

## 110 EL DESARROLLO DE METODOLOGÍAS RELACIONADAS CON TIC PARA EL APRENDIZAJE EN QUÍMICA Y SU USO EN EL CAMPUS VIRTUAL DE LA FRSF DE LA UTN

José Maximiliano Schiappa Pietra, Carlos Alberto Avalis  
Departamento de Química General. Facultad Regional Santa Fe, Universidad Tecnológica Nacional.  
Lavaisse 610. Santa Fe. Argentina  
maxipietra@hotmail.com

**Resumen.** A lo largo de cinco años, y dos proyectos de investigación y desarrollo, docentes de la cátedra de Química General, de la Facultad Regional Santa Fe de la Universidad Tecnológica Nacional, implementaron diversas técnicas en tecnologías de la información y la comunicación para la mejora en el aprendizaje de la química, dentro de las carreras de ingenierías dictadas en dicha casa de estudio. A través de secuencias didácticas como herramientas en un curso de articulación escuela media-universidad, y actividades complementarias no presenciales durante el cursado de la materia, ambas utilizadas a través del campus virtual de la facultad, buscaron implementar el uso de diferentes metodologías didácticas para fortalecer el proceso de enseñanza y el aprendizaje. Los resultados, cuali y cuantitativos, obtenidos a lo largo de esta línea temporal, aseguraron una notable mejora a través de la implementación de dichas técnicas para la formación de nuestros alumnos.

**Palabras Clave:** TIC, Articulación, Química, Enseñanza y aprendizaje.

### Introducción

En función a dos proyectos abordados entre los años 2006 y 2012, basados en la detección y categorización de los falencias conceptuales y errores fundamentales en química que conducían a un bajo rendimiento y posterior deserción, docentes del Departamento de Química General de la Facultad Regional Santa Fe, Universidad Tecnológica Nacional, dedicaron los siguientes años en perfeccionar diversas técnicas, buscando valorar e incrementar el rendimiento académico en la asignatura en cuestión, en la observación y seguimiento de la performance de los alumnos ingresantes a las carreras de Ingeniería Mecánica, Civil y Eléctrica.

Partiendo de los datos recopilados de 1150 alumnos participantes en ambos proyectos, los resultados permitieron detectar que el 72% de los alumnos ingresantes no poseían los conocimientos básicos de química para una adecuada inserción y permanencia en la universidad, provocando el abandono de la materia, mayoritariamente al finalizar el primer cuatrimestre.

En la búsqueda por revertir tal información los docentes, además de continuar con el desarrollo conocido de clases (las clases teóricas se realizaban implementando el uso del pizarrón con apoyo del programa power point, mientras que en los trabajos prácticos y resoluciones de problemas eran aplicados los conceptos desarrollados), implementaron el uso de tecnologías de la información y la comunicación (TIC) que demostraran una significativa diferencia en el proceso de enseñanza y aprendizaje de la química [1][2].

Sobre esta base fueron generados dos proyectos de investigación y desarrollo (PID): el primero se denominó “Desarrollo de secuencias didácticas usando TIC para la enseñanza de Química General en un curso de articulación Escuela Media-Universidad” (2013-2015) y, el segundo “Diseño, implementación y evaluación de Actividades Complementarias No Presenciales en el Campus de la FRSF, como metodología didáctica para fortalecer el proceso de enseñanza-aprendizaje de la química” (2016-2017). De los mismos fueron elaboradas publicaciones y trabajos para congresos, presentados nacional e internacionalmente.

Si bien ambos proyectos diferían en sus objetivos didácticos, los mismos compartieron la implementación de diferentes TIC que fueron incluidas en las aulas virtuales del Campus de la facultad [3], otorgándole a los alumnos ingresantes, y posteriormente regulares en la materia, la posibilidad de trabajar con secuencias didácticas y diversas actividades complementarias desarrolladas en entornos no presenciales, de forma individual y conjunta, sobre conceptos básicos de la asignatura Química General, en los que se incluyen los siguientes temas: sistema materiales, formulación y nomenclatura, estequiometría, termoquímica, enlace, cinética química, etc [4].

Dichas elaboraciones buscaron en conjunto a lo largo de cinco años, introducir en las clases una metodología actualizada de técnicas didácticas que maximicen el proceso de enseñanza y aprendizaje de las ciencias experimentales, en particular la química.

## Muestra

Se trabajó con alumnos ingresantes y regulares de Química General, entre los años 2013 al 2017, de las carreras de Ingeniería Mecánica, Civil y Eléctrica, de la Facultad Regional Santa Fe de la Universidad Tecnológica Nacional.

## Resultados

- Para el proyecto 2013/15, y bajo los primeros intentos de implementar secuencias didácticas, se publica en la Revista Chilena de Educación Científica, el primer trabajo denominado “Análisis comparativo de las respuestas de alumnos de química general sobre el cambio químico”. En el mismo se analizaron las respuestas de los alumnos regulares para la asignatura: 132 correspondientes al año 2013 y 115 al primer cuatrimestre del 2014, realizadas en forma anónima y voluntaria, con una asignación de tiempo de 40 minutos. Para esta labor se trabaja sobre tres niveles de representación [5] en forma constante e integrada durante todo el proceso de enseñanza: *nivel simbólico (confuso)* donde se representa el cambio químico en función de símbolos, fórmulas y ecuaciones químicas; *nivel macroscópico (concreto- perceptivo)*, es descriptivo y funcional; observan y describen propiedades organolépticas (color, olor, textura, etc.); y el *nivel microscópico (abstracto)*, en donde se interpreta el cambio químico a través de las partículas que constituyen la materia (iones, moléculas, átomos) (Fig.1).

Los resultados mostraron una mejora en el proceso de enseñanza-aprendizaje [6], viéndose esto reflejado en los porcentajes totales que pasaron del 33,4% al 68,5%, en los respectivos años.

Nivel Macroscópico	
•	Describe brevemente lo que observas antes y después del cambio propuesto (Se quemó un trozo pequeño de carbón)
•	¿Es una transformación física o química? ¿por qué?
Nivel Simbólico	
•	Cual de las siguientes sustancias son los reactivos: Sodio, dihidrógeno, carbono, agua, dióxigeno
•	Cual es el producto de la reacción: agua, dióxido de carbono, dióxido de azufre
•	Escribe la ecuación química ajustada de la transformación propuesta
•	¿Cuántos moles de dióxigeno son necesarios para que reaccionen completamente 24 g de carbono?
•	¿Cuántas moléculas de dióxido de carbono se obtienen?
Nivel Microscópico	
•	Representa simbólicamente el cambio propuesto. Para ello utiliza un círculo vacío para representar al átomo de oxígeno y un negro para el átomo de carbono

Fig. 1: Esquema de la actividad planteada

Tabla 1: Porcentaje de respuestas afirmativas por nivel

		B		M		NC	
		2013	2014	2013	2014	2013	2014
Simbólico	Formulación	42,1	71,2	29,9	14,8	28,0	14,0
	Cálculos	40,0	68,9	29,9	17,0	30,1	14,1
Macroscópico		31,3	74,8	24,6	19,8	45,1	5,4
Microscópico		20,0	59,1	50,6	19,7	29,4	21,9

Referencias: B: bien M: mal NC: no contesta

Respuestas por nivel de representación

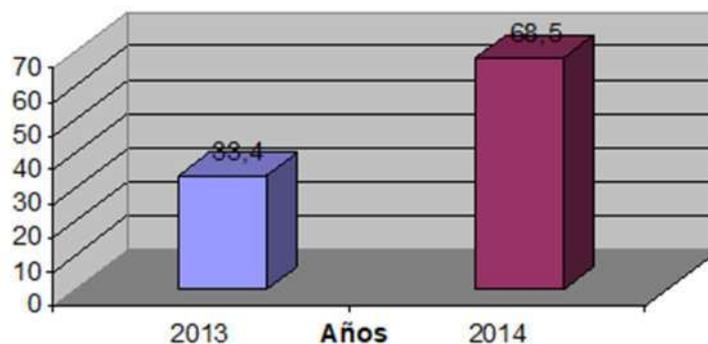


Fig. 2: Porcentajes totales comparativos

- Para el segundo cuatrimestre del 2014, se ofrece un curso online para los alumnos ingresantes a la facultad, que conllevó a la presentación de una labor en el IV Encuentro Nacional de Articulación entre Universidades y Sistemas Educativos, titulado “Contenidos conceptuales de la química online, como recurso de autogestión, para la nivelación de alumnos ingresantes a la UTN-FRSF, a las carreras de ingeniería, con terminalidad no

química". La propuesta consistió en el empleo de herramientas informáticas [7], ofrecidas en el Campus Virtual de la UTN Regional Santa Fe (<http://campusvirtual.frsf.utn.edu.ar/course/view.php?id=1462>), con el fin presentar: anexos conceptuales electrónicos, secuencias didácticas (utilizando cuestionarios con respuestas de tipo: a) verdadero ó falso, b) opciones múltiples, c) cerradas y abiertas, d) completar tablas, e) actividades de investigación y búsqueda, etc.), permitir al alumno autoevaluar sus conocimientos (al asignarle a cada respuesta de las secuencias un puntaje de 1 a 10 y un 100 % al total de las respuestas correctas de cada secuencia), y una evaluación final de cada tema (sin puntaje para el alumno) para comprobar la eficacia de la secuencia didáctica. Se dispuso en el Campus de un espacio para consultas, on line, con un profesor en diferentes horarios.

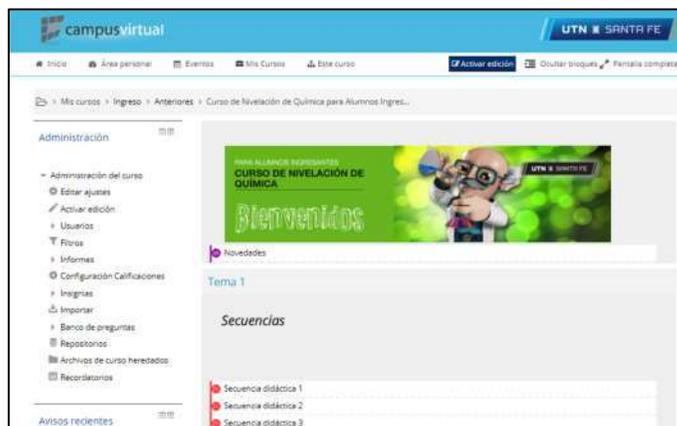


Fig. 3: Página de ingreso al Campus

<p><b>Secuencia didáctica 1</b></p> <p><b>Secuencia didáctica 1</b></p> <p>Coordinador: J205 Química. Ingeniería: Química General. Tema: materia. Subtema: cantidad de materia, masa y peso. Objetivos: comprender el concepto de materia. Se integran: conceptos fundamentales de Química</p> <p>1. Desde el comienzo de la civilización, la química busca satisfacer las necesidades del ser humano.</p> <p>Primitivamente se evaporaba agua de mar para obtener sal, que se utilizaba para conservar alimentos y curar las pieles. Por otro lado, la ceniza proveniente de la combustión de materia orgánica se empleaba para obtener hidróxido de potasio (KOH), el cual servía para fabricar jabón y velas, a partir de grasas animales.</p> <p>El avance de la Ciencia Química permitió el desarrollo de nuevas tecnologías y la producción, hoy en día, de una amplia gama de materiales que satisfacen los requerimientos de un mundo en constante crecimiento, por ejemplo:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• La cerámica y el vidrio químicos que permiten el desarrollo de nuevos materiales cerámicos que pueden reemplazar a ciertos metales, cuando estos últimos se encuentran expuestos a una atmósfera corrosiva.</li> <li>• La biotecnología que ofrece mayores posibilidades de producción de nuevos alimentos.</li> <li>• La industria farmacéutica, donde la química posibilita la manipulación de moléculas y el diseño de mejores tecnologías para producir medicamentos de nueva generación.</li> <li>• El avance del conocimiento sobre la toxicología de los productos químicos, que permiten elaborar estrategias eficaces para salvaguardar el medio ambiente.</li> </ul> <p>2. "La química es la ciencia que estudia la materia en lo concerniente a sus transformaciones y composición".</p>	<p><b>Problema 1</b></p> <p>Para los siguientes casos, indicar qué tienen en común:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 10 L de dióxido de carbono.</li> <li>• 1 kg de hierro.</li> <li>• 1 L de agua.</li> <li>• 500 g de sal de cocina.</li> </ul> <p>Seleccionar una o más de las opciones:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> a. Tienen masa.</li> <li><input type="checkbox"/> b. Son sólidos.</li> <li><input type="checkbox"/> c. Son líquidos.</li> <li><input type="checkbox"/> d. No tienen masa.</li> <li><input type="checkbox"/> e. Ocupan un lugar en el espacio.</li> <li><input type="checkbox"/> f. Son la misma sustancia.</li> <li><input type="checkbox"/> g. Son gases.</li> <li><input type="checkbox"/> h. Están constituidos por moléculas.</li> </ul> <p><b>Problema 2</b></p> <p>Identificar en simultáneo las similitudes y diferencias entre:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 1 kg de pan.</li> <li>• 2 kg de azúcar.</li> <li>• 0,5 kg de agua.</li> </ul> <p>Seleccionar una o más de las opciones:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> a. Igualdad de masa.</li> <li><input type="checkbox"/> b. Diferencia de masa.</li> <li><input type="checkbox"/> c. Formadas por moléculas.</li> <li><input type="checkbox"/> d. Igual cantidad de materia.</li> <li><input type="checkbox"/> e. Diferencia cantidad de materia.</li> </ul> <p><b>Actividad de Investigación 1</b></p> <p>El peso es un concepto asociado a la masa y es la "Fuerza resultante de la atracción gravitatoria sobre un cuerpo".</p> <p>¿Cómo se relacionan la masa y el peso de un sistema?</p>
-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Fig. 4 y 5: Esquema de la Secuencia Didáctica n° 1

- A partir de 2015 se implementó un curso de nivelación de Química a través del Campus de la facultad cuyos resultados se evaluaron en la "Primera validación de un curso de nivelación de química, a través del campus, para alumnos ingresantes a la UTN, FRSF", presentados en la X Jornadas Nacionales y VII Jornadas Internacionales de Enseñanza Universitaria de la Química. En el mismo se hace uso de secuencias didácticas y TIC para el desarrollo de los temas: Conceptos fundamentales de Química General, Nomenclatura y Formulación, Estequiometría. Este curso online se ofrece en forma no obligatoria para los ingresantes, de los cuales participaron 156 estudiantes.

La estrategia pedagógica para el uso de las actividades ofrecidas, que se realizan en forma virtual, se establece bajo la siguiente metodología general de desarrollo: definición de prerrequisitos teóricos que los estudiantes deben dominar, objetivos a cumplimentar, introducción teórica, empleo del Campus para la ejecución del curso virtual, con desarrollo de secuencias didácticas que implican: respuestas múltiples, verdaderas o falsas, procesos de búsqueda, etc., y la evaluación de la actividad [8].

Si bien, hubo una baja adhesión de los alumnos ingresantes a realizar el curso (al no ser obligatorio y no haberse comunicado bien a los estudiantes del mismo), se observó casi un 10 % de diferencia a favor de los que realizaron el curso de nivelación (61,2 %) contra los que no lo hicieron (51,3 %). Además, si estos valores se contextualizan en una escala de notas, usada para la promoción de la asignatura, se puede decir que los alumnos que realizaron el Curso de Nivelación de Química lograron un nivel de conocimiento equivalente a un Aprobado mientras que los otros no, hecho no menor dado que el sistema de aprendizaje ofrecido fue básicamente de autogestión.

- Como cierre del proyecto 2013/2015, en el VII Encuentro de Investigadores y Docentes de Ingeniería (2015) se presentó el trabajo “*Primera evaluación del rendimiento académico de los alumnos de la FRSF de la UTN tras la implementación de un curso de nivelación de química disponible en la Web*”, donde se trabajó con una muestra de 108 alumnos pertenecientes a las carreras Ingeniería Civil, Ingeniería Eléctrica e Ingeniería Mecánica. Los participantes accedieron en forma remota al curso en el campus virtual de la facultad, y en el que se les presentaron 11 secuencias de actividades a las que deben responder y 8 anexos con desarrollos teóricos que los alumnos pueden utilizar para estudiar antes de responder las secuencias, para lo cual contaban con dos oportunidades [9].

Los resultados mostraron un promedio del 87,41% de respuestas correctas contra un 28% detectado con los PID anteriores.

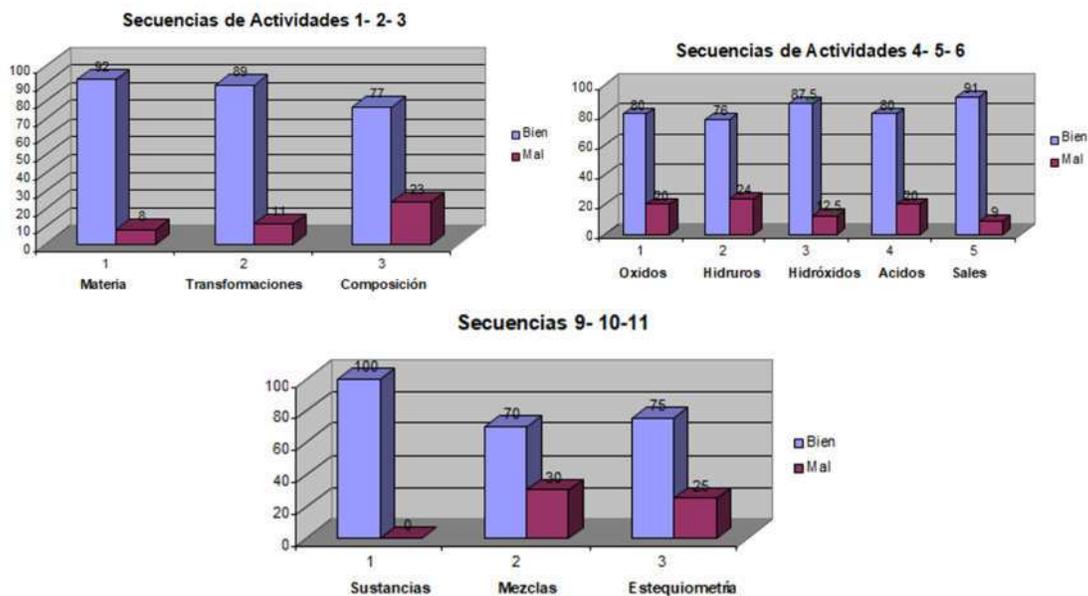


Fig. 6, 7 y 8: Gráficas comparativas de respuestas para las diferentes secuencias didácticas.

- A finales del 2016, se presenta en el XXXI Congreso Argentino de Química el “*Primer análisis de la implementación de ACNP, como metodología para favorecer la integración vertical de conocimientos de química, con alumnos de Química General en UTN. FRSF*”, donde se evaluó conforme a las respuestas de 36 grupos (de 3 o 4) alumnos, la capacidad de integración de una actividad complementaria no presencial (ACNP n°1), usando como TIC un video (<https://www.youtube.com/watch?v=fTUEw4Pv6gE>) la cual presentaba seis sustancias sólidas, algunas propiedades de las mismas y distintas experiencias de laboratorio. La evaluación de las respuestas se analizó bajo el esquema de Toulmin [10], dando como resultado: en la consigna 1 se tiene un 33,0 % de justificación correcta más un 39,3 % de carácter parcial. Además, en la consigna 2 se obtuvieron valores promedio de justificaciones apropiadas del 41,7 %.

Sólido	Temperatura de fusión	Se rompe en forma irregular	Estructura definida
Sulfato de Cobre (II)	Constante	No	Sí
Azufre	Constante	No	Sí
Dióxido de Silicio	Constante	No	Sí
Azúcar	Constante	No	Sí
Plomo	Constante	No	Sí
Vidrio	Variable	Sí	No

Sustancia	Sólido Cristalino	Sólido Amorfo	Brillo Color	Maleable Dúctil	Cond. corriente eléctrica en estado puro	Disolución en agua	Cond. eléctrica en disolución
Sulfato de Cobre (II)							
Plomo							
Azufre							
Dióxido de Silicio							
Azúcar							
Vidrio							

Fig. 9 y 10: Tablas con actividades de la ACNP

Según la información ofrecida y los resultados observados en las experiencias, realicen un escrito argumentativo, desde el modelo de partículas/unidades estructurales de la materia y fuerzas entre ellas, para las siguientes consignas:

- ¿Cómo pueden clasificar a los sólidos en función de los datos aportados por la tabla 1 y el por qué de la misma?
- ¿A qué tipo de sólidos con estructura regular definida pertenecen y cómo explican las diferencias de las propiedades observadas en las experiencias realizadas (tabla 2)?

Fig. 11: Consignas n° 1 y 2

- Para mediados del 2017, se presenta en el 1° Congreso Latinoamericano de Ingeniería, el trabajo “ACNPs en Materias Básicas para el desarrollo de Competencias en Ingeniería”, que incorporaba una nueva ACNP n° 2 (<https://www.youtube.com/watch?v=FMwYLYM4KhI>), como herramienta TIC, y cuyo criterio de evaluación se basó en la Taxonomía SOLO (Structured of the Observed Learning Outcomes) [11], la que permite clasificar y evaluar el resultado de una tarea de aprendizaje en función de su organización estructural. Los resultados demostraron que el 53,5 % de las respuestas estuvieron categorizadas dentro de lo que se conoce como entendimiento profundo (46,17 % al nivel IV y un 7,33 % al nivel V); mientras que el 46,5 % presentó un aprendizaje superficial.
- Como finalización del proyecto 2016/17, se envió a la XI Jornadas Nacionales y VIII Jornadas Internacionales de Enseñanza de la Química Universitaria, Superior, Secundaria y Técnica, la última elaboración titulada “El trabajo grupal y las ACNP como herramientas para favorecer la construcción del conocimiento en alumnos de Química General” implementando nuevamente la Taxonomía SOLO, donde se respondieron preguntas de una segunda actividad referida a la ACNP n° 2, obteniéndose los siguientes resultados: el 65 % presenta un Entendimiento profundo (Nivel IV – Relacional); el 35 % de los alumnos presentan Aprendizajes superficiales (un 12 % Nivel II .Uniestructural y el 23 % Nivel III. Multiestructural). Como dato aparte, al comparar estos resultados con las repuestas obtenidas en el CLADI 2017, se observó un incremento en el porcentaje de Entendimiento profundo relacional.

Actividad II:  
 Interpretación nanoscópica de la Actividad I  
 Completen la siguiente grilla

	(A)	(B)	(C)	(D)
Sustancia	Tipo de enlace entre elementos químicos	¿Es aplicable el concepto de molécula? S/NO	Unidades/partículas estructurales	Tipo de unión y Fuerza entre unidades/partículas estructurales
CuSO <sub>4</sub>				
H <sub>2</sub> O				
SiO <sub>2</sub>				

Fig. 12: Actividad n°2 de la ACNP n°2

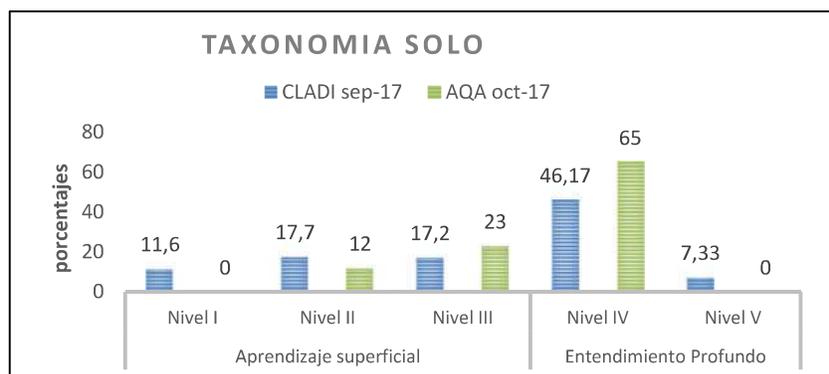


Fig. 13: Gráfico comparativo CLADI 2016 – AQA 2017

## Conclusión

A través del análisis de los resultados obtenidos de ambos PID, en cuanto al desempeño académico de los estudiantes, la implementación de TICs en la enseñanza y la interacción docente-alumno de la materia durante el período 2013-2017, podemos arribar a varias conclusiones:

- Con las herramientas del Campus Virtual es posible generar una TIC que ayude a que aquel alumno con escasa comprensión en Química pueda adquirir de manera eficiente y paulatina conocimientos básicos de la asignatura, evidenciando una mayor participación en las clases (teorías, coloquios y laboratorio) y en consultas a través del Campus;
- En relación a la implementación de las secuencias didácticas como herramientas en un curso de articulación escuela media-universidad, y las actividades complementarias no presenciales durante el cursado de la materia, se infiere un aumento considerable en el porcentaje de aprobación de los parciales que se toman como parte de la promoción directa de la asignatura, al comparar los años 2016 (29,63 %) y 2017 (53,20 %);
- Se ha incrementado la capacidad argumentativa de los alumnos, permitiéndoles relacionar información académica y científica, a través de las diferentes actividades ofrecidas basadas en el uso de las TIC.

En este contexto, resulta prometedor el uso integrado de actividades con el empleo de TIC y del trabajo en grupo cooperativo, como un medio adicional a las herramientas tradicionales, para facilitar un aprendizaje significativo genuino por parte del estudiante, y un mejor diseño y gestión de la actividad académica del docente.

## Referencias

- [1] Biggs, J.: *Calidad del aprendizaje universitario*. Madrid. Editorial Narcea. (2005)
- [2] Díaz-Barriga, F.: *Las TIC en la educación y los retos que enfrentan los docentes*. Madrid. Editorial OEI. (2009)
- [3] Onrubia, J.: Aprender y enseñar en entornos virtuales: actividad conjunta, ayuda pedagógica y construcción del conocimiento. *RED. Revista de Educación a Distancia*, N°2. <http://www.um.es/ead/red/M2/>. Accedido el 21 de junio de 2014
- [4] Rodríguez, J.: *El aprendizaje basado en problemas*. Madrid. Editorial Médica Panamericana (2004)
- [5] Gilbert, J y Treagust, D.: *Multiple Representation in Chemical Education. Macro, submicro and symbolic representations and the relationship between them: Key models in chemical education*. Volumen 4, p. 1-8 . <https://www.springer.com/us/book/9781402088711>. Accedido el 14 de abril de 2013
- [6] Carrio Pastor, M.L.: Ventajas del uso de la tecnología en el aprendizaje colaborativo. *Revista Iberoamericana de Educación*, N° 41/4. pp. 1-10. (2007)
- [7] Moreira, M.: *Internet en la Docencia Universitaria*. Webs docentes y Aulas Virtuales. (2005)
- [8] Gras- Marti, A; Santos, J.V.; Pardo, M.; Miralles, J.A.; Celdran, A; Cano- Villalba, M y caturia, M.J.: *Aplicaciones de herramientas del Campus Virtual en la enseñanza de la física universitaria*. <http://www.ua.es/dfa/agm>. Accedido el 03 de marzo de 2015
- [9] Ibañe Erostarbe, I y Jaureguizar Albonigamayor, J.: Autoevaluación a través de internet : variables metacognitivas y rendimiento académico. *Revista Latinoamericana de Tecnología Educativa*. N°6/2, pp. 59-75. <http://campusvirtual.unex.es/cala/editro/>. Accedido el 03 de julio de 2014
- [10] Toulmin, S.: *Los usos de la argumentación*. Barcelona. Editorial Península (2007)
- [11] Biggs, J. y Collis, K.: Evaluating the quality of learning: the SOLO taxonomy (structure of the observed learning outcome) (1982). <http://www.johnbiggs.com.au/academic/solo-taxonomy>. Accedido 13 de abril de 2017