



## Tesis

**La desarticulación en el aprendizaje, su durabilidad y el afianzamiento del mismo evaluados a través de la disciplina Química en la carrera de Ingeniería Agronómica**

**Tesis de Magíster en Didáctica de las Ciencias Experimentales. Mención Química**

*Autora:* Isabel de los Milagros Nescier

*Director:* Dr. Rafael Lisandro Althaus

*Co-Directora:* Magíster Ana María Gauchat de Rocha

*Institución:* Facultad de Bioquímica y Ciencias Biológicas. Universidad Nacional del Litoral.

*Dirección:* Universidad Nacional del Litoral. Facultad de Ciencias Agrarias. R. P. Kreder 2805. (3080) Esperanza, Santa Fe. Te: 03496-421037.

*E-mail:* inescier@fca.unl.edu.ar

*Fecha de defensa:* 3 de agosto de 2005

Los problemas de comprensión y construcción de conocimientos se registran en diferentes niveles educativos. La universidad no escapa a ellos y, por ende, tampoco a las causas que los producen; de orden institucional, cognoscitivo, afectivo y social, que pueden incidir en el rendimiento académico del alumno. Enseñar química no es una tarea fácil, tampoco lo es aprenderla. Esta ciencia experimental supone el manejo de conceptos y principios de alto nivel de abstracción cuya comprensión ofrece serias dificultades a muchos estudiantes. Éstas tienen su origen en diferentes factores, algunos intrínsecos del alumno, que influyen de gran manera como por ejemplo, los de orden intelectual, afectivo y motivacional. Otros factores son extrínsecos al alumno; entre los más importantes se pueden señalar las estrategias didácticas del profesor. Frecuentemente, los contenidos curriculares no estimulan los intereses del estudiante y por ende, el aprendizaje se convierte en una rutina académica por medio de la cual el alumno puede salvar instancias temporales, adquirir condiciones de regularidad, aprobar evaluaciones y exámenes cuyos temarios, en su

mayor parte, olvida después. Es preocupante el elevado número de estudiantes que fracasa y cae en una situación de frustración que los lleva a cursar en forma reiterada las diferentes químicas de la carrera y en ocasiones, a desertar. Este diagnóstico expuesto sucintamente, revela una situación que se repite todos los años con pocas variantes, lo que obliga a intensificar los esfuerzos por hallar las mejores estrategias didácticas para optimizar la enseñanza y el aprendizaje de los alumnos.

El desarrollo tecnológico en los últimos años, particularmente los avances registrados en informática, han llevado a la incorporación incesante de los recursos multimediales en el aula. Entre otras estrategias didácticas, surge la aplicación de las nuevas tecnologías asociadas a la educación, aunque no todos los autores confían en ellas para la solución de los problemas educativos. No obstante, estos recursos no pueden ser desconocidos por el docente sino por el contrario, deben ser incorporados como una alternativa que contribuya a mejorar la calidad de la enseñanza. En este sentido, el presente trabajo tuvo como propósito la comparación de

dos enfoques metodológicos; el Aprendizaje Basado en la resolución de Problemas (ABP) bajo una perspectiva de Trabajo Cooperativo Áulico (TCA) y el basado en Clases Asistidas por un Software Didáctico (CASD) para la enseñanza de los temas "*Reacciones de oxidación reducción*" y "*Electroquímica*", en la asignatura "Química Analítica General y Aplicada" de la carrera de Ingeniería Agronómica de la Universidad Nacional del Litoral.

Los objetivos propuestos fueron:

- Evaluar el impacto que produce la implementación de nuevas tecnologías en el aprendizaje en comparación con la metodología de ABP bajo un enfoque TCA.
- Analizar el efecto de la escuela secundaria de procedencia de los alumnos sobre el aprendizaje de los temas seleccionados.
- Observar si se producen mejoras en el aprendizaje de los alumnos recursantes en la asignatura.
- Evaluar la durabilidad de los aprendizajes en los temas "*Reacciones de oxidación reducción*" y "*Electroquímica*" adquiridos en la asignatura previa "Química General e Inorgánica".

Se trabajó con un grupo de 59 alumnos que cursaron la disciplina durante el primer cuatrimestre del segundo año de la carrera. Se seleccionaron los temas "*Reacciones de oxidación reducción*" y "*Electroquímica*" como ejes para evaluar preconcepciones y como indicadores del proceso de construcción de conceptos. La elección se fundamentó en la complejidad y en el grado de abstracción que el aprendizaje de estos temas supone.

Para evaluar el impacto de nuevas tecnologías en el aprendizaje, se utilizó un software interactivo diseñado para este trabajo que permite integrar nuevos recursos al contexto de la enseñanza, al tiempo que supone otras destrezas y mayor autonomía en el desempeño del alumno. El software se confeccionó bajo el entorno gráfico Windows, con una programación dirigida a objetos (Visual Basic).

Los alumnos se dividieron en dos grupos, según el enfoque metodológico: Grupo "A" constituido por alumnos que optaron por el

ABP con el enfoque TCA y Grupo "B" formado por los que eligieron el ABP basado en CASD. Dada la libertad de elección todos los alumnos recursantes se incorporaron al grupo "A". Posteriormente, se evaluaron los resultados de ambos grupos para analizar los cambios en sus aprendizajes, considerando los efectos de los factores "Condición del alumno" y "Terminalidad de la escuela media" como indicadores de la historia académica del alumno. Para ello se planteó el siguiente modelo estadístico:

$$y_{ijk} = \mu + CA_i + ES_j + \epsilon_{ijk}$$

Donde:

$y_{ijk}$  : Variable dependiente (calificación alcanzada por cada alumno),  $\mu$ : Media general,  $CA_i$ : Efecto condición del alumno en términos de variable Dummy ( $i=2$ ,  $X=0$ : ingresante y  $X=1$ : recursante),  $ES_j$ : Efecto de la escuela secundaria ( $k=4$ , Bachiller, Perito mercantil, Técnico y Bachiller agrónomo),  $\epsilon_{ijk}$  : error residual del modelo.

La aplicación del Análisis de la Varianza (ANOVA) para el estudio de estos factores sobre las calificaciones de los alumnos en "Química General e Inorgánica" señaló un efecto significativo ( $p < 0.01$ ) de la condición del alumno sobre los resultados finales de los tres exámenes realizados. Podría haberse esperado un efecto significativo para la variable "Escuela Secundaria", sin embargo los parámetros estadísticos encontrados no señalaron significación.

Los alumnos recursantes exhibieron un bajo rendimiento académico en comparación con los ingresantes, con marcadas diferencias en las puntuaciones medias del primer parcial (4.80 vs 7.49), segundo parcial (4.02 vs 7.49), siendo menores en el examen final (4.96 vs 5.95) y elevados coeficientes de variación. Este hecho evidenció la mayor heterogeneidad en las respuestas de los recursantes debido, entre otros factores, a preconcepciones erróneas fuertemente arraigadas.

Al inicio del cursado de la asignatura se evaluaron preconcepciones de compuestos (fórmulas), como así también pH y producto de solubili-

dad. Posteriormente, se realizó un segundo diagnóstico con el propósito de indagar conceptos previos específicos de los temas seleccionados; para ello se formuló el siguiente diseño "jerárquico":

$$y_{ijkl} = \mu + CA_i + EM(CA)_{ij} + ES_k + \varepsilon_{ijkl}$$

Donde:

$y_{ijkl}$ : Variable dependiente (calificación alcanzada por cada alumno),  $\mu$ : Media general,  $CA_i$ : Efecto de la condición del alumno en variable Dummy ( $i=2$ ,  $X=0$ : ingresantes y  $X=1$ : recurrentes),  $EM(CA)_{ij}$ : Efecto del enfoque metodológico jerarquizado a la condición del alumno ( $j=2$ , "TCA" y "CASD"),  $ES_k$ : Efecto de la escuela secundaria ( $k=4$ , Bachiller, Perito mercantil, Técnico y Bachiller agrónomo),  $\varepsilon_{ijkl}$ : error residual del modelo.

Al aplicar el ANOVA no se encontraron diferencias significativas ( $p < 0.05$ ) en las medias de los grupos que serían luego sometidos a ambos enfoques metodológicos. Los factores "Condición del Alumno" y "Escuela Secundaria" no presentaron efectos significativos a un nivel  $p < 0.05$ . Todo ello permitió garantizar la equivalencia inicial de ambos grupos.

Una vez utilizado el software y después de haber implementado las diferentes metodologías de enseñanza y aprendizaje, se procedió a llevar a cabo una evaluación de posttest a fin de determinar las posibles mejoras atribuidas a los enfoques metodológicos aplicados. No se encontraron diferencias significativas ( $p < 0.05$ ) para ninguno de los tres efectos contemplados en el modelo estadístico.

Cuando se compararon las calificaciones medias de la primera y segunda evaluación diagnóstica con los resultados del posttest, se observó que el grupo de alumnos ingresantes no presentó mayores diferencias en su rendimiento académico con el enfoque CASD (5.12; 6.13 y 6.48, respectivamente). Por el contrario, el grupo de alumnos que trabajó con el ABP en el aula acompañados por el docente y en forma cooperativa presentó una mejora del 18 %. Se advirtió un gradual progreso de los alumnos desde la primera y segunda evaluación diagnóstica hasta el posttest.

Con el propósito de realizar el seguimiento continuo en la evolución del alumno en la materia, se efectuaron dos exámenes parciales. El ANOVA no reveló diferencias significativas ( $p > 0.05$ ) en las calificaciones medias de los alumnos bajo los dos enfoques metodológicos ensayados. Una vez finalizado el cursado de la asignatura los alumnos realizaron un examen integrador. El análisis de los resultados indicó un efecto significativo ( $p < 0.05$ ) para la variable  $EM(CA)$ , sin embargo, el efecto  $CA$  no resultó significativo ( $p = 0.17$ ). Este hecho evidencia una homogeneidad en los resultados alcanzados por los alumnos recurrentes e ingresantes, que permitiría hablar de una posible integración de los primeros con el resto del curso. En el examen integrador final, los alumnos ingresantes que aplicaron CASD obtuvieron calificaciones significativamente inferiores (comprendidas entre 5.42 - 7.08) a la de los alumnos con los que se aplicó el ABP desarrollado con TCA (comprendidas entre 6.67 - 8.75).

A fin de establecer asociaciones entre los diferentes tipos de evaluaciones realizadas por los alumnos, se aplicó el Análisis Cluster. Este puso de manifiesto cierta homogeneidad en las respuestas que los alumnos brindan en los exámenes finales, al igual que en los parciales, por tratarse de exámenes anunciados con cierto tiempo de anticipación. Por el contrario, las evaluaciones diagnósticas sin previo aviso y sin influencia sobre las calificaciones de la asignatura, ya que sus notas no tienen repercusión sobre la nota final, exhibieron una mayor dispersión en las respuestas, acompañada de una inserción tardía al resto del cluster.

En virtud de los resultados obtenidos en este trabajo, se concluyó que si bien las nuevas tecnologías han sido desarrolladas con el objetivo de mejorar el aprendizaje de los alumnos, su aplicación no siempre garantiza el éxito académico. En efecto, a la luz de los resultados obtenidos, no resultó posible afirmar desde el punto de vista estadístico ( $p < 0.05$ ) que el recurso tecnológico sea capaz de reemplazar la interacción que se produce en el proceso de enseñanza y aprendizaje entre profesor-alumno y entre los alumnos entre sí. Se observó un efecto significativo para la variable año de ingreso, ya que los alumnos recurrentes obtuvieron meno-

res calificaciones que los alumnos ingresantes en el primer año de la carrera.

En el segundo año de cursado, no se encontraron diferencias significativas en los logros alcanzados por los alumnos procedentes de diferentes escuelas secundarias, ya que dicho efecto ha sido nivelado en el curso de articulación disciplinar y en la asignatura "Química General e Inorgánica", por lo que se puede establecer que este no es un factor limitante del aprendizaje una vez que alumnos han avanzado en la carrera.

La metodología de ABP con el enfoque TCA permitió mejorar en forma significativa los resultados obtenidos por los alumnos ingresantes. En esta metodología se potencia el enriquecimiento que el alumno logra en la interacción con el docente y con sus compañeros a través del diálogo, el intercambio de ideas, la discusión de diferentes alternativas de resolución de problemas, el análisis de aciertos y errores, de la aplicación de destrezas, etc.

Con respecto a los alumnos recursantes, se concluyó que el ABP con el enfoque TCA logró mejoras en su rendimiento académico. De todos modos, estas mejoras no alcanzaron a la

totalidad de ellos, por lo que se considera importante la posibilidad de reforzar a los estudiantes que poseen dificultades de diversa índole con el apoyo de un gabinete psicopedagógico que les ayude a superar problemas personales y los guíe en la aplicación de técnicas de estudio acordes al nivel en curso.

A través del seguimiento realizado mediante las evaluaciones diagnósticas se apreció la escasa durabilidad de los aprendizajes logrados en asignaturas previas, por lo que sustentados en los fundamentos de Perkins, se puede suponer que el alumno posee conocimientos inertes, que ocasionalmente recuerda y que le permite aprobar exámenes, pero que luego no es capaz de transferir a materias posteriores o a situaciones más complejas. Por todo ello, se puede inferir que las nuevas tecnologías informáticas no mejoraron en forma significativa el rendimiento académico de los alumnos de Química Analítica General y Aplicada de segundo año de la Facultad de Ciencias Agrarias en comparación con el trabajo cooperativo áulico. Se puede establecer que la enseñanza basada en la comunicación multimedia puede favorecer el aprendizaje, pero *per se*, no lo garantiza.