6).

### Diseño y desarrollo de la experiencia

La población estudiada fue la de los alumnos que ingresaron a la Facultad de Bioquímica y Ciencias Biológicas de la Universidad Nacional del Litoral, en el año 1998 y que regularizaron Matemática General en ese año. Estos alumnos, una vez aprobado el curso introductorio, fueron divididos en siete comisiones de acuerdo al listado alfabético.

El diseño de la experiencia se basó en la selección simple y al azar de dos de esas siete comisiones que constituyeron el grupo experimental, para quienes el desarrollo de las clases estuvo a cargo de un solo docente que aplicó la metodología de resolución de problemas en el sentido que este grupo de

investigación lo entiende. En las restantes cinco comisiones el desarrollo estuvo a cargo de dos docentes, uno de teoría y otro de práctica, quienes aplicaron la metodología que llamamos tradicional, donde las clases de teoría son en su mayoría expositivas y en las clases de práctica se resuelven ejercicios y problemas de los temas ya desarrollados. De estas cinco se seleccionaron en forma aleatoria dos que constituyeron lo que en este trabajo se denomina grupo control.

Se quiso evaluar la eficacia de la metodología de resolución de problemas en el aprendizaje de la matemática y su repercusión en el estudio de otras disciplinas. Como lo que se quería evaluar era un constructo, es decir una variable no directamente observable, para poder estudiarla debimos hacerlo en forma indirecta, utilizando otras indicadoras que permitieran validar nuestra hipótesis de trabajo (7); las variables elegidas específicamente para ello fueron: notas obtenidas en exámenes parciales y finales.

## Materiales y Métodos

La implementación de la experiencia se realizó durante el primer cuatrimestre de 1998 en la asignatura Matemática General, primera materia en las carreras de Bioquímica y Licenciatura en Biotecnología, que conjuntamente con Química General forman el bloque de materias de ese cuatrimestre.

Con el fin de evaluar la nueva metodología se realizó el análisis con dos enfoques temporales: uno durante el cursado, observando las notas obtenidas en los exámenes parciales de Matemática General y otro posterior realizando el relevamiento de las notas del examen final con que aprobaron las siguientes asignaturas: Matemática General y Química General (cursadas durante el primer cuatrimestre de 1998); Análisis Matemático y Química Inorgánica (cursadas en el segundo cuatrimestre de 1998); Física I (cursada en el primer cuatrimestre de 1999).

### Metodología estadística utilizada en el procesamiento de los datos

El rendimiento de estos grupos se midió a través de las notas obtenidas en exámenes parciales y finales. Las técnicas estadísticas usadas para comparar estos rendimientos fueron: en aquellos casos en los que se encontró un ajuste a la distribución

normal, la prueba *t* para muestras independientes; en los que no, la técnica no paramétrica de Mann Whitney. El ajuste se hizo usando la prueba de bondad de ajuste de Kolmogorov-Smirnov (8,9,10). Todos los análisis estadísticos fueron realizados con el software SPSS para Windows 10.0. El nivel de significancia elegido para todos ellos fue  $\alpha = 0.05$ .

## Resultados

El tamaño inicial del grupo control (GC) fue de 33 alumnos y el del grupo experimental (GE) de 34. Las notas promedio obtenidas en los parciales durante el cursado de Matemática General, de estos dos grupos fueron:

(promedio  $\pm$  desviación estándar),  
GC:  $65.82 \pm 14.70$ ; GE:  $68.06 \pm 19.80$

Al comparar estas notas, la prueba *t* no dio diferencias estadísticamente significativas entre ellas. El valor *p* asociado fue de 0,601. La prueba de bondad de ajuste a la distribución normal según Kolmogorov-Smirnov fue mayor que 0.380.

Si bien no hay diferencias estadísticamente significativas, el 25% de las notas más altas fueron superiores a 87 puntos en el GE, mientras que en el GC la nota máxima obtenida fue de 89 puntos (Tabla 1, Figura 1).

El análisis posterior a la aplicación de la nueva metodología nos brindó resultados que se resumen y visualizan en el gráfico de caja (Figura 2). En el mismo se presentan las notas finales alcanzadas en las siguientes asignaturas: Matemática General, Química General, Análisis Matemático, Química Inorgánica y Física I. En él se observa que en todas las materias el valor de la mediana es superior en el GE. El mínimo en el GE es siempre mayor o igual que cuatro, con lo cual se destaca que en este grupo no hay aplazos en estas asignaturas. En cambio, en cuatro de las cinco asignaturas analizadas, el GC obtuvo notas menores a cuatro. Además, en el GE el máximo alcanzado es diez, valor que no se presenta como un valor de nota aislada como ocurre en el GC en las asignaturas Análisis Matemático y Física I. El 25% de las notas más altas logradas por los alumnos del GE son superiores y no se superponen con el correspondiente 25% del GC salvo las dos excepciones mencionadas, que corresponden a la alcanzada por un solo alumno en cada caso.

**Tabla 1:** Estadísticos descriptivos para la variable nota promedio de parciales en Matemática General, 1998

Grupos	$\bar{x} \pm s^*$	Mediana	Mínimo	Máximo	Rango
Control	65.82 $\pm$ 14.70	70	42	89	47
Experimental	68.06 $\pm$ 19.80	70	34	98	64

$\bar{x}$  promedio de parciales, s: desviación estándar de los promedios de parciales

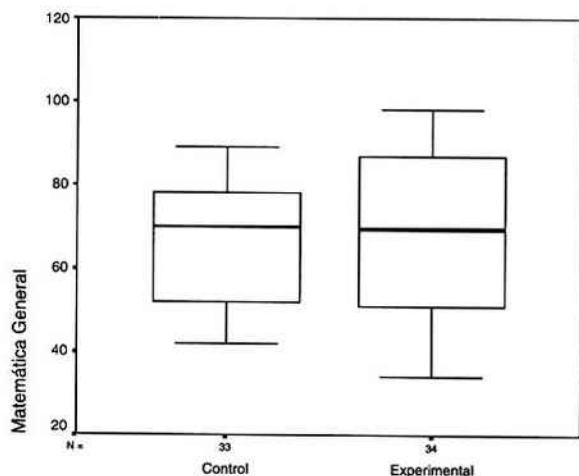
\* No es significativa la prueba t al comparar ambos grupos, P=0,601.

**Tabla 2:** Nota promedio de los exámenes finales para cada grupo de estudio

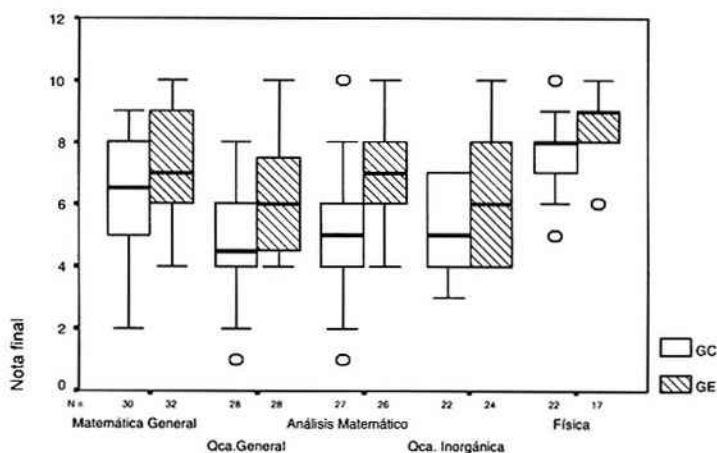
Asignatura	Grupo control		Grupo experimental	
	n	$\bar{x} \pm S$	n	$\bar{x} \pm S$
Matemática General	30	6,33 $\pm$ 1,79	32	7,12 $\pm$ 1,91
Qca. General (*)	28	4,89 $\pm$ 1,62	28	6,32 $\pm$ 1,87
Análisis Matemático (*)	27	5,00 $\pm$ 1,84	26	7,00 $\pm$ 2,00
Qca. Inorgánica	22	5,18 $\pm$ 1,37	24	6,04 $\pm$ 1,99
Física (*)	22	7,54 $\pm$ 1,22	17	8,65 $\pm$ 1,22

$\bar{x} \pm S$ : promedio  $\pm$  desviación estándar. n: número de observaciones.

(\*) Señala las variables que evidenciaron diferencias estadísticamente significativas, el mayor valor p obtenido en la prueba de Mann-Whitney fue de 0,007

**Figura 1:** Diagrama de caja comparativo de las notas promedio de parciales obtenida durante el cursado de la asignatura Matemática General, 1998

**Figura 2:** Diagrama de caja comparativo de las notas finales obtenidas en cada una de las asignaturas discriminadas por grupo de estudio. Tiempo 1998 – 1999.



Los resultados de la prueba de Mann Whitney muestran que hay diferencias estadísticamente significativas en las notas finales obtenidas en las asignaturas Química General, Análisis Matemático y Física I. En las otras dos, aunque las pruebas no dieron diferencias significativas, la nota promedio obtenida por el grupo experimental es mayor que la obtenida por el grupo control (Tabla 2). Los resultados de la Tabla 2 refuerzan lo que se ve en la Figura 2.

## Conclusiones

Se observa una mejora en el rendimiento, no sólo en Matemática sino también en otras asignaturas, de los alumnos que trabajaron con el análisis, la discusión y la resolución de situaciones problemáticas, frente a los que lo hicieron de una manera tradicional.

Si bien el grupo experimental presenta una gran variabilidad en su rendimiento debe remarcar que el porcentaje de aplazos en este grupo fue nulo.

## Bibliografía

- 1- De Guzmán, M., 1992. "Tendencias innovadoras en Educación Matemática", Publicación de la Olimpiada Matemática Argentina. Buenos Aires. 7 - 26.
- 2- Polya, G., 1985. "Cómo plantear y resolver problemas". Ed. Trillas. México.
- 3- Schoenfeld, A., 1985. "Mathematical problem solving". Ed. Academic Press. New York.
- 4- Gascón, J., 1994. El papel de la resolución de problemas en la enseñanza de la matemática. *Educación Matemática*. 6 -3: 37 - 51.
- 5- National Council of Teacher of Mathematics, 2000. Dir. Electrónica: <http://www.nctm.org>.
- 6- Santos Trigo, L.M., 1993. La naturaleza de las matemáticas y sus implicancias didácticas. *Mathesis*. 9 -4: 419 - 432.
- 7- Batanero, C., 1999. Variables en la Investigación Didáctica: Reflexiones desde la Educación Estadística. Universidad de Granada. Departamento de Didáctica de la Matemática.
- 8- Grimm, S., 1993. "Statistical Applications for the Behavioral Sciences". John Wiley & Sons, New York, 24 - 84; 167 - 190; 470.
- 9- Siegel, A. 1988. "Statistics en data Analysis". John Wiley & Sons, New York. 77 - 100.
- 10- Peña, D. y Romo, J., 1997. "Introducción a la Estadística para las Ciencias Sociales". McGraw Hill. Madrid, 21 - 78; 152; 321 - 327.