

PBL 2018

International Conference

PBL FOR THE NEXT GENERATION - Blending active learning, technology and social justice

Santa Clara | California | USA | 16 - 19 February, 2018



Santa Clara  
University



IntoActions  
An Innovation Consultancy

## ¿ABP en laboratorios de Química General?

*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

**Resumen:** La enseñanza de Química, tradicionalmente, asocia la base teórica con la práctica en el laboratorio. Se espera que, este último, consiga aprendizajes significativos. Sin embargo, las investigaciones apuntan a que, a pesar de los esfuerzos, seguimos sin conseguir ese objetivo. Los cursos de Química General, en la Universidad de Piura, campus Lima, se orientan, desde 2006, con metodología híbrida basada en ABP, con resultados alentadores. En los laboratorios, 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, pero aun así, facilitar una guía 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. Esa es la razón por la que, a partir del semestre 2016-II, se viene implementando que cada grupo proponga, dentro del tema sugerido, su propia investigación experimental, siempre contando con retroalimentación, de modo de reorientar su propuesta de ser necesario. La data recolectada es básicamente cualitativa y consiste en la observación, el análisis de la opinión del estudiante y del producto entregado por ellos. Esto ha permitido extraer algunas conclusiones preliminares, respecto al trabajo autónomo, trabajo en equipo y la expresión oral y escrita.

**Palabras clave:** Autoaprendizaje, laboratorios con ABP, aprendizaje y metodología activa.

### **Sustentando la propuesta**

La enseñanza de las ciencias, y específicamente la química, de manera tradicional se enseña asociando teoría y trabajo práctico en laboratorio. Este último, históricamente se ha visto analizado para verificar si cumple o no con los objetivos que plantea. Por tanto, desde hace algunos años, las investigaciones apuntan a si realmente se consiguen aprendizajes significativos a través de ellos.

Algunas investigaciones señalan la falta de claridad en los objetivos y la poca utilidad para relacionar teoría y práctica (Hofstein y Lunetta, 1982; Lynch, 1987; Hodson, 1994; Barberá y Valdés, 1996). Más recientemente, la situación sigue siendo similar, a pesar de algunas propuestas alentadoras; en Universidad del Valle ven la utilidad del laboratorio como un espacio con un enfoque de resolución de problemas (Quintero, 2016), en Universidad de Alicante, Torregrosa et al (2015), lo hacen desde el enfoque de Química Verde; esto es la posibilidad de

sustituir reactivos tóxicos o peligrosos. Sin embargo, otras investigaciones muestran como, aún a niveles superiores, la problemática de los laboratorios persiste (DeKorver, y Towns, ,2016). Son especialmente relevantes los estudios de la importancia, del contexto social, en la solución de problemas en ambientes de laboratorio (Llorens, 2012) y de la metacognición (Cooper, Sandi-Ureña y Stevens, 2008), con trabajos de laboratorio concebidos como resolución de problemas.

Luego, la didáctica empleada en la enseñanza de la química experimental contradice su objetivo al continuar, a pesar de los esfuerzos aislados, con un abordaje tradicional y con métodos didácticos pasivos por parte de los estudiantes. Es básicamente “seguir una receta” donde el estudiante no tiene oportunidad de indagar, tomar decisiones o aplicar a su vida cotidiana. A esto se añade que otro aspecto es que las “recetas” de los laboratorios, por lo general, se repiten frecuentemente ya que al han sido probados, se conoce que no ofrecen mayores dificultades y tampoco ninguna incertidumbre al estudiante.

Incluso las investigaciones muestran que aún después que los docentes saben qué es lo que no funciona, siguen aplicando el mismo sistema. (Solbes et al. 2013).

Recordemos que Química es una ciencia experimental, por tanto el trabajo en laboratorio es imprescindible y aporta un enriquecimiento para los procedimientos y la investigación que no puede ser reemplazado por los laboratorios virtuales (Martin, Poletto, Roble, Sánchez y Speltini, 2001)

Las funciones que deben cumplir las sesiones experimentales son:

- La capacidad para conectar teoría, vida cotidiana y práctica.
- Tener un rol formador en aspectos actitudinales, propios de la profesión.
- El desarrollo de habilidades investigativas y predictivas.
- Construir ciencia a partir de hechos cotidianos.

La forma tradicional de llevar un laboratorio es trabajar en equipos de entre dos o tres personas y seguir una guía, donde aparece el objetivo buscado y el procedimiento a seguir. Por lo general se presenta, unos días después, el informe con los resultados de la experiencia.

En el curso de Química General, desde el primer día de clases, en el aula, se trabaja en grupos de cuatro personas, que permanecen durante todo el semestre (los mismos integrantes permanecen para las actividades, los laboratorios y los problemas). Todas las actividades parten de los conocimientos previos de los estudiantes, ya sea de sus vivencias cotidianas o de fenómenos que pueden observar. El curso se aborda desde dos frentes importantes; los problemas ABP y las actividades que se realizan en el aula. Ambos son diseñados de manera de ir cubriendo los contenidos del curso, pero también, y este objetivo es igual de relevante,

para ayudar a los estudiantes a adquirir competencias. Debe proporcionarles herramientas para que puedan interactuar y tomar decisiones en situaciones reales en su vida profesional, siendo importante la comunicación oral y escrita, el desarrollo de trabajo en equipo, la habilidad para aprender por cuenta propia, así como actitudes positivas hacia el trabajo, el estudio y la vida.

En este contexto, de forma permanente, se promueven innovaciones metodológicas en el aula, así, los dos últimos años se realizaron, durante la clase teórica, algunas pequeñas actividades experimentales, con buen resultado. Por tanto, se propone un tipo de laboratorio donde el estudiante pueda contrastar y elegir entre varios caminos, que integre técnicas, tratamiento de datos, solución de problemas, diseño de experiencias, que considere discusiones grupales y contraste de observaciones.

En el constructivismo el aprendizaje está centrado en el alumno, donde el estudiante debe asumir su responsabilidad. Se inicia con Piaget y su teoría psicogenética, señala que el conocimiento se adquiere de manera activa ya que cualquier experiencia puede ser asimilada dentro de las estructuras cognitivas del sujeto. Es Brunner quien propone que el conocimiento se adquiere a través del descubrimiento y mediante manipulación concreta. Según Capella (2000) el conocimiento, por descubrimiento, se adquiere por manipulación directa, donde el docente que lo emplee, debe conocer a fondo la disciplina, a sus estudiantes y saber cómo dirigir el proceso de indagación.

Efectivamente, se deben tomar en cuenta factores como la experiencia previa de los alumnos, sus intereses y los objetivos de aprendizaje, por tanto, me apoyo en una teoría del aprendizaje constructivista, con aportes de la teoría del aprendizaje por descubrimiento de Brunner, estructuras cognitivas de Ausubel y relación interpersonal del aprendizaje de Vigotsky, donde el aprendizaje es un fenómeno social y adaptativo y resulta importante relacionarse con otros que co-ayudan a nuestro aprendizaje.

Dentro de un enfoque crítico-reflexivo y tecnológico, según Bunge (1988) la técnica va más allá de la ciencia aplicada siendo la calidad teórica y conceptual la que hace posible el enfoque científico al solucionar problemas prácticos.

Cabe mencionar que la carrera que siguen estos estudiantes es Ingeniería Industrial y por tanto no se puede olvidar que precisamente se trata de conocimiento aplicado.

### **Metodología seguida**

Los estudiantes trabajan en grupos de cuatro durante las sesiones de clase, sin embargo, los integrantes del grupo se seleccionan desde el primer día de clase en base a su promedio ponderado, es decir, se forman con un integrante de cada cuartil. En la universidad de Piura, los

que llevan el curso por segunda o tercera vez, no llevan nuevamente laboratorio, esto ocasiona que en la mayor parte de grupos, sean tres los integrantes para el trabajo de laboratorio.

Los siguientes aspectos son parte integral del proceso seguido:

- Las fechas, temas, materiales, reactivos y equipos disponibles, fechas de presentación, oportunidades de retroalimentación, turnos y horarios son publicados en la intranet del curso, con la debida anticipación (al menos dos semanas antes). En cuanto a la forma en que se abordaran las sesiones experimentales están informados desde el primer día de clases.
- Al tratarse de varios grupos de estudiantes (ocho grupos por turno) que trabajaran experiencias y objetivos diferentes, se cuenta con dos docentes y el apoyo de estudiantes de los últimos ciclos. Estos muchachos son capacitados, una vez conocidas las propuestas de los estudiantes, con anticipación de modo de prepararlos para orientar las iniciativas de los estudiantes.

En ese contexto:

- Se mantienen los mismos grupos, tanto en aula teórica como en la parte experimental.
- El tema de laboratorio corresponde a la unidad que se está trabajando en aula, de modo que el grupo de estudiantes propone, aproximadamente dos semanas antes de realizar la experiencia y dentro del tema propuesto, su planteamiento de investigación experimental, ya sea un problema a resolver, algún fenómeno a estudiar, la utilidad de algún principio, etc.
- Deben hacer el requerimiento de equipos y materiales que estiman necesitar, escogiendo dentro de una relación que se les ofrece, aunque tienen la posibilidad de pedir algo especial que no se tenga en stock, de modo de tener el tiempo para poder adquirirlo de ser posible.
- Plantean sus objetivos, los datos que requieren para lograrlo y cómo planean tratar esos datos.
- Elaboran su propio protocolo con los pasos para su práctica y deciden la forma en que lo llevaran a cabo.
- Reciben retroalimentación en cuanto a: objetivo que plantean, los modos y formas en que planean proceder y sobre los reactivos que proponen, principalmente por la posibilidad de ser tóxicos o controlados, de modo de poder orientarlos adecuadamente.
- El tiempo programado puede estar entre una y tres horas y ellos deciden si realizan una o más experiencias complementarias y si serán cualitativas o cuantitativas.
- Ya en el laboratorio, reciben sus insumos y permanente retroalimentación durante el tiempo que dure la experiencia.
- Una semana después presentaran un informe que es evaluado mediante una rúbrica.

## ¿Cómo vamos?

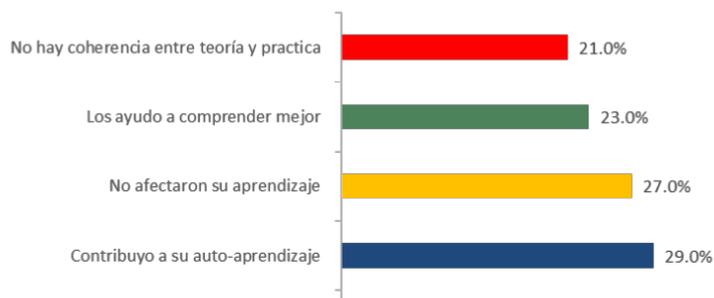
Desde el año 2008 se realizan encuestas al final del semestre, que confirman la aceptación de la metodología tipo ABP. En relación a la experimentación en forma de mini-experiencias en aula y la contribución de las prácticas de laboratorio, a partir del año 2013, se ha añadido a dicha encuesta la pregunta n° 9, donde deben marcar, empleando una escala Likert, donde 1 corresponde a completamente en desacuerdo y 5 a completamente de acuerdo.

*Pregunta N° 9: Durante el semestre, se realizaron mini experimentos y prácticas de laboratorio. Considera que los temas y forma en que se abordaron:*

- a. No afectaron su aprendizaje.
- b. Contribuyeron a su autoaprendizaje
- c. Lo ayudaron a comprender mejor
- d. Falto coherencia entre teoría y práctica

Estuvieron **totalmente de acuerdo**; el 29% en que contribuyo a su autoaprendizaje, mientras 27% lo estuvo en que no afectaron su aprendizaje, 23%, en que los ayudo a comprender mejor y 21% en que no hay coherencia entre teoría y práctica, como se muestra en el gráfico 1

Gráfico N°1: Porcentajes de aceptación de mini experiencias y laboratorios



Viendo esos resultados, aunque a los estudiantes les entusiasma ir al laboratorio, no se obtienen los logros buscados, principalmente “aprender a aprender”, esto es, formar estudiantes autónomos, solo el 29% los considera como tal.

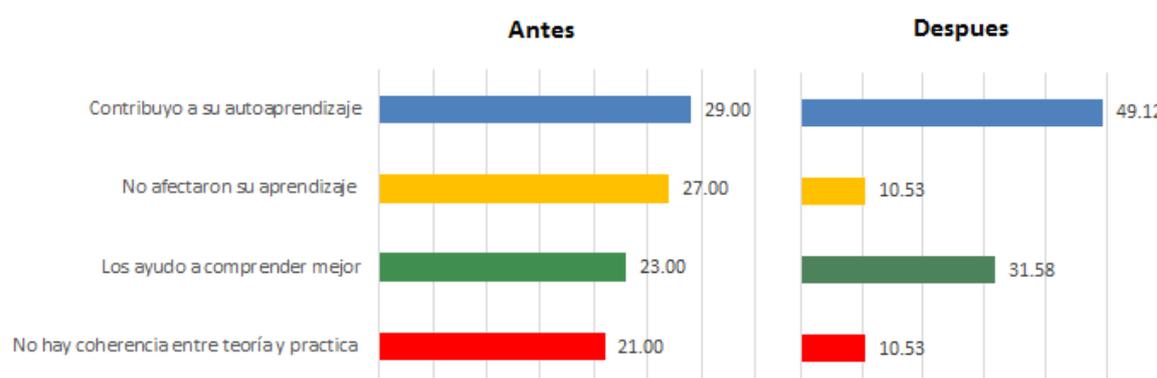
Otro aspecto relevante es que las notas de los laboratorios, ayudan en el promedio final del curso, ya que difícilmente se reprueba un laboratorio. Sin embargo esas notas deberían reflejar que realmente el estudiante se involucra, comprende y maneja de manera eficiente los principios que rigen los fenómenos, lo que no siempre sucede.

Por esa razón, en 2016-II se implementa, en tres de las cinco experiencias de laboratorio, que cada grupo proponga, dentro del tema, su propia investigación experimental. A partir del marco del problema ABP semestral, deben plantear un problema a resolver y que la experiencia de laboratorio permita que manejen los objetivos buscados, los datos que requerirán, la manera de obtenerlos y el tratamiento que seguirán para comprobar las hipótesis. Deben proponer materiales, equipos requeridos, procedimientos que seguirán y tiempo (entre 1 y 3 horas), contando siempre con retroalimentación para reorientar o sustentar su propuesta.

El primer semestre, la encuesta final incluyó preguntas relacionadas a la implementación parcial, donde se pasó de 29% a 49%, respecto a la contribución al autoaprendizaje y autonomía de esta forma de trabajo, mejorando también los otros aspectos.

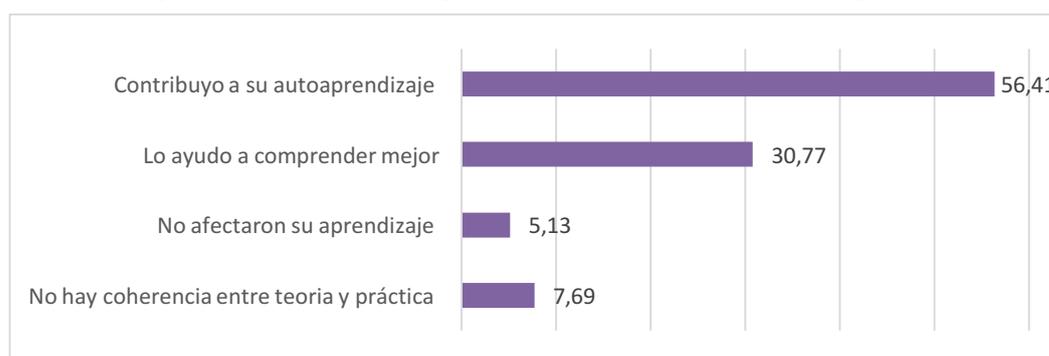
Grafico N°2:

Comparando porcentajes de aceptación de mini experiencias y laboratorios antes y después de la implementación.



En el primer y segundo semestre de 2017, adicional a la encuesta, para recolectar datos, se han utilizado cuestionarios semiestructurados al entrevistar estudiantes, observación participante y análisis de los productos estudiantiles. Se reportan, en promedio, los porcentajes mostrados.

Gráfico 3: Percepción estudiantil tras la implementación de laboratorios auto-dirigidos.



Se aprecia como la percepción del efecto del laboratorio en el autoaprendizaje ha mejorado.

Por otro lado, las entrevistas realizadas a estudiantes, de aproximadamente de media hora y realizada a estudiantes promovidos como a aquellos que tuvieron que volver a llevar el curso, permiten categorizar la información, según se muestra en el cuadro.

Cuadro 1: Aspectos relevantes en las entrevistas

Categoría	Comentario/respuesta
Comprensión del fenómeno	<ul style="list-style-type: none"> <li>- “Ayudo a comprender qué hechos o ideas se ponen en evidencia”</li> <li>- “Se aprendió a clasificar el tipo de fenómeno estudiado.”</li> <li>- “...fue posible comparar hechos y respuestas”...</li> <li>- ...posibilito identificar la idea principal en una experiencia”...</li> <li>- “Nos dio claridad para organizar y demostrar lo que buscamos”</li> </ul>
Capacidad de análisis y síntesis	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Aunque costo, se pudo determinar las razones y motivos para hacerlo de una u otra forma”</li> <li>- “Fuimos capaces de proponer cambios para resolver algunas de las dificultades que se presentaron”</li> <li>- “Fue posible identificar la razón por la cual ocurría el fenómeno”....</li> <li>- Fue más fácil establecer las conclusiones y recomendaciones para mejorar nuestra experiencia”</li> </ul>
Autorregulación	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Equivocarse ayudo a ver dónde fallamos.... así pudimos realizar los cambios</li> <li>- Cuando era difícil entender el tema, hizo que aprendiéramos a buscar alternativas y organizarnos, tal como ver otras fuentes o videos que nos lo explicaran.</li> </ul>

### Comentarios y conclusiones

Dentro de los objetivos de la metodología ABP, uno importante es la autonomía para el aprendizaje. Está, es la que se busca principalmente al hacer del laboratorio una parte del problema ABP visto durante el semestre.

Aunque los resultados cualitativos se ven favorables, aún hay muchos aspectos por mejorar.

- Las primeras propuestas, de experiencias, fueron laboratorios que los estudiantes encontraban en la red y trataban de adaptar. Les costó mucho identificar qué aspectos podían ser relevantes para su tema específico y cambiar o proponer en base a lo encontrado.
- Aunque siguieron usando la información encontrada en la red, buscaron más retroalimentación para orientar sus propuestas, lo cual fortaleció su motivación.

- Un aspecto que fue relevante fue el trabajo en equipo, se pudo apreciar su influencia en ambos sentidos: algunos grupos mostraron como la cooperación y comunicación eficaz logra resultados tanto en notas como en satisfacción personal. Mientras, en otros grupos, fue evidente la falta de responsabilidad individual, cargando el trabajo a uno o dos de sus miembros, de modo que causo principalmente frustración.
- En referencia a la comunicación oral y escrita fue mejorando ya que deben discutir sus resultados públicamente y presentar un informe escrito final, que de igual manera, se fue transformando según se sucedían las experiencias.
- La experiencia se ha realizado en el año 2017 y como cualquier metodología activa implementada, depende mucho del grupo al cual se aplica, es decir, fue evidente la diferencia en la respuesta de los estudiantes entre uno y otro semestre. Aunque se mantuvo el horario y el promedio en género (aproximadamente 30% femenino y 70% masculino), el primer grupo tenía aproximadamente 30% de becados, mientras el segundo un 5% lo cual se hizo evidente en la calidad de los trabajos y en la actitud del estudiante.
- A pesar de las dificultades, los resultados globales son alentadores ya que, tanto las encuestas como las entrevistas (realizadas tanto a estudiantes que han aprobado el curso como aquellos que no lo han aprobado), corroboran que a pesar de que protestan por el esfuerzo requerido también valoran el aprendizaje que resulta de ese esfuerzo.

## Referencias

- Barberà, O., y Valdés, P. (1996). El trabajo práctico en la enseñanza de las ciencias: una revisión. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, 14(3), 365-379.
- Bunge, M. (1988) *La ciencia, su método y su filosofía*. Buenos Aires, Argentina: Siglo XX
- Capella, R. J. (2000). Aprendizaje y constructivismo. *Lima. Ediciones. Massey and Vanier*, 1.
- Cooper M. M. and Sandi-Urena, S., y Stevens, R. (2008). Reliable multi method assessment of metacognition use in chemistry problem solving, *Chemistry Education Research and Practice*, 9(1), 18-24.
- DeKorver, B. K., y Towns, M. H. (2016). Upper-level undergraduate chemistry students' goals for their laboratory coursework. *Journal of Research in Science Teaching.*, 53(8), 1198-1215.
- Hodson, D., (1994). Hacia un enfoque más crítico del trabajo de laboratorio. *Enseñanza de las Ciencias*, 12 (3), 299-313.
- Hofstein, A. y Lunetta, V.N., (1982). The role of the laboratory in science teaching: neglected aspects of research. *Review of Educational Research*, 52(2), 201-217.
- Llorens Molina, J. A., De Jaime, J .M.,L., y Berzosa, I. S. (2012). La caracterización del ambiente de aprendizaje en un laboratorio de química general mediante métodos de investigación social. *Enseñanza de las Ciencias. Revista de investigación y experiencias didácticas* 30(1), 5-22).

- Martin, A. M., Poletto, A., Roble, M. B., Sánchez, L. P., y Speltini, C. (2001). ¿Qué opinan los estudiantes de los trabajos prácticos de Laboratorio. *Educación Química*, 12(1), 34-37.
- Quintero, M. (2016). “*La utilidad del laboratorio de ciencias como un ambiente de aprendizaje en un contexto de resolución de problemas*” *Un estudio particular sobre la concentración y temperatura que afectan la velocidad de una reacción química en la educación básica* (Doctoral dissertation).
- Solbes Matarredona, J., Domínguez-Sales, M. C., Fernández Sánchez, J., Furió Más, C., Guisasola Aranzabal, J., y Cantó Domenech, J. (2013). ¿El profesorado de física y química incorpora los resultados de la investigación en didáctica? *Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales*, (27).
- Torregrosa Maciá, R., Molina Sabio, M., Bueno López, A., Berenguer Murcia, Á., Martínez Escandell, M., Martínez Mira, I,... y Vilaplana Ortego, E. (2015). *Diseño de Experimentación en Química Inorgánica sostenible*.