

# Las destrezas en la resolución de problemas de química: un aporte importante para la formación en la faz procedimental

Nosedá, Juan C.; Schveigkardt, José M.; Puccetti, Claudia S.

Cátedra de Química General. Facultad de Bioquímica y Ciencias Biológicas. Universidad Nacional del Litoral. Ciudad Universitaria. Paraje El Pozo. C.C.242. C.P. 3000. Santa Fe. E-mail: jnosedá@fbc.unl.edu.ar

**RESUMEN:** Este trabajo es una investigación realizada con un grupo de alumnos ingresantes, que cursaban en el primer cuatrimestre de 2000, la asignatura Química General, (FBCB - UNL). En la misma se estudiaron las destrezas que tenían estos estudiantes para la realización de distintas actividades, que conforman el campo procedimental de los conocimientos químicos. Se centró el estudio, en las destrezas para la resolución de problemas, en las fases de PLANIFICACIÓN, REALIZACIÓN y ANÁLISIS-APLICACIÓN, incluyendo cada una, varias destrezas, todas importantes en la formación del alumno.

Se realizó una encuesta al inicio y al final del cursado para establecer contrastaciones de progresos realizados, comparándose con datos de evaluaciones de Cátedra.

Las destrezas adquiridas han superado en general, a las iniciales, por los que los resultados se consideran satisfactorios. Éstos índices demuestran que se está trabajando en la dirección correcta con respecto a la metodología abordada.

**Palabras claves:** FORMACIÓN - PROBLEMAS - DESTREZAS - PROCEDIMENTAL

**Summary:** The skills in the resolution of problems in chemistry: a very important improvement for the structure stage procedural. Nosedá, Juan C.; Schveigkardt, José M.; Puccetti, Claudia S. This work is a research done with a group of entrant students, who attended the subject General Chemistry (FBCB - UNL) during the first term in 2000. In this subject the students' skills were studied to perform different activities, that form the procedural field of chemistry knowledge.

The study was centred in the skills to solve problems, in the stages: PLANNING, PERFORMANCE and ANALYSIS - APPLICATION, all of them including several skills very important for the students' education.

A survey was made not only at the beginning but also at the end of the course. In this way we could compare the progress developed during the same one, and confront the different results.

The obtained skills overcame in general the previous ones so, as the results are considered satisfactory. These results show that we are working in the correct direction applying the right methodology.

**Key words:** TRAINING - PROBLEMS - SKILL - PROCEDURE

## Introducción

El marco de este trabajo es una investigación realizada con un grupo de alumnos ingresantes, que cursaban en el primer cuatrimestre de 2000, la asignatura Química General, de la Facultad de Bioquímica y Ciencias Biológicas, Universidad Nacional del Litoral, para las carreras de Bioquímica y Licenciatura en Biotecnología. En la misma se estudiaron las destrezas que tenían estos estudiantes para la realización de distintas actividades, que conforman el campo procedimental de los conocimientos químicos.

Se centró el estudio en las destrezas para la resolución de problemas.

De los datos obtenidos se ha podido extraer información sobre las fases de PLANIFICACIÓN, REALIZACIÓN y ANÁLISIS-APLICACIÓN, cada una de las cuales incluyen una serie de destrezas. (1-4)

Estos temas son importantes para el aprendizaje de la Química General; que como ciencia experimental, la resolución de problemas es de fundamental importancia para la formación del alumno.

Ha incidido en los propósitos del presente trabajo el hecho de detectar en los últimos años gran-

des falencias en los conocimientos previos de los alumnos que ingresan a la universidad.

### Metodología

Se realizó una encuesta antes del cursado (primer día de clases) y posterior al mismo (último día de clases), a los fines de establecer contrastaciones de progresos realizados. Asimismo se comparó con datos de las evaluaciones existentes en la Cátedra a través de las evaluaciones parciales.

El instrumento ha sido una encuesta elaborada teniendo en cuenta el marco teórico de las destrezas, trabajos anteriores y la referencia docente en la enseñanza de la asignatura. (2, 5-7)

Para el tratamiento de los datos, se agruparon las destrezas en tres fases: PLANIFICACIÓN, REALIZACIÓN y ANÁLISIS-APLICACIÓN y; se trabajó con las frecuencias porcentuales de las destrezas consideradas.

Las tareas de enseñanza tendientes a desarrollar destrezas consisten en la aplicación y control de las siguientes actividades:

1- Verificación de la apropiación de contenidos conceptuales provenientes de las clases previas de

teoría, correspondiente al tema a aplicar, detectando falencias y completando en ese caso el aprendizaje de acuerdo al tiempo disponible.

2- Detección de la interpretación correcta de los enunciados.

3- Control del proceso de resolución de los problemas planteados, incentivando el trabajo personal aunque permitiendo el intercambio grupal de ideas. De esta forma, cada alumno resuelve sus conflictos y contradicciones respecto de los pasos de resolución que está siguiendo.

4- Control del manejo de datos de tabla, manuales o textos.

5- Verificación de que se realicen los cálculos en forma correcta teniendo en cuenta que las herramientas matemáticas necesarias pueden hacer fracasar el problema.

6- Valorización de la forma de comunicar resultados tratando de propiciar en el alumno un criterio propio de discernimiento de resultados posibles, tanto en el valor numérico como en las unidades que resultan.

### Resultados y Discusión

Los resultados se visualizan en las siguientes tablas y gráficos:

**Tabla 1:** Frecuencias y porcentajes de destrezas adquiridas al inicio y al finalizar el cursado de Química General.

| Consigna | Destrezas adquiridas  |       |                         |       |
|----------|-----------------------|-------|-------------------------|-------|
|          | Al inicio del cursado |       | Al finalizar el cursado |       |
|          | Frecuencia            | %     | Frecuencia              | %     |
| 1        | 55                    | 84,62 | 65                      | 82,28 |
| 2        | 52                    | 80,00 | 70                      | 88,61 |
| 3        | 50                    | 76,92 | 69                      | 87,34 |
| 4        | 59                    | 90,77 | 72                      | 91,14 |
| 5        | 48                    | 73,85 | 65                      | 82,28 |
| 6        | 42                    | 64,62 | 51                      | 64,56 |
| 7        | 31                    | 47,69 | 57                      | 72,15 |
| 8        | 27                    | 41,54 | 46                      | 58,23 |
| 9        | 41                    | 63,08 | 48                      | 60,76 |
| 10       | 32                    | 49,23 | 49                      | 62,03 |
| 11       | 48                    | 73,85 | 49                      | 62,03 |
| 12       | 51                    | 78,46 | 51                      | 64,56 |

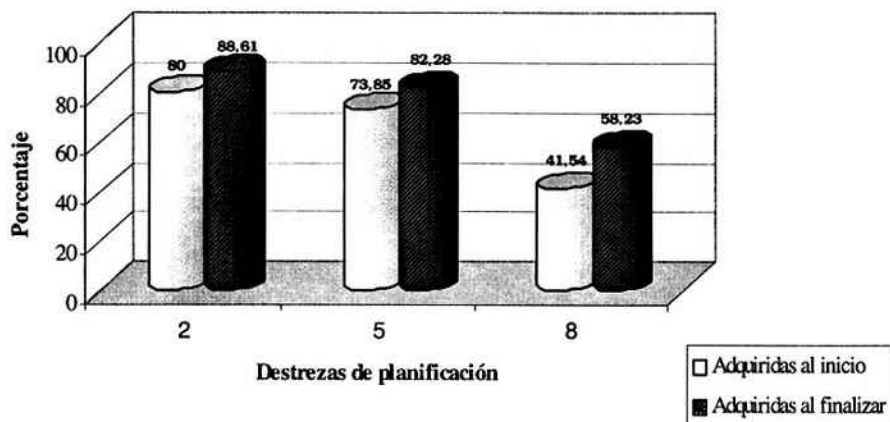
## Referencias Tabla 1:

1. Sabes seleccionar datos para la resolución de problemas.
2. Comprendes los enunciados de los problemas.
3. Manejas datos de tablas y gráficos.
4. Sabes operar matemáticamente para resolver problemas.
5. Sabes relacionar los conceptos de la teoría con los problemas.
6. Consideras poder relacionar los problemas con los trabajos prácticos.
7. Consideras poder verificar mediante cálculos, los conceptos de la teoría.
8. Seguis un camino prefijado de resolución.
9. Sabes interpretar problemas de textos.
10. Sabes construir un camino de resolución.
11. Sabes comunicar resultados.
12. Sabes presentar resultados escritos.
13. Tienes experiencia en el uso de la calculadora científica.
14. Consideras que la escuela secundaria te aportó conocimientos básicos para la resolución de problemas.

Para el estudio de las destrezas, las mismas se agruparon en tres fases:

| FAZ                   | Destrezas (ítems)      |
|-----------------------|------------------------|
| Planificación         | 2 - 5 - 8              |
| Realización           | 1 - 3 - 4 - 7 - 9 - 10 |
| Análisis - Aplicación | 6 - 11 - 12            |

**Figura 1:** Comparación de *destrezas de planificación* adquiridas al inicio y finalización del cursado de Química General.



## Análisis y Discusión Figura 1

Se observa que tanto al inicio como al final del cursado de Química General, la destreza de planificación que más frecuencia porcentual de adquisición posee, es la de *comprender los enunciados de los problemas* (ítem 2); le sigue la de *saber relacionar los conceptos de la teoría con los problemas* (ítem 5); y, finalmente la destreza de *seguir un camino prefijado de resolución* (ítem 8).

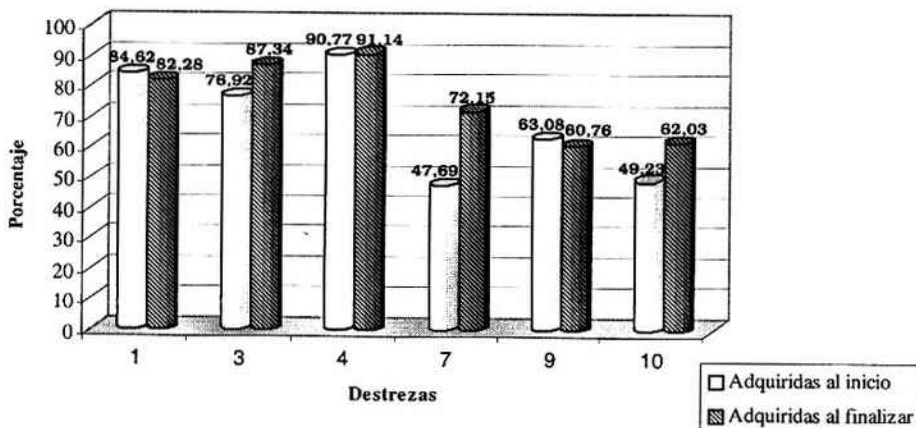
Al realizar la comparación entre los resultados obtenidos al inicio y al final del cursado, se desprende un mejoramiento en las tres destrezas de planificación, siendo más evidente en la destreza de seguir un camino prefijado de resolución (ítem 8); aunque, sin embargo ésta no alcanza un nivel satisfactorio posterior al cursado del 60% de frecuencia de adquisición (porcentaje fijado por los docentes).

La interpretación que se realiza de estos resultados, es que los alumnos llegan a la Universidad con destrezas de planificación básicas en problemas adquiridos, tales como comprender los enunciados, lo que implica el entendimiento del mensaje explícito de los mismos, es decir, "el alumno comprende gramáticamente lo que el problema le dice", como así también el mensaje implícito, manifiesto

en saber relacionar los conceptos de la teoría con los problemas, que requiere la orientación conceptual necesaria para la planificación de la resolución del problema.

En lo que respecta a seguir un camino prefijado de resolución, hace referencia a la capacidad desarrollada que poseen los alumnos, para planificar un camino de resolución de un problema en base a una metodología pre-establecida, frente al problema de estructura conocida o ejercitado. Es decir, saber identificar y establecer las prioridades o pasos a seguir para posteriormente resolver el problema. En este caso, se trata de una destreza con mayor grado de complejidad, la cual no sólo requiere la comprensión del enunciado y la relación de conceptos teóricos con el mismo, sino también poner de manifiesto dicha relación a través de la planificación de una estrategia basada en una metodología pre-establecida. Así se justifican los resultados no muy buenos obtenidos en dicha destreza, en términos globales (tanto al inicio como al final), aunque dado el contexto en el cual se está trabajando (primera asignatura de las carreras de Bioquímica y Licenciatura en Biotecnología), los resultados pueden ser considerados como satisfactorios, al finalizar el cursado de la asignatura, ya que constituye la destreza de planificación que más ha evolucionado en el proceso de enseñanza-aprendizaje.

**Figura 2:** Comparación de *destrezas de realización* adquiridas al inicio y finalización del cursado de Química General



## Análisis y Discusión Figura 2

Se observa que las destrezas (ítem 3) *Manejar datos de tablas y gráficos*, (ítem 4) *Saber operar matemáticamente para resolver problemas*, (ítem 7) *Poder verificar mediante cálculos los conceptos de teoría* e (ítem 10) *Saber construir un camino de resolución*, presentan un mejoramiento al finalizar el cursado de Química General, con relación al inicio del mismo, siendo la destreza de realización que mayor progreso presenta la siete, seguida por la diez, tres y cuatro.

En referencia a las destrezas *Saber seleccionar datos para la resolución de problemas* (uno) y *Saber interpretar problemas de textos* (nueve), presentan una disminución de la frecuencia de adquisición al finalizar el cursado.

La destreza uno abarca la capacidad de identificar y decidir que datos explícitos o implícitos, y en que lugar los utilizaría para la resolución del problema. Como se puede apreciar, existe una disminución "aparente" de esta destreza. Es aparente, porque una destreza no puede perderse en tan corto plazo (15 semanas) y con ejercitación durante el transcurso de la misma. Lo que ocurre es que el alumno llega de la escuela media con un esquema de problemas diferente al que se enfrenta en la Universidad. Aquí debe manejar una gran cantidad de variables, las cuales no siempre están explícitas, y cuyo orden puede alterar el producto o resultado final. Dicho de otro modo, el alumno ingresa a Química General sabiendo seleccionar datos para la resolución de problemas, pero para un nivel de complejidad menor al universitario. No obstante, resulta satisfactorio la elevada frecuencia porcentual (82,28%) de adquisición de ésta destreza luego del cursado de la asignatura, lo mismo que la diferencia antes y después resulta estadísticamente no significativa.

Con respecto a la destreza tres, presenta un mejoramiento mayor al 10%, lo que indica un avance de la destreza operativa de obtener y/o utilizar tablas y gráficos para la resolución de problemas.

La destreza cuatro, no presenta una diferencia significativa entre el inicio y finalización del cursado. Esto no constituye un dato muy relevante, dado que en la asignatura, los cálculos que se realizan son

aritméticos, es decir, emplean la matemática sencilla, dado que es otra de las primeras asignaturas de las carreras de Bioquímica y Lic. en Biotecnología, y la mayoría de los alumnos no conocen las operaciones de análisis matemático. Cabe destacar que ésta es la destreza de realización más adquirida.

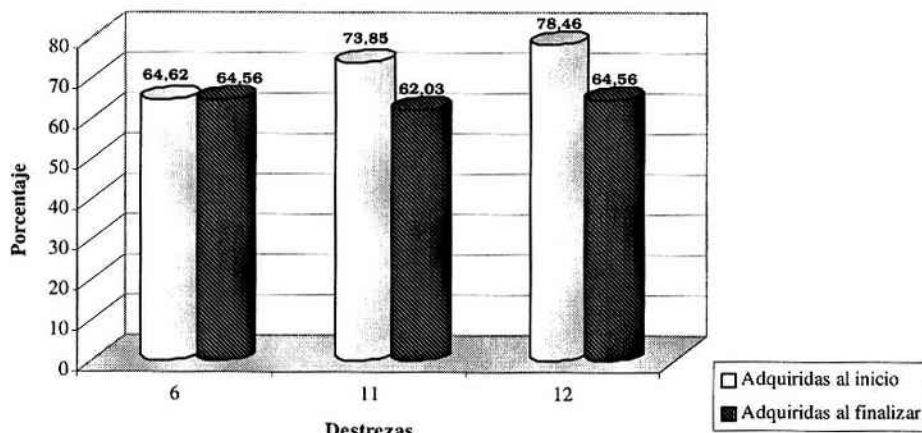
En cuanto a verificar con cálculos los conceptos de la teoría (destreza siete), es la que mayor índice de mejoramiento presenta ya que lo hace en prácticamente un 25%, con respecto al inicio del cursado. Esto habla a las claras de la capacidad que desarrolló el alumno de poder justificar matemáticamente los conceptos teóricos, destreza de fundamental importancia en una carrera química universitaria.

Por otro lado, en la destreza nueve ocurre algo similar a la destreza uno; existe una disminución aparente, aunque no significativa, al final del cursado y esto constituye la dificultad que presentan los alumnos ante la resolución de problemas propuestos en los libros de texto de química universitaria, los cuales emplean un discurso y método de resolución que a veces es diferente a los que el alumno se enfrenta en las clases de la asignatura. Vale hacer mención, que la gran mayoría de los estudiantes realiza sus primeros pasos por la química y presentan algunos problemas en adaptarse a la misma situación desde distintas ópticas. En general llegan al resultado final por un camino de resolución cuando puede existir dos o más; pero para recorrer estos caminos optativos se requiere un mayor manejo de la química sobre todo de la teoría, lo cual se logra en cursos posteriores a Química General.

Finalmente, la destreza diez, representa una prueba de que el alumno sabe construir un camino de resolución, pero en concordancia con la destreza nueve, sólo limitadamente, es decir, cuando el estudiante se enfrenta a un problema con el que se encuentra familiarizado gramáticamente y estructuralmente, puede desarrollar un camino de resolución; pero cuando, el problema es enfocado desde otra perspectiva aparecen las dificultades.

Sin embargo, tanto para la destreza nueve como para la diez, los resultados posteriores al cursado de Química General no dejan de ser alentadores y satisfactorios, ya que en ambos casos superan un valor aceptable del 60% de adquisición de dichas destrezas.

**Figura 3:** Comparación de *destrezas de análisis-aplicación* adquiridas al inicio y finalización del cursado de Química General



### Análisis y Discusión Figura 3

Las destrezas de análisis-aplicación en forma global presentan una disminución aparente de la frecuencia de adquisición.

En el caso de la capacidad de relacionar los problemas con los trabajos prácticos, no existe una diferencia significativa entre antes y después del cursado, aunque no deja de ser positivo el hecho de lograr un porcentaje de adquisición superior al 60%.

Constituye ésta, una de las destrezas de mayor importancia en cuanto a la utilidad de los problemas para resolver y/o justificar los distintos fenómenos experimentales de los trabajos prácticos de laboratorio, siendo los problemas el nexo entre la teoría y esa práctica.

En cuanto a las destrezas once y doce, las mismas están estrechamente relacionadas y hacen referencia a la correcta presentación y comunicación de los resultados.

En las ciencias denominadas exactas, como lo son la Química y la Matemática, cobra fundamental importancia la correcta expresión de los resultados, con su concomitante número de cifras significati-

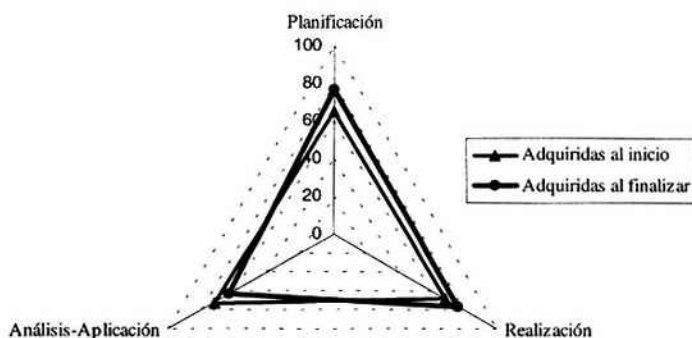
vas, dado que ello puede significar (en caso de cometer un error) pérdidas económicas o peligro de muerte. Es por ello, la importancia indiscutible que cobra no sólo la expresión (presentación) del resultado, tanto numéricamente como en unidades correctas, como así también la comunicación inequívoca de estos resultados a través de protocolos y/o informes.

Sin embargo, al igual que la destreza seis, la once y doce resultan positivas desde la perspectiva que se encuentra por encima de un 60% de adquisición.

La disminución aparente en este caso se debe a las falencias con las que ingresa el alumno a la Universidad. En cuanto a la correcta expresión y comunicación de los resultados, es decir, en el nivel medio, la obtención de un resultado y su comunicación no tienen otra finalidad que aproximarse al resultado, es por ello que el alumno con la idea de ...«da más o menos»..., pero en la Universidad, el resultado cobra otro sentido de mayor exigencia en la exactitud y mayor reproducibilidad, por lo que el discurso debe convertirse en ...«da exactamente»..., y es aquí donde se marca la diferencia.



**Figura 4:** Comparación de promedios de destrezas de Planificación, Realización y Análisis- Aplicación, al inicio y finalización del cursado de Química General



#### Análisis y Discusión Figura 4

En el gráfico se puede visualizar un mejoramiento de dos de los grupos de destrezas: planificación y realización; mientras que las destrezas de Análisis-Aplicación presentan un "retroceso aparente". Debe recordarse que las destrezas no se pierden sino que en todos los casos deben adaptarse a un nuevo contexto como ocurre en este caso, es decir, los alumnos deben adoptar y desarrollar destrezas de Análisis-Aplicación acordes a las exigencias universitarias.

Si se traslada esto último a las destrezas de planificación y de realización se tiene un mérito aún mayor.

#### Conclusiones

Las destrezas adquiridas han superado en general, a la inicial del cursado, razón por la cual, los resultados se consideran satisfactorios.

Bajo el punto de vista docente, estos índices demuestran que se está trabajando en la dirección correcta con respecto a la metodología abordada.

Por otro lado, en la Cátedra se cuenta con datos de evaluaciones de parciales (problemas), para el mismo grupo de alumnos observado.

De acuerdo al resultado promedio de las destrezas al final del cursado, obtenido mediante el instrumento utilizado, se tiene un valor del 73% y, en

base a las mediciones de Cátedra del 53, 66% (promedio de evaluaciones parciales de la población estudiada).

Con respecto a esta diferencia de valores se debe tener en cuenta en primer lugar una posible sobrevaloración por parte de los alumnos, de las destrezas consignadas y; en segundo lugar el hecho de evaluarse en los parciales mencionados, no solo los contenidos procedimentales, sino también los conceptuales. Ésta diferencia abre un interrogante sobre las apreciaciones hechas y simultáneamente induce a continuar investigando y profundizando en este tema.

La importancia del mismo radica en que el campo de las destrezas es de fundamental importancia en la formación del estudiante, considerándose satisfactorias las destrezas adquiridas, teniendo en cuenta que Química General es primera asignatura y, esperándose que en el cursado de las siguientes, a lo largo de la carrera, revisará, mejorará y aplicará sus destrezas individuales y colectivas.

Desde el punto de vista estadístico, se han realizado pruebas de significación, para las muestras estudiadas. Para ello, se fijó que las frecuencias porcentuales correspondientes al inicio del cursado, son los valores «normales», planteándose la siguiente hipótesis nula ( $h_0$ ): «El valor de la frecuencia porcentual posterior al cursado, puede considerarse igual al anterior al cursado». Se aplicó el test de comparación por intervalo de probabilidad para un  $\alpha = 0.05$ , dando como resultado que se rechaza  $h_0$  para los

ítems 2, 3, 7, 8, 10, 11 y 12, siendo las frecuencias porcentuales de estas significativamente diferentes a las correspondientes a antes del cursado.

La fórmula aplicada fue:

$$I_p = P \pm t_{\alpha} \times ((P \times Q)/N)^{1/2}$$

Dónde P es la frecuencia porcentual; Q es (1-P);  $t_{\alpha}$  es la «t» de student (para  $\alpha = 0.05$  y (N-1) grados de libertad) y; N=79.

## Agradecimientos

A la Dra. Juana Albarracín de Morán, Profesora Titular de Química Inorgánica, Facultad de Bioquímica, Química y Farmacia, Universidad Nacional de Tucumán, por los aportes realizados en investigación educativa y especialmente en el campo de los contenidos procedimentales (destrezas) y actitudinales.

## Bibliografía

1. Tamir, P., Nusinovitz, R. and Friedler, Y., 1982. The design and use of Practical test Assessment Inventory. *Journal of Biological Education*, **16**: pp. 42-50.
2. Albaladejo, C. y Gran, R., 1992. Los procedimientos en las Ciencias Naturales. *Aula* **24**, pp. 24-27.
3. Pro Bueno, A., 1995. Reflexiones para la selección de contenidos procedimentales en ciencias. *Alambique. Didáctica de las ciencias experimentales*. Octubre 1995. pp. 77-87.
4. Tamir, P. y Lunetta, V.I., 1978. An analysis of laboratory activities in the BSCS Yellow Version. *The American Biology Teacher*, **40**. pp. 353-357.
5. Nosedá, J.C., Schweigkardt, J.M., Palmioli, P.I., 2000. ¿Cuáles son las destrezas en Química con que ingresan los alumnos a la Universidad?. *Aula Universitaria*, **3**, pp 67 – 73.
6. Nosedá, J.C., 2000. TESIS: "Optimización del aprendizaje en los trabajos prácticos de Química", para obtener el título de postgrado: Magister en Didáctica de las Ciencias Experimentales - Orientación Química. Facultad de Bioquímica y Ciencias Biológicas. U.N.L.
7. Nosedá, J.C., Palmioli P., 1999. "Valoración de Destrezas en Química General". Libro de Resúmenes II Congreso Regional de Educadores en la Química. Vaquerías Córdoba, pp. 62.