

# Problem Based Learning (PBL), competencies and Chemistry teaching for Engineers

María Felipa Cañas Cano<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universidad de Piura, Perú, [maria.canas@udep.pe](mailto:maria.canas@udep.pe)

Grupo Gideeq

*Abstract– It is evident the need to train engineers with the necessary skills, where the most recognized skills are: development of critical thinking, assertive communication, teamwork, ability to solve problems, as well as autonomous and permanent learning. PBL (Problem Based Learning) methodology provides an environment that facilitates the development of these and other skills more easily and in less time.*

*Keywords-- PBL and competences, Self-regulation, Education in Engineering*

Digital Object Identifier (DOI):

<http://dx.doi.org/10.18687/LACCEI2018.1.1.66>

ISBN: 978-0-9993443-1-6

ISSN: 2414-6390

# Aprendizaje Basado en Problemas (ABP), competencias y la enseñanza de química para Ingenieros

María Felipa Cañas Cano<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universidad de Piura, Perú, [maria.canas@udep.pe](mailto:maria.canas@udep.pe)  
Grupo Gídeeq

**Resumen—** Cada vez es más evidente la necesidad de formar ingenieros con competencias adecuadas, haciendo hincapié en que los dominios profesionales no son suficiente. Se reconoce que la necesidad de desarrollo del pensamiento crítico, la comunicación asertiva, el trabajo en equipo, la capacidad para solucionar problemas, así como, potenciar su aprendizaje autónomo y permanente, son requeridas en la formación de ingenieros. La metodología ABP (Aprendizaje Basado en Problemas) ofrece un entorno que facilita el desarrollo de estas y otras habilidades. La siguiente comunicación pretende mostrar cómo y por qué trabajar en base a ABP permite desarrollar esas habilidades más fácilmente y en menores tiempos.

**Palabras clave—** Aprendizaje Basado en Problemas, competencias, auto-regulación, educación en Ingeniería, química en Ingeniería.

## I. INTRODUCCIÓN

Química es una de las materias que los futuros ingenieros, salvo excepciones, deben llevar obligatoriamente. Es una ciencia considerada “dura”, por lo que, un gran número de estudiantes, ingresan a llevar el curso con desgano (a excepción de ingeniería química). Sin embargo, la utilidad práctica de esta materia, en su desempeño profesional es altamente relevante. Cuando, el curso, se diseña en base a metodología híbrida basada en ABP, éste, aporta, además de conocimientos, una serie de ventajas.

El aprendizaje Basado en Problemas (ABP) no es una técnica nueva, se puede considerar sus inicios en la década de los sesenta, al emplearse para presentar situaciones problemáticas como punto de partida para el aprendizaje, en la escuela de medicina. Desde entonces su uso se ha extendido a diversos ámbitos de aprendizaje.

En el caso de la facultad de Ingeniería Industrial y de Sistemas, en la universidad de Piura, se recurre a metodología activa híbrida, basada principalmente en ABP. Los problemas presentados al estudiante, se plantean principalmente en plantas industriales e implican evaluar posibles situaciones a resolver, de modo que, para ello requieren: capacidad de análisis, creatividad, uso de pensamiento crítico para la toma de decisiones, clara perspectiva y respeto del medio ambiente, conocimientos y particularidades de la sociedad en la cual se aplican. Los objetivos de aprendizaje buscan formación integral que involucra la adquisición de habilidades, entonces, para adquirirlas, al igual que cualquier otra habilidad, deben ponerse en práctica permanentemente, de modo de facilitar su adquisición. Al mismo tiempo, al incluir entrenamiento para

trabajar en equipo, se practica la tolerancia hacia los demás y el respeto a la diversidad. Estos hechos ratifican la relevancia del diseño de los problemas que se presenten al estudiante, que deberán guiarse hacia las competencias requeridas por los ingenieros que egresan.

EL ABP se basa en la teoría socio-constructivista [1], [2], [3], [4], donde el estudiante asume la responsabilidad en su propio aprendizaje y dentro de una comunidad. En ese mismo sentido, los últimos años, las investigaciones, giran en torno a metodologías y cambios curriculares que propicien la adquisición de las competencias deseadas [5], [6], Además, recordemos que se busca cumplir criterios, que se consideran necesarios para acreditar la calidad de los programas de Ingeniería. [7].

Por esas razones, el diseño de problemas y actividades requiere condiciones como: tener muy claro los objetivos que se persiguen, tanto académicos como extra académicos, el contexto propio de los estudiantes, los modos y medios más efectivos para el proceso enseñanza-aprendizaje, tomar en cuenta las interacciones sociales que se llevarán a cabo y la forma en que se evaluarán los desempeños. Regular estos aspectos, ayuda a responder la pregunta ¿Que competencias son aquellas que se logran a través de metodologías híbridas basadas en ABP en cursos de Química para Ingeniería?

A través de estos años se ha recogido y procesado una serie de data que confirma cómo y por qué se logra mejorar o adquirir algunas de las competencias buscadas: solución de problemas, responsabilidad, desarrollo de habilidades metacognitivas y auto-regulación entre otras.

## II. EL MODELO

¿Qué modelo era más adecuado para la enseñanza de química que se buscaba? El curso, Química General 2 (QG2) se ubica en el segundo año de la carrera de Ingeniería Industrial y de Sistemas en la Universidad de Piura.

En Perú, los estudiantes ingresan muy jóvenes, en promedio entre 16 y 17 años, por tanto, tomando en cuenta la edad y la incipiente madurez de los participantes, se optó por una metodología híbrida dirigida. Esto implica, hacer del problema ABP el centro del curso, pero, durante las sesiones de clase (cuatro horas semanales), los grupos de cuatro estudiantes, trabajan diversos tipos de actividades de aprendizaje. Estas actividades son prediseñadas y tienen como objetivo proporcionar los conocimientos y trabajar simultáneamente algunas habilidades blandas, de forma que, algunas de ellas forman los conceptos requeridos y otras son aplicativas o evaluativas. Todas ellas se abordan de forma tal

que implícita o explícitamente se buscan habilidades tales como análisis y síntesis, toma de decisiones y argumentación y siempre están relacionadas a alguno de los aspectos del problema ABP. [8].

Todas las sesiones implican trabajo colaborativo en busca de motivación intrínseca. Esto debido a que, en sistemas competitivos, la motivación suele ser extrínseca ya que se trata de ganar, por lo que no funciona para aquellos que no se consideran los más hábiles. Cuando la motivación es intrínseca, ésta, involucra un alto nivel de compromiso y persistencia. Promover esa motivación intrínseca es muy beneficioso, puesto que involucra aspectos emocionales y sentimientos positivos.

Durante el semestre, según se avanza, los estudiantes van resolviendo, en grupo, algunos de los aspectos del problema ABP. Éste, es presentado en la primera sesión de clase y durante el tiempo que dura su resolución, cuentan con la orientación necesaria.

El problema ABP involucra todas las unidades del curso, se trabaja por etapas y al final del semestre se integran todas ellas. Los estudiantes, cuentan con oportunidades de retroalimentación y diversas formas para evaluar su desempeño (resultado de su aprendizaje) a través de auto-evaluación, co-evaluación y hetero-evaluación. La figura muestra un esquema del modelo empleado.

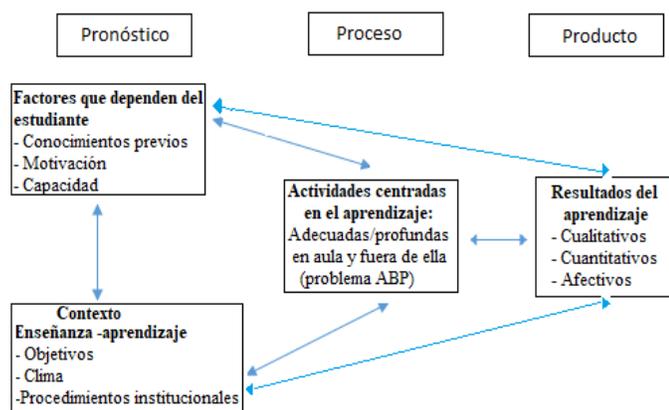


Fig 1: Modelo enseñanza-aprendizaje

Se identifican aquellas competencias que se desean desarrollar y, a través de la orientación hacia el aprendizaje colaborativo, se busca que puedan adquirir conocimientos, habilidades, actitudes, aptitudes y valores. Por tanto, el reto consiste en: una función docente enfocada en el aprendizaje, desarrollar una evaluación formativa y el empleo de recursos e instrumentos favorables para recoger diferentes tipos de evidencias.

La enseñanza de Química, tradicionalmente, asocia la base teórica con la práctica en el laboratorio y se espera que, este último, consiga aprendizajes significativos. En estas sesiones, donde trabajan en grupos de tres o cuatro estudiantes, se

procura enfoque verde y que el estudiante no solo haga, sino que analice lo que hace. Aun así, durante estos años se ha facilitado una guía, por tanto, resulta siendo básicamente seguir “la receta” sin muchas oportunidades de indagar más allá de lo propuesto y tomar decisiones propias, más acorde con la metodología ABP.

En busca de coherencia, en relación a las sesiones experimentales (trabajo en el laboratorio), a partir del semestre 2016-II la metodología se extiende a los laboratorios. Las sesiones experimentales son elaboradas entre estudiantes y docentes. Se viene implementando que, al menos dos de las experiencias sean sugeridas por el alumnado y se trabaja en conjunto y de acuerdo con sus intereses, manteniendo siempre alguna relación con los temas tratados, las condiciones de seguridad y el problema tipo ABP que van trabajando. Los estudiantes cuentan siempre con retroalimentación, si esta fuese necesaria, para reorientar su propuesta.

La data recolectada, en este aspecto, es básicamente cualitativa y consiste en la observación, el análisis de la opinión del estudiante y del producto entregado por ellos. Éste, ha permitido extraer y apoyar algunas conclusiones preliminares, respecto al trabajo autónomo, trabajo en equipo y la expresión oral y escrita.

### III. LAS MEDICIONES

El año 2006 se inició la aplicación de la metodología y desde entonces, se han venido empleado cuestionarios, test y entrevistas que indagan sobre la aceptación de la misma, aquellos aspectos más logrados y sobre algunos de los factores que el estudiante considera clave para su aprendizaje.

#### A. Las encuestas

Se realiza una encuesta al final de cada semestre. En ella, se ha venido indagando sobre la opinión que los estudiantes tienen sobre aspectos como el trabajo en grupo y qué aportó el curso a su formación integral, cuando se empleó metodología híbrida tipo ABP.

La encuesta incluye dos tipos de preguntas; abiertas y cerradas, de modo que, en las preguntas abiertas por lo general, se vierten opiniones y sugerencias. Estas respuestas, han venido ofreciendo rica información sobre aspectos a ir mejorando y sobre aquellos que tienen mejores resultados.

En consecuencia, a través de los años, algunas de esas sugerencias y comentarios se han venido realizando en forma de mini-innovaciones, por ejemplo, se realizan algunas demostraciones prácticas en el aula, se ha mejorado la claridad en rúbricas utilizadas para las evaluaciones, integración de temas afines en los cursos de física y química, gamificación en algunas sesiones de clase, laboratorios verdes más participativos, etc. A partir de 2016, las sesiones experimentales son más autónomas al incluir al estudiante en su selección y preparación sin dejar de relacionarlo con el problema ABP que se desarrolla durante el semestre.

En relación a la percepción del estudiante, la tendencia histórica, se mantiene. La tabla 1 muestra promedios de algunos de los factores que los estudiantes consideran que la metodología ha mejorado y resultan relevantes para ellos. Se incluyen las observaciones respecto al tiempo de medición.

TABLA I  
PERCEPCIONES DE LOS ESTUDIANTES

Item	Aspectos considerados importantes	%	Observación
1	Desarrollar habilidad para trabajar en equipo	63	Desde 2006 a la fecha
2	Desarrollar confianza en sí mismo	65	2006-actualidad
3	Desarrollar ética profesional	68	2006- actualidad
4	Enfrentar problemas reales	75	2006- actualidad
5	Desarrollar capacidad para planear y organizarse	70	2006- actualidad
6	Desarrollar habilidad para identificar y procesar información	64	2006- actualidad
7	Desarrollar habilidades para comunicación oral y escrita	60	2006- actualidad
8	Desarrollar habilidades de auto-regulación	72	2013-actualidad

#### B. Los test

Desde el primer semestre del 2013, además de las encuestas finales, se vienen implementando test para medir habilidades metacognitivas y motivación al logro.

Entendemos como metacognición "...tomar conciencia respecto de los propios procesos de aprendizaje, respecto de las fortalezas y debilidades que se tienen en el momento de resolver un problema o al realizar una tarea y respecto a la evaluación de estos procesos" [9].

Enfrentar una tarea, implica procesos cognitivos (saber qué), aspecto que suele ser relativamente estable, mientras regular los procesos cognitivos (saber cómo) se asocia con el uso de habilidades: seleccionar los contenidos relevantes, organizar relaciones entre los contenidos seleccionados, esto es, organizarlos y darle estructura, añadir algo nuevo al contenido a fin de acentuar su significado, capacidad para recuperar conocimientos y transferirlos a una nueva situación. Esto es, involucra aspectos procedimentales de planificación, toma de decisiones y auto-regulación, que encadenan las acciones necesarias para llegar a la meta. Aprender a utilizar estas estrategias, convierte al estudiante en autónomo y auto-regulado.

"Mientras las estrategias cognitivas ejecutan, las habilidades metacognitivas planifican y supervisan la acción de las estrategias. Las estrategias metacognitivas tienen una doble dimensión: el conocimiento y el control" [10].

La diferencia entre conocimiento metacognitivo y habilidades metacognitivas consiste en que, aunque el estudiante puede conocer diversas estrategias, es posible que

no las aplique correctamente. De modo que, las estrategias cognitivas ejecutan, mientras que las habilidades metacognitivas planifican y supervisan la acción de las estrategias.

En cuanto a la motivación al logro se relaciona con la predisposición a superar metas y la orientación hacia la superación personal y auto-crecimiento. Hablamos de una motivación intrínseca que implica una búsqueda del autoconocimiento. Si la motivación al logro lleva al autoconocimiento, entonces probablemente aquellos estudiantes con alta motivación al logro tienen mayores probabilidades de desarrollar habilidades metacognitivas. Esa fue la razón por la cual se aplicaron ambos test de manera simultánea en el semestre 2017-I.

#### Test de motivación al logro.

Para evaluar la motivación al logro, el test empleado fue Escala Atribucional de Motivación de Logro Modificada (EAML-M) de Morales y Gómez [11]. Entendiendo por atribución al acto de asignar una causa a algún resultado. Se seleccionó este instrumento, debido a que fue adaptado para evaluar también la influencia del trabajo colaborativo.

El test consta de 30 preguntas, que se valoran con puntajes de 1 a 6, los ítems se presentan alternando el puntaje, una vez en forma creciente y otra decreciente, de modo de evitar sesgos. El puntaje de 6 representa la mayor motivación.

El puntaje más alto representa la mayor motivación al logro. El máximo puntaje posible es de 180 y el mínimo 30. La tabla 2 muestra las seis dimensiones, consideradas en la prueba.

TABLA II  
DIMENSIONES CONTEMPLADAS EN EL TEST

Dimensión	Nº de ítems
Interés y esfuerzo	8
Interacciones con el profesor	5
Tarea/capacidad	6
Influencia de los pares sobre las habilidades de aprendizaje	3
Examen	4
Interacción colaborativa con pares	4

En la figura 2 se muestra el perfil dimensional del grupo participante. Estuvo conformado por los 48 estudiantes, matriculados en Química general 2 (QG2), que corresponde al segundo curso de química en su currículo, ubicado en el tercer semestre (segundo año) de la especialidad de Ingeniería Industrial y de Sistemas. Las edades oscilaron entre 17 y 20 años, donde el 74% fueron varones y el 26% mujeres

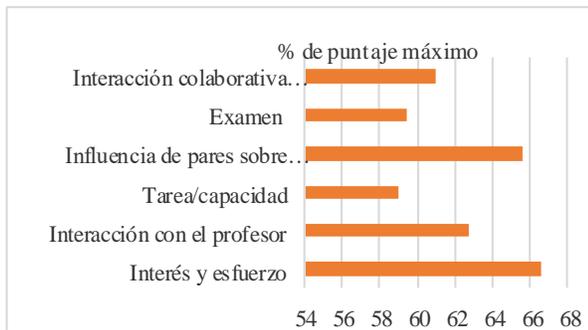


Fig 2: perfil dimensional del grupo 2017-I

Se aprecia que el interés y esfuerzo personal resultó tan importante como la influencia de los pares sobre el aprendizaje. Este resultado lleva a pensar en la relevancia de incentivar el interés de los estudiantes, ya que de este modo es posible incentivar el esfuerzo. Como se ve, otro aspecto importante es la interacción con el docente y se aprecia que se requiere trabajar para mejorar la valoración de la interacción entre pares.

#### Test de habilidades metacognitivas

En relación al desarrollo de habilidades metacognitivas los resultados son alentadores. Se emplearon dos tipos de test; uno de ellos de elaboración propia, que paso por el proceso de validación por expertos, donde el piloto arroja un alfa de Cronbach de 0,88, para la confiabilidad del instrumento y un índice de correlación de Pearson de 0,62. Otro instrumento empleado fue el de Cooper y Sandi-Urena [12]. Este último, está diseñado para evaluar las habilidades metacognitivas, de los estudiantes, específicamente durante la resolución de problemas de Química. El instrumento cuenta con validez de constructo, mediante el diseño de múltiples métodos (método cruzado) que fueron aplicados en diferentes momentos a medida que los estudiantes realizaban la tarea. La tarea consistió en identificar determinadas muestras, para ello podían seleccionar aquellas pruebas que consideren pertinentes para confirmar cuál era cuál. Se contó con una plataforma web que permitió monitorear y reconstruir la solución planteada por los grupos y seguir el razonamiento de los estudiantes al escoger las pruebas deseadas. La tarea incluía interpretación y comprensión de resultados. Con ambos enfoques, se pudo abordar las posibles deficiencias entre lo que el estudiante piensa que hace y lo que realmente hace.

Este instrumento, originalmente en inglés, fue traducido y validado, en español, en España y posteriormente en Perú principalmente en el uso del idioma. Cuenta con confiabilidad interna con un valor de alfa de Cronbach de 0,85 y un coeficiente de correlación de Pearson de 0,64.

Cada instrumento fue administrado en diferente semestre. Ambos, están elaborados para determinar habilidades

metacognitivas en la solución de problemas en contextos específicos industriales en el área de química.

La figura 3 muestra el incremento de estas habilidades de manera significativa durante el semestre 2016-II.

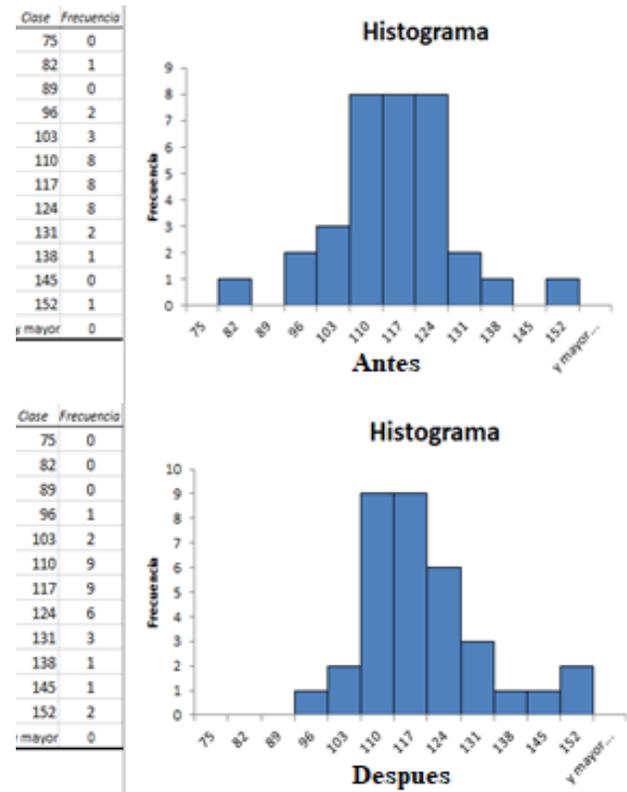


Fig 3: Evaluando las habilidades metacognitivas antes y después de la intervención

Se aprecia como el puntaje mínimo se incrementa, lo mismo que el puntaje obtenido. Lo cual es alentador ya que, aunque, es de esperar que las habilidades metacognitivas se incrementen durante el tiempo que dura la carrera, suele ser un proceso lento. Sin embargo, se puede ver un cambio significativo en solo un semestre, esto sucede en un corto periodo de tiempo, de aproximadamente cuatro meses y medio.

#### C. Las entrevistas

Tal como se ha mencionado, las encuestas han recolectado información en base a respuestas a las preguntas abiertas.

Adicionalmente se han realizado conversaciones formales e informales, algunas de las formales tuvieron una duración de entre 45 y 60 minutos y fueron grabadas, de modo de establecer categorías asociadas al desarrollo de habilidades. Este conjunto de data ha sido tratado, en la búsqueda de categorías emergentes que puedan orientar el trabajo que se realiza. La tabla 3, muestra algunos de esos datos categorizados.

TABLA III  
ASPECTOS RELEVANTES EMERGENTES

Categoría esperada	Comentario	Categoría emergente
Adquirir conocimiento específico	<ul style="list-style-type: none"> <li>- “Resolver los problemas enseña a utilizar lo aprendido en la práctica”</li> <li>- “El objetivo no es solo buscar una respuesta numérica, implica darle una interpretación científica a ese resultado”</li> <li>- “Lograr un análisis más profundo, me ayuda a retener temas con mayor facilidad”</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Aplicar el conocimiento.</li> <li>- Reflexión sobre el conocimiento.</li> <li>- Retención del conocimiento</li> </ul>
Importancia/ valoración del trabajo en equipo	<ul style="list-style-type: none"> <li>- “Hizo que nos conociéramos a nosotros mismos”</li> <li>- Compartir la responsabilidad hizo que trabajar los proyectos fuera menos estresante”</li> <li>- “Me ayudo a ser más tolerante, ayudo mucho la discusión de temas y la autoevaluación del grupo”</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Auto-conocimiento</li> <li>- Asumir la responsabilidad</li> <li>- Interacciones personales</li> </ul>
Desarrollo/ conocimiento de habilidades	<ul style="list-style-type: none"> <li>- “Equivocarse no es desagradable, ayuda a ver dónde me equivoco”</li> <li>- “Cuando practico y me equivoco, no borro, escribo cuál fue el error y lo tomo en cuenta en otra oportunidad”</li> <li>- “Ayudan a buscar una respuesta por uno mismo”</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Evaluar tus procesos</li> <li>- Capacidad para organizarse</li> <li>- Auto-regulación</li> </ul>
Relación docente-estudiante	<ul style="list-style-type: none"> <li>- “Contar con el apoyo del profesor me motiva a aprender”</li> <li>- “La tolerancia del profesor fue de ayuda para seguir aprendiendo”</li> <li>- “Me incentivo a resolver mis dudas”</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Motivación</li> </ul>
Metodología y estrategias de aprendizaje	<ul style="list-style-type: none"> <li>- “Esta metodología nos impulsa a buscar información y aprender mediante la investigación”</li> <li>- “Me dio mayor oportunidad para organizarme de acuerdo a los requisitos”</li> <li>- “Aprendí a identificar, lo que me piden , ver lo que me dan y seleccionar lo que necesito”</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Motivación</li> <li>- Capacidad de organización</li> <li>- Auto-conocimiento</li> </ul>
Retro-alimentación	<ul style="list-style-type: none"> <li>- “Los compañeros pueden influir en como ves algún aspecto del trabajo”</li> <li>- “Me permitió identificar cómo seguir avanzando y si voy por buen camino.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Interacciones personales.</li> <li>- Oportuna y variada.</li> </ul>

Aunque se han categorizado los aspectos considerados más relevantes, se puede apreciar que los factores se relacionan unos con otros.

Cada aspecto aporta en la búsqueda de competencia y se afectan mutuamente. Cuando comprenden los fenómenos asociados a su profesión, esto, los motiva a investigar y prepararse, luego, al trabajar en equipo, aprenden a compartir y ser responsables con su trabajo para no afectar al grupo, de forma que, al compartir con compañeros y docentes adquieren habilidades y estrategias para solucionar problemas, Al mismo tiempo, una retroalimentación permanente, oportuna y variada le da valor agregado a su desempeño e incrementa la calidad de su trabajo.

Estos comentarios, confirman los resultados obtenidos en los test, tanto de habilidades metacognitivas como de motivación al logro.

#### IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

La información recogida a partir de encuestas, test y entrevistas ha permitido analizar aspectos cuantitativos y cualitativos que pueden explicar cuáles pueden ser las condiciones ideales cuando se busca formar en competencias a nuestros estudiantes y aquello alcanzado hasta el momento.

##### A. Conclusiones

- Es posible ayudar al estudiante a desarrollar autorregulación, comunicación y habilidades metacognitivas. La metodología activa, basada en ABP, aplicada permite que se incrementen de manera significativa el conocimiento y dominio de sus destrezas. Sin embargo, no es suficiente que la metodología sea activa, el modo de acercamiento influye. No se puede olvidar dirigir los aprendizajes dependiendo de la profesión hacia la cual van encaminados. Esta metodología ayuda a valorar no solo el nivel de conocimientos alcanzado, también los elementos que intervienen en ser “competente” que suponen el conocimiento de la materia y saber aplicarlos en la sociedad manteniendo su integridad.

- El diseño de actividades de aula y problemas planteados contribuye a que perciban la realidad y la aplicación práctica de conocimientos ayuda a mantener la motivación durante todo el semestre, lo que promueve la comprensión de los fenómenos e incentiva procesos cognitivos.

- El actual acceso ilimitado a la información no es garantía. Esta generación app tiene problemas para analizarla e interpretarla críticamente. El entrenamiento en su empleo y la retroalimentación ejercen fuerte influencia, brindarla en el momento apropiado brinda la oportunidad de revisar, reflexionar sobre lo hecho y hacer los cambios pertinentes. Es especialmente importante en los primeros años de carrera. La diferencia está en el tratamiento de la información.

- Las competencias docentes se ven modificadas. El éxito en el aprendizaje de la ciencia se relaciona al interés despertado, entonces, es fundamental conocer los aspectos elementales involucrados en el proceso educativo. El docente debe dominar la teoría implícita y saber presentarla de forma adecuada para su asimilación, esto implica el conocimiento y manejo de estrategias pedagógicas y tener los objetivos de aprendizaje claros.

- Es necesario tomar en cuenta las variables afectivas. De manera continua se generan situaciones de reflexión de ida y vuelta, se requiere dialogar y facilitar la comunicación. Una interacción docente-alumno cordial, genera ese tipo de espacios.

- La evaluación en base a competencias, implica valorar aspectos tanto cuantitativos como cualitativos, de modo que se requiere de diversos instrumentos de medición que permitan evaluar “para” el aprendizaje. Se habla por tanto de evaluación formativa, aunque no nos desliguemos de la sumativa.

### B. Recomendaciones

- Un verdadero trabajo en equipo y lograr compartir la responsabilidad de las notas es uno de los aspectos más difíciles de lograr. Dividir el trabajo sigue siendo la forma preferida del estudiante. Esto, dificulta el aprovechamiento de oportunidades de aprendizaje relevantes. La adaptación a trabajar en equipo requiere tiempo y entrenamiento. Por ese motivo es recomendable asegurar las condiciones y el tiempo necesario para que este entrenamiento se lleve a cabo.

- La participación del docente es determinante, no basta conocer el tema y manejar estrategias, ha de ser más explícito en la elaboración de rúbricas, textos, en informar sobre el tipo de análisis que se espera y en proporcionar, al estudiante, las herramientas, de modo que: visualicen relaciones, realicen explicaciones, demostraciones, generalizaciones y asuman posturas durante las actividades de aprendizaje. De ese modo, se irán entrenando en la toma de decisiones e irán descubriendo su potencial. La actitud docente se contagia a sus estudiantes, son vasos comunicantes que se motivan mutuamente, esto implica, no olvidar que los sentimientos y las emociones son parte integrante del aprendizaje.

- Se requiere proporcionar soporte permanente durante todo el trabajo (problema, caso, actividad de aula). Se deberán considerar múltiples ocasiones para dar esa retroalimentación, así como, propiciar la justificación o explicación de cada cambio que proponga el estudiante. Cuanto más variada sea la retroalimentación será más efectiva. Tomemos en cuenta que aquella que proviene de los pares es, también, altamente valorada, por lo que se deben propiciar espacios adecuados de coevaluación. Una relación estudiante-estudiante que involucre respeto mutuo es conveniente y también un plus. Al monitorear cercanamente el proceso que siguen, facilitará interiorizar conocimientos. Igualmente, una retroalimentación bien dirigida les permite reconocer y evitar posibles errores. Las posibilidades de éxito tienden a mejorar si ven hacia donde se dirigen. Por tanto, conviene que nos preparemos para brindar la retroalimentación que el estudiante requiere.

- Cualquier propuesta que se aplique debe considerar el contexto y adaptarla a él. Deberá tomar en cuenta los factores que caracterizan al grupo específico.

- Cuando se trata de medir el grado de adquisición de alguna competencia conviene partir de varias propuestas de evaluación. Un único instrumento es insuficiente. Se requiere acceder a la información de diversas maneras para poder contrastar resultados. Adicionalmente sería conveniente, verificar también la validez predictiva de los instrumentos empleados.

Quedan más interrogantes que respuestas. La principal: ¿Somos capaces de generar espacios formativos en nuestros estudiantes?

### C. Reflexión

La muestra corresponde a un contexto específico, por lo que los logros le corresponden. Aun así, la metodología y herramientas empleadas hacen posible la indagación en otros contextos y materias. La finalidad es determinar la incidencia de las metodologías empleadas, en determinados ambientes de trabajo. Principalmente en los niveles iniciales del proceso formativo, cuando más lo necesitan. Igualmente, extenderlos hacia otras promociones e intuiciones

### REFERENCIAS

- [1] Cole, M. “Psicología Cultural. Una disciplina del pasado y del futuro,”. Madrid. Morata. 1999.
- [2] Kolmos, A. “Estrategias para desarrollar currículos basados en la formulación de problemas y organizados en base a proyectos”. *Educar*, vol 33 pp 077-96. 2004.
- [3] López Pastor, V. M. “Evaluación formativa y compartida en la universidad: clarificación de conceptos y propuestas de intervención desde la Red Interuniversitaria de Evaluación Formativa” 2012.
- [4] Ley Fuentes, M. G. “El Aprendizaje Basado en la Resolución de Problemas y su efectividad en el Desarrollo de la Metacognición”. *Educatio siglo XXI*, vol 32 (nov), pp 211-230. 2014
- [5] Guerra, A., & Holgaard, J. E. “Enhancing Critical Thinking in a PBL Environment”. *International Journal of Engineering Education*, vol 32 1 (B), pp 424-437. 2016.
- [6] Kolmos, A., Hadgraft, R. G. & Holgaard, J. E. “Response strategies for curriculum change in engineering”, *International Journal of Technology and Design Education*. vol 26 no 3, pp 391-411. 2016.
- [7] ABET ‘Criteria for Accrediting Engineering Programs, 2016 – 2017.’
- [8] Cano, María Felipa Cañas. Química General con ABP para los primeros ciclos de Ingeniería. *Aprendizaje basado en problemas y educación en ingeniería: Panorama latinoamericano*, p. 139. 2017.
- [9] McCluskey, K., Treffinger, D., Baker, P., Lamoureux, K. The Amphitheater Model for Talent Development: Recognizing and Nurturing the Gifts of our Lost Prizes, *International Journal for Talent Development and Creativity*. vol 1 pp 99-112. 2013
- [10] Torreblanca, O., & Rojas-Drummond, S.. Mediación tecnológica para el desarrollo de habilidades de observación en estudiantes de Psicología: un enfoque socio constructivista. *Perfiles educativos*, vol 32 no 127, pp 58-84. 2010.
- [11] Morales-Bueno, P., & Gómez-Nocetti, V. “Adaptación de la escala atribucional de motivación de logro de Manassero y Vázquez”. *Educación y Educadores* vol 12 no 3. 2009.
- [12] Cooper, M. M.; Sandi-Urena, S. Design and validation of an instrument to assess metacognitive skillfulness in chemistry problem solving. *Journal of Chemical Education*. vol. 86, no 2, p. 240. 2009