

Recepción: Septiembre 03 de 2017

Aceptación: Noviembre 17 de 2017

Publicación: Marzo 01 de 2018

Innovación didáctica enmarcada en el aprendizaje basado en problemas (ABP) para la enseñanza de la Biología.

Didactic innovation framed in Problem-Based Learning (PBL) for the teaching of Biology.

Anet Aguado O.

Universidad de Córdoba – Colombia
alegy75@gmail.com

Álvaro Campo F.

Universidad de Córdoba – Colombia
alcamfu@gmail.com

Resumen

Los componentes teóricos-conceptuales y metodológicos en este artículo, provienen principalmente de una experiencia de tres años de trabajo con la metodología ABP como parte de una investigación orientada desde la Maestría en educación SUE Caribe IX cohorte de la Universidad de Córdoba, con el propósito de determinar la influencia de la metodología ABP en el desarrollo de la competencia científica de los estudiantes de Noveno grado en el área de las Ciencias Naturales/Biología. El estudio está enmarcado dentro del diseño cuasi-experimental de series cronológicas con 4 evaluaciones (una pre y tres post) con dos grupos intactos: un grupo experimental (usó la metodología ABP) y un grupo control (no usó el ABP), cada uno conformado por 30 estudiantes. Los instrumentos de medición fueron cuestionarios con 20 preguntas de selección múltiple única respuesta. Para el análisis de resultado se realizó ANOVA intra e inter-grupo. Los resultados obtenidos a lo largo del proceso de la investigación pudieron establecer que la implementación del enfoque ABP permitió la apropiación de teorías, contenidos y saberes con los que el estudiante afrontó de mejor manera situaciones problemas en las cuales requirió de indagar, explicar y aplicar comprensiva y responsablemente los conocimientos adquiridos, mejorando sustancialmente la competencia científica en los estudiantes del grupo experimental en comparación con los resultados del grupo control.

Abstract

The theoretical-conceptual and methodological components in this article, come mainly from an experience of three years of work with the PBL methodology that was part of a research oriented from the Master's in education SUE Caribbean of the University of Córdoba, with the purpose of determining the influence of the PBL methodology in the development of the scientific competence of ninth grade students in the area of Natural Sciences / Biology. The study is framed within the quasi-experimental design of chronological series with 4 evaluations (one pre and three post) with two intact groups: one experimental group (used the PBL methodology) and one control group (did not use the PBL), each one conformed by 30 students. The measuring instruments were questionnaires questions with multiple-choice only response. For the analysis of the result, ANOVA intra and inter-group was performed. The results obtained throughout the research process could establish that the implementation of the PBL approach allowed the appropriation of theories, contents and knowledge with which the student faced problems situations in which he required to investigate, explain and apply comprehensively. and responsibly the acquired knowledge, substantially improving the scientific

competence in the students of the experimental group compared to the results of the control group.

Palabras Clave

Aprendizaje basado en problemas, competencia científica, enseñanza/aprendizaje de las Ciencias Naturales/Biología.

Keywords

Problem-based learning, scientific competence, teaching / learning of the Natural Sciences / Biology.

Introducción

La tendencia a la globalización y la revolución científica en la actualidad, trae como consecuencia en la escuela la necesidad de educar hacia el desarrollo de competencia científica en Ciencias Naturales, teniendo en cuenta que tiene un papel primordial en el desarrollo social, cultural, ambiental y económico; porque le proporciona a las personas las herramientas necesarias para enfrentar, analizar y resolver problemas de su contexto. En concordancia con este afán, la agencia especializada del Sistema de Naciones Unidas UNESCO (2013) reconoce la importancia de la formación en competencias científicas en el mundo actual, con el fin de fortalecer las acciones de los estudiantes como ciudadanos y se propicie el mejoramiento de su calidad de vida. Por ello, se hace necesario ubicar el desarrollo de las mencionadas competencias en un escenario al alcance de todas las personas, teniendo claro que es necesario potenciarlas desde la escuela y con metodologías y didácticas adecuadas.

Desde esta perspectiva, la formación científica es una necesidad, una exigencia inmediata por su papel estratégico en el desarrollo de las personas y de las sociedades, esta tarea de formación en competencias científicas es responsabilidad de todo el sistema social y especialmente del educativo en todos sus niveles. Todos los estudiantes deben tener las posibilidades de desarrollar competencias científicas, sin embargo, la falta de inclusión científica o el inadecuado proceder para formar en ciencias ha venido ocasionando las dificultades que en la actualidad se presenta, las cuales se reflejan en la actitud y el deficiente conocimiento científico, por consiguiente hay problemas para usar ese conocimiento, explicar fenómenos y el desarrollo de la indagación en los estudiantes.

Cabot (2012), explica que todas estas deficiencias traen como efectos el aumento del fracaso escolar puesto que los estudiantes no desarrollan competencias científicas y llegan a las universidades con bases deficientes sobre el conocimiento científico lo que los imposibilita para comprender argumentos y modelos que den razón de fenómenos, además de dificultades para resolver problemas y cómo aplicar el conocimiento científico en determinadas situaciones.

Atendiendo a esto, y en su afán por el mejoramiento de la educación en términos de calidad en ciencias y el desarrollo de competencias científicas, el

Anet Aguado O.
Álvaro Campo F

Colegio Diocesano Juan Pablo II de la ciudad de Montería participa de manera constante en procesos que involucran innovación pedagógica. Es así como en los años 2016 y 2017 desde el área de Ciencias Naturales se generó un proyecto de mejoramiento y desarrollo de competencias científicas desde el componente biológico que contempló la implementación del enfoque aprendizaje basado en problemas (ABP).

Como resultado principal en el presente estudio se destaca que; el ABP influye positivamente en el desarrollo de la competencia científica de forma procesual y paulatina ya que en primera instancia no hay cambios, pero después se evidencian resultados que al ser comparados con el grupo control resultaron ser significativos estadísticamente, además, interviene se aumenta la motivación, se despierta las cual les permite ser creativos, reflejando un conjunto de competencias como la interpretativa, la argumentativa, la propositiva, y el desarrollo de un conjunto de habilidades como la de: identificar, indagar, explicar, comunicar, trabajar en equipo y la disposición para reconocer la dimensión social.

Referentes teóricos

Durante los años 70 se comenzó a expandir el procedimiento de enseñanza de las ciencias basados en la “enseñanza por descubrimiento” (Bruner, 1961), este procedimiento permite integrar las ciencias y al individuo desarrollar habilidades de resolución de problemas y ejercitar el pensamiento crítico y reflexivo, aplicándolo en distintas situaciones. Hoy día, en palabras de Leymonié (2009) estas orientaciones y “la investigación didáctica ha hecho evolucionar hacia formas más dirigidas y con un grado de integración conceptual menor. Igualmente estas tendencias suelen observarse aún en muchos diseños curriculares referidos a la enseñanza en la educación básica” (p.29).

A comienzo de los años 80, la didáctica de las Ciencias Naturales recibió nuevas influencias epistemológicas del aprendizaje. Los aportes de (Toulmin, 1972; Lakatos, 1983) entre otros, fueron cruciales para poner en crisis las reformas curriculares de los años 60 y 70, desde la psicología del aprendizaje comenzó a resaltar la importancia de estudiar cómo los niños aprenden, entienden los procedimientos y cómo fortalecen o reestructuran los conocimientos que ya tienen (incorporación de nuevos conceptos). En este punto, es importante resaltar la frase “si tuviera que reducir toda la psicología educativa a un sólo principio, sería éste: el factor que más influye sobre el aprendizaje es lo que el estudiante ya sabe. Descúbrasele y enséñesele en consecuencia” (Ausubel, 1998, p.54). Al respecto, Leymonié (2009) considera que las influencias de la epistemología y de la psicología del aprendizaje “sobre la enseñanza de las ciencias provocan una marcada tendencia a investigar sobre las concepciones que los alumnos tienen acerca de los fenómenos naturales antes de recibir una enseñanza científica” (p.30), las llamadas ideas previas o preconceptos, que son concepciones espontáneas.

En la actualidad, Gil y Col (2005) destacan el papel del docente como guía en el proceso de enseñanza-aprendizaje de las ciencias, evitando la rutina, el

convencionalismo, el ensayo-error o el uso de las recetas. Plantean dos tipos de actividades en este enfoque de enseñanza de las ciencias: el trabajo experimental y la resolución de problemas. Según los autores, estos enfoques hay que trabajarlos de forma convergente con la investigación científica, si se trabaja desligado se corre el riesgo de enfocar el proceso académico a la transmisión/recepción donde las prácticas sólo manifiestan una adquisición de conocimiento presentado como resultado acabado; “generalmente se reducen a meras manipulaciones, y no ofrecen oportunidades para elaborar hipótesis ni diseñar acciones que las verifiquen o falsen” (Gil y Col, 2005). En cuanto a la resolución de problemas proponen “utilizar una estrategia que tome en cuenta el carácter de investigación científica” (Gil y Col, 2005, p.31), por lo que se ha perfeccionado el enfoque de resolución de problemas hasta tal punto que es considerado una metodología eficaz en el aprendizaje de las ciencias (González 2016; Ortega 2017; Pantoja y Covarrubias 2013; Villalobos et al., 2016; Vizcarro et al., 2008).

Con respecto al ABP, se considera que esta metodología empezó en la educación superior y se ha extendido en todos los escenarios educativos desde la básica primaria hasta la media académica. Esta metodología activa de trabajo, se originó en la décadas de los años 60 y 70, donde un conjunto de docentes médicos de la Universidad de McMaster (Canadá), decidieron replantear la metodología de enseñanza de la medicina, de manera que impusieron una propuesta pedagógica e innovadora cuya característica principal era el proceso centrado en el estudiante, produciendo un aprendizaje significativo, desarrollando competencias y habilidades precisas en el contexto actual. En los últimos años el ABP ha sido acogido por otras escuelas superiores y hoy día en los escenarios técnicos y escuelas de educación secundaria, incluso algunos estudios experimentales en la primaria demuestran sus poderosos beneficios (Vizcarro et al., 2008).

Muchas investigaciones sustentan el ABP como metodología apropiada en el campo de las ciencias, la mayoría en escenarios universitarios (Medicina, Ingeniería, Enfermería, entre otras), pero en relación con su articulación en la básica secundaria y en el área de Ciencias Naturales/Biología se encuentran pocas investigaciones. Al realizar un rastreo entre los años 2008 y 2017 se encuentran algunas experiencias con mayor proporción en las áreas de matemáticas, física y química. También es posible mencionar a Villalobos et al., (2016), cuyo propósito fue determinar si el aprendizaje basado en problemas en la asignatura de Química favorece el desarrollo del pensamiento crítico. El estudio se abordó desde una metodología cuasi-experimental para determinar que en el grupo experimental se potenciaron habilidades como la búsqueda de información; la integración, aplicación y generación de nuevos conocimientos; el razonamiento lógico y el trabajo en equipo, entre otros. A pesar de que obtuvieron resultados favorables, los autores destacan que también existieron limitantes, entre las cuales mencionan que en los grupos existen alumnos con necesidades educativas especiales, como hiperactividad o déficit de atención, así como otros con un importante rezago escolar y bajo aprovechamiento académico, que deben tomarse en cuenta para fomentar un ambiente de inclusión.

En la misma línea ABP, Pantoja y Covarrubias (2013) dejan claro que el ABP hace parte del constructivismo en la educación y que se constituye como opción viable para contrarrestar los problemas que conlleva la enseñanza tradicional de la ciencia. Los resultados sugieren que el ABP es una opción pedagógica para el aprendizaje significativo de contenidos de la Biología, donde se desarrollan habilidades científicas que trascienden a otras áreas del saber. Otro antecedente reciente es la investigación de Ortega (2017), quien tenía como propósito el determinar la influencia del ABP en el desarrollo de la competencia Económica y Financiera desde la enseñanza del Álgebra en los estudiantes de los grados octavo. Esta investigación se enmarcó dentro del enfoque cuantitativo de tipo cuasi experimental con dos grupos: experimental y control. La autora plantea que la metodología ABP fue significativamente mejor en cuanto a la adquisición de conocimientos en comparación con la metodología convencional, esto evidencia la incidencia de la formación educativa orientada hacia el análisis de las situaciones reales vivenciadas por los estudiantes de manera cotidiana.

Por otra parte, con respecto a la forma como se abordó la metodología ABP en la investigación, se siguió la forma tradicional basada en los siete pasos de Maastricht. Los siete pasos se agrupan en tres eventos principales: discusión, estudio e informe. Durante la primera y la tercera fase los grupos trabajan colaborativamente y de forma sincrónica en el aula.

Tabla 1. ABP Metodología tradicional en siete pasos de Maastricht

Pasos	Actividad	Descripción
1	Leen el caso o situación problemática	Identifican y clarifican conceptos presentes en ella para comprenderla. El secretario de cada grupo apunta los que permanecen sin entenderse tras la discusión
2	Se pasa a definir el problema o problemas a ser discutidos	¿Qué cuestiones plantea? El secretario de cada grupo apunta una lista de problemas.
3	Se analiza el problema conceptos previos (<i>tormenta de ideas</i>)	¿Qué posibles explicaciones podemos sugerir en base a nuestro conocimiento previo? El secretario registra la discusión
4	Se revisan los pasos 2 y 3, y se intentan formular soluciones al problema	¿Qué hipótesis o soluciones se nos ocurren? Se discuten las posibles explicaciones y soluciones.
5	Se formulan objetivos de aprendizaje en forma de cuestiones a responder	Se alcanza un consenso en los mismos y se acuerdan planes de acción que incluyan reparto de responsabilidades, agenda de puesta en común y tipos de recursos que se utilizarán para obtener información.
6	Búsqueda de información y estudio personal	Los estudiantes buscan información relativa a los objetivos de aprendizaje. La estudian y resumen para comunicarle a sus compañeros. Desarrollan competencias y aprenden autónomamente.
7	Discusión y reunión de la información	Cada uno presenta un resumen de los recursos que consultó y una valoración de su fiabilidad, asimismo su procedencia. Si es necesario se puede iniciar otro ciclo de investigación adicional. Finalmente se comparten los resultados de la investigación haciendo una discusión en común con los distintos grupos. El tutor valora el aprendizaje y el trabajo de los grupos.

Fuente: Campo y Aguado (2017) a partir de Vizcarro et al. (2008).

De acuerdo con lo expuesto en la tabla 1, para iniciar preliminarmente el profesor da a conocer el problema, puede ser mediante lectura o escrito para que sean leídas en cada grupo, los pasos 1-5 se llevan a cabo en una primera sesión de trabajo del grupo con el tutor. La fase 6 puede llevar 1 o 2 días y la última fase se realiza en una segunda reunión del grupo con el tutor. En total, un problema dura típicamente 3 o 4 sesiones, según la dificultad del mismo. En todo este viaje

de aprendizaje y también de enseñanza el grupo no se encuentra solo mientras se indaga o investiga, por el contrario, el acompañamiento es activo, y discretamente orientado por el maestro.

Un aspecto de gran importancia en la metodología ABP, es la utilización de la evaluación formativa, ya que es necesario modificar la forma de evaluación sumativa que se lleva en ambientes convencionales, dado que en el ABP es más importante el proceso con el que se alcanza el aprendizaje. Así pues, que la evaluación en la metodología del ABP es constante y se da durante todo el proceso de enseñanza aprendizaje, valorando los avances y evidencias con relación al desarrollo de competencias. Para ello, es necesario hacer uso de la heteroevaluación, la coevaluación y la autoevaluación, o complementar utilizando el portafolio de evidencias, como una herramienta que tiene doble función formativa y evaluativa (Vizcarro et al., 2008).

Metodología

El tipo de investigación está enmarcado dentro del enfoque cuantitativo ya que utiliza la recolección y el análisis de datos para verificar hipótesis establecidas previamente. El paradigma es empírico analítico, según Lopera, et al. (2010) “es un camino para llegar a un resultado mediante la descomposición de un fenómeno en sus elementos constitutivos” (p.59). en el diseño se tuvieron en cuenta grupos son intactos con un tiempo de intervención de 7 meses aproximadamente. Hernández, Fernández y Baptista (2014) sugieren “adoptar diseños con varias post/pruebas o bien con pre/pruebas y varias post/pruebas” (p.147), con estas características este estudio clasifica en un diseño cuasi-experimental de series cronológicas con grupo control al que no se le aplica tratamiento y un grupo experimental sometido a la variable independiente ABP. El diseño se representa en el siguiente tabla 2:

Tabla 2. Diseño cuasi-experimental de series cronológicas

Control	Grupos	Pre- p	Tratamiento ABP	Post- p	Tratamiento ABP	Post- p	Tratamiento ABP	Post- p
Prueba de equivalencia	E C	O ₁ O ₅	X ₁ -	O ₂ O ₆	X ₁ -	O ₃ O ₇	X ₁ -	O ₄ O ₈

Nota. El mismo tratamiento X_{1(ABP)} durante el cuasi-experimento con 4 evaluaciones O

E= Grupo experimental; C= Grupo control; X= Tratamiento o estímulo; O= Medición (Pre y Post); -: Ausencia de estímulo. **Fuente:** (Hernández, Fernández y Baptista, 2014, p.13)

En este caso la muestra, fueron dos grupos (experimental y control) de 30 estudiantes del grado noveno de la institución educativa. Para definir el grupo control se hizo una asignación al azar.

Unidades de análisis.

Hipótesis de investigación: **H₁**: La aplicación del enfoque ABP mejora el nivel de desarrollo de la competencia científica en los estudiantes de Noveno grado en el área de las Ciencias Naturales/Biología. **H₀**: La aplicación del enfoque ABP no

influye en mejorar el nivel de desarrollo de la competencia científica en los estudiantes de Noveno grado en el área de las Ciencias Naturales/Biología.

Variable independiente: *Aprendizaje Basado en Problemas* y variable dependiente: *Competencia científica*

Técnicas e Instrumentos.

Con la operacionalización de la variable dependiente, se organizaron los instrumentos de evaluación: pre-prueba, post-prueba 1, post-prueba 2, post-prueba 3, cada uno con 20 preguntas según el tema tratado; todos los ítems basados en problemas para evaluar las competencias científicas en biología que utiliza el ICFES. Los instrumentos fueron validados por tres expertos en Ciencias Naturales, para posteriormente aplicarlos en un pilotaje con el fin de obtener la confiabilidad aplicando el procedimiento de replicación de la prueba. Según los resultados, la correlación fue muy alta ($r = 0,838$; $p < 0,01$) bilateral en cuanto se acerca considerablemente a 1 y se aleja de 0.

Procedimientos estadísticos.

Dadas las características del estudio, se realizó análisis de la varianza (ANOVA) de medidas repetidas para evaluar las diferencias inter-grupo e intra-grupo en relación con la variable de estudio, tras comprobar los supuestos paramétricos de normalidad, esfericidad y homogeneidad, pero antes, para el control de equivalencia entre grupos se empleó el estadístico t de Student. El nivel de significancia o **alfa** (alpha) tomado para realizar esta prueba fue del 5% de errores posibles en el momento de rechazar la Hipótesis nula. Para identificar el nivel de desarrollo de la competencia científica se utilizó la escala de calificación cuantitativa y cualitativa del colegio objeto de estudio. Por lo tanto, para efectos del modelo estadístico, el tratamiento y análisis de la información se empleó el software SPSS 21 versión libre, y el programa Excel versión 2013.

Resultados

A continuación, se presentan los resultados en cuanto a los factores de estudio intra e intergrupo, donde se obtuvo una diferencia estadísticamente significativa entre los grupos experimental y control en la variable competencia científica.

Tabla 3. Resultados del análisis ANOVA de medidas repetidas mixtas intra e inter-grupo

Efectos	Corrección	Intra-grupos		Inter-grupos	
Variable	Rutas	F	P	F	p
Competencia científica	Greenhouse-Geisser	38,755	,000*	19,878	,000*

Nota. El análisis considera todas las variables en forma simultánea desde el primer periodo hasta el cuarto. F: prueba de Snedecor, entre más sea alto el valor más difieren las medidas; p: el valor de significancia, si el valor es mayor a 0,05 no hay diferencias significativas entre las medias

a. *= significación estadística.

Fuente: Campo y Aguado (2017).

En la tabla 3 se evidencia la significatividad de la prueba *F* entre grupos en la *competencia científica en Biología* [$F_{(2,4; 142)} = 19,878$; $0,000 p < 0.05$]. De igual forma, se observa una influencia claramente significativa de la variable intra-grupos. Esto es, la puntuación de ambos grupos tomada en conjunto cambia significativamente a través desde el inicio al final del programa de intervención [$F_{(2,4; 142)} = 38,755$; $0,000 p < 0.05$]. En la variable *competencia científica en biología*, se observa un cambio en el grupo experimental mayor que en el grupo control, desde el inicio al final del programa de intervención ABP.

De acuerdo con lo anterior, existieron diferencias significativas en las evaluaciones 1, 2,3 y 4 que mide cada una de las variables de estudio, lo que implica que al menos dos de las medias comparadas son significativamente distintas entre sí, para identificarlas se recurre al análisis univariado para el factor inter-grupo.

Con relación al factor intra-grupo se realizó la prueba de Bonferroni para ajustar el nivel de significación en relación con el número de pruebas estadísticas realizadas simultáneamente sobre un conjunto de datos que mide la variable de estudio. La tabla 4 muestra el contraste de efectos simples con el ANOVA univariado donde se identifica de forma detallada las diferencias entre grupos en relación con cada una de las evaluaciones que mide la variable de estudio.

Tabla 4. Prueba univariada: diferencias inter-grupo en todas las evaluaciones pre postest.

Evaluación	Media GE	Media GC	(GE-GC)	F	p
1 pre	11,9	12,07	-0,17	,033	,857
2 post	13,73	12,93	0,8	1,137	,291
3 post	16,27	14,20	2,07	10,908	,002*
4 post	19,03	14,97	4,06	62,574	,000*

Nota. El análisis considera todas las variables de forma individual. GE: Grupo experimental; GC: Grupo control; F: prueba de Snedecor, entre más sea alto sea el valor más difieren las medidas; p: el valor de significancia, si el valor es mayor a 0,05 no hay diferencias significativas entre las medias.

a. Se ha calculado utilizando $\alpha = ,05$

Fuente: Campo y Aguado (2017).

En la evaluación que mide el desarrollo del nivel de *competencia científica en Biología* muestra un aumento en las puntuaciones medias en la tercera y cuarta evaluación con respecto a la primera y segunda tanto en el grupo experimental como en el grupo control. Sin embargo, las puntuaciones del grupo experimental son superiores estadísticamente a las que presenta el grupo control en todas las evaluaciones excepto en la primera y la segunda. Las diferencias resultan ser significativas [$F_{(1,58)} = 10,908$; $0,002 p < 0.05$] en la tercera y [$F_{(1,58)} = 62,574$; $0,000 p < 0.05$] cuarta evaluación lo que se puede observar en la tabla 4 e interpretar en la gráfica 1.

En cuanto al factor intra-grupo se identificaron diferencias estadísticamente significativas entre las evaluaciones de cada grupo pero en conjunto, para identificar los pares que presentan estas diferencias se recurre a la corrección de Bonferroni como se muestra en la tabla 5.

Tabla 5. Comparaciones por parejas Prueba de Bonferroni diferencias intra-grupo.

Grupo	(Prueba I)	(Prueba J)	M (I-J)	σ	P	Grupo	(Prueba I)	(Prueba J)	M (I-J)	σ	P
Experimental	1	2	-1,833	0,678	0,054	Control	1	2	-,867	,678	1,000
		3	-4,367*	0,873	0,000*			3	-2,133	,873	,106
		4	-7,133*	0,716	0,000*			4	-2,900*	,716	,001*
	2	3	-2,533*	0,719	0,005*		2	3	-1,267	,719	,500
		4	-5,300*	0,657	0,000*			4	-2,033*	,657	,018*
	3	4	0,544	0,544	0,000*		3	4	-,767	,544	,984

Nota. Se basa en medias marginales estimadas. Fuente: SPSS

a. * La diferencia de medias es significativa en el nivel ,05

b. Ajuste para varias comparaciones: Bonferroni

Fuente: Campo y Aguado (2017).

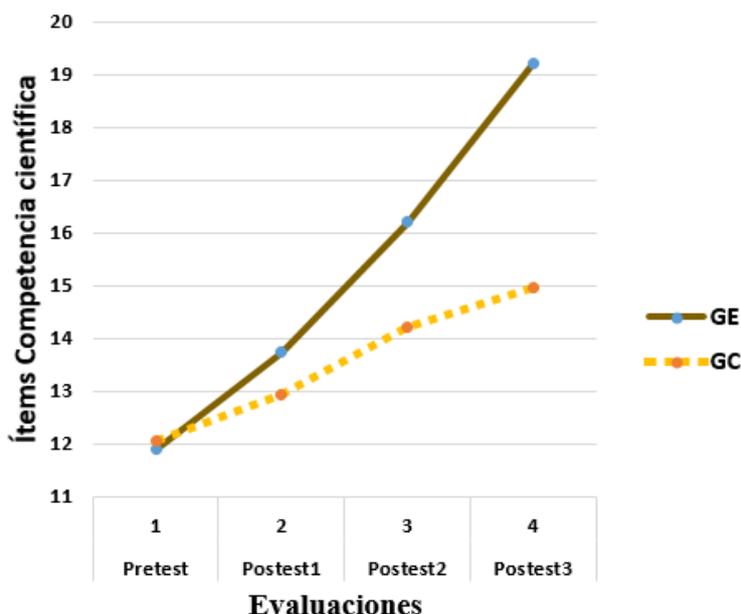
La prueba de Bonferroni muestra los siguientes resultados: en el grupo experimental evidencian diferencias significativas $p < 0.05$ entre todos los pares de evaluaciones (excepto entre la primera y la segunda evaluación $p > 0.05$). Y un aumento de las puntuaciones progresivamente en todos los períodos de intervención (periodo 1= 11,9; periodo 2= 13,7; periodo 3= 16,2; periodo 4= 19,03) estas puntuaciones son las medias de ítems correctos del grupo de un máximo de 20.

Estos resultados demuestran un cambio en el desarrollo de la competencia científica en Biología, se aprecia que el grupo inicialmente resolvió en promedio 11,9 preguntas de 20, ubicándose en un nivel Bajo según la escala de evaluación del colegio, luego con la primera aplicación de la metodología ABP en el segundo periodo los estudiantes presentaron un aumento aunque estadísticamente no es significativo pero es importante resaltarlo ya que se está aumentando el nivel de desarrollo de la competencia científica, pasando a un puntaje de 13,7 que de acuerdo a la escala de evaluación del colegio sigue en el nivel Bajo.

Hasta ese momento, según los datos obtenidos pareciera que la intervención no obtuviera resultados positivos con el método ABP, pero fue necesario tener en cuenta que según Gonzales (2016), Moreira (2012) y Vizcarro et al, (2008) la transición al método ABP no es fácil y más cuando el docente no tiene experiencia en el uso de esta metodología. Se evidenció que al principio muchos estudiantes se mostraron desmotivados y presentaron cierta apatía por el cambio en la metodología de trabajo en el aula; estos aspectos interfirieron en el periodo de salida de la intervención. Sin embargo, en el tercer periodo los resultados demostraron un aumento significativo en las puntuaciones pasando a un nivel Alto y seguido un nivel Superior en el cuarto periodo, aumentando el promedio de 3,1 en el primer periodo a un 4,8 en el cuarto.

En cambio, en el grupo control no se apreciaron diferencias significativas entre ningún par de evaluaciones (excepto entre la primera y la cuarta – segunda y la cuarta evaluación donde $p < 0.05$). Los promedios de las medias se muestran iguales exceptuando el cuarto periodo del que solo es diferente significativamente

del primero y segundo. El grupo control que siguió una metodología rutinaria y convencional de clases en el área de Biología, también aumentó sus puntajes pasando de un promedio de 12,07 ítems correctos de 20 en el primer periodo a 14,97 en el último periodo. Según la escala del colegio no lograron superar el nivel Básico en el total de la prueba, indicando estos resultados que el grupo control presentó dificultad en el desarrollo de la competencia científica en comparación con el grupo experimental. Esta comparación intra-grupo e inter-grupo se puede observar en la gráfica 1.



Gráfica 1. Comparación de medias Experimental vs Control. **Fuente:** Campo y Aguado (2017).

Los datos de la gráfica 1, demuestran la tendencia creciente en los grupos experimental y control y su comparación en cuanto al desarrollo de la competencia científica después del tratamiento, puesto que se aprecian diferencias entre los grupos las cuales resultaron ser significativas con aumento en los puntajes del grupo experimental mayor que el control. Por consiguiente se concluyó que existen efectos positivos del tratamiento debido a la aplicación de la metodología del ABP, lo cual se sustenta en los resultados de las diferencias estadísticas entre los grupos control y experimental.

En resumen, en la competencia científica en Biología con respecto al sistema de evaluación de la institución, tuvo efecto claramente significativo de la variable intra-grupos e inter-grupos en cada evaluación. La cual varió significativamente desde el inicio hasta el final del programa de intervención con la metodología del ABP, como se aprecia en la tabla 6.

Anet Aguado O.
Álvaro Campo F

Tabla 6. Resultados evaluaciones en escala de calificación del colegio

		Periodo 1			Periodo 2			Periodo 3			Periodo 4		
		P	C	N	P	C	N	P	C	N	P	C	N
Grupo Control	CCB (20 Ítems)	12,06	3,1	BJ	12,93	3,23	BJ	14,2	3,6	BS	14,96	3,74	BS
Grupo Experimental	CCB (20 Ítems)	11,9	2,98	BJ	13,7	3,42	BJ	16,3	4,0	AL	19,03	4,80	SU

Nota. Los resultados de las dimensiones están acomodados a la escala del colegio. CCB= Competencia científica en biología; P= promedio de ítems correctos; C= calificación del colegio; N= nivel; **BJ**= bajo; **BS**= básico; **AL**= alto; **SU**= superior.

Fuente: Campo y Aguado (2017).

De acuerdo con los datos de la tabla 6, se observa el cambio secuencial y positivo en cada período de intervención en el grupo experimental. En cuanto al grupo control el análisis es el mismo pero se observa que el desarrollo es a menor nivel pasando del nivel Bajo a Básico donde se mantuvieron hasta el último periodo. Estos resultados permitieron rechazar las hipótesis nulas H_0 y aceptar la hipótesis de investigación H_1 que indicaba que la aplicación del enfoque ABP mejoraba el nivel de desarrollo de la competencia científica en los estudiantes.

Los resultados anteriores, se confirma lo expuesto por González (2016), Ortega (2017), Pantoja y Covarrubias (2013), Villalobos et al. (2016), y Vizcarro et al. (2008) en cuanto a que los estudiantes tratados con la metodología ABP resultan ser más competentes solucionando problemas, seleccionando y utilizando los materiales de aprendizaje con mayor autonomía, desarrollando habilidades de autoaprendizaje en forma colaborativa. En cuanto al tiempo de intervención fue pertinente desarrollar durante varios meses la estrategia teniendo en cuenta estudios anteriores (González 2016; Moreira 2012; Vizcarro et al., 2008) los cuales evidencian que el ABP no muestra resultados inmediatos, por la complejidad de la adaptación al ritmo de trabajo y la transición de enfoques pasivos a enfoques activos.

Por otra parte, los resultados de este estudio difieren de los antecedentes en el manejo metodológico de investigación ya que adopta una pre-prueba y tres post-pruebas para hacer el seguimiento del cambio de la variable dependiente. Por otro lado, la mayoría de los antecedentes expuestos promueven el ABP con la variante 4x4, o bien, no utilizan una variante específica (Ortega 2017; Pantoja y Covarrubias 2013; Villalobos et al., 2016). En cuanto a la evaluación el estudio es relevante al cumplir cada fase de la evaluación por competencia propio del ABP que incluye: heteroevaluación, coevaluación, autoevaluación, evaluación al docente y a la metodología ABP al finalizar las sesiones, como también la implementación de técnicas como el portafolio de evidencias, otras investigaciones ABP no cumplen con la evaluación o solo practican una parte de ella.

Anet Aguado O.
Álvaro Campo F

Finalmente, el análisis de resultados permite establecer que la metodología ABP en su función cognitiva, procedimental y actitudinal, es una actividad compleja que se da a largo plazo y no en periodos cortos, requiriendo del seguimiento a los pasos desarrollados en cada actividad y al rigor científico que se aplique para la solución de problemas.

Conclusiones

Los resultados de este estudio permitieron verificar la hipótesis central de investigación, y extraer algunas conclusiones respecto a la influencia del ABP en el desarrollo de la competencia científica de los estudiantes de noveno grado en el área de las Ciencias Naturales/Biología. Se demostró que el grupo control no presenta diferencias estadísticamente significativas en cuanto al desarrollo de competencia científica antes y después de la intervención ABP. Después de la intervención al grupo experimental y al ser evaluados los grupos se demostró el aumento en ambos (experimental y control), pero el grupo experimental alcanza mejores puntuaciones, que al compararse con el grupo control resultaron ser significativas estadísticamente.

En el análisis intra-grupo, en el grupo experimental se observa que en las evaluaciones hubo un aumento secuencial desde los resultados de la primera evaluación hasta la cuarta, aunque los de la primera con los de la segunda no fueron estadísticamente diferentes, en los demás pares muestran significancia estadística. Por el contrario, en el grupo control ningún par de evaluaciones muestra diferencias significativas con excepción de la primera y la cuarta evaluación; estos resultados indican que el programa de intervención con el enfoque ABP dio excelentes resultados, ya que, al comparar los grupos antes de la intervención resultaron ser homogéneos en niveles bajos y luego (después de la intervención) fueron diferentes estadísticamente y teniendo en cuenta que, lo único que los diferencia es la intervención con el enfoque ABP.

A partir de lo anterior, se pudo dar respuesta al objetivo de investigación en cuanto el enfoque ABP influyó aumentando el nivel de las competencias científicas en estudiantes del grado Noveno en el área de Ciencias Naturales-Biología de forma sustancial. De igual forma, se concuerda con lo planteado en estudios anteriores (González 2016; Ortega 2017; Pantoja y Covarrubias 2013; Villalobos et al., 2016), puesto que el enfoque ABP permitió que los estudiantes se apropiaran de teorías, contenidos y saberes para afrontar de mejor manera situaciones del contexto en las cuales requirieron indagar, explicar y aplicar comprensiva y responsablemente los conocimientos, evidenciando de forma simultánea el aprendizaje significativo, gracias a que el estudiante “relaciona la información nueva con la que ya posee; reajustando y reconstruyendo ambas informaciones en este proceso” (Ausubel, 1983).

Por otro lado, con la metodología utilizada por los docentes fueron capaces de cambiar los paradigmas tradicionales de enseñanza, y reestructurar la forma de evaluar poniendo a prueba otras metodologías educativas innovadoras, donde los estudiantes son protagonistas del proceso, se autorregulan, y aprenden de forma significativa y autónoma para fortalecer y desarrollar sus competencias.

Referencias

- Ausubel, D. (1983). Teoría del aprendizaje significativo. Fascículos de CEIF, 1, 1-10.
- Bruner, J. (1961). Aprendizaje por descubrimiento. NYE U: Iberia.
- Cabot, E. A. (2012). Una alternativa didáctica para el perfeccionamiento del proceso de enseñanza-aprendizaje de las ciencias. Revista Iberoamericana de Educación, Número 58, 81-97.
- Gil, D. y Col. (2005). ¿Cómo promover el interés por la cultura científica? Una propuesta didáctica fundamentada para la educación científica de jóvenes de 15 a 18 años. Santiago de Chile: OREALC – UNESCO
- González, A. M. (2016). Intervención de Aprendizaje Basado en Problemas (ABP) en la Asignatura Biología Celular de una Universidad del Sur de Chile. Universidad del Sur de Chile.
- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, P. (2014). Metodología de la investigación. Sexta Edición. México: Editorial Mc Graw Hill.
- Lakatos, I. (1983). La metodología de los Programas de Investigación Científica. Madrid: Cambridge University Press.
- Leymoníé, J. (2009). Aportes para la enseñanza de las Ciencias Naturales. Segundo Estudio Regional Comparativo y Explicativo. Organización de las Naciones Unidas para la Educación la Ciencia y la Cultura. Oficina Regional de Educación para América Latina y el Caribe. Santiago, Chile
- Lopera Echavarría, J. D., Ramírez Gómez. (2010). El método analítico como método natural. Nómadas, (25).
- Matthews, M.R. (1991). “Un lugar para la Historia y la Filosofía en la enseñanza de las Ciencias”. En Comunicación, Lenguaje y Educación, 11-12, 141-155.
- Moreira, M. A. (2012). ¿Al final, qué es aprendizaje significativo? Qurriculum: revista de teoría, investigación y práctica educativa. La Laguna, Espanha, No. 25 (marzo 2012), p. 29-56.
- Ortega A. S. (2017). Aprendizaje basado en problemas como estrategia para el desarrollo de la competencia económica y financiera desde la enseñanza del álgebra en grado octavo. Universidad de Córdoba, Colombia.
- Pantoja C. J. et al. (2013). La enseñanza de la biología en el bachillerato a partir del aprendizaje basado en problemas (ABP). Perfiles educativos vol.35 no.139 México, 35(139), 93-109.
- Toulmin, S. (1972). Rationality and scientific Discovery. In PSA: Proceedings of the Biennial Meeting of the Philosophy of Science Association. D. Reidel Publishing.
- UNESCO. (2013). Situación Educativa de América Latina y el Caribe: Hacia la educación de calidad para todos al 2015. Santiago de Chile: OREALC/UNESCO Santiago
- Villalobos D. V. et al. (2016). Aprendizaje basado en problemas en química y el pensamiento crítico en secundaria. Revista mexicana de investigación educativa, 21(69), 557-581.
- Vizcarro, C., & Juárez, E. (2008). La metodología del Aprendizaje Basado en Problemas. Madrid: Universidad de Murcia.