

## **HERRAMIENTAS PARA EL APRENDIZAJE ACTIVO EN INGENIERÍA**

**Soledad Gamarra Caramella**, Facultad de Ingeniería, UNSa, gamarrasoledad@gmail.com

**Mercedes Villegas**, Facultad de Ingeniería, UNSa; INIQUI, CONICET.

mvillegas@unsa.edu.ar

**Elza Fani Castro Vidaurre**, Facultad de Ingeniería, UNSa, elza@unsa.edu.ar

**Resumen**— El continuo flujo de información al que estamos expuestos en la actualidad y su velocidad de cambio han llevado a que nos encontremos frente a un nuevo tipo de estudiantes. Procesan cada vez más información a ritmos acelerados y fácilmente pierden interés en actividades que consideran lentas. Es por esto que, desde hace ya un tiempo, la clase magistral, en la que su rol se reduce a tomar notas, se tornó en un método poco eficaz. En este contexto, en el presente trabajo proponemos una serie de herramientas utilizadas en la cátedra de Termodinámica I, factibles de implementar en diferentes asignaturas específicas de Ingeniería, para fomentar el aprendizaje activo que, entendemos, constituye una estrategia fundamental para promover en el estudiante su interés por aprender, involucrarlo en su propia formación y desarrollar múltiples competencias.

Por un lado, se presentan tres actividades a desarrollar en grupo por los estudiantes, con la tutoría de los docentes, las cuales incluyen búsqueda de información, discusión, presentación oral e inclusive visitas a industrias gestionadas por ellos mismos. Por otro lado, se introducen dos programas informáticos que les permitirán resolver problemas ingenieriles, tanto durante el cursado, como luego, en su desempeño profesional. Con la implementación de estas herramientas en los últimos años se logró aumentar la motivación de los estudiantes en el cursado de la asignatura.

**Palabras clave**— *aprendizaje activo, competencias, estrategias de aprendizaje.*

### **1. Contexto**

Las actividades mencionadas en este trabajo se desarrollan en la cátedra de Termodinámica I de la carrera de Ingeniería Química de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Salta. Dicha asignatura corresponde al área básica específica del plan de estudio vigente (Res. HCS N°556/05 U.N.Sa [1]) y se dicta en el primer cuatrimestre del segundo año.

Se trata de la primera materia en la que los estudiantes se encuentran con temáticas directamente vinculadas a la carrera de Ingeniería Química, dado que el cursado del primer año involucra asignaturas básicas comunes a todas las ingenierías.

### **2. Introducción**

Actualmente nos encontramos en el aula con un nuevo tipo de estudiantes, cuya transformación fundamental se resume en la expresión “nativos digitales” y radica en la modificación de la forma en que procesan los conocimientos. La cultura digital supone un modo de recibir la información fragmentado, discontinuo y recurriendo a diferentes medios y recursos. Esto lleva a que desarrollos monotemáticos y lineales en el aula generen falta de concentración y problemas de motivación [2].

Es por ello que es fundamental utilizar estrategias que propicien el aprendizaje activo de los estudiantes. Se entiende por aprendizaje activo aquel que produce una actitud activa del alumnado en clase, en contraposición con lo que ocurre en el método expositivo clásico, en el que el estudiante se limita a tomar notas [3]. Los estudiantes deben hacer mucho más que simplemente oír; deben leer, cuestionarse, escribir, discutir, aplicar conceptos, utilizar reglas y principios, resolver problemas. El aprendizaje activo implica que el estudiante debe estar expuesto continuamente, bien sea por voluntad propia o porque la estrategia utilizada por los docentes así lo exige, a situaciones que le demanden operaciones intelectuales de orden superior: análisis, síntesis, interpretación, inferencia y evaluación [4].

Con este método los estudiantes dejan de ser espectadores, adquieren un mayor compromiso en las actividades, ponen más énfasis en el desarrollo de habilidades, incrementan su nivel de motivación, desarrollan habilidades de orden superior y están preparados para transferir lo que se ha aprendido a problemas y escenarios nuevos [5].

En este contexto, en la cátedra de Termodinámica I se considera importante que el estudiante pueda conocer en los primeros años de estudio el rol del ingeniero, ya que entusiasmarse con ese rol fomenta su participación activa y lo involucra en su formación de manera diferente [6]. Por otra parte, según el documento sobre competencias publicado por el CONFEDI en el año 2006 [7], el ingeniero no sólo debe saber, sino que debe “saber hacer”. Para alcanzar este “saber hacer” es necesaria la implementación de metodologías de enseñanza que favorezcan el desarrollo de conocimientos, herramientas y aptitudes en forma temprana, a fin de que los nuevos profesionales sean capaces de enfrentar un contexto laboral amplio y cambiante [8].

Lograr que el estudiante aprenda por el deseo de saber y no por la simple aprobación de una asignatura, adquiriendo herramientas y aptitudes que serán fundamentales en su desarrollo profesional, es el objetivo de las actividades que se plantean e implementan en este trabajo.

### **3. Metodología**

Con miras a los objetivos planteados, se presentan, por un lado, tres actividades grupales que actualmente se llevan a cabo en la asignatura con la tutoría de los docentes. Estas incluyen búsqueda de información, discusión, presentación oral e inclusive visitas a industrias gestionadas por los mismos estudiantes. A su vez, se introducen dos programas informáticos que permiten a los estudiantes resolver problemas ingenieriles, tanto durante el cursado, como luego, en su desempeño profesional.

#### **3.1 Introducción al programa Microsoft Visio®**

Microsoft Visio® es un programa de dibujo vectorial de Microsoft Windows que permite elaborar múltiples tipos de diagramas. Entre las posibilidades que presenta, se encuentran diagramas de flujo de proceso, diagramas de electricidad, sistemas de control industriales, todos estos pertenecientes a un conjunto de plantillas de ingeniería.

En esta clase se utiliza el centro de cómputos disponible en la Facultad, haciendo uso en paralelo de un tutorial elaborado por la cátedra y del programa en sí, al cual los estudiantes tienen acceso en las computadoras del centro. Los estudiantes se familiarizan con el programa elaborando un diagrama de proceso correspondiente a algún ejercicio de la práctica de balances de materia. El software se introduce en el inicio del dictado de la asignatura con el objetivo de que se convierta en una herramienta a utilizar en los diferentes trabajos y, a continuación, durante el cursado de la carrera. Es importante destacar que este programa se encuentra disponible en forma gratuita en el paquete de Microsoft.

Con este trabajo los estudiantes se inician en el reconocimiento de los distintos equipos en los que se llevan a cabo las operaciones y procesos unitarios y la forma de esquematizarlos, herramienta fundamental para avanzar en la resolución de problemas de termodinámica y, por lo mismo, de su carrera profesional.

### **3.2 Trabajo Especial: Equipos de Operaciones y Procesos Unitarios**

Para desarrollar este trabajo especial, deben conformar grupos entre tres y cinco estudiantes. Cada grupo recibe un listado de equipos de operaciones y procesos unitarios utilizados en la industria (tantos como integrantes conformen el grupo), tales como: mezclador, reactor químico, columna de destilación, torre de absorción, intercambiador de calor, caldera, bomba, turbina, evaporador, cristizador, horno de combustión, etc. Deben buscar información y discutir en grupo sobre el objetivo de dichos equipos, destacando los siguientes puntos que deberán presentar en un informe escrito y también exponer oralmente:

- Forma de esquematizarlos en un diagrama de flujo (simbología utilizada en los procesos), empleando, siempre que sea factible, el programa Microsoft Visio®.

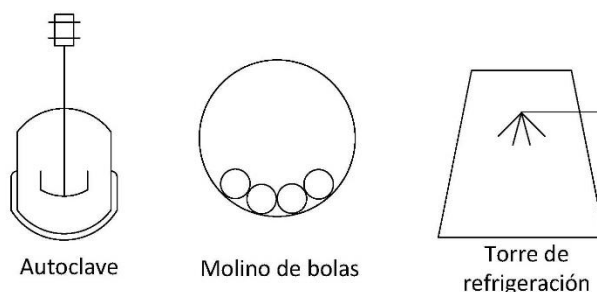


Figura 1. Algunos ejemplos de esquemas disponibles en Microsoft Office Visio®. Fuente: elaboración propia.

- Corrientes que ingresan y egresan del mismo,
- Aclarar si en los mismos ocurren o no reacciones químicas,
- Tipo de funcionamiento: continuo o discontinuo,
- Industrias en las que se los emplea generalmente.

Para la elaboración del informe escrito, los estudiantes deben tener en cuenta la guía proporcionada por la cátedra “Cómo realizar informes”, en la cual se explica la estructura que deben tener los informes formales, el contenido apropiado para cada sección, cómo deben numerarse tablas, figuras y ecuaciones, cuestiones de formato, entre otros.

El informe se entrega el día de la presentación oral, y para este trabajo en particular, debe ser corto (entre 3 y 5 páginas), ya que se pretende que hagan foco en los equipos en sí, y no en clasificaciones o características constructivas.

Por otro lado deben preparar una exposición oral, ayudados por herramientas informáticas como Power Point, Prezi e Impress. El tiempo asignado para la presentación de cada grupo es de 15 minutos como máximo y 5 minutos para preguntas.

Este trabajo especial tiene como objetivos que los estudiantes adquieran una idea global de los equipos donde ocurren los procesos industriales más comunes, de forma tal que pueden interpretar los enunciados de los problemas que se realizan en las clases prácticas, relacionados con balances de materia, energía y entropía. También es un espacio propicio para que pongan en práctica lo aprendido con el programa Microsoft Visio®, y para que

desarrollen las competencias para organizar presentaciones orales exitosas, desempeñarse de manera efectiva en equipos de trabajo y comunicarse con efectividad.

### **3.3 Introducción al programa Reference Fluid Thermodynamic and Transport Properties (RefProp Mini) de la National Institute of Standards and Technology (NIST)**

El programa RefProp Mini es una versión libre de una base de datos de propiedades termodinámicas y de transporte de fluidos de referencia elaborada por la NIST. Permite realizar diferentes diagramas combinando propiedades termodinámicas e incorporando aquellas que se desee observar. Asimismo, también es posible obtener tablas personalizando las entradas e inclusive armar tablas con los puntos específicos cuyas propiedades se necesite determinar. Finalmente es posible incorporar los puntos deseados en el diagrama, a fin de observar su ubicación en el mismo.

Este programa dispone de bases de datos de propiedades termodinámicas de diferentes sustancias, como ser dióxido de carbono, nitrógeno, metano, propano, agua y el refrigerante R134a, entre otras.

Se realiza la introducción a este programa luego de que los estudiantes han entendido el manejo y uso de tablas de propiedades termodinámicas, los diagramas de Mollier y Temperatura-Entropía del agua. Por lo tanto, con el software no se pretende desplazar la búsqueda de datos en estos formatos y soportes ampliamente utilizados en la materia. Al igual que con el programa Microsoft Visio®, esta clase se desarrolla en el centro de cómputos de la Facultad, elaborando el diagrama correspondiente a un ejercicio del práctico de Máquinas Térmicas. De esta forma, los estudiantes pueden comparar los resultados obtenidos con el programa y con el uso de diagramas y tablas en formato papel.

El objetivo principal que se persigue al introducir este programa es mostrar a los estudiantes, algunas de las herramientas disponibles y de fácil acceso, y alentarlos al mayor aprovechamiento de las tecnologías actuales.

### **3.4 Trabajo Especial: Industrias del Medio**

En esta actividad, los estudiantes deberán buscar información de industrias regionales. Si son 3 o 4 integrantes en el grupo deberán buscar información de 2 industrias. Si son 5 integrantes, deberán buscar información de 3 industrias. Los nombres de las industrias sobre las que se incursionará, son informados con antelación a la cátedra, en la fecha indicada en el cronograma, para coordinar con los grupos restantes de modo que no existan repeticiones, por lo que se les solicita también una industria opcional en el caso de que la empresa propuesta coincida con la de algún otro grupo. Estas pueden ser:

- Industrias que involucran procesos físicos, químicos y fisicoquímicos.
- Instalaciones donde intervengan operaciones y procesos unitarios.
- Instalaciones destinadas a evitar la contaminación ambiental por efluentes originados por las industrias y/o sus servicios.

En el informe y presentación oral deberán reportar la información general de la industria (ubicación, origen, antigüedad, poseen otras plantas procesadoras, cuenta con ingenieros químicos, entre otros). En cuanto al proceso deben comentar los productos que fabrican, subproductos, capacidad productiva, materias primas que utilizan, descripción de las etapas de procesamiento o equipos involucrados. En lo posible presentar el proceso a través de diagramas de flujo, empleando Microsoft Visio®. La etapa siguiente consiste en elegir tantos equipos como integrantes tenga el grupo y aplicar los balances de materia, energía y entropía estudiados en clase, realizando las simplificaciones correspondientes. Deben identificar la

información necesaria para poder resolver los balances; señalar las variables que se pueden medir directamente y cuáles se deben calcular, buscar en tablas o determinar de otra forma.

Con toda esta información, deben realizar un informe y una presentación oral, al igual que para el trabajo especial “Equipos de Operaciones y Procesos Unitarios”.

Los objetivos de esta propuesta son que los estudiantes conozcan las industrias locales y regionales, que se familiaricen con los procesos industriales y materias primas involucradas, que reconozcan las actividades que son de incumbencia específica de los ingenieros químicos y que sean capaces de plantear los balances estudiados en clase a equipos reales. Nuevamente se brinda el espacio para desarrollar las competencias vinculadas al trabajo en equipo, presentaciones orales exitosas y comunicación efectiva.

Cabe destacar que previo a esta exposición, la cátedra les proporciona a los estudiantes una guía cuyo título es “Hacia una presentación oral exitosa”. La misma se lee en clase con la participación de los estudiantes, creando un ambiente de discusión y autoevaluación por parte de los mismos. Parte de las actividades realizadas enfocadas a una comunicación oral efectiva fueron descritas, analizadas y publicadas previamente [9].

### **3.5 Trabajo Integrador**

En la penúltima semana de clases se realiza un trabajo grupal integrador. Se conforman grupos de trabajo en forma distinta a la que venían trabajando habitualmente, de modo tal de lograr que los estudiantes interactúen con los demás compañeros. Se inicia y finaliza en clase, y se procede de la siguiente forma:

- Se entrega un problema a cada grupo, siendo necesaria para su resolución la aplicación de todos los conocimientos adquiridos durante el cursado de la asignatura. De acuerdo al tenor del mismo puede ir acompañado de información adicional, tablas y/o figuras.
- La cátedra proporcionará a cada grupo filminas y fibras indelebles.
- Los estudiantes disponen de una hora y media para resolver el problema y volcar en la filmina lo que, a su parecer, les resulte importante presentar al resto de la clase.
- En la hora y media restante de clase, cada grupo presentará el problema y explicará, cómo lo resolvieron a través de la proyección de las filminas.

Cabe aclarar que los estudiantes desconocen en qué consiste o cómo se desarrollará esta actividad, que se explica ese mismo día al ingresar al aula. Este tipo de metodología es muy empleada en la selección de personal por parte de las empresas e industrias. Tiene una dinámica muy enriquecedora ya que los estudiantes deben interpretar el problema, resolverlo, coordinar con sus pares, preparar las filminas y exponer su análisis y resolución en un tiempo fijado. De esta forma se logra que ellos sean actores y tengan que englobar e integrar los conceptos de toda la asignatura, como cierre de actividades, mediante una metodología diferente que propicia también la participación grupal.

## **4. Discusiones**

Las distintas herramientas que se presentan en este trabajo, se plantean durante el dictado de la materia de manera de ir aumentando su complejidad mientras se avanza en el estudio de los temas involucrados. De esta forma, es posible detectar junto al desarrollo de las unidades del programa, una capacidad de análisis y profundización creciente.

En el primer trabajo especial, denominado “Equipos de Operaciones y Procesos Unitarios”, se observa que los estudiantes, por medio de sus propias exposiciones y las realizadas por sus compañeros, recaban y reciben información respecto del funcionamiento, aplicaciones y

principales características de los equipos empleados en la industria. A su vez, utilizan el programa Microsoft Visio® para realizar los primeros diagramas de equipos, incluyendo corrientes y otras consideraciones pertinentes. En esta primera presentación es posible detectar, en sus propios comentarios, el entusiasmo que genera un acercamiento diferente a los temas de la materia, respecto de la forma tradicionalmente utilizada en los trabajos prácticos desarrollados. A continuación se transcriben literalmente algunas de las apreciaciones realizadas por los estudiantes respecto de este trabajo especial.

“El trabajo especial ayudó a comprender mejor de qué trata, básicamente, el intercambio de materia con cada máquina estudiada. Quedó clara la idea global del funcionamiento de cada equipo que se investigó, e incluso nos llevó a hacerle una breve entrevista al ingeniero Adolfo Zapata, aprovechando que en la planta piloto II poseían algunos equipos que necesitábamos investigar.” *Sanguino Jorguera, Gustavo Emiliano; Giménez Bravo, Franco Nicolás; Lozano, Maximiliano Darío.*

“Consideramos que fue importante para poder ampliar nuestros conocimientos básicos sobre cada equipo y de esta manera nos ayuda a realizar un mejor desarrollo de los trabajos prácticos.” *Ávila, Macarena; Iglesias Portugal, Ximena; Pozo, Daiana; Ruíz Nieva, Florencia; Torino, Ana Carla.*

“(…) hemos ampliado en gran escala la perspectiva de los equipos y los procesos involucrados, acercándonos más a un modelo simplificado de la realidad de un proceso industrial. Mediante los diagramas de flujos y la implementación de Microsoft Office Visio, hemos podido conocer e interpretar de mejor manera los problemas planteados en clase (...) Recordando que ésta es la primera materia específica de la carrera de Ingeniería Química o Ingeniería en procesos, ha sido eficiente el desarrollo del mismo, pudiendo notar la gran importancia a nivel industrial, no solo de estos equipos sino de todos los demás que nos resta conocer.” *Bovarines, Natalia Gabriela; Rivera, Camila Mariana; Collado Cravero, Santiago Tomás; Durand Paz, Salvador Benjamín.*

El trabajo especial “Industrias del Medio” consiste en una propuesta de investigación más amplia, con numerosos objetivos. Es importante notar que los estudiantes detectan el cumplimiento de estos objetivos al concluir respecto del desarrollo del trabajo, resaltando la utilidad del mismo.

En cuanto al mayor conocimiento del rol del ingeniero químico, puede notarse el entusiasmo que les produce la oportunidad de visitar industrias del medio, contactarse con profesionales y formar parte de conversaciones donde se mencionan los conocimientos que han ido adquiriendo en la materia, volcados a la práctica de la ingeniería. Asimismo, se detecta la importancia de indagar y conocer más sobre las industrias presentes en Salta y sus alrededores.

“Vimos en directo las máquinas involucradas en la elaboración de cada producto realizado en dicha industria (industria escuela agrícola), y aprendimos su funcionamiento. También entendimos cuál sería la función del ingeniero químico en el caso de que allí trabajara uno.” *Huertas, Florencia; Torrez Cesia, Nadir; Viltés Sánchez, Agustina.*

“Una vez finalizado este trabajo, podemos decir que fue una experiencia muy enriquecedora, ya que nos sirvió para conocer más sobre las industrias que posee nuestra provincia y los alrededores del NOA (...) Esto nos dio una visión más específica de lo que nos incumbe como futuros ingenieros químicos. Quizás las industrias del NOA dispongan de una menor capacidad productiva que las del centro del país, pero consideramos que desde la profesión de Ingeniería Química podemos contribuir a mejorar la actividad industrial y el desarrollo económico de la región.” *Pérez, Fernando; Meriles, Nelson; Gerala, Nahir.*

“Nos resultó de mucho interés poder tener contacto con personal idóneo en cada área y realizar esta investigación ya que así tuvimos un panorama de dónde y cómo podremos desarrollarnos como profesionales una vez culminados nuestros estudios. Le damos las gracias a los profesores de la cátedra por brindarnos esta oportunidad.” *Jaramillo, Nadia; Pereyra, Laura; Rojas, Brenda.*

En todos los casos se detecta que el intercambio que se produce gracias al trabajo en grupo es muy enriquecedor, más allá de las dificultades inherentes a esta modalidad.

“Este trabajo práctico fue realizado a partir de trabajar en grupo, lo que siempre implica intercambio de ideas como también opiniones cruzadas. Lograr ponerse de acuerdo es una habilidad que pudimos practicar, y es clave dominarla cuando nos desenvolvamos como profesionales.” *Albornoz, Bárbara; Cruz, María Laura; Macías, Carolina; Soria, María Camila.*

En relación a la aplicación de los temas aprendidos en la materia, son capaces de plasmar las consideraciones necesarias y resolver correctamente los balances. En sus informes mencionan las dificultades encontradas al aplicar los balances en situaciones reales.

“... concluimos que la experiencia y la práctica son herramientas fundamentales para poder afrontar las dificultades y situaciones que pudieran surgir en los procesos productivos de cualquier industria. El mayor desafío es sin dudas aplicar los conocimientos previos para la realización de balances en situaciones reales.” *Daruich, Mariana. Zambrano Nicolás; Alancaay, Héctor; Ramos, Cristian.*

“... pudimos elaborar de manera autónoma un trabajo en el cual volcamos los temas claves de la materia (...) y los pudimos aplicar a equipos reales. Esto fue totalmente distinto a realizar un ejercicio de la guía de trabajos prácticos; tuvimos que adecuar lo que ya sabíamos con la realidad.” *Albornoz, Bárbara; Cruz, María Laura; Macías, Carolina; Soria, María Camila.*

Otro punto para destacar es el entusiasmo con el que narran en las exposiciones orales la experiencias vividas durante las visitas, la forma en que realizaron las gestiones para poder concurrir, las anécdotas relatadas por el personal idóneo de las industrias visitadas, que les describen los procesos, incluyendo los inconvenientes que se produjeron a lo largo de los años de operación y cómo fueron resueltos. De esta forma descubren también los desafíos a los que se tendrán que enfrentar como ingenieros el día de mañana.

En este trabajo especial los estudiantes nuevamente hacen uso del software Microsoft Visio® y presentan diagramas de gran complejidad, en los que es posible detectar su aprendizaje y el manejo fluido de la herramienta (Figura 2).

En cuanto al Trabajo Integrador, el hecho de establecer los grupos de forma diferente a su conformación habitual, hace que los estudiantes, por lo general, se muestren en desacuerdo e intenten por lo menos compartir grupo con algún integrante conocido. Sin embargo, al finalizar la actividad, ellos mismos expresan lo enriquecedor que resultó escuchar opiniones distintas y trabajar desempeñando un rol diferente al que ocupan en el grupo al que están acostumbrados.

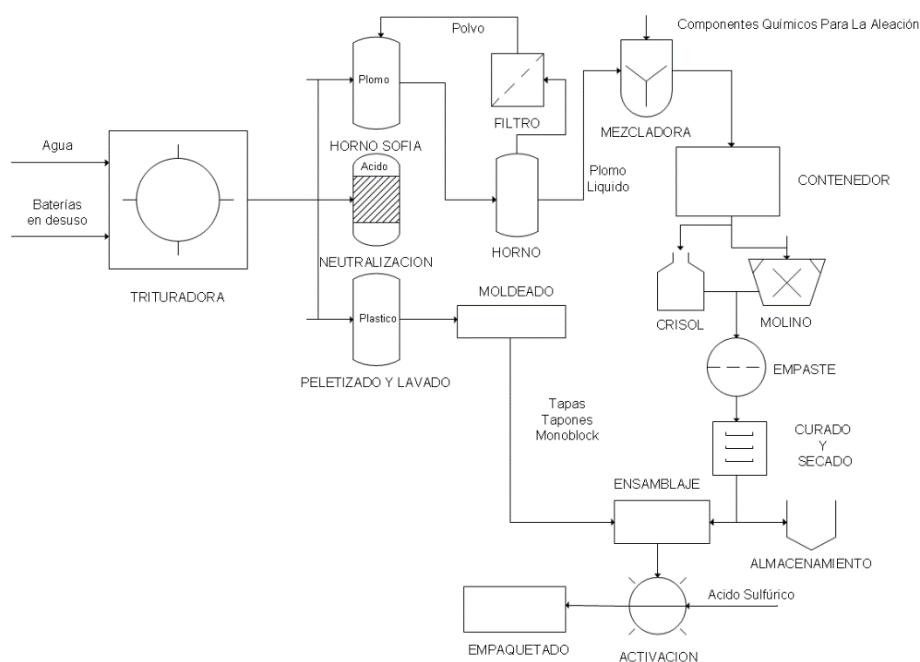


Figura 2. Diagrama de flujo del proceso de la empresa Baterías EDNA. Fuente: informe año 2016 - *Chein, Leandro; Colque, Fernando; Huertas, Florencia.*

El hecho de realizar el trabajo en un tiempo acotado, bajo presión, constituye un desafío que los motiva a participar y favorece la discusión. Naturalmente los integrantes asumen distintas tareas o roles, siendo muy activa la participación por parte de todos.

Por otro lado, se evidencia que les cuesta más aplicar los temas aprendidos en la primera parte de la asignatura, mientras que tienen más presentes los últimos temas, recientemente evaluados. En este aspecto, concluyen que realizar este trabajo integrador les permite repasar y englobar todos los temas de la asignatura, en un medio de discusión grupal, que permite fijar los contenidos más relevantes.

Finalmente, dado que el programa RefProp Mini se introduce en las últimas clases prácticas de la asignatura, les resulta de gran utilidad para contrastar y comparar los resultados obtenidos en los prácticos de Máquinas y Bombas Térmicas y Máquinas Refrigerantes. A su vez, la disponibilidad en el programa de datos del líquido subenfriado para el agua y la posibilidad de graficar puntos en estas condiciones en los diagramas, ayudan a que los estudiantes terminen de comprender las simplificaciones que realizaron al utilizar tablas de líquido saturado para caracterizar el líquido subenfriado. Se espera que el empleo de este programa se vea incrementado a lo largo del cursado de la carrera.

## 5. Conclusiones

Las herramientas estratégicas implementadas por la cátedra de Termodinámica I, incorporando tres actividades grupales tutoriadas por los docentes, en reemplazo de las tradicionales clases magistrales, logran la participación activa de los estudiantes. En las presentaciones de cada trabajo puede observarse que las actividades promueven su aprendizaje activo, despertando tempranamente su vocación por la carrera y desarrollando las competencias genéricas que se buscan, tales como: capacidad de trabajo en equipo, de gestión, de comunicación escrita y oral; iniciativa, orientación a resultados en tiempos



limitados, entre otras. Dichas herramientas estratégicas son aplicables también a la enseñanza de otras disciplinas.

Por otro lado, los programas informáticos constituyen herramientas complementarias útiles para la resolución de problemas ingenieriles no sólo durante el cursado de la materia sino también en el resto de la carrera y posteriormente en su actividad profesional. Es por esto fundamental que los estudiantes se encuentren ávidos de aprender a manejarlos y de descubrir nuevas opciones.

A partir de este trabajo, podemos detectar la necesidad de establecer diferentes indicadores, ya sea por encuestas u otros medios, que nos permitan mejorar continuamente las propuestas y observar mejor los avances de los estudiantes.

## **6. Referencias**

- [1] Resolución Honorable Consejo Superior, UNSa N°556/05. Plan de estudios de la carrera de Ingeniería Química. 2005.
- [2] Cabero Almenara, J. (2011). Los entornos mediáticos de formación: retos para el profesor y el alumno. *De legados y horizontes para el siglo XXI: veinte años de la RUEDA*. Buenos Aires: Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires.
- [3] Sierra Gómez, H. (2013). El aprendizaje activo como mejora de las actitudes de los estudiantes hacia el aprendizaje. Universidad Pública de Navarra.
- [4] González Z, H. (2000). La educación de los estudiantes en un proceso de aprendizaje activo de la cartilla docente”. Publicaciones Crea.  
[http://www.icesi.edu.co/contenido/prfs/cartilla\\_evaluación.pdf](http://www.icesi.edu.co/contenido/prfs/cartilla_evaluación.pdf)
- [5] Sierra Gómez, H. (2013). El aprendizaje activo como mejora de las actitudes de los estudiantes hacia el aprendizaje. Universidad Pública de Navarra.
- [6] Villegas, M.; Vivas, L.A.; Romero, D.E.; Castro, E.F. (2011). Reconociendo las actividades de los ingenieros químicos desde segundo año de la carrera. VII Jornadas de Ciencia y Tecnología de las Facultades de Ingeniería del NOA, Catamarca.
- [7] Consejo Federal de Decanos de Ingeniería. (2006) Primer Acuerdo sobre Competencias Genéricas “3er. TALLER s/ DESARROLLO DE COMPETENCIAS EN LA ENSEÑANZA DE LA INGENIERÍA ARGENTINA” – Experiencia Piloto en las terminales de Ing. Civil, Electrónica, Industrial, Mecánica y Química. Villa Carlos Paz.
- [8] Cerato, A.I.; Gallino M. (2013). Competencias genéricas en carreras de ingeniería. *Ciencia y Tecnología*, Córdoba, v.13, p. 83-94
- [9] Vivas, L.A.; Romero, A.I.; Villegas, M. (2010). Desarrollo de competencias: la comunicación oral efectiva. VI Jornadas de Ciencia y Tecnología de la Facultades de Ingeniería del NOA, Jujuy.