

# FACTORES QUE CONDICIONAN LA APROPIACIÓN DEL CONOCIMIENTO Y SU DURABILIDAD EN LA ASIGNATURA QUÍMICA EN ALUMNOS DE INGENIERÍA AGRONÓMICA

NESCIER, I. de los M.<sup>1</sup>; ALTHAUS, R. L.<sup>2</sup> & ROCHA, A. M.<sup>3</sup>

## RESUMEN

En el presente trabajo de investigación educativa se analizaron los factores condición del alumno (CA) y terminalidad de la escuela secundaria (ES) sobre los aprendizajes en Química Analítica General y Aplicada (QAGA) logrados por los alumnos de Agronomía de la UNL y su durabilidad.

Se consideraron los resultados de evaluaciones parciales, exámenes y evaluaciones diagnósticas, tomando como eje los temas “Reacciones de oxidación reducción” y “Electroquímica”, desarrollados con la metodología de aprendizaje basado en la resolución de problemas (ABP) en forma cooperativa.

Se observó un efecto significativo para el factor CA, ya que los alumnos recursantes obtuvieron menores calificaciones que los alumnos ingresantes. En el segundo año de cursado, no se observaron diferencias significativas por el factor ES, ya que dicho efecto ha sido nivelado en la asignatura Química General e Inorgánica (QGI), por lo que se puede establecer que éste no es un factor limitante del aprendizaje una vez que los alumnos han avanzado en la carrera. La durabilidad de los aprendizajes logrados en asignaturas previas resultó escasa.

*Palabras clave:* aprendizaje significativo, durabilidad, escuela secundaria.

## SUMMARY

### **Factors that condition the appropriation of the knowledge in chemistry and its durability in students of Agronomic Engineering.**

In this paper of educational research the factors student's condition (CA) and terminality of the high school (ES) were analyzed on the learning in General and Applied Analytic Chemistry achieved by the students of agronomy of the UNL and their durability.

The results of partial evaluations, exams and diagnostic evaluations were considered, taking as axis the topics “Reactions of oxidation reduction” and “Electrochemistry”, developed with the learning methodology based on the resolution of problems (ABP) in cooperative form.

A significant effect was observed for the factor CA. The student of previous years obtained smaller qualifications that the students that entered in that year. In factor is significant differences were not observed in the second year. This effect has been balanced in the General and Inorganic Chemistry (QGI) subject, reason why it would not be limiting factor in the learning once the students have advanced in the career. The durability of the learning achieved in previous subjects was scarce.

*Keyd words:* significant learning, durability, high school.

1.- Cátedra de Química. Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional del Litoral. Kreder 2805. (3080) Esperanza, Santa Fe. Telefax: (03496) 426400. Email: inescier@fca.unl.edu.ar

2.- Cátedra de Biofísica. Facultad de Ciencias Veterinarias, UNL.

3.- Escuela Normal Superior N° 30 D. F. Sarmiento. Sarmiento 2644. (3080) Esperanza, Santa Fe. Manuscrito recibido el 19 de setiembre de 2007 y aceptado para su publicación el 28 de febrero de 2008.

## INTRODUCCIÓN

Los problemas que presentan los alumnos en el aprendizaje de las ciencias experimentales se producen en los diferentes niveles educativos, incluyendo el ámbito universitario. Factores tanto de orden institucional, como de índole cognoscitiva, afectiva y social (Bandura, 1982; Bruner, 1987; Alonso Tapia y García Celay, 1990; Carretero, 1993) tienen incidencia directa en el rendimiento académico.

La Química es una ciencia experimental que se nutre de conceptos con un alto nivel de abstracción, que el alumno no siempre logra comprender. Enseñar esta asignatura no es tarea sencilla, tampoco aprenderla, especialmente en carreras donde no es una materia específica, como en Ingeniería Agronómica.

Osborne y Freyberg (1991) opinan que son numerosos los alumnos que encuentran dificultades para comprender los contenidos desarrollados en las clases de ciencias; en ellas el alumno trata de interpretar, de entender el mundo en el que vive a partir de su propia experiencia, de sus conocimientos disponibles en ese momento y de su lenguaje. Los alumnos poseen una percepción del mundo que no siempre es científica, debido a la dificultad que plantea lo inobservable y las concepciones intuitivas que, generalmente, son científicamente incorrectas y guiadas por la percepción y la experiencia cotidiana (Giordano *et al.*, 1991; Borreguero y Rivas, 1995; Campanario y Otero, 2000). A todas estas concepciones, se debe agregar el lenguaje propio de la química; que posee todas las limitaciones características de un idioma diferente al que el alumno utiliza, unido a la difícil delimitación entre el significado vulgar y científico (Gardner, 1997).

De todos modos, las dificultades no se agotan en los contenidos y en los factores

inherentes a los mismos, ya que otros factores influyen de gran manera, tales como los intrínsecos al alumno (intelectual, afectivo, fracaso académico, ausencia de motivación por aprender la asignatura) y los extrínsecos al alumno, entre otros las estrategias didácticas del profesor, según Ausubel *et al.* (1987a, b). Es frecuente observar el desinterés del alumno por aprender contenidos conceptuales en las clases de ciencias experimentales, éstos generalmente no estimulan su interés por aprender y por lo tanto el aprendizaje se convierte en un acto rutinario, de tipo mecánico, que el estudiante utiliza para alcanzar metas de regularidad en la carrera sin lograr aprendizajes significativos y le permite aprobar evaluaciones y exámenes cuyo temario, en su mayor parte, olvida después o bien fracasa en estas instancias. En este sentido, es preocupante el elevado número de alumnos que cae en una situación de fracaso, llevándolos a cursar en forma reiterada una asignatura llegando, a veces, a desertar de la carrera.

En virtud de esta situación que se repite todos los años, se decidió estudiar la evolución del alumno en los primeros años de la carrera, utilizando una estrategia basada en la metodología de resolución de problemas (ABP) bajo un enfoque de aprendizaje cooperativo áulico (ACA). Al respecto, John-son *et al.* (2000) sostienen que el aprendizaje cooperativo es un término genérico que hace referencia a un buen número de métodos para organizar y conducir la enseñanza en el aula. En concreto, estos autores plantean que el ACA debe ser entendido como un conjunto de métodos de aprendizaje, desde lo más directo (técnicas) hasta lo más conceptual (marcos de enseñanza o macroestrategias).

El propósito de este trabajo fue evaluar las mejoras en los aprendizajes de los alumnos ingresantes como de aquellos que presentaban dificultades reiteradas, generalmente

llamados “alumnos recursantes” en el ámbito universitario.

Los objetivos fueron:

- Evaluar la durabilidad de los aprendizajes logrados desde el cursado de Química General e Inorgánica (QGI) y durante el desarrollo de Química Analítica General y Aplicada (QAGA).

- Analizar el efecto de la terminalidad de la escuela secundaria de procedencia en el aprendizaje de los temas abordados.

- Observar el comportamiento que experimentaron los alumnos recursantes.

## MATERIALES Y MÉTODO

La investigación se realizó en la cátedra de QAGA de la carrera de Ingeniería Agronómica de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional del Litoral.

Se trabajó con una muestra constituida por 59 alumnos que aprobaron QGI de primer año y se encontraban cursando QAGA del segundo año de la carrera durante el año 1998; ambas materias eran de cursado cuatrimestral (14 semanas). La edad promedio de los alumnos estaba comprendida entre los dieciocho y veinte años.

Se seleccionaron los temas “*Reacciones de oxidación reducción*” y “*Electroquímica*” para evaluar preconcepciones y como indicadores del proceso de construcción del conocimiento. La elección se fundamentó en el grado de abstracción que implican estos conceptos y en la importancia de su aplicación en materias básicas agronómicas, en las del ciclo superior y como profesionales, ya que en todo proceso biológico a nivel de célula vegetal y/o animal y en el suelo, se suceden numerosas reacciones de oxidación reducción. La temática abordada tiene aplicación en los procesos fotosintéticos, en la cadena de transporte de electrones,

en los procesos metabólicos aeróbicos y anaeróbicos, en la acumulación del carbono orgánico y en los procesos de mineralización del suelo etc.

Para describir la situación previa de los alumnos se analizaron los resultados de sus calificaciones en dos exámenes parciales y en el examen final de QGI. Durante el cursado de la asignatura QAGA se realizó una primera evaluación diagnóstica sobre conceptos de compuestos (fórmulas), potencial de hidrógeno y producto de solubilidad. Posteriormente, se realizó un segundo diagnóstico con el propósito de indagar conceptos específicos sobre los temas seleccionados.

Se planteó el siguiente modelo estadístico que permitió evaluar los efectos Escuela Secundaria (ES) y Condición del Alumno (CA) sobre los resultados logrados durante los primeros años de la carrera.

$$y_{ijk} = m + CA_i + ES_j + e_{ijk}$$

Donde  $y_{ijk}$ : Variable dependiente (calificación alcanzada por cada alumno),  $m$ : Media general,  $CA_i$ : Efecto condición del alumno en término de variables Dummy ( $i=2$ ,  $X=0$ : ingresante y  $X=1$ : recursante),  $ES_j$ : ( $j=4$ , Bachiller, Perito Mercantil, Técnico y Bachiller Agrónomo),  $e_{ijk}$ : error residual del modelo. Los resultados se evaluaron mediante el ANOVA.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### *Efectos de los diversos factores sobre los resultados de las evaluaciones realizadas en QGI*

La aplicación del Análisis de la Varianza para el estudio de los factores CA y ES como indicadores de la historia académica del alumno desde su ingreso a la facultad mostró un efecto significativo ( $p < 0.01$ ) del año de ingreso en los resultados finales de los tres

Cuadro 1: Efecto de la condición del alumno sobre las calificaciones medias de las evaluaciones de la asignatura «Química General e Inorgánica»

Evaluación	Condición del Alumno	X	DS	Rango	CV
Primer Parcial	Recursante	4.8	0.5	3.8 – 5.8	10.0
	Ingresante	7.5	0.3	6.8 – 8.2	4.3
Segundo Parcial	Recursante	4.0	0.5	3.1 – 5.0	11.9
	Ingresante	7.5	0.3	6.8 – 8.2	4.4
Examen Final	Recursante	5.0	0.4	4.1 – 5.8	8.9
	Ingresante	6.0	0.3	5.3 – 6.6	5.0

X: Promedio, DS: Desviación Standard, CV: Coeficiente de Variación

exámenes realizados. Podría haberse esperado un efecto significativo para la variable ES, dado el sesgo que potencialmente debería brindar cada terminalidad, sin embargo esto estaría justificando que el alumno dispuesto a aprender “aprende”.

En Cuadro 1 se presenta el efecto de CA sobre las calificaciones medias obtenidas por los alumnos en las tres evaluaciones realizadas en la asignatura QGI. Se pone de manifiesto el bajo rendimiento académico que exhibieron los “alumnos recursantes”, con marcadas diferencias en las puntuaciones medias del Primer Parcial (4.8 vs 7.5), Segundo Parcial (4.0 vs 7.5), resultando más pequeñas en el Examen Final (5.0 vs 6.0) para alumnos recursantes e ingresantes, respectivamente.

Se deben destacar los elevados valores de los coeficientes de variación en los alumnos recursantes en comparación con los alumnos ingresantes. Esto podría evidenciar la mayor heterogeneidad en la variedad de respuesta de los alumnos recursantes como consecuencia, entre otros factores, de preconceptos erróneos fuertemente arraigados. Este inconveniente, junto a la deserción académica, constituye un gran

desafío para la universidad en la búsqueda de alternativas para disminuir el fracaso de los alumnos.

Un enfoque más acertado para la disminución de la deserción podría abordarse mediante una «nivelación» más completa que asegure el manejo mínimo de los principales aspectos que se profundizarán en las asignaturas de los primeros años de estudios, acompañado de un seguimiento por parte de personal psicopedagógico especializado, para aquellos alumnos que poseen dificultades de aprendizaje.

#### *Resultados de la Evaluación Diagnóstica realizada al inicio del cursado de QAGA*

La primera evaluación diagnóstica permitió evaluar los conocimientos previos de los alumnos utilizando un cuestionario con las siguientes preguntas:

- 1) Responde ¿qué son los óxidos básicos, cómo se forman y que sustancias producen al reaccionar con agua?
- 2) Expresa qué son los ácidos y explica cómo se generan.
- 3) Calcula el pH de una solución 0.01

M de  $\text{NH}_4\text{OH}$  cuya  $K_B = 1.8 \times 10^{-5}$ .

4) Responde si es correcto que el pH de una solución 0.1 M de NaCl sea mayor que 7. Justifica.

5) Calcula la solubilidad del AgCl, sabiendo que su  $K_{ps} = 1.80 \times 10^{-10}$ .

6) Si tienes una solución saturada de AgCl cuyo  $K_{ps} = 1.80 \times 10^{-10}$  y otra de  $\text{Ag}_2\text{CrO}_4$  cuyo  $K_{ps} = 1.1 \times 10^{-12}$ , responde: ¿cuál es más soluble y por qué?

Los resultados de esta evaluación no señalaron diferencias significativas ( $p < 0.05$ ) para los factores CA y ES. A pesar de ello resultó interesante el análisis de las respuestas a las diferentes preguntas que integraron la evaluación; en éste se pudo observar que sólo 1 alumno respondió correctamente la pregunta N° 6 que involucró conceptos de producto de solubilidad, el 12 % de ellos lo hicieron parcialmente y el 86 % respondió en forma incorrecta, poniendo de manifiesto la falta de un manejo adecuado del tema. Los contenidos conceptuales de la pregunta N° 6 se habían desarrollado durante el cursado de la asignatura QGI y se profundizaron en clases de talleres y trabajos prácticos de QAGA, no obstante los alumnos en su mayoría no pudieron responder al enunciado. Esto estaría planteando la fragilidad del conocimiento logrado en el tema, la falta de “comprensión” y de la aplicación de “desempeños comprensivos”, que no le permitieron al alumno pensar y actuar con flexibilidad a partir de lo que sabe, es decir, no puede explicar, justificar, vincular y aplicar los conocimientos a nuevas situaciones no rutinarias (Perkins, 1999a).

Sin embargo, la pregunta N° 5 que mantenía una estrecha relación con la posterior, fue mejor respondida. Desde el punto de vista de Perkins (2001), se podría referir a que su resolución implicó cálculos de tipo mecánico menos complejos que los correspondientes a la pregunta N° 6 y que los alumnos han

adquirido como un “conocimiento ritual”. El conocimiento ritual, según este autor, permite al alumno resolver determinadas tareas a modo de mecanismo al encontrarse ante una situación similar a otra realizada aplicando modelos mentales de resolución. En este sentido Burton *et al.* (1965) expresan esta actitud como “rigidez” o “fijeza”, que restringe tanto la versatilidad como la eficacia de quien trata de resolver un problema. Por ello, cuando el alumno trata de resolver un problema tiende a seguir una “dirección habitual” única y esta tendencia podría atribuirse, por un lado, a que no se le ocurren respuestas más fructíferas y por otro, a una función mental enraizada tan firmemente que bloquea la aparición de procesos más fructíferos.

La disparidad en el resultado de las respuestas obtenidas en este trabajo fue coincidente con la teoría de Perkins (1999b) cuando establece que el problema no se debe a la falta de disposición de modelos mentales, sino en la manipulación efectiva de los modelos por él creados, siendo éstos complejos, exigen de la memoria a corto plazo, son difíciles de rastrear y además son un desafío si se los aborda de otra forma. Por otro lado, no siempre se llega a alcanzar una integración efectiva de muchos conceptos de química, puesto que el tiempo de cursado (14 semanas) resulta escaso para tal fin. Como consecuencia de ello, el alumno maneja en forma aislada y desarticulada algunos conceptos que permanecen inertes en su memoria, es decir, retienen conocimientos que no utilizan activamente en la resolución de problemas y en otras actividades, transformándose en poseedores de esos conocimientos, sin llegar a aplicarlos (Perkins, 2001).

Las preguntas N° 1 y N° 2 se plantearon con el objetivo de evaluar los conocimientos previos de los alumnos sobre el lenguaje y

la expresión química a través de fórmulas de los compuestos. Debido a que la pregunta N° 2 implicó un mayor conocimiento y nivel de razonamiento (compuestos ternarios y cuaternarios) que la pregunta 1 (compuestos binarios), la calificación media alcanzada por los alumnos en esta última, resultó superior a la lograda en la N° 2.

Conviene destacar que, en numerosas ocasiones, los alumnos estudian únicamente para aprobar la asignatura, no llegando a lograr un aprendizaje significativo y duradero de todos los contenidos desarrollados en la materia. Ante los resultados expuestos cabe el siguiente cuestionamiento ¿Por qué el alumno logró aprobar el examen final de QGI y luego no alcanzó niveles de aprobación en la evaluación diagnóstica?, ¿Qué sucedió con sus conocimientos? Una explicación a estos interrogantes encuentra su sustento en lo que Perkins (2001) señaló como el “síndrome del conocimiento frágil”, según el cual el alumno posee conocimientos inertes, que a veces recuerda, le permite aprobar exámenes y luego no es capaz de transferirlo.

Los alumnos recursantes obtuvieron una calificación media más baja que los alumnos ingresantes, acompañados de mayores valores en sus desviaciones Standard, poniendo de manifiesto una mayor heterogeneidad de sus conocimientos en virtud de la diversidad hallada en sus respuestas. Esto revela una problemática creciente en la educación universitaria actual, “el alumno recursante”. Se debe destacar que en el presente trabajo, los alumnos recursantes representaron el 19 % de la población estudiantil que cursó la asignatura en estudio. Al respecto, Dweck (1980) realiza una diferenciación entre lo que llama “estudiante de todo o nada” y “estudiantes graduales”. Los “estudiantes de todo o nada” esperan entender algo “captándolo” y cuando esto les resulta difícil llegan a la conclusión de que carecen de la capacidad de com-

prender; por el contrario los “estudiantes graduales” entienden la comprensión como la realización de un esfuerzo gradual extendido. A través de la diversidad de respuesta brindadas por los alumnos recursantes, se podrían relacionar los resultados con esta teoría, ya que se observó que abandonan demasiado pronto un problema, frecuentemente no son perseverantes y por ello, en general, no logran una comprensión gradual en la construcción de su propio aprendizaje que los lleva a no alcanzar las exigencias académicas.

A pesar que la escuela media de procedencia de los alumnos no presentó un efecto significativo ( $p = 0.07$ ), el valor de probabilidad se encontró entre 0.05 y 0.10. Del análisis de los valores medios obtenidos era de esperar que los alumnos procedentes de escuelas técnicas obtuvieran los mejores resultados, sin embargo esta situación no se observó. Los alumnos con la especialidad Perito Mercantil, obtuvieron calificaciones levemente superiores al resto del curso ( $p = 0.07$ ) sin embargo, los resultados obtenidos en este trabajo señalan que el posible efecto de la terminalidad de la escuela media se diluye durante el primer año de cursado de la carrera universitaria, dejando de ser un factor limitante del aprendizaje. En síntesis, podría inferirse que la terminalidad de la escuela secundaria presenta un efecto inmediato sobre el rendimiento en los cursos preparatorios o durante el primer año de la carrera, produciéndose una nivelación en la medida que los alumnos han avanzado en la carrera.

#### *Resultados de la Evaluación Diagnóstica realizada a mediados del cursado de QAGA*

Tanto la CA ( $p = 0.97$ ) como la ES ( $p = 0.65$ ) no mostraron efecto significativo, poniendo de manifiesto el efecto nivelador

del primer año de estudios, comentado en el párrafo anterior. Del análisis de los resultados obtenidos en las preguntas formuladas en esta nueva instancia de diagnóstico, se puso de manifiesto nuevamente que los alumnos fueron capaces de responder conceptos en forma aislada, pero no lograron una integración efectiva de los mismos, ya que las calificaciones de las preguntas integradoras resultaron inferiores a las preguntas de respuestas individuales y directas. Esto resultó similar a las observaciones realizadas en la primera evaluación diagnóstica, cuando los alumnos respondieron preguntas conceptuales sin llegar a transferirlos a una nueva situación más compleja.

## CONCLUSIONES

Los resultados de este trabajo permitieron arribar a las siguientes conclusiones sobre el aprendizaje de la Química tomando como ejes los temas «*Reacciones de oxidación-reducción*» y «*Electroquímica*».

- Se observó un efecto significativo para la variable CA, ya que los alumnos recurrentes obtuvieron menores calificaciones que los alumnos ingresantes.

- En el segundo año de cursado, no se observaron diferencias significativas en los logros alcanzados por los alumnos que procedían de diferentes escuelas secundarias, ya que dicho efecto ha sido nivelado en la asignatura QGI, por lo que se puede establecer que este no es un factor limitante del aprendizaje una vez que los alumnos han avanzado en la carrera.

- La metodología de aprendizaje basado en la resolución de problemas en forma cooperativa permitió mejorar en forma significativa los resultados obtenidos por los alumnos ingresantes. En los alumnos recurrentes, la metodología de resolución

de problemas bajo un ACA logró mejoras en su rendimiento académico. No obstante, éstas no alcanzaron a la totalidad de ellos, es por eso que se consideró importante la intensificación de apoyo psicopedagógico que contribuya a superar problemas personales y guíe a los alumnos con problemas en el aprendizaje y en la aplicación de técnicas de estudio acordes al nivel en curso.

- A través del seguimiento realizado mediante las evaluaciones diagnósticas puede observarse la escasa durabilidad de los aprendizajes logrados en la asignatura previa QGI, por lo que se corroboró que el alumno posee conocimientos inertes, que ocasionalmente recuerda y que le permite aprobar exámenes, pero luego no es capaz de transferirlos a materias posteriores o a situaciones más complejas.

- El resultado de la presente investigación es producto del trabajo con un grupo de alumnos de una carrera universitaria en la cual la disciplina Química es una materia de ciclo básico, por lo que resultaría interesante replicar esta observación en otras facultades con terminalidades específicas de la Química.

## BIBLIOGRAFÍA

- ALONSO TAPIA, J. & I. GARCÍA CELAY.**  
1990. *Motivación y aprendizaje escolar*. En: *Desarrollo psicológico y educación*. Pp. 183-198. COLL, C.; PALACIOS, J.; MAR-CHESI, A. (eds) Ed. Alianza. Buenos Aires.
- AUSUBEL, D.; J. NOVAK & H. HANESIAN.**  
1987a. *Psicología educativa. Un punto de vista cognoscitivo*. Parte dos: Factores cognoscitivos en el aprendizaje. Parte tres: Factores afectivos y sociales del aprendizaje. Ed. Trillas S.A. México. Pp. 151-374.
- AUSUBEL, D.; J. NOVAK & H. HANESIAN.**  
1987b. *Psicología educativa. Un punto de*

- vista cognoscitivo*. Capítulo 10. Materiales didácticos. Ed. Trillas S.A. México. 2ª edición. Pp. 308-343.
- BANDURA, A.** 1982. *Teoría del Aprendizaje Social*. Cáp. 3. Determinantes antecedentes. Ed. Espasa-Caipe S.A. Madrid. Pp. 77-109.
- BORREGUERO, P. & F. RIVAS.** 1995. *Una aproximación empírica a través de las relaciones ciencia-tecnología-sociedad (CTS) en estudiantes de secundaria y universitarios valencianos*. Investigación y experiencias didácticas. Enseñanza de las ciencias. 13 (3): 363-370.
- BRUNER, J. S.** 1987. *La importancia de la educación*. Ed. Paidós Ibérica. S.A. Barcelona. 1º edición. Pp. 74-76.
- BURTON, W. N.; R. B. KIMBALL & R. I. WING.** 1965. *Hacia un pensamiento eficaz*. Ed. Troquel. Buenos Aires. Pp. 322-325.
- CAMPANARIO, J. M. & J. C. OTERO.** 2000. *Más allá de las ideas previas como dificultades de aprendizaje: las pautas de pensamiento, las concepciones epistemológicas y las estrategias metacognitivas de los alumnos de ciencias*. Enseñanza de las Ciencias. 18 (2): pp. 156.
- CARRETERO, M.** 1993. *Constructivismo y educación*. Cáp. 1. ¿Qué es el constructivismo? Ed. Aique. Buenos Aires. 2ª edición. Pp. 23-26.
- DWECK, C. S. & E. L. LEGGETT.** 1988. *A social-cognitive approach to motivation and personality*. Psychological Review. Citado en Construir y Enseñar Las Ciencias Experimentales de Carretero M. Ed. Aique. Buenos Aires. 3º edición. Pp. 232.
- GARDNER, H.** 1997. *La mente no escolarizada*. Cómo piensan los niños y cómo deberían enseñar las escuelas. Ed. Paidós SAICF. Buenos Aires. 1ª edición. 1ª reimpresión. Pp. 68-69.
- GIORDANO, M.; A. COMETTA; V. GUYOT; N. CERIZOLA & S. BENTOLILA.** 1991. *Enseñar y aprender Ciencias Naturales*. Ed. Troquel. Buenos Aires. 1ª edición. Pp. 60-64.
- JOHNSON, D. W.; R. T. JOHNSON & M. B. STANNE.** 2000. *Cooperative Learning methods: A Meta-Analysis*. Cooperative Learning Center at the University of Minnesota. Disponible en <http://www.clcrc.com/pages/cl-methods.html>. Acceso junio de 2007.
- OSBORNE, R. & P. FREYBERG P.** 1991. *El aprendizaje de las ciencias. La ciencia de los alumnos* Ed. Narcea S.A. Madrid. Pp. 20-34.
- PERKINS, D.** 1999a. *Bases de la enseñanza para la comprensión. ¿Qué es la comprensión*. En *La Enseñanza para la Comprensión. Vinculación entre la investigación y la práctica* de Martha Stone Wiske (comp.). Editorial Paidós SAICF. Buenos Aires. Pp. 69-75.
- PERKINS, D.** 1999b. *Bases de la enseñanza para la comprensión. ¿Qué es la comprensión?* En *La Enseñanza para la Comprensión. Vinculación entre la investigación y la práctica* de Martha Stone Wiske (comp.). Editorial Paidós SAICF. Buenos Aires. pág. 80.
- PERKINS, D.** 2001. *La escuela inteligente. Del adiestramiento de la memoria a la educación de la mente*. Ed. Gedisa, S.A. Barcelona. 2ª reimpresión. Pp. 31-38.