

# LA ENSEÑANZA DE LA QUÍMICA A NIVEL UNIVERSITARIO. EN BÚSQUEDA DE ESTRATEGIAS QUE CONTRIBUYAN CON LA CALIDAD DEL SISTEMA EDUCATIVO

Silvia Lucero\* y Claudia A. Mazzitelli \*\*

\* UTN – Facultad Regional Mendoza y UN de Cuyo – Facultad de Ingeniería. \*\*CONICET. Instituto de Investigaciones en Educación en las Ciencias Experimentales (FFHA-UNSJ).  
[silaguado@frm.utn.edu.ar](mailto:silaguado@frm.utn.edu.ar), [silaguado@fing.uncu.edu.ar](mailto:silaguado@fing.uncu.edu.ar) y [claudiamazz@hotmail.com](mailto:claudiamazz@hotmail.com);

## Introducción

La ley de Educación Superior (Ley N° 24521), sancionada en 1995, generó en nuestro país una transformación educativa de grandes dimensiones. Entre sus objetivos está el de mejorar la calidad de la educación en dicho nivel. En este contexto, formar un alumno con calidad significa capacitarlo no sólo para desenvolverse en el presente, sino para que en un futuro tenga la capacidad para decidir en los diferentes ámbitos de la vida: en lo profesional-productivo; en lo personal-afectivo y en lo político. En síntesis, tener una educación de calidad significa que los alumnos sean formados en el marco de la educación formal sistemática, para aprender a resolver problemas.

Por esta razón, uno de los aspectos sobre los que se hace necesario introducir modificaciones es el concerniente a las estrategias de enseñanza, ya que los resultados de las investigaciones realizadas en los distintos niveles educativos, incluido el universitario, muestran que las estrategias utilizadas por los docentes se basan casi exclusivamente en el uso de la clase expositiva (Beard, 1974; Gagné, 1985; Cazden, 1991; Pozo, 1996 a; Pozo y Gómez Crespo, 1998; Campanario, 2002).

Viennot (1976), indica que los alumnos terminan sus estudios sin saber resolver problemas, sin una imagen correcta del trabajo científico y, que la gran mayoría de ellos, no logra comprender el significado de los conceptos más básicos, a pesar de una enseñanza reiterada. Los llamados “errores” no constituyen simples olvidos o equivocaciones momentáneas, sino que se expresan como ideas alternativas a las científicas, muy seguras y persistentes y se detectan, de forma similar, en alumnos de distintos países y niveles, incluyendo un porcentaje significativo de profesores.

Surge así la necesidad de reflexionar e investigar sobre nuestra práctica docente, elaborar nuevas estrategias de enseñanza que hagan posible la reelaboración de las concepciones alternativas a fin de llegar al conocimiento científico. Graciela Merino (1999), dice: *“La práctica se convierte en el gran inquisidor que exige respuestas precisas, concretas y eficaces, pero la práctica no se cuestiona a sí misma. De este modo es como un ojo que mira todo, pero no se ve así mismo. (...) La única forma de deshacer la paradoja implica recurrir a la práctica para convertirla en objeto de reflexión crítica, de investigación y de producción de conocimientos.”*

La presente investigación se inscribe en el marco de la Enseñanza de las Ciencias y tiene por objetivo principal estudiar la incidencia de estrategias alternativas de enseñanza, que incorporan las nuevas tecnologías de la información y de la comunicación y que tiendan a favorecer la metacognición en el aprendizaje de la Química, en comparación con la práctica tradicional. Nuestra propuesta deriva de resultados de investigaciones nacionales, internacionales y propias y tiende a favorecer un cambio conceptual por integración jerárquica de conceptos cotidianos y científicos. Tratamos de propiciar en los alumnos un desarrollo y enriquecimiento conceptual y una discriminación de significados.

En esta investigación trabajamos sobre conceptos de termodinámica-termoquímica por la importancia creciente de los mismos en la formación de futuros ingenieros y por las dificultades que implica su aprendizaje.

Así, nos propusimos investigar los inconvenientes que tienen los estudiantes de primer año de ingeniería especialidad electromecánica en el tema antes mencionado y sobre la base de los resultados obtenidos, elaboramos e implementamos una estrategia didáctica, haciendo uso de herramientas metacognitivas como mapas conceptuales, situaciones problemáticas y un software educativo diseñado especialmente. Pretendemos así promover la construcción de ideas más cercanas a una visión científica aceptada.

Partimos de la hipótesis que las estrategias utilizadas por los docentes, entre otras variables, influyen de forma negativa en el rendimiento de los alumnos y en la motivación de los mismos por el aprendizaje de la Química. Por lo tanto la implementación de nuevas estrategias de enseñanza favorecerá el aprendizaje de la Química, reflejándose en mejoras en el rendimiento de los alumnos.

Así, pretendemos favorecer el aprendizaje significativo de los estudiantes en Química, propiciar un cambio de actitudes en los alumnos respecto del conocimiento científico en el abordaje de las situaciones problemáticas y mejorar el rendimiento académico en la asignatura Química General.

## **Fundamentación**

Los procesos de enseñanza y de aprendizaje son muy complejos y por ende no hay soluciones drásticas y definitivas a los múltiples interrogantes a los que nos enfrentamos. Desde siempre se han elaborado teorías sobre el aprendizaje las cuales a través del tiempo han ido cambiando en el afán de dar respuestas satisfactorias.

Las clases desconectadas del análisis de situaciones cotidianas o alejadas de la práctica profesional, crean en el alumno una brecha o discontinuidad en los conocimientos que no puede superar sin ayuda (Pain,1992). Al respecto Prieto Castillo (1995), afirma *“El estudiante universitario aprende mejor cuando se parte de su vida y de su experiencia, cuando son movilizados sus conocimientos y sus maneras de percibir y de enfrentar situaciones”*.

A esta situación se suman las evaluaciones donde se tratan problemas-tipo en los que se comprueba el grado en que el alumno domina una rutina o sistema de resolución previamente explicado. Esta situación favorece un aprendizaje de corte netamente memorístico (Beard, 1974).

Entre los recursos que contribuyen a mejorar la situación planteada, favoreciendo un aprendizaje significativo, se encuentran los tecnológicos, especialmente los computacionales (Vizcarro y León, 1998). Al respecto existen varios trabajos de investigación realizados en distintos contextos educativos y sociales que nos alientan a suponer que, si bien no son una solución mágica para todos los problemas de la educación, utilizados con fines didácticos contribuyen en forma positiva (Mazzitelli de Peralta, 2001; Mazzitelli y León, 2001; Lucero de Aguado; 2006, entre otros).

## **Metodología**

La presente es una investigación aplicada. Trabajamos con un diseño experimental (Grupo Control / Grupo Experimental) en situación regular de sala de aula. La muestra está constituida por 50 estudiantes de primer año de Ingeniería de la Carrera Electromecánica, dividida en dos grupos de 25 alumnos cada uno. En uno de ellos trabajamos de forma tradicional (Grupo Control) y en el otro con estrategias computacionales tendientes a favorecer la reflexión sobre los propios procesos de aprendizaje (Grupo Experimental). Ambos grupos estuvieron a cargo, durante el desarrollo de esta unidad, del docente Jefe de Trabajos Prácticos de la Cátedra Química General, al que capacitamos con la suficiente antelación para la implementación de esta propuesta, a fin de evitar la interferencia de variables parásitas, como la postura del docente ante este tipo de estrategias o el desconocimiento tanto de los objetivos de la investigación como del manejo de los distintos recursos. Además hubo un contacto permanente y fluido entre docente e investigador a lo largo de toda la experiencia.

A fin de asegurarnos que ambos grupos son comparables los homogeneizamos según capacidades operatorias, ideas previas sobre Termodinámica, conocimientos previos sobre contenidos específicos (evaluación diagnóstica) y rendimiento. Para esto les aplicamos, para las variables que así lo permiten y merced a la colaboración de especialistas, una serie de pruebas con el objeto de determinar que se tratara de grupos homogéneos entre sí, al par que sus entidades fueran heterogéneas.

El trabajo realizado aspira a determinar, como una primera aproximación, si detectamos modificaciones en el aprendizaje en relación con las estrategias utilizadas y si esto se refleja en un incremento del rendimiento académico.

Las técnicas utilizadas son: Prueba para la determinación de las capacidades operatorias (Gómez de Giraud, 1995); Prueba para la detección de las ideas previas sobre Termodinámica (Martínez, J.M. y Pérez, B. 1997); Prueba diagnóstico para determinar el bagaje de contenidos específicos de los alumnos (elaborada por el docente con el asesoramiento de la responsable de

la investigación) y Rendimiento de los estudiantes en el curso de ingreso a la carrera y en el primer semestre –ya que la asignatura en la que se trabajó corresponde al segundo semestre–, para esto se consideró el promedio de las notas finales (Aparicio, 1995).

Las técnicas antes mencionadas fueron complementadas por otras cualitativas, particularmente, observación no obstructiva, encuestas y entrevistas individuales a cada alumno. Además, y a fin de conocer la incidencia de las estrategias implementadas en el aprendizaje, aplicamos al finalizar el dictado de la unidad, un postest para evaluar la permanencia de ideas previas o la reelaboración de las mismas. También utilizamos las evaluaciones finales como indicadores de rendimiento.

### **Descripción de la estrategia alternativa de enseñanza**

Al diseñar el programa para esta investigación tuvimos en cuenta el criterio de la Comisión de Educación de Usuaría, según el cual para evaluar un programa se analizan tres aspectos: amigabilidad (interfase amigable), valor educacional (presentación del contenido y contenido conceptual) y diseño instructivo. Además, tuvimos en cuenta que el programa proporcione un acceso rápido y fácil a cualquier tipo de información y que las actividades se propusieran de manera sugerente para que los alumnos reflexionen acerca de lo que aprenden.

Otro aspecto que consideramos para elaborar el guión de hipermedia es el de las ideas alternativas más comunes en el tema Termodinámica-Termoquímica (Martínez, Pérez, 1997; Domínguez Castañeiras et al, 1998; Pozo y Gómez Crespo, 1998).

Asimismo, tuvimos cuidado tanto en organizar la hipermedia, escalonando los niveles de abstracción y dificultad de los conceptos involucrados, como en seleccionar adecuadamente los recursos multimediales.

La incorporación de los recursos computacionales no implica que se dejen de lado otras formas de trabajo que pudieran contribuir con la concreción de los aprendizajes significativos y con la mejora del rendimiento de los alumnos (Pontes Pedrajas, 1999; Pain, 1992). Por lo tanto, la estrategia de enseñanza que diseñamos e implementamos incorpora no sólo recursos computacionales sino también el uso de laboratorio en experiencias sencillas y el trabajo áulico de lápiz y papel (Novak y Gowin, 1988; Monereo, et al, 1995; Raimundo, 1994).

### **Resultados**

En este trabajo presentamos los resultados obtenidos en relación con el nivel de ideas previas de los alumnos (pre-test y pos-test) y con el desempeño de los alumnos en la evaluación final, a fin de poder establecer la incidencia de las estrategias tanto en la integración jerárquica de los conceptos científicos y cotidianos o reelaboración conceptual como en el rendimiento académico.

- *Test de ideas previas (pre-test)*

Esta prueba consta de 15 items de opción múltiple, para cada uno de ellos existe sólo una respuesta correcta. Al evaluarlo se le asigna un punto por respuesta correcta y cero por respuesta incorrecta.

Aplicada la prueba a los alumnos obtuvimos los siguientes resultados:

	PROMEDIO	VARIANZA
GRUPO CONTROL	8.92	3.17
GRUPO EXPERIMENTAL	8.58	1.17

**Cuadro 1: Datos obtenidos sobre la prueba de ideas previas en Termodinámica básica (pre-test)**

Observamos que los promedios de ambos grupos apenas superan el 50 % de respuestas correctas. Se debe tener presente que la prueba es para alumnos de nivel medio y que los alumnos de la muestra son egresados de escuelas técnicas, en su mayoría técnicos electromecánicos, donde termodinámica fue una materia importante de su currícula y que sigue siéndolo por su especialidad. De modo que lo esperable era un rendimiento superior al obtenido, en el que hubieran alcanzado promedios cercanos a 15.

- *Test de ideas previas (pos-test)*

Finalizado el dictado de la unidad aplicamos, nuevamente, para la misma muestra alumnos, la prueba de detección de ideas previas como post test, obteniendo los siguientes resultados:

	PROMEDIO	VARIANZA
GRUPO CONTROL	9.17	7.24
GRUPO EXPERIMENTAL	11.67	4.06

**Cuadro 2: Datos obtenidos sobre la prueba de ideas previas en Termodinámica básica (pos-test)**

Al comparar los resultados del pre-test y el pos-test observamos un mayor incremento en el número de respuestas correctas por parte de los alumnos del Grupo Experimental.

Los resultados de esta evaluación se complementan con los de la prueba que se presenta a continuación.

*- Prueba diseñada por el docente y el investigador*

El docente junto con el investigador confeccionó, para ambos grupos, una prueba de 15 items, con un puntaje de un punto por item para cada respuesta correcta. Se diseñó con el objetivo de complementar el post-test y evaluar si el alumno logra, fehacientemente, la integración jerárquica de los conceptos cotidianos y científicos y de qué manera esto se traduce en mejoras en su rendimiento.

Los resultados que obtuvimos son:

	PROMEDIO	VARIANZA
GRUPO CONTROL	7.62	17.38
GRUPO EXPERIMENTAL	12.25	6.48

**Cuadro 3: Datos obtenidos sobre la evaluación del docente**

A partir de estos resultados podemos decir que hay una diferencia importante a favor del Grupo Experimental en ambas evaluaciones. Surge entonces la necesidad de adoptar nuevas estrategias, si lo que queremos es favorecer un aprendizaje significativo.

*- Entrevistas*

Como última instancia realizamos entrevistas individuales a los alumnos de ambos grupos (Experimental y Control), a fin de determinar si realmente los alumnos del Grupo Experimental lograron una integración jerárquica de las ideas alternativas y el conocimiento científico y comparar en qué medida se obtuvo un aprendizaje significativo en ambos grupos.

A partir de las respuestas obtenidas de los alumnos vemos que:

- Los alumnos del G.E., en su mayoría (80%), modifican sus concepciones iniciales, obteniéndose una adecuada comprensión de las relaciones y el grado de integración que existen entre energía, energía interna, trabajo, calor, agitación de partículas, dilatación de un cuerpo, entre otras.
- Los alumnos del G.C., en su mayoría (90%), no muestran un progreso importante con respecto al nivel conceptual de partida, entre otras posibles razones, porque la estrategia tradicional de enseñanza no favorece una reflexión metacognitiva que permita que su modelo conceptual “evolucione”.
- En relación con el cambio conceptual, comprobamos que la manera en que los estudiantes del grupo experimental modificaron sus conocimientos previos no es uniforme identificándose dos situaciones:
  - a. Reestructuración parcial: un 40 % de los estudiantes han mejorado su comprensión mediante la incorporación de nuevos conceptos y/o relaciones. Sin embargo, estas modificaciones no son suficientes para que reelaboren el núcleo central de sus concepciones alternativas.

Todavía les resulta difícil internalizar el “nuevo vocabulario” pero se evidencia una actitud reflexiva que les permite seguir avanzando hacia una total integración jerárquica.

- b. Reestructuración completa: Una tercera parte del alumnado (G.E.) modifica sustancialmente sus ideas previas, gracias al aprendizaje significativo de la nueva información el cual posibilita una mejor comprensión de la relación existente entre los diversos procesos.

### **Reflexiones finales**

A partir de los resultados ya presentados, podemos afirmar que:

- La mayoría de los estudiantes (95 %) que ingresa en la Universidad conserva, aún después de su formación en el nivel medio, ideas alternativas sobre los conceptos más relevantes de Termodinámica básica. Cuando se trata de aplicar un concepto o procedimiento en forma memorística o cuando se repiten situaciones similares a las realizadas en clase, en general, responden bien, pero cuando se les plantea situaciones nuevas a las que tienen que transferir los aprendizajes realizados, hay un alto porcentaje de fracaso (mayor al 70 %), lo que indica que no se ha producido un aprendizaje significativo de los conceptos.
- Los resultados, tanto cualitativos como cuantitativos, marcan una diferencia a favor del Grupo Experimental sobre el Grupo Control.
- Algunos buenos alumnos, pertenecientes al Grupo Control, tuvieron menor rendimiento del esperado cuando estuvieron menos motivados. Pero, en general, los buenos alumnos obtienen buen rendimiento cualquiera sea la estrategia utilizada, no así los alumnos con problemas de aprendizaje.
- Observamos que la estrategia computacional utilizada pone en juego un razonamiento que lleva a la relación entre teoría y práctica, y contribuye con el aprendizaje significativo, lo que indica que la simple memorización de conceptos, teorías o leyes no contribuyen con un verdadero cambio conceptual.
- Ante esta situación, y teniendo en cuenta los resultados expuestos anteriormente, podemos afirmar que la propuesta de enseñanza desarrollada –en lo que se refiere a la selección y secuenciación de los contenidos, la estrategia didáctica y las actividades de enseñanza utilizadas– ha resultado efectiva debido a que más del 70% de los estudiantes reestructuraron, parcial o totalmente, sus concepciones iniciales, es decir, fue útil para promover el cambio conceptual.
- En general, durante la aplicación de la estrategia computacional quedan explícitas actitudes positivas de los jóvenes frente a las distintas actividades, lo que se evidencia a través del nivel de participación, el interés expresado por ellos y el compromiso por desarrollar las tareas propuestas.

- Por último, hemos observado una persistencia de los aprendizajes, a través de la evaluación final del curso de Química General, realizada tres meses después de la implementación de la estrategia. En ella vemos que los alumnos del Grupo Experimental alcanzaron mejores resultados que los alumnos del Grupo Control.

## **Bibliografía**

APARICIO DE SANTANDER, M (1995). *Educación Superior y empleo. Propuesta de un modelo sistémico*. (Tesis Doctoral, tomo I). UCA-Facultad de Ciencias de la Educación, Mendoza, Argentina.

BEARD, R. (1974). *Pedagogía y didáctica de la enseñanza universitaria*. Ed. Oikos y Tau. Barcelona.

CAMPANARIO, J.M. (2002). *Algunas sugerencias concretas para mejorar las clases magistrales de ciencias incluso en aulas masificadas*. Docencia Universitaria. (en prensa, aceptado para su publicación).

CAZDEN, C. 1991. *El discurso en el aula. El lenguaje de la enseñanza y del aprendizaje*. Ediciones Paidós, Buenos Aires.

DOMINGUEZ CASTAÑEIRAS, J. M.; De Pro Bueno, A. y Garcia Rodeja Fernandez, E. (1998). *Las partículas de la materia y su utilización en el campo conceptual de calor y temperatura. Un estudio transversal*. Enseñanza de las Ciencias 16 (3) 461-475.

GAGNÉ, E.D. (1985). *La psicología cognitiva del aprendizaje escolar*: Aprendizaje. Visor, Madrid.

GÓMEZ DE GIRAUDO, M. (1985). *Test de Capacidad Operatoria Formal*. Para alumnos ingresantes a la U.T.N.

LUCERO de AGUADO, S. (2006). *Estrategias alternativas para la enseñanza de la Química a nivel universitario: un estudio sobre su implementación y sus aportes a la calidad del sistema educativo*. Tesis de Maestría. UTN-Facultad Regional Mendoza. Argentina.

MARTINEZ, M. y Pérez, B.A. (1997). *Estudio de propuestas alternativas en la enseñanza de la termodinámica básica*. Enseñanza de la Ciencia Vol 5 N° 3 pp 287-300.

MAZZITELLI de PERALTA, C. (2001). *Recursos Multimediales e Integración Jerárquica de conceptos científicos y cotidianos. Un aporte a la enseñanza de las ciencias*. (Tesis de Maestría). Cuadernos de Educación en Ciencias experimentales y en tecnología. IIECE-U.N. San Juan. Argentina.

MAZZITELLI de PERALTA, C. y León, J.A. (2001). "Las estrategias de aprendizaje en un programa de hipermedia: Implicaciones para la enseñanza y aprendizaje de las ciencias". En J.A. León, *Psicología educativa* pp. 153-177, Vol 7 n° 2.

MERINO, G. (1999). *Enseñar Ciencias Naturales en el tercer ciclo de la EGB*. Aique, Buenos Aires. Argentina.

MONEREO, C.; Castelló, M.; Clariana, M.; Palma, M. y Pérez, M. (1995). *Estrategias de enseñanza y aprendizaje. Formación del profesorado y aplicación en la escuela*. Ed. Graó.

NOVAK, J. y Gowin, D. (1988). *Aprendiendo a aprender*. Ediciones Martinez Roca, Barcelona. España.

PAIN, A. 1992. *Educación informal. El potencial educativo de las situaciones cotidianas*. Buenos Aires, Ediciones Nueva Visión.

PONTES PEDRAJAS, A. (1999). "Utilización del ordenador en la enseñanza de las ciencias". *Revista Alambique*, 19, pp.53-64.

POZO, J.; Gómez Crespo, M. (1998). *Aprender y enseñar ciencias*. Ediciones Morata, Madrid.

- PRIETO CASTILLO, D. (1995). *La Pedagogía universitaria*. Módulo IV Especialización en docencia universitaria. EDIUNC, Mendoza. Argentina.
- RAIMUNDO, M. (1994). *Instrumento para el análisis de las explicaciones de los estudiantes acerca de sus estrategias de aprendizaje. Anexo 1 y 2*. En *Comprensión del texto escrito. Estudios acerca de la naturaleza del proceso y las posibilidades de la instrumentación*. Tesis Doctoral. Universidad Nacional de Río Cuarto.
- VIENNOT, L. (1976). "Le Raisonnement Spontané en Dynamique Élémentaire". Tesis doctoral. Université Paris 7. (Publicada en 1979 por Herman: París). En *Enseñanza de las Ciencia*, Gil PÉREZ, D. Universidad de Valencia. España.
- VIZCARRO, C. y León, J. (1998). *Nuevas Tecnologías para el aprendizaje*. Ed. Pirámide, Madrid. España.