



Ilustración: Marco Giovanni Salazar García

# DESARROLLO DE COMPETENCIAS CIENTÍFICAS EN BIOLOGÍA CON LA METODOLOGÍA DEL APRENDIZAJE BASADO EN PROBLEMAS EN ESTUDIANTES DE NOVENO GRADO

## Development of Scientific Competences in Biology with the Problem-Based Learning Method in Ninth-Grade Students

## Desenvolvimento de competências científicas em Biologia com a metodologia da aprendizagem baseada em problemas em estudantes de nono ano

Anet M. Aguado O<sup>1</sup>.  
Álvaro A. Campo F<sup>2</sup>.

Fecha de recepción: 8 de febrero de 2017  
Fecha de aceptación: 21 de noviembre de 2017

### Resumen

El propósito del presente artículo de investigación es determinar la influencia de la metodología del aprendizaje basado en problemas (ABP) en el nivel de desarrollo de las competencias científicas en biología en estudiantes de básica secundaria noveno grado. Se organizaron tres planes de clases de biología fundamentados en el ABP siete pasos de Maastricht, compuestos por tres dimensiones: uso comprensivo del conocimiento científico, explicación de fenómenos e indagación. El estudio está enmarcado en el enfoque cuantitativo, y es de tipo cuasiexperimental con una estrategia longitudinal de medidas repetidas con un grupo experimental conformado por 60 estudiantes. Los resultados obtenidos a lo largo del proceso de la investigación pudieron establecer que la implementación del ABP permitió mejorar significativamente las competencias científicas en los estudiantes intervenidos, además de permitir la apropiación de teorías, contenidos y saberes con los que el estudiante puede afrontar de mejor manera situaciones cotidianas y no cotidianas en las cuales requiere producir, apropiar o aplicar comprensiva y responsablemente los conocimientos científicos adquiridos.

**Palabras clave:** aprendizaje basado en problemas; competencia; competencias científicas; enseñanza/aprendizaje de la biología

- 
- 1 Licenciada en Ciencias Naturales y Educación Ambiental Universidad de Córdoba, estudiante de Maestría en Educación, IX cohorte SUE CARIBE. Correo electrónico: alegy75@gmail.com.
  - 2 Licenciado en Ciencias Naturales y Educación Ambiental Universidad de Córdoba, estudiantes de Maestría en Educación, IX cohorte SUE CARIBE. Correo electrónico: alcamfu@gmail.com.

## Abstract

The purpose of this research paper is to determine the influence of the problem-based learning (PBL) method on the level of development of scientific competence in biology of ninth-grade students. Three biology class plans based on Maastricht's PBL seven jump process were designed, consisting of three dimensions: comprehensive use of scientific knowledge, explanation of phenomena, and inquiry. The study is framed in the quantitative approach, and is of quasi-experimental nature with a longitudinal strategy of repeated measures with an experimental group of 60 students. The results obtained throughout the research process showed that the implementation of the PBL enabled the significant improvement of the scientific competences of the students who participated in the study and also made it possible to appropriate the theories, contents and knowledge that help the student to deal better with occasional and everyday situations requiring the production, application or comprehensive and responsible appropriation of the scientific knowledge acquired.

**Keywords:** problem-based learning; competence; scientific competences; teaching/learning biology

## Resumo

O propósito deste artigo de pesquisa é determinar a influência da metodologia da aprendizagem baseada em problemas (APB) no nível de desenvolvimento das competências científicas em Biologia em estudantes de noveno ano. Organizaram-se três planos de aula de biologia fundamentados no ABP sete passos de Maastricht, compostos por três dimensões: uso competitivo do conhecimento científico, explicação de fenômenos e indagação. O estudo é de abordagem qualitativa e de tipo quase-experimental com uma estratégia longitudinal de medidas repetidas com um grupo experimental conformado por 60 estudantes. Os resultados obtidos ao longo de processo da pesquisa possibilitaram estabelecer que a implementação do ABP permitiu melhorar significativamente as competências científicas nos estudantes, além de permitir a apropriação das teorias, conteúdos e conhecimentos com os que o estudante pode afrontar de melhor forma situações cotidianas e não cotidianas nas que precisa produzir, apropriar ou aplicar compreensiva e responsabilmente os conhecimentos científicos adquiridos.

**Palavras-chave:** aprendizagem baseada em problemas; competência; competências científicas; ensino/aprendizagem da Biologia

## Introducción

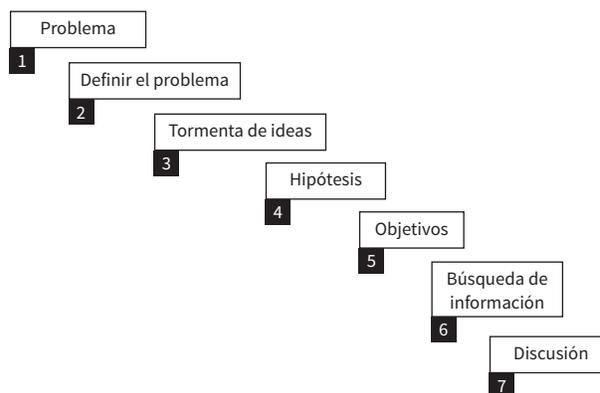
Hoy en día, lograr el desarrollo de competencias científicas en los estudiantes es un reto para el maestro; se requiere de metodologías activas que favorezcan su desarrollo. En este afán, organismos como la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (Unesco) realizan programas que propician las relaciones científicas, educacionales y culturales entre los pueblos del mundo, en conjunto con el Consejo Internacional para la Ciencia (ICSU) y la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE) informan que las sociedades desarrolladas alfabetizan científicamente a sus habitantes. En Colombia, el Ministerio de Educación Nacional (MEN) también realiza diversas estrategias con el fin de desarrollar competencias necesarias en el contexto globalizado, entre estas, las científicas, que son agrupadas en tres grandes dimensiones: uso comprensivo del conocimiento científico, explicación de fenómenos e indagación; sin embargo, los resultados de las evaluaciones como las ICFES, PISA y el ISCE evidencian lo contrario, Colombia está muy por debajo de los estándares internacionales. En iguales condiciones se encuentra el Colegio Diocesano Juan Pablo II de la ciudad de Montería (Córdoba) en cuanto al poco desarrollo de las competencias científicas en biología de los estudiantes; es evidente en los resultados de las evaluaciones internas y externas, en la forma de proceder, en el trato de la información, entre otros aspectos.

El estudio que se presenta a continuación se enmarca en el campo de educación básica, en el área de ciencias naturales y educación ambiental en su componente biológico, con el propósito de desarrollar competencias científicas en estudiantes de noveno grado con la metodología del aprendizaje basado en problemas (ABP). Estas competencias se definen como “el conjunto de saberes, capacidades y disposiciones que hacen posible interactuar de manera significativa en situaciones en las cuales se requiere producir, apropiar o aplicar comprensiva y responsablemente los conocimientos científicos” (Hernández, 2005, p. 21) y, según el Ministerio de Educación de Colombia (MEN), favorecer el desarrollo del pensamiento científico que permita formar personas responsables de sus actuaciones, críticas y reflexivas, capaces de valorar las ciencias, a partir del desarrollo de un pensamiento holístico en interacción con un contexto complejo y cambiante.

En cuanto al ABP la investigación tuvo como referente para la aplicación de la metodología varios antecedentes (Ocampo, 2016; Ortega, 2016; Lorduy, 2014; Fernández y Duarte, 2013; Pantoja y Covarrubias, 2013) los cuales concuerdan en describir al ABP como una metodología didáctica, que se basa en las pedagogías activas y más

en la de enseñanza/aprendizaje por descubrimiento para un aprendizaje significativo, lo contrario a la metodología expositiva o magistral que se acostumbra en la mayoría de instituciones educativas, de igual forma coinciden en aplicar la variante del ABP tradicional en siete pasos para el desarrollo de competencias, de la misma manera, se sustenta el estudio en libro *La metodología del aprendizaje basado en problemas*, de la Universidad de Murcia (Vizcarro et al., 2008), estos referentes hicieron posible la implementación del tratamiento del presente estudio.

La asignatura de biología se fomenta en la institución educativa objeto de estudio, cuatro horas a la semana en cuatro periodos durante el año lectivo. En el primero, el grupo experimental estuvo bajo la metodología convencional, luego se le realizó una evaluación pretest con el objetivo de identificar el desarrollo efectivo de las competencias científicas en biología inicial del grupo; posteriormente se adelantaron las clases de biología en el grado noveno aplicando la metodología ABP durante el segundo, tercer y cuarto periodo siguiendo los siete pasos de Maastricht como se aprecia en la figura 1. Para la elaboración de los planes de clase en las unidades de estudio: “La genética y actores hereditarios”, periodo 2; “El origen y la evolución de los seres vivos”, periodo 3, y “La biogeografía”, en el periodo 4, se tuvieron en cuenta los estándares básicos de competencias en ciencias naturales componente vivo (MEN, 2004, p. 82), derechos básicos de aprendizajes (Colombia Aprende, 2015).



**Figura 1.** ABP 7 pasos de Maastricht  
**Fuente:** elaboración propia a partir de Vizcarro et al. (2008).

En síntesis, se desarrolló el siguiente cronograma:

1. Conformación grupos de trabajo, lectura de instrucciones, reparto de guía, seis subproblemas que parten de un escenario *problémico* inicial (video documental), observación del video, asignación de roles y lluvia de ideas, mapa conceptual

- o diagrama, hipótesis y objetivos (primera sesión de 2 horas).
2. Trabajo individual, búsqueda de información (libros, portátil, celular, otros), entrevistas con el docente, revisión del portafolio (segunda sesión de 2 horas).
  3. Los estudiantes se comparten información, se reúnen los grupos nuevamente, discusiones, el docente flotante, se redacta el informe de la resolución del problema, se organiza la presentación para la exposición (tercera sesión de 2 horas).
  4. Exposiciones de los resultados, autoevaluación y coevaluación, el docente toma nota de las presentaciones en el formato de observación grupal, revisión del portafolio e informe (cuarta sesión de 2 horas).

En una sesión distinta se realizó la evaluación que para este primer momento es el postest 1, que permitió medir los avances en cuanto a desarrollo de competencias científicas en biología. Así sucesivamente se realizaron en todos los periodos restantes con la variación de cambios de integrantes de grupo. También hay que resaltar que en cada periodo los grupos sugirieron una práctica de laboratorio a fin de comprobar las teorías, esta fue diseñada por los alumnos, no fue suministrada por el docente.

De esto trata el presente estudio, de hacer importantes aportes al proceso de enseñanza/aprendizaje probando nuevas metodologías de enseñanza. *Enseñar es crear una situación de aprendizaje*, una situación interesante, memorable, donde la principal fuerza que permite aprender es la implicación que se genera en los estudiantes, implicarlos es el mayor logro hoy de una situación de aprendizaje, la tarea del maestro consiste en pensar, repensar y actuar creativamente, innovando en su práctica para lograr cambios significativos; transformarse y transformarse a sí mismo (Chacón, 2005). En el caso de esta investigación, se presenta al ABP como una metodología, es decir, como una forma de trabajo que al ser usada por el docente en su asignatura logró implicar al alumno en el proceso, hecho que se evidenció en el aumento del nivel de desarrollo de competencias científicas en biología de forma significativa.

## Marco teórico

El aprendizaje basado en problemas (ABP) es nuevo en algunos aspectos; se fortalece con ideas que han sido nutridas por diferentes investigadores (Ausubel, 1983; Bruner, 1961; Dewey, 1933; Novak y Hanesian, 1978; Piaget, 1981; Vigotsky, 1988). A través de la historia el ABP, como se conoce hoy, se originó en las décadas de 1950 y 1960; surgió de la insatisfacción con las prácticas de la

educación médica común en Canadá; hoy en día el ABP se desarrolla y se implementan en una amplia gama de escenarios educativos desde la formación básica hasta la educación técnica y superior.

Adicionalmente, la revisión y análisis detalla una serie de investigaciones que permiten plantear al ABP como una metodología de trabajo eficaz desde diversas disciplinas y áreas, entre las cuales se resaltan las del campo de las Ciencias Naturales, que ofrecen metodologías adecuadas y que se ajustan al trabajo de investigación y lo alimentan teóricamente. El presente estudio propone el desarrollo de competencias científicas en biología a través de la metodología ABP, entendiendo competencias científicas como Barrel (1999) “es un proceso de indagación que parte de situaciones problema y formulación de preguntas, donde los estudiantes exploran sobre situaciones cotidianas pertinentes para investigar y dar solución de acuerdo al contexto sociocultural” (p. 21). El MEN las categoriza en tres dimensiones, como se observa en la tabla 1.

**Tabla 1.** Competencias científicas que evalúa el MEN

Uso comprensivo del conocimiento científico (ucc)	Explicación de fenómenos (EF)	Indagación (IN)
Capacidad para comprender y usar conceptos, teorías y modelos en la solución de problemas, a partir del conocimiento adquirido.	Capacidad para construir explicaciones y comprender argumentos y modelos, que den razón de fenómenos.	Capacidad para plantear preguntas y procedimientos adecuados para buscar, seleccionar, organizar e interpretar información relevante para dar respuestas a esas preguntas.

Nota. Se identifican las tres competencias científicas que fueron medidas tras un tratamiento con la metodología ABP.

Fuente: elaboración propia, según lectura del MEN (2016).

Fundamentados en lo anterior es pertinente hacer un recorrido por diversas investigaciones que oscilan dentro de los últimos 10 años. A nivel internacional encontramos investigaciones que trabajaron este aspecto:

En primer lugar, es necesario referenciar el libro de la Universidad de Murcia, *La metodología del aprendizaje basado en problemas* (Vizcarro et al., 2008). En este se presentan los pasos de cómo implementar la metodología del ABP, además muestra distintas técnicas como la de Maastricht, al estilo de Hong Kong y 4x4 modelo de Alcalá. Indica cómo debe ser evaluado el ABP además da ejemplos de situaciones problemas. Este antecedente es importante para el presente estudio ya que funciona como la guía fundamental para organizar las clases con

la mencionada metodología además alimenta el marco teórico conceptual.

En esta misma línea ABP se encuentra la investigación de Pantoja y Covarrubias (2013), donde se aprecia que el (ABP) se constituye como una opción viable para contrarrestar los problemas que conlleva la enseñanza tradicional de la ciencia. Utilizó un diseño cuasiexperimental, con análisis estadísticos y cualitativos. Los resultados sugieren que el ABP es una opción pedagógica para el aprendizaje significativo de contenidos de la biología.

Es pertinente destacar investigaciones a nivel nacional en el cual se presenta un panorama muy variado en torno al tema de investigación y coinciden en señalar la relevancia que tiene la metodología ABP para desarrollar competencias científicas y el auge que ha generado en las instituciones educativas y facultades académicas.

Un aporte reciente es la investigación de maestría, realizada por Ocampo (2016), donde se establece como propósito determinar la efectividad relativa del ABP, comparado con el método convencional para desarrollar habilidades de resolución de problemas en el aprendizaje de las aplicaciones de la solución de triángulos en el grado 10° de la Institución Educativa El Progreso, bajo la metodología cuantitativa con un diseño cuasiexperimental con grupo experimental compuesto por 38 estudiantes del grado 10°-2 y grupo control con 37 estudiantes del grado 10°-1. Se empleó como técnica de recolección de la información un pretest y un postest basado en las pruebas saber de matemática que se aplicó después del tratamiento a ambos grupos; para el seguimiento y evaluación tuvieron en cuenta el portafolio que evidenciaba todas las construcciones de los estudiantes. La intervención se realizó en cuatro meses, con una intensidad horaria de cuatro horas semanales. El estudio concluye que el aprendizaje basado en problemas como estrategia didáctica en la enseñanza y aprendizaje de las matemáticas es más efectivo relativamente, comparado con el método convencional para desarrollar habilidades de resolución de problemas en el aprendizaje de las aplicaciones de la solución de triángulos en el grado 10°.

También se destaca el trabajo de maestría en la Universidad de Córdoba, Colombia, que tiene como título “Aprendizaje basado en problemas como estrategia para el desarrollo de la competencia económica y financiera desde la enseñanza del álgebra en grado octavo” (Ortega, 2016). El estudio tiene como propósito determinar la efectividad del ABP en el desarrollo de la competencia económica y financiera desde la enseñanza del álgebra en los estudiantes de los grados octavo de la Institución Educativa San José de Carrizal, del municipio de San Carlos.

La investigación está enmarcada en el enfoque cuantitativo, y es de tipo cuasiexperimental con dos grupos: experimental y control. A estos se les aplicó un pretest, y posterior a la intervención, un postest de control de equivalencia. El instrumento para medir competencias que utilizaron es un cuestionario de 20 preguntas basado en la evaluación ICES. Los resultados evidenciaron que el ABP fue significativamente mejor en cuanto a la adquisición de conocimientos, en comparación con la metodología convencional, este es un aspecto que muestra la incidencia de la formación educativa orientada hacia el análisis de las situaciones reales vivenciadas por los estudiantes en su día a día.

Otro aporte se obtuvo de Lorduy (2014), quien realizó una investigación con el título de “Diseño de una propuesta didáctica utilizando el ABP como estrategia de enseñanza de la circulación sanguínea en el ser humano, en estudiantes de grado sexto”. La propuesta se inscribe en un modelo de aprendizaje por descubrimiento guiado, a partir de los siguientes componentes: aprendizaje basado en problemas (ABP), trabajo cooperativo y trabajo mediado por las TIC. El objetivo principal de la investigación fue promover en los estudiantes responsabilidad de su propio aprendizaje y realizar procesos metacognitivos, utilizando como herramienta la metodología del ABP. El estudio concluye que el trabajo cooperativo en equipos de aprendizaje es de gran relevancia, porque implica que cada integrante del grupo realice su aporte en la solución del problema desde el rol asignado.

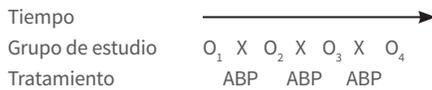
En esta misma línea se resalta el trabajo de título “El aprendizaje basado en problemas como estrategia para el desarrollo de competencias específicas en estudiantes de Ingeniería”, de Fernández y Duarte (2013), quienes muestran resultados que evidencian mejoras en las competencias, permite establecer que el ABP, puede ser utilizado como una herramienta para diagnosticar y corregir las debilidades en la formación de los estudiantes. Esta metodología favorece la posibilidad de interrelacionar distintas materias o disciplinas académicas para intentar solucionar un problema, ya que los alumnos necesitan recurrir a conocimientos adquiridos en diversas asignaturas. Esto permite la integración de conocimientos, desarrollando así la competencia del *saber hacer* en contexto. De igual forma, la metodología implementada fue cuantitativa de diseño cuasiexperimental.

Con estos antecedentes es clara la relevancia de la metodología ABP, pero esto no funciona solo, se requiere de la creatividad e innovación del docente para que los estudiantes lo acepten de manera significativa, además es necesario resaltar que los antecedentes datan de investigaciones en las áreas de matemáticas, física y química

encontrándose muy pocas en biología por lo que se considera importante el presente estudio.

## Metodología

Teniendo en cuenta que la variable dependiente del estudio es el desarrollo de competencias científicas y la independiente la metodología ABP, y que se plantearon las hipótesis: alterna o de investigación ( $H_1$ ): la metodología ABP influye en el desarrollo de competencias científicas en biología de manera significativa, en estudiantes de noveno grado y la hipótesis nula ( $H_0$ ): la metodología ABP no influye en el desarrollo de competencias científicas en biología. La intervención se planificó y se realizó mediante un estudio cuasiexperimental con una estrategia longitudinal de medidas repetidas (Arnau, 1990), con cuatro observaciones durante el año lectivo 2016 como se muestra en la figura 2. La evaluación inicial ( $O_1$ ) fue seguida de una intervención (X) a través de la metodología ABP después de un periodo se evalúa por segunda vez ( $O_2$ ) y se sigue con el mismo tratamiento (X) y así sucesivamente en periodos iguales hasta completar las cuatro mediciones. Este diseño ofrece la ventaja de que estos patrones aportan estimaciones de la tasa de cambio en función del tiempo, edad o condición, libres de la confusión de los efectos de cohortes u otros factores que varían intrasujeto (Arnau-Gras, 2007).



**Figura 2.** Diseño experimental

En la figura se aprecia el diseño cuasiexperimental con estrategia longitudinal de medidas repetidas de un solo grupo y múltiples observaciones donde la línea para adelante indica el tiempo, la O indica la observación al grupo de estudio y la X es el tratamiento con la metodología ABP.

Fuente: Arnau-Gras (2007).

## Población y muestra

La población de estudio estuvo constituida por 860 estudiantes del colegio del cual se obtuvo una muestra de un grupo ya constituido, quienes eran del grado noveno de básica secundaria, compuesto por 60 estudiantes (30 mujeres y 30 hombres). Se empleó un muestreo de tipo no probabilístico no aleatorio porque se trabajó con una muestra determinada o intencional, como corresponde a un estudio cuasiexperimental.

## Técnicas e instrumentos

Cada técnica está acompañada de su instrumento de medición, para este estudio se utilizó la observación y como instrumento se elaboró una lista de chequeo; también como técnica de evaluación y seguimiento se utilizó el portafolio de evidencias de avances, para las mediciones en cada observación se utilizó la técnica del examen escrito con un instrumento de test de cuestionario (Bernal, 2006).

Después de definir estrictamente la variable dependiente en factores medibles, se diseñaron los instrumentos del test 1, test 2, test 3, test 4, cada uno con 20 preguntas basadas en problemas para evaluar las competencias científicas en biología, utilizados por el ICES en las Pruebas Saber de 9° que evalúa tres dimensiones: uso comprensivo del conocimiento científico, explicación de fenómenos e indagación, con un porcentaje de ítems del 30 %, 30 % y 40 % respectivamente, quedando para el presente cuestionario 6 ítems de uso comprensivo del conocimiento científico, 6 ítems de explicación de fenómenos y 8 ítems de indagación.

Para la validez este fue revisado por cuatro expertos en ciencias naturales, los cuales coincidieron en avalar los test. Para la confiabilidad del instrumento se realizó un pilotaje aplicando el procedimiento de confiabilidad de replicación de la prueba, donde se aplica dos veces a un grupo el mismo cuestionario dejando pasar por lo menos 8 días después de la primera aplicación. La prueba piloto le fue aplicada al grado octavo de básica secundaria y luego se realizó la correlación de Pearson. La correlación es alta y positiva. Por tanto, destacamos la validez y confiabilidad de este cuestionario en el que encontramos una correlación muy alta ( $r = 0,838$ ;  $p < 0,01$ ) bilateral en cuanto se acerca considerablemente a 1 y se aleja de 0.

## Métodos de análisis de datos

Para decidir los métodos estadísticos es necesario verificar que los datos provienen de una distribución normal o no, esto se hizo con la prueba de Kolmogorov-Smirnov (K-S) dando como resultado que los datos provienen de una distribución normal y que, por tanto se aplican pruebas paramétricas que, para este caso, fueron los modelos de análisis de varianza (Anova) con medidas repetidas (MR) del *software SPSS Statistics* en su versión 23, como también para la realización de gráficas el programa *Excel*.

## Resultados

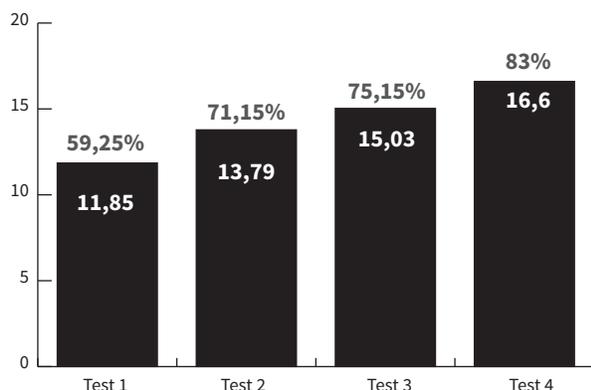
**Tabla 2.** Medias del resultado de los test (1, 2, 3 y 4)

Estadísticos descriptivos			
	Media	Desviación estándar	N
TEST1	11,85	3,607	60
TEST2	13,78	3,157	60
TEST3	15,03	2,400	60
TEST4	16,60	1,897	60

Nota. En la tabla se observa la media de los ítems marcados correctamente, de igual forma la desviación estándar para cada uno de los cuestionarios de medición, por último indica el número total de sujetos que participaron en la medición.

Fuente: elaboración propia.

De acuerdo con estos resultados en primera instancia se puede afirmar que existen diferencias entre cada medición, observándose un aumento progresivo desde la primera medición hasta la última.



**Figura 3.** Porcentaje global de las medias del resultado de los test

Fuente: elaboración propia.

En la figura 3 se detecta, por ejemplo, un aumento entre el porcentaje de ítems respondidos correctamente del primer test (59,25 %) al segundo test (71,15 %), lo que indica que al aplicar el tratamiento con la metodología ABP los estudiantes mejoraron el nivel, en competencias científicas en un 11,9 %; también, se observa cierto equilibrio entre el test 2 y 3, y por último hay un aumento en los promedios de respuestas correctas en el cuarto test. Es decir, en total los estudiantes tuvieron un aumento del 23,75 % en cuanto al primer test.

Al observar estos resultados variados entre los test es importante establecer si son estadísticamente diferentes entre ellos, por lo que se recurre a un análisis de las medidas intragrupo por parejas que se puede observar en la tabla 3.

Criterios o hipótesis a probar:

- $p$ -valor (Sig.) >  $\alpha$  alfa (0,05) Aceptar  $H_0$  = La metodología ABP NO influye en el desarrollo de competencias científicas en biología.
- $p$ -valor (Sig.) <  $\alpha$  alfa (0,05) Aceptar  $H_1$  = La metodología ABP influye de forma significativa en el desarrollo de competencias científicas en biología, en estudiantes de noveno grado.

Se observa que en todos los casos el nivel Sig. es menor a 0,05 por lo que se acepta la hipótesis alternativa o de investigación que dice: “La metodología ABP influye en el desarrollo de competencias científicas en biología, en estudiantes de noveno grado”.

**Tabla 3.** Comparaciones por parejas

Medida: Competencias						
(I) Factor1	(J) Factor1	Diferencia de medias (I-J)	Error estándar	Sig. <sup>b</sup>	95 % de intervalo de confianza para diferencia <sup>b</sup>	
					Límite inferior	Límite superior
1	2	-1,933 <sup>*</sup>	,491	,001	-3,274	-,593
	3	-3,183 <sup>*</sup>	,484	,000	-4,504	-1,862
	4	-4,750 <sup>*</sup>	,469	,000	-6,031	-3,469
2	1	-1,933 <sup>*</sup>	,491	,001	,593	3,274
	3	-1,250 <sup>*</sup>	,446	,041	-2,469	-,031
	4	-2,817 <sup>*</sup>	,439	,000	-4,016	-1,617
3	1	3,183 <sup>*</sup>	,484	,000	1,862	4,504
	2	-1,250 <sup>*</sup>	,446	,041	,031	2,469
	4	-1,567 <sup>*</sup>	,286	,000	-2,346	-,787
4	1	4,750 <sup>*</sup>	,469	,000	3,469	6,031
	2	2,817 <sup>*</sup>	,439	,000	1,617	4,016
	3	1,567 <sup>*</sup>	,286	,000	,787	2,346

Nota: La diferencia de medias es significativa en el nivel 0,05. Ajuste para varias comparaciones: Bonferroni.

Fuente: software SPSS.

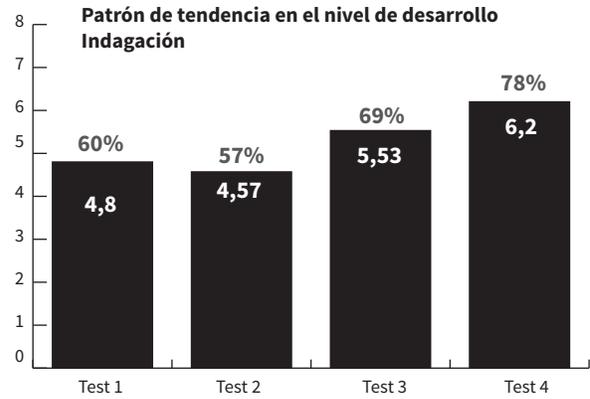
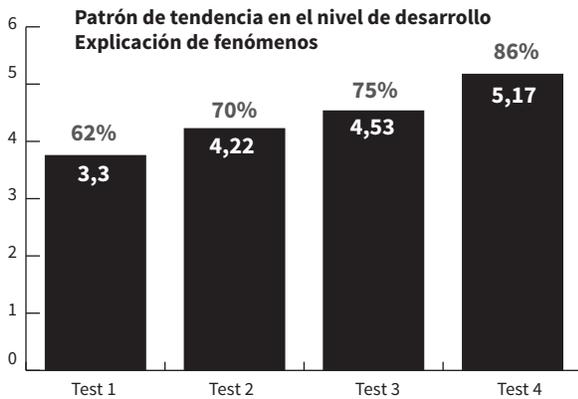
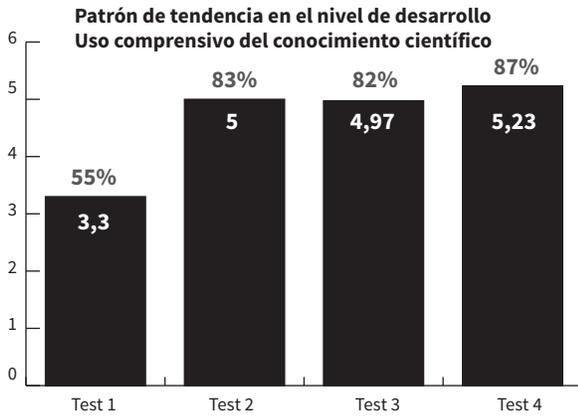
Lo anterior muestra los resultados generales de los cuatro test aplicados, pero es necesario analizar sus dimensiones: uso comprensivo del conocimiento científico, explicación de fenómenos e indagación por separado como se muestra en la tabla 4.

**Tabla 4.** Medida: uso comprensivo del conocimiento científico (UCC), explicación de fenómenos (EF), indagación (IN)

Competencias C.	Test 1	Test 2	Test 3	Test 4
UCC	3,3	5,0	4,97	5,23
EF	3,75	4,22	4,53	5,17
N	4,8	4,57	5,53	6,2

Nota. UCC: uso comprensivo del conocimiento científico; EF: explicación de fenómenos; IN: indagación.

Fuente: elaboración propia.



**Figura 4.** Gráficas de las medidas en los test (1, 2, 3 y 4): uso comprensivo del conocimiento científico, explicación de fenómenos, indagación

Fuente: elaboración propia.

Es evidente en la tabla y en las gráficas que, en el caso de la dimensión “uso comprensivo del conocimiento científico” los resultados aumentan del test 1 al test 2 de forma notable en un 28 %, pero en el test 3 hay una pequeña disminución del 1 % y luego aumenta en los resultados del test 4 en un 5 % indicando entonces un aumento total del 33 % aproximadamente del desarrollo de esta dimensión. En la siguiente dimensión, “explicación de fenómenos”, ocurrió algo similar, solo que hay una cierta estabilidad entre los resultados del test 2 y 3 y luego aumenta en los resultados del test 4 en un 24 % frente al diagnóstico. En estos dos casos es notorio que los estudiantes al estar sometidos a un tratamiento ABP aumentan el desarrollo de sus competencias científicas, pero al seguir con el mismo método y la misma técnica estos presentan unos resultados entre el test 2 y 3 muy parecidos debido seguramente a la rutina, al seguir con el mismo método pero con una técnica distinta en el test 4 aumentan su nivel en cuanto al desarrollo de competencias científicas en biología. Caso distinto en la dimensión de la indagación donde se miden desarrollos de competencias más complejas y dirigidas al componente analítico deductivo, experimental donde los estudiantes presentan un resultado inferior al que ya tenían en el test 1 diagnóstico 60 %, lo cual se acepta, ya que se necesita de la apropiación de ciertas habilidades para lograr un desarrollo eficaz lo que se ve reflejado en los test 3 y 4, donde su nivel de desarrollo de competencias científicas en Biología aumentó notoriamente en un 18 % frente al diagnóstico.

## Discusiones

El proceso de enseñanza/aprendizaje en el ABP requiere de una planeación en conjunto con sus actores principales; al respecto, Smith (1983, citado por Medina et al., 2009) indica que “el profesor interactúa con el alumno en y a través del contenido” (p. 179), por tanto la enseñanza es un proceso que se da en conjunto mediante la interacción del docente, alumnos, el objeto de conocimiento y el entorno educativo con el fin de transmitir conocimientos, habilidades o competencias apoyados en distintos métodos. En el presente estudio, esta labor de planeación requirió de la participación de los implicados en el proceso de enseñanza/aprendizaje (currículo de la institución, directivos, docentes, estudiantes, padres de familia) y además para la construcción de problemas se tuvo en cuenta el contexto sociocultural de la escuela, lo que permitió mejorar significativamente el desarrollo de competencias científicas en biología en el grupo de básica secundaria intervenido, como lo demuestran los resultados.

El anterior punto justifica lo valioso de los resultados de esta investigación, logrando un cambio en los paradigmas actuales del docente a otro que contempló la creación de experiencias por medio de la intervención educativa. El desarrollo de competencias científicas no es fácil, por lo que el docente debe planear y establecer metodologías facilitadoras que conlleven a una formación integral, como se realizó en la investigación que se presenta, donde el docente de ciencias naturales se apoya en estrategias didácticas alternativas, lo que resultó ser innovador, propiciando el aprendizaje significativo y cooperativo permitiendo la participación activa del estudiante en la construcción y apropiación del conocimiento, su efectividad fue en la formación de sujetos integrales con el desarrollo de habilidades y competencias procedimentales y actitudinales, en concordancia con otras investigaciones recientes ABP como las de Ocampo (2016), Ortega (2016), Lorduy (2014) que coinciden en que el ABP tiene beneficio en la estimulación de un conjunto de habilidades cognitivas complejas fundamentales para convertir a los estudiantes en estudiantes capaces de aprender de manera autónoma y profunda; dichas habilidades son: pensamiento crítico, trabajo en equipo, empatía por la investigación. Aquí, el alumno desempeña un papel activo en su aprendizaje, mientras que el docente es un mediador que guía al estudiante para solucionar un problema.

Lo anterior refleja una solución viable a las necesidades socioeducativas del contexto ya sea local, regional o nacional teniendo en cuenta que la metodología ABP requirió en los estudiantes intervenidos de noveno grado, del Colegio Diocesano Juan Pablo II, de una construcción cooperativa, grupal y de inclusión. Al respecto Murillo et

al. (2012) reconoce que el desarrollo de las competencias científicas son un conjunto integrado de capacidades en relación con el conocimiento científico y se desarrollan mejor con la resolución de problemas del contexto escolar, todo este proceso asociado para cambios, sociales, culturales y ambientales.

## Conclusiones

Los resultados obtenidos en la investigación han permitido confirmar la hipótesis planteada, “ $H_1$  = La metodología ABP influye de forma significativa en el desarrollo de competencias científicas en biología, en estudiantes de noveno grado”, y extraer algunas conclusiones respecto a la incidencia de la aplicación de la intervención ABP, teniendo en cuenta el desarrollo de competencias científicas en biología, como son:

El diagnóstico inicial del nivel de desarrollo de competencias científicas que se le realizó al grupo del presente estudio por medio de un pretest o evaluación uno, evidencian el punto de partida, el grupo se encuentra en niveles bajos. Por estos motivos, existe la necesidad de buscar estrategias que aumenten el nivel de desarrollo de competencias científicas en biología, según los antecedentes consultados (Ortega, 2016; Ocampo, 2016; Lorduy, 2014; Pantoja, 2013; Flavio y Duarte, 2013) demuestran que metodologías activas como el ABP influyen en el desarrollo de competencias, al tener en cuenta los mencionados antecedentes se elige este enfoque para abordar la problemática planteada. Esta investigación está en concordancia con las comunidades nacionales y mundiales interesadas en la comprensión de las ciencias y en la proyección de una cultura científica (Tsai, 2015), de tal forma que impacten en el contexto educativo y transformen la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias. Estas consideraciones también son apoyadas por las políticas de alta calidad y programas del Ministerio de Educación de Colombia indicando que se requiere de una nueva generación en formación científica, esto es un desafío interesante para las diferentes instituciones educativas.

Siguiendo los procedimientos de la metodología ABP que sugieren los antecedentes y el libro de Vizcarro et al. (2008), se organizaron y adaptaron las clases de biología, las cuales se fomentaron desde el segundo hasta el cuarto periodo del año escolar 2016, en el grado noveno, con el fin de mejorar los procesos y aumentar el nivel de desarrollo de las competencias científicas en biología. Es necesario recalcar que:

[...] la competencia implica un conjunto de conocimientos, habilidades y actitudes que determinan la realización de una acción en un contexto determinado;

en dicho contexto el sujeto además debe mostrar un desempeño que se considera adecuado en la acción que realiza. (ICFES, 2017a).

Los resultados posintervención demuestran que los efectos en el grupo es la evolución en el nivel de desarrollo de competencias científicas en biología, donde alcanza mejores puntuaciones periodo tras periodo de intervención, siendo estadísticamente diferentes una de otra. En todos los casos, el valor  $p$  es menor al valor  $\alpha 0,05$ . A la luz de estos resultados, es evidente el cambio en la metodología del docente, en todos sus aspectos, desde las estrategias didácticas hasta la forma de evaluar, lo que requirió una transformación en los niveles de pensamiento del maestro. Según Carrascal (2010), “trabajar para la comprensión para la formación y el desarrollo de competencias exige a los docentes transformar sus niveles de pensamiento sobre la enseñanza y el aprendizaje” (p. 344). El estudio ha demostrado que gracias a este cambio metodológico donde se deja de lado la rutina y la repetición, se obtienen resultados altamente positivos. Para Flórez (1994), el alumno “logra modificar su estructura mental y alcanzar un mayor nivel de diversidad, de complejidad y de integración” (p. 271); además, obtiene aprendizajes significativos apreciables en el desarrollo de competencias científicas y también un conjunto de destrezas que son transversales a otras áreas del conocimiento.

Es de resaltar que dentro este aumento significativo de la competencia científica en biología, las dimensiones con mejor desempeño fueron: uso comprensivo del conocimiento científico, con un desarrollo del 33% frente al diagnóstico, y la explicación de fenómenos con un desarrollo del 24% frente al diagnóstico; en cuanto a la indagación, esta ocupa el último lugar al presentar un desarrollo del 18% frente al diagnóstico, ya que este proceso en ciencias naturales implica, entre otras, observar detenidamente la situación, buscar relaciones de causa/efecto, hacer predicciones, plantear experimentos, identificar variables, realizar mediciones, además de organizar y analizar resultados, en síntesis, más prácticas de laboratorio las cuales se vieron afectadas por no contar con espacios, instrumentos y herramientas necesarias, sin embargo se realizaron periódicamente con los recursos disponibles.

Por último, de acuerdo con los resultados obtenidos en las distintas pruebas después de la aplicación del tratamiento, es posible plantear que la metodología ABP fue mejor en cuanto a la adquisición de conocimientos en biología; los estudiantes lograron comprender la función de los seres vivos, su estructuras y procesos, la reproducción y los mecanismos hereditarios de las especies; de igual forma reconocieron que el ser humano no es ajeno a esto, forma parte de la naturaleza, se ajusta a su entorno

y a su vez es un agente de cambio a nivel personal, social y ambiental. Este aspecto evidencia la influencia de la formación educativa orientada hacia el análisis de las situaciones problema reales vivenciadas por los estudiantes en su día a día.

## Referencias

- Arнау Gras, J. (1990). *Psicología experimental: un enfoque metodológico*. Bogotá: Trillas.
- Arнау Gras, J. (2007). Estudios longitudinales de medidas repetidas. Modelos de diseño y de análisis. *Avances en Medición*, 5, 9-26.
- Ausubel, D. (1983). Teoría del aprendizaje significativo. *Fascículos de CEIF*, 1, 1-10. Recuperado de [http://files.gersain.webnode.es/200000026-7721a781a1/Aprendizaje\\_significativo.pdf](http://files.gersain.webnode.es/200000026-7721a781a1/Aprendizaje_significativo.pdf).
- Barrel, J. (1999). *Aprendizaje basado en problemas, un enfoque investigativo*. Buenos Aires: Manantial. Recuperado de <https://es.scribd.com/doc/181897141/82372995-El-Aprendizaje-Basado-en-Problemas-John-Barell>
- Bernal, C.A. (2006). *Metodología de la investigación: para administración, economía, humanidades y ciencias sociales*. México: Pearson Educación.
- Bruner, J. (1961). Aprendizaje por descubrimiento. The act of discovery. *Harvard Educational Review*, 31(11), 21-32.
- Carrascal T., S.N. (2010). *Integración de tareas “SOLO” para el desarrollo de competencias básicas en primer semestre de educación superior*. Granada: Universidad de Granada. Recuperado de: <https://hera.ugr.es/tesisugr/18839125.pdf>.
- Chacón, Y. (2005). Cómo diseñar situaciones de aprendizaje para la construcción y la evaluación de textos expositivos en el aula. *Educere*, 9(31), 563-568.
- Colombia Aprende (2015). Derechos básicos de aprendizajes de ciencias naturales componente vivo. Recuperado de [http://aprende.colombiaaprende.edu.co/sites/default/files/naspublic/DBA\\_C.Naturales.pdf](http://aprende.colombiaaprende.edu.co/sites/default/files/naspublic/DBA_C.Naturales.pdf)
- Dewey, J. (1933). *How we think: A restatement of the reflective thinking to the educative process*. Boston: Heath.
- Fernández, F.H. y Duarte, J.E. (2013). El aprendizaje basado en problemas como estrategia para el desarrollo de competencias específicas en estudiantes de Ingeniería. *Formación Universitaria*, 6(5),

- 29-38. Recuperado de <http://www.scielo.cl/pdf/formuniv/v6n5/art05.pdf>
- Flórez Ochoa, R. (1994). *Modelos pedagógicos y enseñanza de las ciencias. Hacia una pedagogía del conocimiento*. Bogotá: McGraw-Hill.
- Hernandez, C. (2005). *¿Qué son las “competencias científicas”?* Trabajo presentado en el Foro Educativo Nacional. Bogotá.
- Instituto Colombiano para la Evaluación de la Educación (ICFES) (2017a). *Guía de orientación saber 3°, 5° y 9°*. Recuperado de <http://www.icfes.gov.co/estudiantes-y-padres/pruebas-saber-3-5-y-9-estudiantes>.
- Instituto Colombiano para la Evaluación de la Educación (ICFES) (2017b). *Icfesinteractivo*. Recuperado de <http://www.icfesinteractivo.gov.co/home.htm>
- Lorduy, O.M. (2014). *Diseño de una propuesta didáctica utilizando el ABP como estrategia de enseñanza de la circulación sanguínea en el ser humano, en estudiantes de grado sexto*. Documento de trabajo. Medellín: Universidad Nacional de Colombia. Recuperado de <http://www.bdigital.unal.edu.co/47902/>.
- Medina, R. y Salvador, M., (2009). *Didáctica General*. Madrid: Pearson Educación.
- Ministerio de Educación Nacional (MEN) (2004). *Estándares básicos de competencias en ciencias naturales*. Bogotá. Recuperado de [https://www.mineducacion.gov.co/cvn/1665/articles-81033\\_archivo\\_pdf.pdf](https://www.mineducacion.gov.co/cvn/1665/articles-81033_archivo_pdf.pdf)
- Ministerio de Educación Nacional (MEN) (2016). *Ciencias*. Recuperado de <https://www.mineducacion.gov.co/proyectos/1737/article-194702.html>
- Murillo, M., Gómez, A. y Mejía, G. (2012). *El desarrollo de competencias científicas: una propuesta que integra el museo de la Universidad de Antioquia, como recurso didáctico, en la metodología del aprendizaje basado en problemas*. Medellín: Universidad de Antioquia. Recuperado de <http://ayura.udea.edu.co:8080/jspui/bitstream/123456789/242/1/JE0192.pdf>
- Novak, J. y Hanesian, H. (1978). *Educational psychology: A cognitive view*. Nueva York: Holt, Rinehart and Winston.
- Ocampo G., I.C. (2016). *Aprendizaje basado en problemas, ABP: una propuesta para transformar la enseñanza-aprendizaje de las aplicaciones de la trigonometría en la solución de triángulos en el grado 10°*. Medellín: Universidad de Medellín. Recuperado de <http://repository.udem.edu.co/handle/11407/2250>.
- Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE) (2015). *Estudios económicos de la OCDE: Colombia 2013*. OECD Publishing.
- Ortega, A. (2016). *Aprendizaje basado en problemas como estrategia para el desarrollo de la competencia económica y financiera desde la enseñanza del álgebra en grado octavo*. III Simposio Internacional y IV Coloquio Regional de Investigación Educativa y Pedagógica. Montería, Colombia: Universidad de Córdoba.
- Pantoja, J.C. y Covarrubias, P. (2013). La enseñanza de la biología en el bachillerato a partir del aprendizaje basado en problemas (ABP). *Perfiles Educativos*, 35(139), 93-109. Recuperado de [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S0185-26982013000100007&script=sci\\_arttext&lng=pt](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S0185-26982013000100007&script=sci_arttext&lng=pt).
- Piaget, J. (1981). La teoría de Piaget. *Infancia y Aprendizaje*, 4(sup2), 13-54.
- Smith, B.C. (1983): «A conceptual analysis of instructional behaviour»: *The Journal of Teacher Education*, 14, 294-298.
- Tsai, C.Y. (2015). Improving students' PISA scientific competencies through online argumentation. *International Journal of Science Education*, 37(2), 321-339. DOI: 10.1080/09500693.2014.987712.
- UNESCO (1999) (s.f.). *Declaración sobre la Ciencia y el uso del saber científico*. Recuperado de [http://www.unesco.org/science/wcs/esp/declaracion\\_s.htm](http://www.unesco.org/science/wcs/esp/declaracion_s.htm)
- Vizcarro, C., y Juárez, E.. (2008). *La metodología del aprendizaje basado en problemas*. Madrid: Universidad de Murcia.
- Vygotsky, L. (1988). *El desarrollo de los procesos psicológicos superiores*. México: Grijalbo.