

# ANÁLISIS DE EVALUACIONES EN CURSOS UNIVERSITARIOS DE QUÍMICA

**Liliana Viera; Silvia Ramírez; Cristina Wainmaier**

---

*Universidad Nacional de Quilmas  
lviera@unq.edu.ar*

## **Resumen**

En la actualidad se señala, desde diferentes ámbitos, que en los planes de estudios universitarios se debe privilegiar la formación antes que la información y crece el consenso en cuanto a que la formación en competencias parecería ser el desafío de la Educación Superior. En este contexto tiene mucho interés analizar en qué medida se favorece en las clases de química la adquisición de competencias en un sentido coherente con las aspiraciones de la educación científico -tecnológica actual.

Bajo este marco, en este trabajo se analizan evaluaciones escritas aplicadas en cursos básicos de química universitaria con el objetivo de determinar en qué medida las mismas promueven la adquisición de competencias valoradas en graduados de carreras científico-tecnológicas.

Se proponen tres categorías para la clasificación de las actividades planteadas, definidas en función de las capacidades requeridas para la resolución de las mismas: 1) la memorización de información y el cálculo, 2) el manejo significativo de teorías y conceptos, 3) la integración de aspectos conceptuales, metodológicos y de gestión de la información.

Los resultados muestran que el 77 % de las actividades corresponden a la categoría 2, el 23 % a la 1 y no se encontraron actividades correspondientes a la categoría 3. De esto se deriva que los exámenes de lápiz y papel propuestos por los docentes muestran actividades en las que los rasgos del quehacer científico – tecnológico se hallan prácticamente ausentes.

**Palabras clave:** Análisis. Evaluación. Cursos universitarios. Química.

Comunicación oral

## **INTRODUCCIÓN**

La necesidad de un cambio en el enfoque de la enseñanza en el nivel universitario ha sido puesta de manifiesto en numerosos trabajos en los últimos años. Desde diferentes ámbitos se señala que en los planes de estudio se debe privilegiar la formación antes que la información (Proyecto ICI-CONFEDI, 1996) y crece el consenso en cuanto a que la formación en competencias parecería ser el desafío de la Educación Superior (UNESCO, 2000; San Martín, 2001; Tuning, 2003; Salcedo Torres, 2004; Ginés Mora, 2004). En este contexto tiene mucho interés analizar en qué medida se favorece en las clases de química la adquisición de competencias en un sentido coherente con las aspiraciones de

la educación científico -tecnológica actual. ¿Estamos generando oportunidades adecuadas para que los estudiantes, por ejemplo, aprendan cómo pensar, razonar y comunicar eficazmente, cómo solucionar problemas complejos?. Concretamente: ¿Estamos promoviendo la adquisición de competencias en las clases de química?

La respuesta a esta pregunta requiere definir qué entendemos por competencias, identificar qué competencias se deberían promover y plantear qué tipo de evidencias deberíamos conseguir para decidir en que medida lo que se hace habitualmente en las aulas promueve la adquisición de las mismas.

Entre las numerosas definiciones encontradas en la literatura para el concepto de competencia, preferimos aquella que la define como: “el conjunto de complejas relaciones e interacciones entre aspectos conceptuales, procedimentales y actitudinales que operan de manera articulada e interactiva para resolver situaciones problemáticas” (Merino et al,1999).

En un trabajo desarrollado anteriormente (Wainmaier et al, 2006) se propusieron una serie de competencias a promover en carreras científico-tecnológicas. De acuerdo a lo analizado, privilegiando los aspectos que nos parecen más relevantes para el nivel universitario básico de este tipo de carreras, distinguimos competencias fundamentales a promover relativas a :

- **Organización y toma de decisiones**
- **Destrezas manuales**
- **Procedimientos y actitudes investigativas**
- **Comprensión conceptual**
- **Actitudes Sociales**
- **Gestión de la información**

Consideramos que el análisis de las actividades de evaluación, puntualmente los exámenes escritos, pueden aportar a las preguntas planteadas anteriormente. Si bien desde nuestra perspectiva la actividad evaluadora va mucho más allá de los momentos especiales que constituyen los exámenes, limitamos este estudio al contenido de los mismos puesto que en una enseñanza tradicional, tal como la que generalmente prevalece en las aulas de cursos básicos de química, la evaluación suele reducirse a estos. Por otra parte, es precisamente en los exámenes donde aparece mejor reflejado que es aquello a lo que se le da mayor importancia (Hoyat 1962), por lo que consideramos que serían indicadores claros y fiables de las competencias que realmente se promueven.

En base a lo expuesto, en este trabajo se presenta un análisis de los exámenes escritos suministrados en cursos de Química a estudiantes de carreras científico tecnológicas con la intención de evaluar que competencias se promueven.

## **MARCO METODOLÓGICO**

Se analizaron un total de 671 actividades propuestas en evaluaciones escritas de cursos de Química I de la Diplomatura en Ciencia y Tecnología de la Universidad Nacional de Quilmes. Las mismas provenían de 7 cursos con diferentes docentes a cargo de los mismos.

De acuerdo al objetivo de este trabajo y teniendo en cuenta las capacidades más importantes requeridas para la resolución de las actividades planteadas, se establecieron tres categorías para clasificar a las mismas:

### *1) Actividades con énfasis en la memorización de información y en el cálculo*

Se trata de situaciones no problemáticas ya que este tipo de enunciados son totalmente directivos y cerrados. Así, se proporciona de entrada los datos necesarios, aparece totalmente precisado el “problema”, la secuenciación dirige la resolución e incluso, a veces se proporcionan los datos a medida que van siendo necesarios. Todo ello deja sin sentido las tareas de realizar un planteamiento cualitativo previo, de acotar la situación planteada, de elaborar posibles estrategias de resolución, de analizar el resultado al carecer de hipótesis a las que referir dicho análisis, etc.

Este tipo de actividades promueve el aprendizaje repetitivo, bien sea porque pueden realizarse mediante una aplicación directa de los contenidos abordados, del manejo de destrezas meramente operativistas, recurriendo a la simple repetición. Cabe aclarar que esta categoría de actividades puede ser útil para promover la adquisición de técnicas y la memorización. Si bien la memorización es necesaria para la conceptualización, se considera que no se puede limitar la evaluación a la mera evocación de conceptos y leyes de manera irreflexiva. Por lo tanto consideramos que este tipo de actividades tiene limitaciones en el contexto de la promoción de las competencias en las que se centra este estudio.

### *2) Actividades con énfasis en el manejo significativo de teorías y conceptos.*

Están centradas en la adquisición de conocimientos conceptuales, entendiéndose por ello a la capacidad de comprenderlos, relacionarlos, operativizarlos, es decir superar la mera

memorización de información. La adquisición de este tipo de conocimiento es la base para analizar situaciones, solucionar problemas, tomar decisiones y seguir aprendiendo. Incluimos en esta categoría a aquellas actividades que requieren del alumno la comprensión de teorías y conceptos con el fin de explicar, justificar, predecir, establecer diferencias y clasificar situaciones planteadas (a nivel macro y submicroscópico). También aquellas que involucren la interpretación de información expresada en diferentes lenguajes (simbólico, gráfico, verbal) y/o el pasaje de un lenguaje a otro (transferencia lateral).

*3) Actividades con énfasis en la integración de aspectos conceptuales, metodológicos y de gestión de la información.*

La resolución de problemas científicos o tecnológicos no se realiza por prueba y error, ni siguiendo pautas preestablecidas, requiere de un tratamiento complejo que involucra la integración de aspectos conceptuales, metodológicos y de gestión de la información.

En esta categoría se incluyen actividades constituidas por situaciones problemáticas abiertas, en las que no se suministra toda la información necesaria. Pueden o no requerir datos numéricos y cálculos. En general requieren un cuidadoso análisis cualitativo previo y el empleo de estrategias para su resolución. Puede ser necesaria la formulación de hipótesis, el modelado, la búsqueda y selección de información. En síntesis, son las que más se acercan al quehacer científico- tecnológico, integrando competencias relevantes.

Acorde al marco en el cual se realiza este análisis, entre las competencias fundamentales enumeradas, seleccionamos aquellas cuya promoción es factible de evaluar a través del análisis de actividades de lápiz y papel: Procedimientos y actitudes investigativas, Comprensión conceptual y Gestión de la información. Asociamos a cada categoría de actividades, capacidades relacionadas a las competencias fundamentales seleccionadas, (Wainmaier et al, 2006) (Tabla 1).

**Tabla 1: Capacidades asociadas a las diferentes competencias a promover en carreras científico – tecnológicas**

Categoría de la actividad	Capacidades promovidas
1	Memorizar información Definir conceptos y enunciar leyes Realizar cálculos y resolver ejercicios con fuertes componentes de matemática
2	Diferenciar conceptos y leyes Integrar conceptos y leyes Comprender el significado que encierran las expresiones matemáticas con que se enuncian conceptos y leyes

	Emplear el lenguaje específico de las disciplinas Transferir información de un lenguaje a otro (transferencia lateral) Interpretar información Comunicar información en forma escrita
3	Transferir conceptos y leyes a la resolución de problemas Identificar variables significativas Seleccionar y diseñar pruebas adecuadas para contrastación de hipótesis (diseño experimental, establecimiento de estrategias de resolución de problemas) Analizar datos cualitativa y cuantitativamente Utilizar estrategias básicas para la resolución de problemas Mostrar una actitud crítica Evaluar y/o generar ideas, hipótesis y resultados Establecer asociaciones entre la información disponible (datos, hechos y conceptos), Emplear el lenguaje específico de las disciplinas Interpretar información Comunicar información en forma escrita

### PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

El análisis de los enunciados de las actividades condujo a la necesidad de establecer dos subcategorías dentro de la categoría 2. Por un lado, aquellas que se encuadran dentro de los requerimientos definidos para esta categoría (2 a) y por otro aquellas que pierden su valor al no requerir justificación a la respuesta y/o dar pautas para su resolución (2 b). Gran parte de este último tipo de actividades están presentes en exámenes de la modalidad “múltiple choice” aplicados sólo en el caso de uno de los cursos analizados. En la tabla 2 se brindan ejemplos de las actividades que conformaron las evaluaciones analizadas, clasificadas en función de las categorías establecidas.

**Tabla 2: Ejemplos de actividades de cada categoría**

Categoría de la actividad	Actividad
1	1) Calcule el volumen en litros ocupado por 7.40 gr de CO <sub>2</sub> a 25°C y 1 atm de presión. 2) ¿Cómo le llamamos al espacio del átomo donde existe la máxima probabilidad de encontrar a los electrones? <ul style="list-style-type: none"> <li>• Spin</li> <li>• Orbital</li> <li>• Radio covalente</li> </ul> 3) Los porcentajes de abundancia de <sup>35</sup> Cl y <sup>37</sup> Cl son 75.53% y 24.40% <ol style="list-style-type: none"> <li>a) Calcule la masa atómica promedio</li> <li>b) Cómo se denominan estas variedades atómicas de cloro en CNT y P</li> </ol> i) Isóbaros, ii) Isócoros, iii) Isótopos, iv) Ninguna de las anteriores

2

Categoría 2a

1) Dada la siguiente reacción:



y sabiendo que el agua de lluvia contiene dióxido de carbono atmosférico, explique las siguientes observaciones

a) La filtración de agua de lluvia a través de la piedra caliza,  $\text{CaCO}_3$ , da lugar a la formación de cavernas. El agua de lluvia se transforma en agua dura (agua que contiene iones calcio y magnesio en solución)

b) Al calentar agua dura en teteras, calentadores de agua o en calderas, se forman depósitos salinos.

c) Cuando el agua dura se filtra con lentitud a través de los techos de las cavernas, se forman estalactitas y estalagmitas

2) Enuncie las características generales de sólidos, líquidos y gases y destaque las principales diferencias.

3) Responder verdadero o falso, justificando adecuadamente.

- Los átomos  $^{14}\text{N}$  y  $^{15}\text{N}$  tienen igual número de protones
- La molécula de CO es más polar que la de NO.
- El ángulo de enlace en el  $\text{SO}_2$  es mayor que en el  $\text{CO}_2$ .
- El hexano tiene mayor presión de vapor que el octano.
- Para que un electrón sea promovido desde el nivel  $n=4$  al  $n=5$ , el átomo necesita absorber energía desde los alrededores.

Categoría 2b

1) ¿Cómo cambia la frecuencia de las colisiones y la energía cinética promedio de un gas cuando este se expande isotérmicamente? Justifique de acuerdo a la teoría cinética del gas ideal.

2) ¿Cuál de los siguientes compuestos tiene mayor punto de ebullición? a)  $\text{CS}_2$ , b)  $\text{CCl}_4$ . Dato: a  $25^\circ\text{C}$  la presión de vapor de  $\text{CS}_2$  es de 309 mmHg mientras que la de  $\text{CCl}_4$  es de 107 mmHg.

3) el Talio y el Oxígeno forman dos compuestos con las siguientes características:

Compuesto	% masa de Tl	Punto de fusión, $^\circ\text{C}$
I	89,49	717

Use los puntos de fusión para decidir cuál de los dos compuestos tiene carácter covalente en sus enlaces.

En la tabla 3 se muestran los porcentajes de actividades de cada categoría sobre el total de las 671 analizadas.

**Tabla 3: porcentajes de actividades de cada categoría sobre el total analizado**

Categoría de la actividad	Porcentaje de actividades
1	23
2 a	42
2 b	35
3	0

Podemos destacar la ausencia absoluta en las evaluaciones analizadas de actividades de la categoría 3, de mayor valor en el contexto de promoción de competencias. Así, el estudiante no se enfrenta en ninguna instancia evaluativa de lápiz y papel a situaciones problemáticas.

La mayoría de las actividades planteadas por los docentes se encuadran dentro de la categoría 2, es decir las evaluaciones se centran en el manejo de teorías y conceptos aplicados a la resolución de situaciones problemáticas. En algunos casos no se solicita al alumno que explique o justifique su respuesta lo cual, además de dar cuenta de una posible concepción del docente sobre el rol de la evaluación, no favorece la promoción de capacidades tales como la comunicación escrita y el uso adecuado del lenguaje disciplinar. Por otro lado también encontramos actividades que, se veían empobrecidas por un enunciado excesivamente directivo, en el cual se indicaba al estudiante las pautas, estrategias y/o el marco conceptual para su resolución (*“explique en base a...; justifique según ...”*) La presentación de actividades en contextos bien definidos y cerrados, conduce a que los estudiantes resuelvan de manera mecánica las mismas, pues no necesitan reflexionar sobre cuál es el mejor modelo a aplicar, qué simplificaciones es conveniente realizar, en definitiva no se detienen a reflexionar acerca de qué están haciendo.

En menor proporción, se encuentran actividades de la categoría 1 (*“calcular, definir...”*). La *manipulación de fórmulas* es una técnica importante a desarrollar en estudiantes de carreras científico – tecnológicas, ya que permite automatizar destrezas que liberan recursos cognitivos (Pozo et al. 1998), pero no deben dejarse de lado la promoción de estrategias.

**Algunos docentes plantean evaluaciones escritas en las que se incluye títulos para cada grupo de actividades (*Teoría atómica, propiedades físicas, soluciones, etc.*). Esto atenta contra la posibilidad de que sea el alumno el que realice el análisis sobre cuál o cuáles son los conceptos o leyes a aplicar y, por otro lado, denota la falta de integración de contenidos, de vital importancia para promover la capacidad de resolución de problemas.**

**Un docente realiza evaluaciones del tipo “multiple choice” y no solicita explicaciones y/o justificaciones para la respuesta seleccionada por el alumno. Esta modalidad, no permite detectar el origen de las incomprendiones y limitaciones (conceptuales, metodológicas y de gestión de la información), por lo tanto es de poca utilidad para regular el proceso de enseñanza–aprendizaje, y tiene serias limitaciones en la promoción de competencias.**

## CONCLUSIONES

El análisis de los exámenes de lápiz y papel propuestos por los docentes muestran actividades en las que los rasgos del quehacer científico – tecnológico se hallan prácticamente ausentes. En coincidencia con lo que se señala en el análisis de exámenes de física (Wainmier et al, 2007), se ha identificado:

- Ausencia de actividades donde se solicite el empleo de los diferentes lenguajes (verbal, fórmulas químicas, ecuaciones). La tendencia de los alumnos a expresarse solamente con un lenguaje puede ocultar aprendizajes exclusivamente memorísticos. Si el cruce de expresiones en lenguajes diferentes muestra incoherencias éstas pueden estar evidenciando limitaciones en el aprendizaje. El empleo de diversos lenguajes es una competencia necesaria en los futuros científicos y tecnólogos, que deberán tratar con catálogos, informes con diferentes lenguajes, bases de datos, etc.
- Ausencia de un pedido explícito de actividades que fomenten un análisis cualitativo previo, en las que se soliciten la justificación de lo que se hace. Este aspecto es especialmente preocupante ya que en sus respectivas profesiones deberán tomar decisiones muchas veces basadas en datos cualitativos.
- En las actividades organizadas como “elección múltiple” la diferenciación e integración de conceptualizaciones así como la gestión de la información, se promueven si la actividad solicita la justificación de la respuesta elegida. El estilo de elección múltiple sin justificación es elegido por los docentes, en ocasiones, argumentando evitar la falta de unidad de criterios en el momento de corregir una prueba. Con este tipo de actividades, por otro lado, no se favorece una de las funciones fundamentales de la evaluación como es la identificación, por parte del profesor y del estudiante, de cómo se está desarrollando el aprendizaje.
- No se fomenta la explicitación de los supuestos establecidos para el abordaje de la situación planteada. Tampoco se encuentran enunciados en los que se promueva el reconocimiento de los modelos involucrados en la explicación de una situación dada, ni el reconocimiento de los límites de validez de los diferentes modelos -en cuanto a su poder explicativo- de que hace uso la química. La práctica del modelado es una de las competencias fundamentales en la formación de profesionales, particularmente de la Ingeniería.
- Ausencia de solicitud de análisis crítico de los resultados; un aspecto crucial en el trabajo científico–tecnológico, sin ello la solución del problema no tiene validez ni significado.

- Preponderancia de las actividades que fomentan la adquisición de técnicas frente a aquellas que favorecen la adquisición de estrategias. Las técnicas, como rutinas automatizadas resultantes de la práctica repetitiva, constituyen los pilares básicos sobre los que se desarrollan las competencias de planificación y toma de decisiones que, a su vez, fomentan la adquisición de estrategias. Sin embargo, el desarrollo de las estrategias implica disponer de otros recursos como: reflexión consciente sobre la selección y planificación de los procedimientos más eficaces en cada caso, control de su ejecución y evaluación del éxito o fracaso luego de la aplicación de la estrategia.

La evaluación ocupa un lugar relevante en el proceso de enseñanza y de aprendizaje. En el contexto áulico actual, los aportes emergentes desde la investigación educativa en ciencias han producido propuestas concretas para las prácticas de laboratorio, el modo de abordar las situaciones problemáticas, el clima en el aula, la introducción de conceptos, entre otros. Consideramos, en coincidencia con otros investigadores (Alonso et al., 1992; Bonilla et al., 2005), que la evaluación debe integrarse a las innovaciones curriculares para contribuir al cambio de paradigma didáctico actual. Cabe destacar que habitualmente, los estudiantes centran sus esfuerzos en adquirir solamente aquellos saberes solicitados en las evaluaciones.

## REFERENCIAS

- Alonso, M.; Gil, D. y Martínez Torregrosa, J., (1992), Concepciones espontáneas de los profesores de ciencias sobre la evaluación: obstáculos a superar y propuestas de replanteamiento, *Revista de Enseñanza de la Física*, 5(2), 18-38.
- Bonilla, M. y López, A., (2005) ¿Las concepciones de evaluación de los docentes están articuladas con las epistemológicas y de aprendizaje?, *Actas del VII Congreso Internacional sobre Investigación en la Didáctica de las Ciencias*, Granada, España, 1-7.
- Confedi. (1996). Ubicación curricular de la Enseñanza de la Ingeniería en la República Argentina, *Proyecto ICI - CONFEDI*. Informe Final
- Ginés Mora, J. (2004), La necesidad del cambio educativo para la sociedad del conocimiento. *Revista Iberoamericana de educación*. Nº35. 22-30. May –Ag.
- Hoyat, F. (1962), *Les examens. Institut de l'Unesco pour l'éducation*. Ed. Bourrelier, París.
- Merino, G., Roncoroni, M., Homar, A., Ramírez, S., Wrotniak, E. y González, S. (1999), Desarrollo y evaluación de estrategias conceptuales y procedimentales, *Archivos de UNLP*. La Plata, Argentina.
- Pozo, J. y Gómez Crespo, M. (1998), *Aprender y enseñar ciencia*. Morata, Madrid.
- Salcedo Torres, L. Las competencias en la formación profesional. *Ponencias de Vicerrectores académicos* en Encuentro Nacional realizado en Pereira. Junio 2004. Disponible en: [www.afacom.org/ascun](http://www.afacom.org/ascun) consultado el 29, marzo, 2005.

San Martín, V., (2001), La formación en competencias: el desafío de la Educación Superior en Iberoamérica, *OEI-Revista Iberoamericana de Educación*. Disponible en: [www.campus-oei.org](http://www.campus-oei.org), consultado el 29 de marzo, 2005.

Tuning Educational Structures in Europe. (2003), *Informe Final* (Fase Uno). Disponible en: [www.relint.deusto.es/TUNINGProject/spanish/doc\\_fase1](http://www.relint.deusto.es/TUNINGProject/spanish/doc_fase1), consultado el 29 de marzo, 2005.

Unesco. (2000), La educación superior en el Siglo XXI. Visión y acción. *Conferencia Mundial sobre la Educación Superior*, Informe final, Santiago de Chile, Chile, CPU.

Wainmaier C, Viera L, Rembado F, Roncaglia D, Ramírez, S. y Porro S. (2006), Competencias a promover en graduados universitarios de carreras científico-tecnológicas: la visión de los docentes. *Revista Educación Química*. , 17, 2, 150-157.

Wainmaier C; Speltini C; Garaventa, L. (2007) ¿Qué saberes evaluamos en los exámenes escritos? Aprobado para publicación en *Memorias REF XV*, San Luis.