

## **Efectos de una intervención utilizando Aprendizaje Basado en Problemas 4x4 en la formalización del pensamiento en alumnos de un ramo universitario**

*Effects of an intervention using Problem-Based Learning strategy 4x4 on the formalization of thought in students who attend the course at the University*

Carolina Olivares Palma<sup>1</sup> & Pilar Solís Morgado<sup>2</sup>

Los bajos rendimientos obtenidos en las asignaturas de ciencias básicas se atribuyen a un bajo desarrollo del pensamiento formal. Se realizó una intervención de 16 semanas, mediante ABP 4x4 en estudiantes de ingenierías que cursaron Química General y se midió su efecto sobre la formalización del pensamiento a través de la aplicación del Test de Longeot, en modalidad de pre y post-test, con grupo control equivalente. El análisis de los resultados arrojó que el grupo que recibió la intervención presentó un aumento significativo en los resultados obtenidos en los test de lógica de proposiciones y de lógica de probabilidades, confirmándose que esta estrategia contribuye a mejorar los índices de formalización del pensamiento en estos últimos.

Palabras clave: pensamiento formal, abp 4x4, test de Longeot

*The low performance obtained in basic science subjects, is attributed to a low development of formal thought. The intervention was conducted on engineer students who had completed 16 weeks of general chemistry using Problem-based learning 4x4 and its effect on the formalization of thought was measured applying the Longeot test on a pre and post-test modality, with an equivalent control group. The analysis of the results showed that the group who received the intervention, evidenced a significant increase of the results in the propositional logic and probabilities logic test, confirming that this strategy helps improving the formalization of thought.*

*Keywords: formal thought, pbl 4x4, Longeot test*

---

Recepción del artículo 23 de agosto de 2013. Aprobación del artículo 4 de octubre de 2013.

<sup>1</sup> Ingeniero en Medio Ambiente y Recursos Naturales, Universidad Viña del Mar. Magister en Educación, mención Intervención Cognitiva, Universidad del Mar. Correo electrónico: colivares@uvm.cl

<sup>2</sup> Profesora de Biología y Ciencias, Universidad de Chile. Magister en Intervención Cognitiva, Instituto para el Desarrollo del Potencial del Aprendizaje, Universidad del Mar. Docente Universidad Viña del Mar. Correo electrónico: p.solis@vtr.net

Los bajos rendimientos que durante años se han obteniendo en las asignaturas de ciencias básicas, son atribuibles, de acuerdo a mediciones realizadas en diversos estudios, a un bajo desarrollo del pensamiento formal.

“El proceso de enseñanza - aprendizaje de las ciencias experimentales y de las matemáticas viene condicionado y afectado por numerosos factores, siendo uno de los más relevantes el desarrollo cognitivo de los estudiantes” (Acevedo y Oliva, 1995, p. 340). A su vez, “la mayor parte de los conceptos científicos y técnicos que se estudian en los primeros cursos de las titulaciones científicas e ingenieriles necesitan de la capacidad de razonamiento formal para su adecuada asimilación” (Miguel, Cascales, Moreno y León, 2008).

Sin duda, la teoría más elaborada sobre los fundamentos psicológicos de la comprensión de la ciencia sigue siendo la teoría del desarrollo cognitivo de Jean Piaget (Pozo y Gómez, 1998). Pese a que esta teoría en sus comienzos aseguraba que toda persona alcanzaba los niveles adecuados de formalización del pensamiento, en la actualidad se reconoce que no todos los sujetos lo alcanzan, por lo que es relevante incorporar en la formación de profesionales estrategias de aprendizaje-enseñanza que potencien el desarrollo de este tipo de pensamiento.

Según la teoría de Piaget, el desarrollo humano puede describirse en términos de funciones y estructuras cognoscitivas. “Las funciones son procesos biológicos innatos iguales para todos y que permanecen invariables a lo largo de nuestras vidas. Las estructuras, en cambio, varían repentinamente al crecer los niños” (Vasta, Haith y Miller, 2008) y supone que el adolescente es un individuo que construye sistemas y teorías, pues considera que de acuerdo al desarrollo cognoscitivo, el adolescente debería encontrarse en la etapa (o estadio) de las operaciones formales o abstractas, que según plantea, se desarrollan entre los 11 y 15 años (Piaget, 1964).

Las formas de pensamiento de etapas anteriores, a las de las operaciones abstractas o formales, partían de los datos sensoriales, pero durante este estadio aparece la lógica formal. Una característica fundamental de este tipo de pensamiento es que se examina el problema cuidadosamente con el fin de determinar todas las posibles soluciones y, posteriormente, se intenta descubrir de modo sistemático cuál de ellas es la adecuada. En otras palabras, “el sujeto que piensa en forma abstracta, y parte de lo posible hacia lo real; en los estadios anteriores, el sujeto necesita apoyarse en lo real para llegar a la solución” (Delgado, 1999).

La teoría sugiere ocho estructuras del pensamiento formal que serían necesarias para poner en marcha la mayor parte de los procesos de la ciencia y, desde luego, la mayoría de los procedimientos requeridos para aprender y hacer ciencia:

1. Las operaciones combinatorias.
2. Las proporciones.
3. La coordinación de dos sistemas de referencia.
4. La noción de equilibrio mecánico.
5. La noción de probabilidad.
6. La noción de correlación.
7. Las compensaciones multiplicativas.
8. Las formas de conservación. (Inhelder y Piaget, 1985)

El desarrollo de la inteligencia, se produce mediante la sucesiva modificación y remodelación de dichas estructuras, a través de un contante proceso de adaptación de ellas al medio con el que interaccionan. Esta adaptación puede producirse de 2 formas que pueden ser complementarias: Asimilación y Acomodación.

Por tanto, el proceso de desarrollo intelectual se entendería como un proceso dinámico interactivo entre la mente y los datos que llegan basados en un equilibrio progresivo entre la asimilación y la acomodación complementaria. Lo cual podría resumirse como una cadena de 3 eslabones: Estímulo - Asimilación/Acomodación – Respuesta.

En las revisiones realizadas sobre la adquisición del pensamiento formal por adolescentes y jóvenes, en España, se ha determinado la escasa generalidad de este tipo de pensamiento. “El porcentaje del alumnado que muestra poseer un pensamiento claramente formal no supera el 50%” (Aguilar, Navarro, López y Alcalde, 2002).

Los resultados de la investigación educacional y de las pruebas nacionales (Pruebas Específicas del Sistema de Ingreso Universitario [PAA y PSU]) destinados a evaluar logros del aprendizaje en ciencias indican que estos son muy pobres y que se observan problemas en el desarrollo del pensamiento abstracto (Albertini et al., 2005),

En la Universidad Viña del Mar las asignaturas de Ciencias básicas, y en particular la asignatura de Química general, presentan desde hace años porcentajes de reprobación que varían entre 40 y 50 %, lo que no difiere de la realidad nacional.

Debido a que gran parte del conocimiento práctico exigido por los cursos del primer nivel universitario usan el pensamiento formal y a que un porcentaje significativo de los adolescentes, e incluso universitarios del primer nivel, no han alcanzado la capacidad necesaria para enfrentarse a este tipo de pensamiento (Nickerson, Perkins y Smith, 1987) es trascendental el evaluar estrategias de aprendizaje que favorezcan el pensamiento formal de los estudiantes, con el fin de apoyar la formación general en ciencias básicas, y por ende el pensamiento científico en estudiantes de los primeros años de la educación superior, considerando que, aunque Piaget, “concebía las operaciones formales como libres de contenido y aplicables, por tanto, a una enorme posibilidad de desfase horizontales en las operaciones formales” (Corral, 1989).

Debido a que el Aprendizaje Basado en Problemas (ABP), ha entrado con fuerza como modelo y como estrategia de enseñanza-aprendizaje, en el ambiente universitario y presenta una fuerte corriente en el área de las ciencias, por ser considerado un método no directivo que permite el auto-aprendizaje por parte del estudiante, favoreciendo el razonamiento lógico y el análisis, capacidades importantes de desarrollar en el ámbito científico es que nació la inquietud de determinar si una modificación del ABP, denominada ABP 4x4, debido a su estructura y cantidad de alumnos con los que se trabaja, contribuye positivamente a mejorar los índices de formalización del pensamiento, logrando éxito académico en la asignatura.

El ABP, puede definirse como un “proceso de indagación que resuelve preguntas, curiosidades, dudas e incertidumbres sobre fenómenos complejos de la vida cotidiana” (Barrel, 1999), que implica procesos de aprendizaje cooperativo entre estudiantes, que “provoca conflictos cognitivos y permite la actualización de la Zona de Desarrollo Proximal” (Morales y Landa, 2004).

“El ABP recorre una amplia gama de esquemas de instrucción, desde el control total por parte del docente, hasta un acento mayor en la investigación dirigida por el alumno” (Barrel, 1999).

Lo que se desea que haga el estudiante es extraer, destilar de ese conocimiento principios que puedan ser aplicables a otras situaciones, y la información que el estudiante encuentre (Estímulo), cree el desequilibrio suficiente (asimilación y acomodación) para que la organización de la información obtenida logre potenciar el paso de lo concreto a lo formal.

Normalmente, esta estrategia ha sido utilizada en pequeños grupos, de seis a ocho estudiantes, bajo la supervisión de un tutor/facilitador, aunque existen experiencias exitosas en asignaturas

con más de 100 alumnos, aplicando un nuevo modelo de aprendizaje basado en problemas denominado ABP 4x4 (Prieto et al., 2006). La experiencia se llevó a cabo en España, Universidad de Alcalá y el modelo consta de 4 fases: Análisis, Investigación, Resolución y Evaluación (AIRE), y 4 escenarios de trabajo: Individual, grupo sin tutor, grupo con tutor y clase.

### **Objetivos e hipótesis**

El objetivo general de este estudio es determinar en qué medida el Aprendizaje Basado en Problemas 4X4 (ABP 4X4) contribuye a mejorar los índices de formalización del pensamiento.

Para este propósito, se establecieron los siguientes objetivos específicos:

- Comparar el nivel de desarrollo de las operaciones formales en relación a la lógica de las proposiciones (TOFLP) antes y después de la aplicación de ABP 4X4.
- Comparar el nivel de desarrollo de las operaciones formales en relación a la lógica de la combinatoria (TOFC) antes y después de la aplicación de ABP 4X4.
- Comparar el nivel de desarrollo de las operaciones formales en relación a la lógica de las probabilidades o proporciones (TOFP) antes y después de la aplicación de ABP 4X4.
- Indagar la incidencia de la estrategia “Aprendizaje Basado en Problemas 4X4” en los niveles de aprobación de la asignatura de química general.

La hipótesis planteada en esta investigación plantea que “la estrategia Aprendizaje Basado en Problemas 4X4 (ABP 4X4), aplicada en el contexto de la asignatura de química general para Ingeniería, contribuye a mejorar los índices de formalización del pensamiento”.

### **Método**

El estudio llevado a cabo es un estudio de tipo correlacional, enmarcado en un diseño cuasi-experimental, con grupo control, con aplicación en modalidad de pre-test y post-test.

La pregunta de investigación utilizada fue: ¿En qué medida la estrategia de “aprendizaje basado en problemas” contribuye a mejorar los índices de formalización del pensamiento de alumnos universitarios de ingeniería que cursen la asignatura de química general?

Se consideró como variable dependiente la Formalización Pensamiento, y como variable independiente el programa de intervención basado en una adaptación de la estrategia de metodológica “Aprendizaje Basado en Problemas 4x4 (ABP 4x4)”.

La variable dependiente fue evaluada mediante una adaptación Test de Longeot, realizada por M. Chadwick y E. Orellana, el cual ha sido validado por un grupo de expertos y uso reiterativo. A su vez, la estructura interna del test fue evaluada, considerándose que no existe inconveniente respecto al entendimiento por parte de nuestros estudiantes.

El test, se encuentra compuesta por una batería de 3 pruebas de lápiz y papel. En estas se recogen los estadios de las operaciones concretas y formales, donde el sujeto ya debiese tener incorporada o estar desarrollando la habilidad del razonamiento lógico. De esta manera, la información que esta batería arroja, se refiere a la identificación del grado de manejo de las destrezas implicadas en el pensamiento de la etapa operatorio formal, que se debiesen presentar desde los 12 años en adelante.

Cada test evalúa las operaciones formales respecto a tres grandes áreas:

- Lógica de proposiciones (TOFLP), la cual incluyen seis razonamientos de estructura operatoria concreta y siete problemas de estructura operatoria formal.
- Lógica de combinatoria (TOFC), que incluye seis problemas, los dos primeros según una estructura operatoria concreta, el tercero con una parte en una estructura operatoria concreta y otra parte en una estructura operatoria formal, y el cuarto, quinto y sexto, con una estructura operatoria formal.
- Lógica de probabilidades o proporciones (TOFP), incluye cuatro problemas de estructura operatoria concreta, dos de estructura operatoria pre-formal o estadios intermedios y cuatro problemas de estructura operatoria formal.

La escala de evaluación para los tres test contempla tres calificaciones de acuerdo al nivel de desarrollo, estadio operatorio concreto, estadio operatorio formal inferior o formal A y estadio operatorio formal superior o formal B.

Para efecto de este estudio y el análisis estadístico de los resultados se consideró sólo dos niveles de calificación: concreto y formal.

De la 8 estructuras propuestas por la teoría del pensamiento formal, la batería del Test de Longeot, se hace cargo de evaluar cinco de ellas, que son aquellas que tratan de explorar y conocer la formación de la operatividad en que se encuentra el estudiante y la estructura mental que posee, analizando el proceso cognitivo del alumno.

Los resultados obtenidos en las pruebas, que fueron aplicadas en modalidad de pre y post test, fueron analizados de acuerdo a la aplicación de la prueba estadística “diferencia de proporciones”, con el fin de determinar la equivalencia entre el grupo experimental y el control, y si existe diferencia significativa en las medidas de progreso del grupo experimental (A) y del grupo control (B) en cada uno de las pruebas que componen la batería que forma el Test de Longeot, a fin de determinar si la aplicación de ABP es la causal del cambio en un nivel de probabilidad o significación del 5% ( $\alpha=0,05$ ).

Las posibles amenazas determinadas para la validez interna del estudio fueron la Selección, Maduración y Pruebas; y para la validación externa las Disposiciones reactivas, los Efectos del examinador, y la Sensibilización por la prueba previa para el post-test.

El análisis respecto a la incidencia que tiene la aplicación de la estrategia “ABP” sobre los índices de aprobación de la asignatura se realizó en base a los porcentajes de aprobación obtenidos en los años 2008, 2009 y 2010, sólo en las carreras que tomaron la asignatura durante la intervención.

La población consideró a estudiantes de la Universidad Viña del Mar que cursaron química general para el área de ingeniería, de las carreras de Ingeniería en Construcción, Ingeniería en Medio Ambiente y Agronomía, durante el primer semestre de 2011 para el grupo de estudio. El grupo control fue compuesto por estudiantes de Tecnología Médica de la misma universidad, que cursaban en paralelo dicha asignatura.

El tipo de muestra es no probabilística, y fue determinada por un muestreo por conveniencia, debido a que el público se encontró cautivo, al ser estudiantes que debía cursar la asignatura de acuerdo a lo establecido por la malla curricular que cursan.

La estrategia de “aprendizaje basado en problemas” fue la base para la realización de una serie de acciones coordinadas con el propósito de aplicar dicha estrategia y determinar si contribuye a mejorar los índices de formalización del pensamiento, organizadas en un programa que se aplicó durante 16 semanas al curso de química general para ingenierías. El programa fue escrito en formato de syllabus.

Los temas fueron agrupados en 4 unidades y el curso fue dividido en grupos de 4 a 5 personas, bajo la tutela de un líder que fue nombrado libremente por cada grupo.

El programa consideró al profesor como facilitador, y paulatinamente se realizó la transferencia del control de su instrucción al estudiante.

La estrategia de ABP, consideró el uso de los siguientes elementos: Uso de diarios de reflexión, la generación de preguntas por parte del profesor y la indagación por parte del alumno.

### Resultados

Nuestro estudio utiliza un grupo experimental (A) y un grupo control (B), dentro de una población cautiva para la asignatura de química general. Los resultados obtenidos sólo son válidos y representativos para dichos grupos y condiciones de trabajo.

La Tabla 1, contiene los resultados obtenidos por el grupo de problema (A) y control (B) en modalidad de pre y post-test.

Tabla 1.

*Resultados obtenido por el grupo experimental (A) y el grupo control (B) en modalidad de pre y post-test.*

Grupo/test	TOFLP		TOFC		TOFP	
	Concreto	Formal	Concreto	Formal	Concreto	Formal
Control/pre-test	10	20	10	20	5	25
Control/post-test	8	22	10	20	3	27
Experimental/pre-test	8	38	7	39	5	41
Experimental/post-test	1	45	6	40	1	45

### Determinación de la equivalencia de grupos

Para establecer que los grupos son equivalentes, se analizaron el grupo control y el experimental, por diferencia de proporciones (Z) para cada una de las pruebas en el pre-test, con un nivel de probabilidad o significación del 5% dentro de la distribución normal, considerando como hipótesis de trabajo que ambos grupos son equivalentes ( $H_0: p_1 - p_2 = 0$ ) y como alterna que son diferentes ( $H_1: p_1 - p_2 \neq 0$ ).

Los resultados obtenidos para cada una de las pruebas demuestran que para la totalidad de la batería los grupos en la modalidad de pre-test son equivalentes.

Para establecer la equivalencia en los resultados del pre y post-test del grupo control, y por ende, la anulación de la variable maduración y exposición al ambiente universitario de clase

tradicional, se aplicó el estadístico de prueba “diferencia de proporciones”, con un nivel de probabilidad o significación del 5% dentro de la distribución normal, considerando como hipótesis de trabajo que ambos los resultados obtenidos en el pre y post-test son equivalentes ( $H_0: p_1-p_2=0$ ) y como alterna que los resultados en el pre-test son menores a los del post-test ( $H_1: p_1-p_2<0$ ).

De acuerdo a los resultados obtenidos para cada una de las pruebas demuestra que para la totalidad de la batería los resultados son equivalentes para el pre y post-test, es decir, no existe diferencia significativa, lo que anula las variables de maduración y exposición al ambiente universitario de clase tradicional.

Para establecer la equivalencia en los resultados del pre y post-test del grupo control, y por ende, afirmar que la estrategia ABP contribuye a mejorar los índices de formalización del pensamiento, se aplicó el estadístico de prueba “diferencia de proporciones”, con un nivel de probabilidad o significación del 5% dentro de la distribución normal, considerando como hipótesis de trabajo que ambos los resultados obtenidos en el pre y post-test son equivalentes ( $H_0: p_1-p_2=0$ ) y como alterna que los resultados en el pre-test son menores a los del post-test ( $H_1: p_1-p_2<0$ ).

De acuerdo a los resultados obtenidos para la prueba de correspondiente al análisis estadístico del TOFC, se demuestra que los resultados son equivalentes para el pre y post-test, no mostrando evidencia del que el ABP contribuya a la mejora de los índices en esta estructura.

En los casos de los TOFLP y TOFP, los resultados obtenidos en el análisis estadístico muestran que los resultados en el pre-test son menores a los del post-test, rechazándose la hipótesis de trabajo, y comprobándose que para estos últimos la estrategia ABP contribuye a mejorar los índices de formalización del pensamiento.

### **Análisis de los índices de aprobación de la asignatura**

La asignatura de química general para el área de ingeniería contempla a estudiantes de las carreras de Ingeniería en Medio Ambiente y Recursos Naturales, Ingeniería Civil Industrial, Ingeniería Civil Informática, Ingeniería Informática, Ingeniería en Construcción y Agronomía.

Para poder realizar un análisis comparativo de la situación sólo se tomará las carreras de Ingeniería en Construcción, Ingeniería en Medio Ambiente y Recursos Naturales y Agronomía,

que son quienes tomaron el curso durante la intervención, respecto a sus resultados en años anteriores.

Los grupos de cursos que se forman han presentado históricamente una gran variación en la cantidad de estudiantes que los conforman, encontrándose grupos que van desde 15 y hasta 70 estudiantes, con edades que fluctúan entre los 18 y 23 años. En el caso particular del grupo intervenido se encontró compuesto por 64 estudiantes, de los cuales sólo 46, rindieron la totalidad de los test.

La Tabla 2 presenta los porcentajes de aprobación por carrera y generales de los cursos de química general en el semestre I entre los años 2008 y 2011.<sup>3</sup>

Tabla 2.

*Porcentaje de aprobación de Química General para Ingenierías por carreras y curso, para el semestre I de los años 2008 – 2011.*

Carreras	2008-sem I	2009-sem I	2010-sem I	2011-sem I
Ingeniería en Construcción	50%	92%	63%	71%
Ingeniería en Medio Ambiente y Recursos Naturales	20%	50%	20%	78%
Agronomía	8%		22%	38%
Promedio de curso	17%	88%	31%	55%

*Nota:* No se obtuvo el registro de los resultados de Agronomía el primer semestre, 2009.

La carrera de Ingeniería en Construcción, presenta históricamente mejores resultados de aprobación. Lo anterior se explicaría debido a que la asignatura de química general se encuentra en el 5° semestre de su malla curricular.

El año 2009, presenta mejores resultados a nivel del promedio del curso, debido a la ausencia de los estudiantes de agronomía, quienes obtienen los resultados más bajos de aprobación. Respecto a los otros años, donde se cuenta con las 3 carreras, existe un aumento del 24% respecto al mejor de los resultados anteriormente obtenidos (semestre I, 2010).

Para el caso de los estudiantes de Ingeniería en Medio Ambiente, se evidencia un aumento en los porcentajes de aprobación de 28% respecto al mejor de los resultados obtenidos (semestre I, 2009). Lo mismo ocurre con Agronomía, quienes obtienen un aumento del 16%, respecto a mejor de los resultados obtenidos anteriormente (semestre I, 2010).

<sup>3</sup> Los datos encontrados en actas no reflejan el comportamiento respecto a la asistencia de estos estudiantes a clases.

Los datos presentados, arrojan evidencias significativas de que la estrategia “ABP”, incide positivamente sobre el porcentaje de aprobación de la asignatura.

### **Discusión**

La estrategia de aprendizaje-enseñanza ABP considera dentro de sus características fundamentales que se debe trabajar con grupos pequeños, que normalmente no superen los 5 estudiantes, lo anterior, no debe confundirse con que el curso en el cual sea aplicada esta estrategia deba ser, a su vez, pequeño. Esto se ve claramente expresado en lo planteado por Prieto y sus colaboradores (2006) en su modelo denominado ABP 4x4, y en nuestro estudio, dejando en evidencia que la cantidad de estudiantes en cursos numerosos no es una barrera para utilizar este tipo de estrategias, y por lo tanto, no significaría necesariamente un encarecimiento de la docencia a causa del aumento de número de cursos por la disminución de la cantidad de estudiantes en estos.

De las tres pruebas que incluye la batería de Test de Longeot, dos de ellas, referente a la lógica proporciones y a la lógica de probabilidades, dan resultados significativos en los índices de formalización del pensamiento, no así la prueba de lógica de combinatoria. Lo anterior se podría deber a que es precisamente esta estructura la que tiene una menor relevancia en las competencias que debe adquirir el estudiante en la asignatura de química general.

Existe evidencia al comparar los resultados de aprobación obtenidos luego de la intervención con los obtenidos en la asignatura en años anteriores, de que el ABP al contribuir en la mejora de los índices de formalización del pensamiento, mejoraría también los índices de aprobación en dicha asignatura. Lo anterior se condice con estudios realizados por Majluf (1974), Aquino (2003), Waldegg y De Agüero (2006), y González y Elósegui (2009), en el área de matemáticas.

Los resultados encontrados deben alentar a los investigadores para continuar profundizando en el desarrollo del pensamiento formal del estudiante, de tal manera que pueda desarrollarse con éxito en las asignaturas del ámbito de las ciencias. A su vez, sería recomendable el seguir esta línea de investigación, utilizando para la estandarización de los resultados una muestra determinada de forma probabilista.

## Conclusiones

La teoría más elaborada sobre los fundamentos psicológicos de la comprensión de la ciencia es la teoría del desarrollo cognitivo de Jean Piaget. Pese a que esta teoría en sus comienzos aseguró que toda persona alcanzaba los niveles adecuados de formalización del pensamiento, en la actualidad se reconoce que no todos los sujetos lo alcanzan, por lo que es relevante incorporar en la formación de profesionales estrategias de aprendizaje-enseñanza que potencien el desarrollo de este tipo de pensamiento, de tal manera que el estudiante logre una actuación autónoma y reflexiva.

Los grupos experimental y control son equivalentes de acuerdo a los resultados obtenidos en las pruebas estadísticas.

En los casos de los TOFLP y TOFP, los resultados obtenidos en el análisis estadístico permiten comprobar que la estrategia ABP contribuye a mejorar los índices de formalización del pensamiento.

Para el TOFC no encuentra evidencia del que el ABP contribuya a la mejora de los índices en esta estructura, atribuyéndose a que la estructura de combinatoria presenta una menor relevancia en las competencias que debe adquirir el estudiante en la asignatura de química general, y por ende, no se potencia.

El análisis realizados sobre los porcentajes de aprobación de los estudiantes en la asignatura de química general, arrojan evidencias significativas de que la estrategia “ABP”, incide positivamente sobre el porcentaje de aprobación de la asignatura.

## Referencias

Acevedo, J. y Oliva, J. (1995). Validación y aplicaciones de un test de razonamiento lógico.

*Revista de psicología general y aplicada*, 48 (3), 339-351. Disponible en <http://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=2161437>

Albertini, R., Cárdenas-Jirón, G., Babul, J., Díaz, G., Eyzaguirre, J., Labra, A., & Lewin, R. (2005). Enseñanza de las ciencias a nivel escolar y la formación en ciencia en pregrado universitario. En J. Allende (coord.), *Análisis y Proyecciones de la Ciencia Chilena 2005* (pp. 21-49). Disponible en [www.bio.puc.cl/caseb/adjuntos/CienciaChilena2005.pdf](http://www.bio.puc.cl/caseb/adjuntos/CienciaChilena2005.pdf)

- Aguilar, M., Navarro, J., López, J., Alcalde, C. (2002). Pensamiento formal y resolución de problemas matemáticos. *Psicothema*, 14, (2), pp. 232-286. Disponible en <http://www.psicothema.com/psicothema.asp?id=736>
- Aquino, F. (2003). El pensamiento formal y la educación científica en la enseñanza superior. *Tiempo de educar*, 4, (7) pp. 95-118. Disponible en <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=31100704>
- Barrel, J. (1999). *El aprendizaje basado en problemas: Un enfoque investigativo*. Buenos Aires: Ediciones Manantial.
- Corral, A. (1989). Asincronías en el desarrollo del pensamiento formal. *Estudios de psicología*, (37), pp. 7-30. Disponible en <http://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=66028>
- Delgado, C. (1999). Cómo fomentar el pensamiento abstracto del alumno en clase de matemáticas. *Correo del Maestro*, (34), pp. 5-7. Recuperado de <http://www.correodelmaestro.com/anteriores/1999/marzo34/1entrenosotros34.htm>
- González, D., & Elosegui, E. (2009). Relación entre el nivel de pensamiento formal y rendimiento académico en matemáticas. En J. Tójar (coord.), *Trabajos de Investigación como Catalizadores de la Innovación Educativa* (pp. 222-232). Sevilla: Infornet. Disponible en <http://www.usat.edu.pe/usat/facultad-humanidades/files/2010/10/relacion-entre-el-nivel-de-pensamiento-formal-y-rendimiento-academico-en-matematica.pdf>
- Majluf, A. (1974). *Desarrollo del pensamiento formal proposicional y combinatorio de dos grupos de adolescentes de diferentes estratos socio-económicos de Lima – Perú*. (Tesis de Bachillerato en Psicología) Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima, Perú.
- Miguel, B., Cascales, J., Moreno, J., León, G. (2008). *Bases psicopedagógicas del nuevo modelo didáctico para la enseñanza de las Ciencias y de la Ingeniería en el Espacio Europeo de Educación Superior*. Trabajo presentado en la I Jornada de Mucienca, Murcia, España. Recuperado de [http://www.murciencia.com/UPLOAD/COMUNICACIONES/bases\\_psicopedagogicas\\_modelo\\_didactico.pdf](http://www.murciencia.com/UPLOAD/COMUNICACIONES/bases_psicopedagogicas_modelo_didactico.pdf)
- Morales, P. y Landa, V. (2004). Aprendizaje basado en problemas. *Theoria*, 13 (1), 145-157. Disponible en <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=29901314>

- Nickerson, R., Perkins, D. y Smith, E. (1987). *Enseñar a pensar*. Madrid: Paidós.
- Piaget, J. (1964). *Seis estudios de psicología*. Buenos Aires: Espasa Calpe.
- Pozo, J., & Gómez, M. (1998). *Aprender y enseñar ciencias*. Madrid: Ediciones Morata.
- Prieto, A., Barbarroja, J., Reyes, E., Monserrat, J., Díaz, D., Villarroel, M., Álvarez-Mon, M. (2006). Un modelo de aprendizaje basado en problemas, el ABP 4x4, es eficaz para desarrollar competencias profesionales valiosas en asignaturas con más de 100 alumnos. *Aula Abierta*, (87), 171-194. Disponible en <http://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=2583970>
- Vasta, R., Haith, M. y Miller, S. (2008). *Psicología Infantil*. Barcelona: Editorial Ariel.
- Waldegg, G., & De Agüero, M. (2006). Habilidades cognoscitivas y esquemas de razonamiento en estudiantes universitarios. *Revista Mexicana de Investigación Educativa*, 4 (8), pp. 203-244. Disponible en <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=14000802>
- Inhelder, B., & Piaget, J. (1985). *De la lógica del niño a la lógica del adolescente*. Barcelona: Paidós Iberoamérica.