

# Influencia en la Formación de Competencias en Estudiantes de Ingeniería

Vanina Mazzieri\*, Mauren Fuentes Mora, Nicolás Carrara, Agustina Grimaldi, Carlos A. Avalis

Departamento Materias Básicas. Facultad Regional Santa Fe. Universidad Tecnológica Nacional.  
Santa Fe. Argentina \*E.mail: [vanimazzieri@hotmail.com](mailto:vanimazzieri@hotmail.com)

## Resumen

*Con este trabajo se pretende evaluar el grado de alfabetización científica y su influencia en la formación de competencias en estudiantes universitarios de las carreras de Ingeniería Mecánica, Sistemas, Civil y Eléctrica de la Facultad Regional Santa Fe, Universidad Tecnológica Nacional, a través de la implementación de nuevas tecnologías de la información como son actividades no presenciales.*

*Se analizan los resultados de dos actividades secuenciales realizadas durante el primer cuatrimestre de 2018, como estrategia para mejorar el proceso de enseñanza aprendizaje de Química General, materia del ciclo básico de la currícula de Ingeniería, y formar competencias en comunicación, interacción con el mundo físico, tratamiento de la información, matemáticas y de aprendizaje.*

*La actividad consistió en la observación y análisis de videos desarrollados en la Unidad Docente Básica (UDB) de Química sobre temas integrados de la materia. Las respuestas debían estar basadas en textos argumentativos, desarrollados en ambientes no presenciales y en grupos reducidos. Según el análisis taxonómico, más de un 80% de las respuestas fueron satisfactorias, notándose una ligera mejoría hacia la segunda actividad.*

*De acuerdo con las habilidades y competencias puestas en juego, y en el contexto de las estrategias empleadas, se denotaron avances en la adquisición de conocimientos de la materia.*

**Palabras clave:** alfabetización científica, competencias, taxonomía SOLO.

## 1. Introducción

Una enseñanza basada en competencias se orienta a formar ciudadanos para un mundo en plena transformación, capaces de afrontar situaciones y problemas de la vida cotidiana. La búsqueda de soluciones a determinados problemas en cualquier área del conocimiento no es algo innato a las personas, sino que depende de las competencias que tienen dentro de esa área. Estas competencias básicas tienen la finalidad de fomentar un aprendizaje continuo, desarrollar las capacidades necesarias para desenvolverse en la sociedad actual y promover valores que sustentan la práctica de una ciudadanía democrática y la cohesión social (Pérez Gómez, 2007). Se trata de integrar una enseñanza/aprendizaje de conocimientos con la adquisición y desarrollo de competencias, especialmente la de transferir los conocimientos aprendidos a otros contextos, formando de este modo personas con alto grado de alfabetización científica (Biggs, 2005).

El alfabetismo científico se caracteriza particularmente por involucrar habilidades argumentativas como hipotetizar, fundamentar, justificar, manejar datos, etc; que determinan no solo una mejora en los aprendizajes curriculares en ciencias, sino que favorece el desarrollo de recursos cognitivos para la construcción de un conocimiento flexible y habilidades de pensamiento complejo (Khun, 2000).

Para este fin se trabajó con actividades no presenciales, en las que se plantearon conceptos básicos de la asignatura Química General. Estas actividades se encuentran en las aulas virtuales de cada una de las Ingenierías que se dictan en la Facultad Regional Santa Fe, Universidad Tecnológica Nacional (FRSF-UTN). Se utilizaron distintos instrumentos de evaluación: textos argumentativos, resolución de problemas

matemáticos, interpretación de resultados, resolución de problemas integradores, secuencias de actividades, etc. Para su análisis se utiliza la Taxonomía SOLO acrónimo de Structured of the Observed Learning Outcomes (Biggs, 2005).

## 2. Marco teórico

El conocimiento científico y tecnológico se ha convertido en un elemento esencial para el funcionamiento de las sociedades modernas, así lo reconocen los distintos organismos internacionales y nacionales que sitúan el desarrollo de la educación científica y tecnológica entre los objetivos educativos más importantes de este siglo. Un imperativo de la educación actual es la formación de ciudadanos, que se integren en un mercado laboral cada vez más flexible, capaces de desarrollar un proyecto de vida autónomo y participar democráticamente en la nueva sociedad del conocimiento. Mientras el currículo tradicional prima la enseñanza de los saberes declarativos y tiene una finalidad dirigida a desarrollar estudios superiores; un currículo basado en competencias se orienta a formar ciudadanos para un mundo en plena transformación capaces de afrontar situaciones y problemas de la vida cotidiana. Se trata de una enseñanza/aprendizaje de conocimientos con la adquisición y desarrollo de competencias, especialmente la de transferir los conocimientos aprendidos a otros contextos: formar alfabetos científicos.

El alfabetismo científico supone haber desarrollado un conjunto de competencias básicas para desempeñarse no en un sistema semiótico sino en muchos a la vez. La actividad científica es un género discursivo que moviliza una combinación de sistemas semióticos (habla, escritura, aritmética, álgebra, química, etc) y tipos discursivos (argumentativo, narrativo) conformando una estructura simbólica funcional (Khun, 2000). La Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE, 2006) expresó que el alfabetismo científico no solo implica tener los conocimientos científicos pertinentes, sino la capacidad de aplicarlos funcionalmente. Es una de las competencias indicada por organismos internacionales

(OCDE, United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization, American Association of Advancement of Science) como indispensable para el desarrollo del capital humano de un país.

La educación, bajo el enfoque de competencia, asume que las situaciones de la vida real no vienen envueltas en disciplinas o contenidos exactos, por lo que, para resolver los problemas que la vida presenta es necesario contar con un saber interdisciplinario y no solo con un cúmulo de conocimientos disciplinares, por más sólidos que estos sean.

El concepto de competencia científica pone el acento en el hacer y en el saber hacer, en la movilización o aplicación del conocimiento, subrayando de este modo la importancia de la funcionalidad de los aprendizajes escolares. No basta con adquirir unos conocimientos, retenerlos y memorizarlos, ni siquiera con memorizarlos comprensivamente, como lo haría una persona erudita; además, hay que movilizarlos e integrarlos cuando la situación y las circunstancias lo requieran (Coll, 2007).

Las competencias que se evaluarán en este trabajo son:

-Competencia en comunicación lingüística: utilización del lenguaje como instrumento de comunicación oral y escrita, de representación, interpretación y comprensión de las actividades.

-Competencia matemática: habilidad para utilizar y relacionar los números, sus operaciones básicas, los símbolos y las formas de expresión y razonamiento matemático.

-Competencia en el conocimiento y la interacción con el mundo físico: habilidad para interactuar con el mundo físico, tanto en sus aspectos naturales como en los generados por la acción humana.

-Tratamiento de la información y competencia digital: habilidad para buscar, obtener, procesar y comunicar la información y transformarla en conocimiento.

-Competencia para aprender a aprender: supone disponer de habilidades para iniciarse en el aprendizaje y ser capaz de

continuar aprendiendo de manera cada vez más eficaz y autónoma de acuerdo con los propios objetivos y necesidades.

Para la química tiene especial relación la competencia en el conocimiento y la interacción con el mundo físico. Esta competencia requiere el aprendizaje de los conceptos básicos que permiten la interpretación de los fenómenos, el establecimiento de relaciones elementales entre ellos, la asociación de causas y efectos y la transferencia de manera integrada de estos conocimientos en otros contextos.

Los avances que se han venido observando en la última década en materia de tecnología aplicada a la educación, necesariamente han generado cambios en el paradigma de la forma en cómo se enseña y se aprende. Una de las herramientas más importantes que son aplicables a este contexto, son las aulas virtuales o entornos virtuales de aprendizaje, que favorecen una mayor competitividad y posicionamiento como entidad de Educación Superior y genera una cultura del uso de las tecnologías de la información y la comunicación (TIC). Cuban (2002) afirma que la incorporación de las TIC permite organizar las clases en forma diferente dando a los estudiantes mayor control sobre sus aprendizajes (Diaz Barriga, 2009). Esta situación transforma fundamentalmente los roles de los docentes y de los alumnos, la organización social de la clase y las relaciones de poder entre los docentes y alumnos (Linn, 1998).

El aprendizaje transversal de herramientas basadas en las TIC aparece en todos los planes nacionales de educación (Ley de Educación Nacional N° 26.206. Art 100. Resolución 123. Anexo I).

Hay que considerar, por otra parte, la conveniencia de proponer actividades de enseñanza tanto dentro como fuera del aula, en consonancia con el carácter de los créditos universitarios actuales (Alfa Tuning América Latina, 2011- 2013).

### 3. Objetivos y Metodología

En este trabajo se evalúan actividades no presenciales, en las que se plantearon conceptos básicos de la asignatura Química General. Estas actividades se encuentran en

las aulas virtuales de cada una de las Ingenierías que se dictan en Facultad Regional Santa Fe, Universidad Tecnológica Nacional. Se utilizaron distintos instrumentos de evaluación: textos argumentativos, resolución de problemas matemáticos, interpretación de resultados, resolución de problemas integradores, secuencias de actividades, etc. Para su análisis utilizamos la Taxonomía SOLO, acrónimo de Structured of the Observed Learning Outcomes (Biggs, 2005), que permite clasificar y evaluar el resultado de una tarea de aprendizaje en función de su organización estructural. Se puede evaluar, de modo sistemático, cómo los estudiantes crecen en complejidad estructural al llevar a cabo tareas, haciendo referencia a cinco niveles o enfoques de aprendizajes (procesos cognitivos requeridos para obtener resultados de aprendizaje).

#### • *Aprendizajes superficiales*

I. Preestructural: Las respuestas son simplemente erróneas o utilizan tautología, que no dan pruebas de un aprendizaje relevante.

II. Uniestructural: Las respuestas sólo cumplen con una parte de la tarea, pasan por alto algunos atributos importantes. Estas respuestas se quedan en la terminología, están bien orientadas, pero poco más.

III. Multiestructural: En estas respuestas no se aborda la cuestión clave. Esta respuesta si se elabora de manera más completa constituiría lo que llaman “contar conocimientos”, apabullar con un montón de datos, pero sin estructurarlos como se debiera.

#### • *Entendimiento profundo*

IV. Relacional: Se produce un cambio cualitativo en el aprendizaje y la comprensión. Ya no se trata de hacer una lista de datos y detalles: abordan un punto, dándole sentido a la luz de su contribución, al tema en su conjunto. Éste es el primer nivel en el que puede utilizarse adecuadamente el término “comprensión” en un sentido académicamente relevante.

V. Abstracto ampliado: La esencia de la respuesta abstracta ampliada es que trasciende lo dado, mientras que la respuesta relacional se queda en ella. El todo

coherente se conceptúa en un nivel superior de abstracción y se aplica a unos campos nuevos y más amplios.

A través de la evaluación usando este sistema de calificación definimos qué pretendíamos que aprendan los alumnos (competencias establecidas):

- Resolución de una situación problema.
- Conocimientos académicos vinculados a la materia.
- Conocimientos vinculados al medio profesional.
- Toma de decisiones.
- Trabajo en equipo.
- Comunicación: argumentación y presentación de información.
- Actitudes y valores: meticulosidad, precisión, revisión, tolerancia, contraste.

El desafío consistió, entonces, en diseñar experiencias de aprendizaje en un entorno TICs (Díaz-Barriga, 2009) en las que el estudiante pueda, desde sus formas de ver y comprender la realidad, construir nuevos aprendizajes significativos y formular y aplicar soluciones a distintas situaciones problemáticas.

Se trabajó en forma grupal, evaluando una actividad. Los alumnos debieron justificar secuencialmente experiencias de la Actividad, desde el punto de vista nanoscópico. Estas actividades no presenciales se encuentran en el Campus de la Facultad y en el link (<https://youtu.be/LzpV6-FNZMA>; <https://youtu.be/GP6FPLHfzW4>). La actividad involucra sustancias como: agua, azufre, dicromato de potasio, disolución (dsn) de sulfato de cobre; la segunda: disolución de ácido sulfúrico, granallas de cinc, disolución de sulfato de cinc e hidrógeno. Ambas actividades incorporan conceptos similares y permiten evaluar la progresión del nivel de interpretación y la calidad con la que se brindan las respuestas.

En ambas actividades debieron responder cuestionarios con las siguientes preguntas:

1. Escribir las fórmulas químicas.
2. Clasificar las sustancias en simples, compuestas o mezclas.

3. Agrupar las sustancias puras en iónicas, covalentes o metálicas.

4. Realizar las estructuras puntos de Lewis de las sustancias puras.

5. Identificar las propiedades intensivas y extensivas que se presentan.

La competencia matemática es evaluada en la segunda actividad a través de la siguiente consigna:

6. Resolver un problema integrado de esquiometría y concentraciones.

En síntesis, el trabajo tiene como objetivo evaluar, haciendo uso del método taxonómico SOLO, si los alumnos han adquirido las competencias mencionadas, a partir de la resolución de actividades grupales no presenciales consecutivas.

## 4. Resultados

Como se ha mencionado, se pretende analizar si los estudiantes pueden mejorar sus competencias científicas mediante ejercicios secuenciales, desarrollados en forma grupal y en entornos no presenciales.

Se trabajó con una muestra de 85 grupos de entre tres y cuatro alumnos cada uno, evaluando a un total de 420 estudiantes.

La Tabla I resume los resultados de la evaluación por preguntas de acuerdo con la clasificación taxonómica SOLO. En la Figura 1 se muestran en forma gráfica los porcentajes del análisis taxonómico por pregunta comparativo entre ambas actividades. Las preguntas (2) y (5), relacionadas con la clasificación de las sustancias en simples, compuestas o mezclas y la clasificación de propiedades intensivas y extensivas, respectivamente, resultaron ser las más desfavorables; denotando un aprendizaje superficial (preestructural y uniestructural) entre un 16% y 21%.

En el caso de la pregunta (1), algunos estudiantes no supieron distinguir la presencia de agua en las disoluciones; es decir, su comportamiento como mezcla, definiendo sólo el soluto como compuesto. En la pregunta (5) si bien hubo definiciones correctas sobre los conceptos de propiedades intensivas y extensivas, falló la clasificación.

Como se puede observar, el mayor porcentaje de respuestas para todas las preguntas y en ambas actividades recae en la categoría de entendimiento profundo relacional (IV). Un ligero incremento en la calidad de las respuestas se observa entre ambas actividades, yendo del 10% al 15% y hasta 20% en las preguntas (2), (3) y (5) con clasificación de entendimiento profundo abstracto ampliado (V). La pregunta (3) se basaba en la clasificación de las sustancias de acuerdo a las características de sus enlaces, agrupándolas en iónicas, covalentes o metálicas. La mayor dificultad estuvo dada por reconocer cuándo se trata de una sustancia pura. En muchos casos se clasificaron los solutos de las disoluciones, porque de inicio no se reconoció que se trataba de una mezcla.

De forma general, los estudiantes mostraron una buena predisposición hacia las actividades propuestas. Estas son actividades grupales, pero a diferencia de otras como los trabajos en comisiones para el informe de trabajos prácticos, las actividades evaluadas en este trabajo estuvieron basadas en el uso de tecnologías de la información (TICs), cuyo resultado depende de las interacciones e interpretaciones que pueden aportar cada uno de los miembros del grupo sin la intervención del docente, a partir de la orientación previa de dicha actividad en el aula.

Si bien se les provee de un formato para la presentación del informe, cada grupo tiene la posibilidad de personalizar la entrega, incorporando los elementos de imagen y edición que estimen pertinentes. Esto les da

la posibilidad de crear e innovar en la medida de la madurez, comprensión y habilidades adquiridas. En la Figura 2 se puede observar que, como resultado general, las respuestas incluidas en las categorías de entendimiento profundo (III-V) superan el 80% en ambas actividades, con una ligera mejoría hacia la segunda. Por lo que consideramos satisfactoria la experiencia y en vías de consolidar las competencias previstas: comunicación lingüística, conocimiento del mundo físico, tratamiento de la información y competencia digital; y competencia para aprender a aprender, con un mejor manejo de habilidades y herramientas en la segunda actividad.

Específicamente, la pregunta 6, evaluada como problema integrador en la actividad 2, también evidenció la capacidad de los estudiantes de integrar conocimientos y desarrollar ciertas competencias matemáticas. Sólo un 2% de los grupos no logró resolver en forma satisfactoria el problema, que requería calcular la masa de reactivos a partir de un cálculo de concentración y luego definir la sustancia limitante para resolver la estequiometría de la reacción.

Como trabajo futuro, se continúa trabajando en el diseño y producción de nuevas actividades sobre temas de interés de la materia Química General, haciendo uso de las capacidades materiales, técnicas y humanas con las que cuenta la UDB, y con el objetivo de incentivar el interés por la investigación, el uso de tecnologías de la información y el trabajo en equipo. Todas, competencias imprescindibles para la formación de ingenieros.

Tabla 1. Resultados de la evaluación taxonómica de las Actividades 1 y 2.

Preg.	Taxonomía* (%)									
	Actividad 1					Actividad 2				
	I	II	III	IV	V	I	II	III	IV	V
1	2	0	0	98	0	0	0	0	100	0
2	18	0	0	72	10	11	5	0	64	20
3	8	5	0	77	10	5	8	0	72	15
4	5	0	0	87	8	0	0	0	92	0
5	21	0	0	68	11	20	0	0	65	15
6						2	0	10	80	8

\* *Aprendizajes superficiales*: I- Preestructural, II- Uniestructural. *Entendimiento profundo*: III- Multiestructural, IV- Relacional, V- Abstracto ampliado.

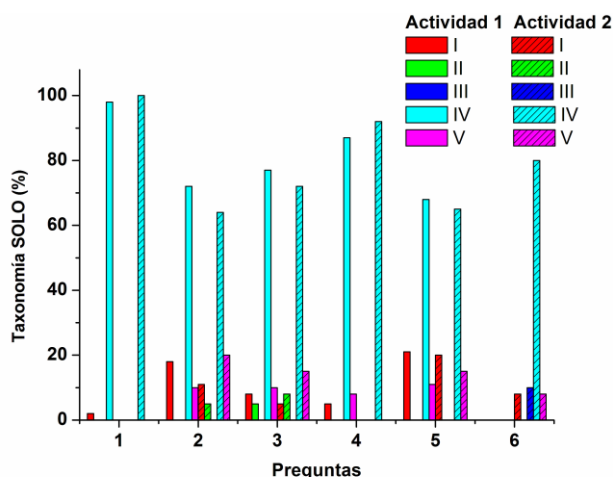


Figura 1. Comparación entre los resultados taxonómicos, por preguntas, obtenidos para las actividades 1 y 2.

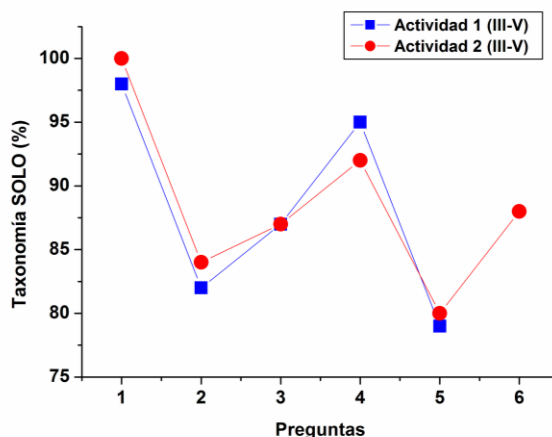


Figura 2. Comparación entre los resultados taxonómicos (categorías III-V) obtenidos para las actividades 1 y 2.

## 5. Conclusiones

A partir del análisis taxonómico de los resultados de dos actividades no presenciales consecutivas de la materia Química General del ciclo básico de las carreras de Ingeniería de la FRSF-UTN, se evaluaron las habilidades cognitivas y las competencias de los estudiantes de las carreras de Ingeniería Mecánica, Civil, Sistemas y Eléctrica de dicha facultad. En general, hubo una buena asimilación de los contenidos de la materia en las actividades propuestas. Más del 80% de las respuestas estuvieron categorizadas dentro de lo que se conoce como entendimiento profundo (categorías III-V), observando una ligera mejoría en la calidad de respuesta de la segunda actividad. Se considera satisfactoria la experiencia, tanto en el cumplimiento de los objetivos de la materia propuestos con la resolución de las actividades, la metodología de evaluación empleada y el mejoramiento de la formación de competencias en estudiantes de las carreras de ingeniería. Se continuará desarrollando este tipo de actividades que generan autonomía y promueven el uso de herramientas computacionales y de la información, que se encuentran a disposición de los estudiantes.

## Agradecimientos

Los autores agradecen a las autoridades, docentes de la UDB Química y estudiantes de las carreras de Ingeniería Mecánica,

Civil, Sistemas y Eléctrica de la Facultad Regional Santa Fe, Universidad Tecnológica Nacional.

## Referencias

- Biggs, J. (2005). *Calidad del aprendizaje universitario*. Madrid: Nancea de Ediciones.
- Coll (2007). *Una encrucijada para la educación escolar*. Cuadernos de Pedagogía, N°370.
- Cuban, L. (2002). *Computer in the classroom*, Cambridge & London: Harvard University Press, 2001.
- Díaz-Barriga, F. (2009). *Las TIC en la educación y los retos que enfrentan los docentes*. Madrid: OEI.
- Informe PISA 2006 - Datos: *Competencias científicas para el mundo del mañana*, OCDE-Santillana, 2006.
- Khun, D. (2000). *Metacognitive Development*. Sage Publications Inc. Vol 9. N° 5. Pag. 178- 181.
- Linn, M.C. (1998). *Educational Technology, Handbook of Science Education*, Kluwer Academic Publishers, New York, 265-420.
- Pérez Gómez, A. (2007). [http://213.0.8.18/portal/Educantabria/Descargas/Publicaciones/2007/Cuadernos Educacion 1.PDF](http://213.0.8.18/portal/Educantabria/Descargas/Publicaciones/2007/Cuadernos_Educacion_1.PDF).
- Proyecto Tuning. Alfa Tuning América Latina: Innovación Educativa y Social. Revisado 04/12/14. [www.tuningal.org.2011](http://www.tuningal.org.2011)