

# APRENDIZAJE BASADO EN PROBLEMAS, UN ENFOQUE DIFERENTE EN LA PRAXIS DE LAS CLASES DE CIENCIAS NATURALES/BIOLOGÍA EN LA BÁSICA SECUNDARIA PARA EL DESARROLLO DE COMPETENCIA CIENTÍFICA

*PROBLEM-BASED LEARNING, A DIFFERENT APPROACH FOR THE DEVELOPMENT OF SCIENTIFIC COMPETENCE IN LOWER SECONDARY CLASSES PRAXIS: NATURAL SCIENCE / BIOLOGY*

Por: Alvaro Antonio Campo Fuentes<sup>1</sup>  
Anet María Aguado Ochoa<sup>2</sup>

Recibido: 20 de agosto de 2018 – Aprobado: 23 de abril de 2019

## RESUMEN

El propósito del presente artículo fue determinar la influencia del enfoque aprendizaje basado en problemas (ABP) en el desarrollo de la competencia científica de los estudiantes de noveno grado en el **área de las ciencias naturales/biología**. Se organizaron tres guías con estrategias desde el ABP para el desarrollo de las competencias *uso comprensivo del conocimiento científico, explicación de fenómenos y la indagación*. El estudio está enmarcado dentro del diseño cuasiexperimental de series cronológicas con cuatro evaluaciones (una pre y tres post) con dos grupos intactos (experimental y control), cada uno conformado por 30 estudiantes. Se realizaron análisis de varianzas intra e intergrupo. Los resultados obtenidos a lo largo del proceso de la investigación pudieron establecer que la implementación del enfoque ABP permitió **mejorar sustancialmente la competencia científica** en los estudiantes del grupo experimental en comparación con los resultados del grupo control, además de permitir la apropiación de teorías, contenidos y saberes con los que el estudiante afronta de mejor manera situaciones cotidianas y no cotidianas en las cuales requiere indagar, explicar y aplicar comprensiva y responsablemente los conocimientos adquiridos.

**Palabras clave:** Aprendizaje basado en problemas, competencia científica, uso comprensivo

<sup>1</sup> Licenciado en Ciencias naturales y educación ambiental Universidad de Córdoba, maestrando en educación IX cohorte SUE CARIBE, (e-mail: [alcamfu@gmail.com](mailto:alcamfu@gmail.com)).

<sup>2</sup> Licenciada en Ciencias naturales y educación ambiental Universidad de Córdoba, maestrando en educación IX cohorte SUE CARIBE, (e-mail: [alegy75@gmail.com](mailto:alegy75@gmail.com)).

del conocimiento científico, explicación de fenómenos, indagación, enseñanza/aprendizaje de la biología.

## ABSTRACT

The purpose of this article was to determine the influence of the problem-based learning approach in the development of the scientific competence of ninth grade students in the area of natural sciences / biology. Three guides were organized with strategies from the ABP approach for the development of the competences, the comprehensive use of scientific knowledge, the explanation of phenomena and the inquiry. The research follows the quasi-experimental design of chronological series with 4 evaluations (one pre and three post) with two intact groups (experimental and control), each conformed students. Intra and inter-group variances were analyzed. The results obtained throughout the research process could establish that the implementation of the ABP approach allowed to substantially improve the scientific competence in the students of the experimental group compared to the results of the control group. In addition, it also permitted the appropriation of theories, contents and knowledge with which the student faces in better way everyday situations and seldom ones in which he/she requires to investigate, explain and apply comprehensively and responsibly the acquired knowledge.

**Keywords:** Problem-based learning, scientific competence, comprehensive use of scientific knowledge, explanation of phenomena, inquiry, teaching & learning of biology.

## INTRODUCCIÓN

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 determinar la influencia del ABP en el desarrollo de competencia científica y sus clasificaciones: uso comprensivo del conocimiento científico, explicación de fenómenos e indagación de los estudiantes de noveno grado. Competencia, según Hernández (2005) es “*el conjunto de saberes, capacidades y disposiciones que hacen posible actuar e interactuar de manera significativa en situaciones en las cuales se requiere producir, apropiar o aplicar comprensiva y responsablemente los conocimientos científicos*” (p.21). En este mismo sentido, el Ministerio de Educación colombiano (2016) indica que, debe favorecer el desarrollo del pensamiento científico, que permitan formar personas responsables de sus actuaciones, críticas y reflexivas, capaces de valorar las ciencias, a partir del desarrollo de un pensamiento holístico en interacción en un contexto complejo y cambiante. Las anteriores consideraciones sustentan la importancia del desarrollo de las competencias científicas, pero en la actualidad no se ha logrado significativos avances, así lo demuestran las evaluaciones realizadas por la OCDE a través del programa PISA, (por sus siglas en inglés: Programme for International Student Assessment). Colombia en el 2012 mostró

resultados deficientes ya que ocupaba el último puesto de los países evaluados, para el año 2015 subió en cuanto a competencias científicas, ubicándose en el puesto 56 de 72 países participantes, sin embargo, “*el estudiante promedio aún tiene un puntaje PISA mucho más bajo que el promedio de los países OCDE*” (OCDE, 2017, p.27).

Aunque, el Ministerio de Educación colombiano desde el 2003 dentro del marco del Plan Nacional de Desarrollo (PND) viene trabajando en el mejoramiento de la calidad de la educación basados en competencias a partir de los estándares básicos y más adelante en el 2015 en los Derechos Básicos de Aprendizaje (DBA) buscando principalmente que los estudiantes desarrollen las habilidades científicas requeridas para explorar y explicar fenómenos y para resolver problemas necesarios para vivir en sociedad en el mundo actual, no se ha logrado, así lo demuestran las mencionadas evaluaciones internacionales, también ratificadas con los resultados de las evaluaciones nacionales que no son alentadores en relación a la competencia científica, las que el MEN sustenta su aplicación y evaluación a través de tres competencias: Uso comprensivo del conocimiento científico, Explicación de fenómenos e Indagación (MEN, 2016).

Igualmente, las competencias científicas han sido analizadas rigurosamente desde la enseñanza de las ciencias, autores como Collazos, (2009), Hernández, (2005) y otros, han realizado estudios donde concuerdan que llevar a la praxis educativa el desarrollo de competencias implica cambios metodológicos y evaluativos importantes basados en enfoques activos. Esta preocupación por el mejoramiento de la educación en términos de calidad en ciencias y el desarrollo de competencias científicas también ha sido parte del Colegio Diocesano Juan Pablo II de la ciudad de Montería contexto de la investigación, que por su carácter privado y el de establecerse entre las primeras instituciones educativas en la región, participa en procesos que involucran innovación pedagógica. Es así como en los años 2016 y 2017 desde el área de Ciencias Naturales por causas del declive presentado en pruebas externas y preocupantes resultados en las evaluaciones internas se generó un proyecto de mejoramiento y desarrollo de competencias científicas que contempló la implementación del enfoque aprendizaje basado en problemas (ABP) desde la asignatura de biología. El proceso investigativo se reporta en el presente artículo en cuatro apartes: el primero contiene un acercamiento teórico conceptual de las variables dependiente (competencia científica) e independiente (metodología ABP); en el segundo se describe la metodología la cual para responder a los objetivos propuestos se enmarca en el paradigma empírico analítico, con un diseño cuasiexperimental con dos grupos: experimental y control; seguido se encuentra el análisis e interpretación de resultados para ello se desarrolló el modelo estadístico lineal general ANOVA de medias repetidas mixta; termina con el aparte cuatro, donde se evidencia las reflexiones pertinentes a las conclusiones, después de la aplicación de la metodología ABP.

Como resultado principal se destaca que: el ABP influye positivamente en el desarrollo de competencia científica y sus clasificaciones, además, interviene en la motivación, la curiosidad, capacidad para crear y el desarrollo de un conjunto de habilidades tanto cognitivas como procedimentales y actitudinales principales para convertir a los estudiantes en actores capaces de aprender de manera profunda, autónoma y cooperativa. Se destaca el desarrollo de competencias para investigar y autodirigir el aprendizaje.

## 1. Acercamiento teórico conceptual de las variables en estudio

**a. Competencia científica.** Cuando una persona realiza por ejemplo una tarea está llevando a cabo una competencia, en educación se transformó la manera de organizar los planes de áreas cambiando los objetivos y propósitos por competencias o los conocidos estándares; de lo que algunos maestros piensan que todo es lo mismo, pero analizando el concepto de competencia al diseñar un plan curricular o de estudio se busca es que el estudiante aprenda no solo en el saber también en lo que va a hacer con ese conocimiento. Lo contrario, cuando se trabaja por objetivos se enfoca solo en el saber, cuando se educa por competencias se desarrollan habilidades, el estudiante cuando ya tiene el conocimiento sabe usarlo en situaciones o problemas cotidianos y en contextos diferenciados, hay acciones de pensamiento. Así mismo, la educación colombiana forma en competencias teniendo como referente los estándares básicos, los cuales se enfoca en tres competencias generales básicas: la interpretativa, la argumentativa y la propositiva, para el caso de ciencias naturales se enmarca en siete competencias específicas: Identificar, Indagar, Explicar, Comunicar, Trabajar en equipo, Disposición para reconocer la dimensión social del conocimiento y Disposición para aceptar la naturaleza cambiante del conocimiento. Además, las competencias que corresponden a los aspectos disciplinar y metodológico del trabajo científico que son evaluadas por el ICFES (2016) y que son las valoradas en el presente estudio, son: *Uso comprensivo del conocimiento científico, Explicación de fenómenos y la Indagación*, lo cual es relevante intervenir teniendo en cuenta que los estudiantes que presentan dificultades en estas competencias no están comprendiendo ni resolviendo problemas en ciencias, no comprenden las particularidades y los alcances del conocimiento científico. La mencionada competencia “*alude a la capacidad y la voluntad de utilizar el conjunto de los conocimientos y la metodología empleados para explicar la naturaleza, con el fin de plantear preguntas y extraer conclusiones basadas en pruebas*” (Collazos, 2009, p.29). En términos generales, se busca dar cuenta de la capacidad de los estudiantes en utilizar sus conocimientos básicos en ciencias naturales para la comprensión y resolución de problemas. Las competencias evaluadas se definen por el MEN (2016) de la siguiente manera, tabla 1:

**Tabla 1:** *Competencias científicas a evaluar en biología*

Uso comprensivo del conocimiento científico (UCC)	Explicación de fenómenos (EF)	Indagación (IN)
<i>Capacidad para comprender y usar conceptos, teorías y modelos en la solución de problemas, a partir del conocimiento adquirido. (MEN, 2016, pág. 50)</i>	<i>Capacidad para construir explicaciones y comprender argumentos y modelos, que den razón de fenómenos. (MEN, 2016, pág. 50).</i>	<i>Capacidad para plantear preguntas y procedimientos adecuados para buscar, seleccionar, organizar e interpretar información relevante para dar respuestas a esas preguntas. (MEN, 2016, pág.51).</i>

**Nota.** Se identifican las tres competencias científicas que van a ser medidas tras un tratamiento con el ABP.

**Fuente:** Campo y Aguado (2017) según lectura de (MEN, 2016).

**b. Algunos aspectos del método ABP.** El ABP es una metodología que se basa en la pedagogía activa y más en el proceso de enseñanza-aprendizaje por descubrimiento para lograr aprendizaje significativo, lo contrario a la estrategia expositiva o magistral que se acostumbra en la mayoría de instituciones educativas. Si bien es cierto, que en la enseñanza expositiva el docente es el gran protagonista del proceso, en la del aprendizaje basado en problemas es el estudiante quien se apropia del proceso; busca la información, analiza, selecciona, organiza, interpreta e intenta resolver con ella los problemas a que se enfrenta. En este caso el docente es un orientador, un expositor, pero de problemas o situaciones problemáticas, es un guía que indica fuentes de información, sugiere procedimientos adecuados con relación a la solución del problema, está presto a colaborar con las necesidades de los estudiantes (Vizcarro et al., 2008). El ABP, se originó en las décadas de los años 60 y 70, donde un conjunto de docentes médicos de la Universidad de Mc Master (Canadá), decidieron cambiar o más bien replantear la metodología de enseñanza de la medicina, 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.

**c. Variantes del ABP.** Como resultado de la acogida del ABP se ha dado una serie de diversidad o variantes del ABP, las cuales empiezan por la metodología tradicional en siete pasos de Maastricht, luego otras variantes desarrolladas para realizar el ABP con mayores números de alumnos: el *ABP al estilo de Hong Kong* y finalmente el procedimiento del *ABP 4x4*. La principal diferencia entre estas variantes es el número de alumnos y las etapas del proceso. La variante tradicional siete pasos de Maastricht es la elegida por la presente investigación, debido a las características de la muestra a la que se le va a implementar la metodología y el contexto educativo, teniendo en cuenta que el trabajo se realiza en pequeños grupos en el aula, en horario de clase y en presencia del tutor. La metodología tradicional del ABP es apropiada para clases con escaso número de alumnos (Vizcarro et al., 2008), los cuales resuelven problemas en los siguientes siete pasos: 1-Identificación de hechos, 2- Definición del problema, 3- Justificación - Conceptos previos, 4- Información adicional que necesitamos – formulación de hipótesis, 5- Identificación de asuntos sobre los que aprender plan de investigación – formulación objetivos de aprendizaje, 6- Investigación y estudio individual, 7- reunión, información y discusión - presentación de la solución, discusión y evaluación.

**d. La evaluación del ABP y el papel del portafolio.** El enfoque de intervención protagonista del presente estudio busca principalmente el aprendizaje y el desarrollo de la capacidad de aprendizaje autónomo de los estudiantes, pero también de forma grupal, por lo tanto la manera de evaluación tanto sumativa como formativa son cruciales cuando se utiliza esta metodología. Lo que implica modificar la forma de evaluación sumativa que se lleva en ambientes convencionales, ya que, en el ABP es más importante el proceso con el que se alcanza el aprendizaje. La evaluación en la metodología del ABP es constante, durante todo el proceso de enseñanza-aprendizaje, lo que se quiere es valorar los avances y evidencias en relación al desarrollo de competencias, para ello es necesario ejecutar la heteroevaluación, la coevaluación y la autoevaluación, también utilizar técnicas poderosas como la del portafolio de evidencias, que nos permite doble función formativa y evaluativa (Vizcarro et al., 2008).

## 2. Metodología

El estudio está enmarcado dentro del paradigma empírico analítico del enfoque cuantitativo ya que utiliza la recolección, y el análisis de datos para verificar hipótesis establecidas previamente. Teóricos mencionan que “*el enfoque cuantitativo visto desde la dimensión metas de la investigación busca describir, explicar y predecir un fenómeno*” (Hernández, Collado, y Baptista, 2014, p.12).

**a. Diseño.** Se eligió un diseño cuasiexperimental, dado que, se trabajó con grupos intactos, es decir, no es posible asignar en forma aleatoria los sujetos o participantes a los grupos que reciben el tratamiento experimental, pues los grupos ya están integrados previamente al experimento. Se optó por mantener el tratamiento ABP en los tres periodos y hacer cuatro evaluaciones (una antes y tres después), con estas características. Hernández et al., (2014) lo clasifican en un diseño cuasiexperimental de series cronológicas “*en el que se efectúan al paso del tiempo varias observaciones o mediciones sobre una o más variables (...)*” (p.147).

**Tabla 2:** *Diseño cuasiexperimental de series cronológicas*

Control	Grupos	Pre-prueba	Tratamiento ABP	Post-prueba	Tratamiento ABP	Post-prueba	Tratamiento ABP	Post-prueba
Prueba de equivalencia	E	O <sub>1</sub>	X <sub>1</sub>	O <sub>2</sub>	X <sub>1</sub>	O <sub>3</sub>	X <sub>1</sub>	O <sub>4</sub>
	C	O <sub>5</sub>	--	O <sub>6</sub>	--	O <sub>7</sub>	--	O <sub>8</sub>

Nota. El mismo tratamiento X1(ABP) durante el cuasi-experimento con 4 evaluaciones O. --: ausencia del estímulo

Fuente: (Hernández, Collado y Baptista, 2014, p.13).

**b. Población y muestra.** Están constituidas por grupos intactos, el grado Noveno 1 con 30 estudiantes y Noveno 2 con 30 estudiantes de básica secundaria del Colegio Diocesano Juan Pablo II de la ciudad de Montería. Para elegir cual es el grupo experimental y el control se hizo al azar quedando Noveno 1 como experimental y Noveno 2 como control a los que previamente se les había realizado control de equivalencia con la nota promedio del primer periodo en biología. Los resultados expuestos por el estadístico t de Student demostraron que los grupos son equivalentes

antes de la intervención ABP.

**c. Hipótesis de investigación (H<sub>1</sub>):** La aplicación del enfoque de aprendizaje basado en problemas influye aumentando el nivel de desarrollo de las competencias científicas: uso comprensivo del conocimiento científico, explicación de fenómenos e indagación en los estudiantes de noveno grado del Colegio Diocesano Juan Pablo II del municipio de Montería-Córdoba en el área de las ciencias naturales/biología.

**d. Técnicas e instrumentos.** Con la operacionalización de la variable dependiente se organizaron los instrumentos de evaluación: preprueba, postprueba 1, postprueba 2, postprueba 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. Para la validez este fue revisado por tres expertos en ciencias naturales, el estadístico del índice de acuerdo resultó alto y positivo (0,950) lo que valida los cuestionarios para su aplicación. Para la confiabilidad se realizó un pilotaje aplicando el procedimiento de replicación de la prueba, la correlación es muy alta ( $r = 0,838$ ;  $p < 0,01$ ) bilateral en cuanto se acerca considerablemente a 1 y se aleja de 0.

**e. Métodos de análisis de datos.** Como el diseño del estudio fue cuasiexperimental con grupos intactos (experimental y control), de series cronológicas, cuatro evaluaciones incluida la pre-prueba, se realizó análisis de la varianza ANOVA de medidas repetidas para evaluar las diferencias intergrupo e intragrupo, se empleó el software SPSS 21 versión libre, como también el programa Excel para la realización de gráficas y algunas tablas.

### 3. Análisis e interpretación de resultados

**a. Resultados del diseño e implementación de las guías de aprendizaje ABP.** Al tener en cuenta el currículo de la escuela, y las demás indicaciones del Ministerio de Educación, como también los pasos del ABP expuestos en el libro de Vizcarro et al., (2008) los investigadores del presente estudio procedieron a diseñar las guías de aprendizaje. En la Tabla 3 se muestra un ejemplo del primer plan de clases correspondiente a la unidad 2 (La genética y actores hereditarios). También, se puede apreciar que el eje del plan de clase es un video como escenario problema del que parten cinco problemas los cuales tienen que ser desarrollados con la metodología del aprendizaje basado en problemas.



**Tabla 3: Plan de clases de Biología. II Periodo**

GRADO	ASIGNATURA	UNIDAD	HORAS SEMANAL	TIEMPO
9°	Ciencias Naturales Biología	La genética y actores hereditarios	4	Segundo periodo - 32 horas
<b>CONTEXTO PARA GENERAR SITUACIONES PROBLEMAS</b>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Video documental Genética, Historia y futuro <a href="https://www.youtube.com/watch?v=v2TJEK42WMU">https://www.youtube.com/watch?v=v2TJEK42WMU</a></li> </ul>		
<b>ESTÁNDAR</b>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Identifico aplicaciones de algunos conocimientos sobre la herencia y la reproducción al mejoramiento de la calidad de vida de las poblaciones.</li> </ul>		
<b>DERECHOS BÁSICOS DE APRENDIZAJE “DBA”</b>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Comprende la forma en que los principios genéticos mendelianos y post-mendelianos explican la herencia y el mejoramiento de las especies existentes.</li> </ul>		
<b>EVIDENCIAS DE APRENDIZAJE</b>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Explica la forma como se transmite la información de padres a hijos, identificando las causas de la variabilidad entre organismos de una misma familia.</li> <li>• Predice mediante la aplicación de diferentes mecanismos (probabilidades o punnett) las proporciones de las características heredadas por algunos organismos.</li> </ul>		
TEMAS	SUBTEMAS	METODOLOGÍA		COMPETENCIAS
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Genética Mendeliana</li> <li>•</li> <li>•</li> <li>•</li> <li>•</li> <li>•</li> <li>•</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• La genética</li> <li>• Los experimentos de Mendel</li> <li>•</li> <li>• Teoría cromosómica de la herencia</li> </ul>	Aprendizaje Basado en Problemas (ABP)  Uso comprensivo del conocimiento científico		
	<b>ESTRATEGIA</b>	Ideas previas Grupos cooperativos Informe Portafolio		Comprender y usar conceptos, teorías y modelos en la solución de problemas genéticos
	<b>ACTIVIDADES</b>	Lluvia de ideas Video Resolución de situaciones problemas Trabajo grupal Práctica de laboratorio Consultas en diferentes medios (TICs) Evaluaciones  Construir explicaciones y comprender argumentos y modelos que den razón a la manipulación genética <b>Indagar</b> Plantear preguntas y procedimientos adecuados para buscar, organizar e interpretar información para dar respuestas a problemas genéticos.		<b>Explicación de fenómenos</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Genética no Mendeliana</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Herencia de la especie humana</li> <li>• Herencia de los grupos sanguíneos</li> <li>• Herencia del sexo y ligada al sexo</li> </ul>			
RECURSOS		EVALUACIÓN Y CRITERIOS		
Video-beam, computador, USB. Materiales de laboratorio, otros		-Observación individual y grupal -Examen escrito	-Informe escrito -Coevaluación	-Portafolio -Autoevaluación

Fuente: Campo y Aguado (2017)

Durante el primer periodo los grupos noveno 1 y 2 estuvieron bajo la metodología convencional, se eligió al grado noveno 2 como grupo control y el 1 como grupo experimental al que se le aplicó el tratamiento ABP durante los periodos 2, 3 y 4 siguiendo el plan de clases. En la Tabla 3 se observa un ejemplo de este plan correspondiente al segundo periodo, el cual se implementó con la



variante de los siete pasos de Maastricht ABP como se aprecia en la Figura 1, pero antes se empezó con un explicación de la metodología, aclarando los procedimientos y las competencias que se esperan desarrollen durante la solución de los problemas.

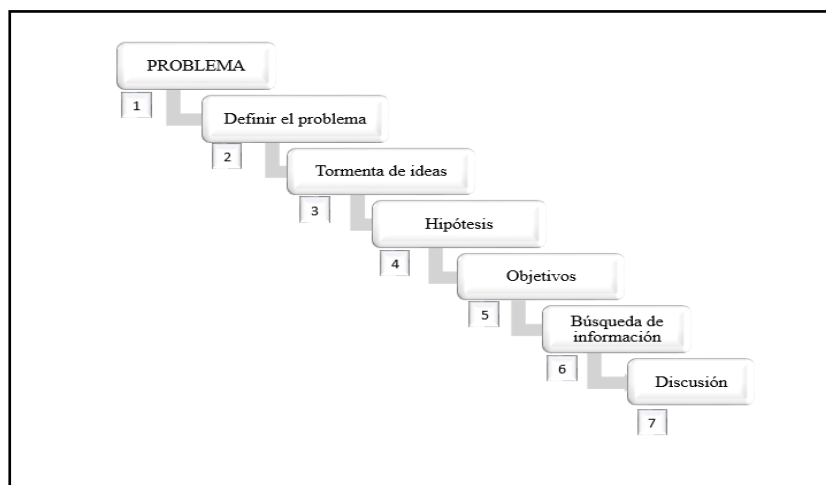


Figura 1. El proceso del ABP de Maastricht. Fuente: Campo y Aguado (2017)

Continuando con el plan de trabajo, se le hace entrega al grupo el primer problema y se mostró el video documental *Genética, historia y futuro*, posteriormente se les indicó a los alumnos que se establecieran en los grupos ya conformados por el docente (grupos de seis estudiantes) cinco grupos en total, desde este momento empieza la metodología ABP. Seguido se repartieron los roles de cada estudiante dentro del grupo (secretario, moderador o coordinador, intervinientes). En síntesis, en el primer problema se siguió con este cronograma:

- Conformación grupos de trabajo, lectura de instrucciones, reparto de guía, subproblema, observación del video, asignación de roles y lluvia de ideas, hipótesis y objetivos. Docente flotante de grupo en grupo, primera revisión del portafolio de evidencia. (Primera sesión de dos horas)
- Trabajo individual, búsqueda de información (libros, portátil, celular, otros), entrevistas con el docente. (Segunda sesión de dos horas)
- Los estudiantes 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, segunda revisión del portafolio. (Tercera sesión de dos horas)
- Exposiciones de los resultados, autoevaluación y coevaluación, el docente toma nota de las presentaciones en el formato de observación grupal, revisión del informe final. (Cuarta sesión de dos horas)

Así sucesivamente se realizaron en todos los períodos restantes con la variación de cambios de integrantes de grupo.

**b. Resultados evaluación pretest, análisis comparativo entre los grupos.** Se hace necesario realizar un primer análisis solo de la evaluación uno denominada pretest, ya que se efectúa antes de aplicar el tratamiento ABP, tanto al grupo experimental como al control, con el fin de cumplir el primer objetivo específico y así establecer unos datos los cuales serán de utilidad para identificar la existencia de diferencias significativas entre los grupos de estudio antes de la intervención en cuanto al desarrollo de competencia científica. Para el análisis se usó el modelo de pruebas inter-grupo del ANOVA lineal que permitió establecer el efecto entre grupos, comparándolos y así determinando si existen diferencias significativas entre ellos, Tabla 4. En adelante las competencias en las tablas son abreviadas de la siguiente forma: UCC: Uso del conocimiento científico; EF: Explicación de fenómenos; IND: Indagación; CCB: Competencia científica en biología.

**Tabla 4:** Prueba univariada: Diferencias intergrupo pretest.

	Evaluación	Media GE	Media GC	(GE-GC)	F	p
UCC (6 ítems)	1	3,23	3,63	-0,4	1,17	,283
EF (6 ítems)	1	3,8	3,8	0	0,00	1,00
IND (8 ítems)	1	4,8	4,6	0,2	,219	,642
CCB (20 ítems)	1	11,9	12,07	-0,17	,033	,857

**Nota.** GE: Grupo experimental; GC: Grupo control; F: Prueba de Snedecor, entre más alto sea el valor más difieren las medidas;  
a. Se ha calculado utilizando  $\alpha = ,05$

p: el valor de significancia, si el valor es mayor a 0,05 no hay diferencias significativas entre las medias.

**Fuente:** SPSS

Hipótesis a probar:

- Si el P valor  $< \alpha$  alfa (0,05) aceptar  $H_2$ : Existen diferencias estadísticamente significativas entre las puntuaciones promedio de los estudiantes del grupo experimental y grupo control en las competencia científica en estudio.

Para hacer reflexiones sobre los anteriores resultados se hace necesario examinar cada una de las competencias que componen la evaluación cuyos resultados intergrupo se encuentran en la Tabla 4 donde se observa que no se producen diferencias significativas entre los grupos experimental y control, como evidencia se muestra la prueba F en cada una de estas: **UCC:**  $[F_{(1; 58)} = 1,176; p = ,283 > 0,05]$ , **EF:**  $[F_{(1; 58)} = ,000; p = 1,000 > 0,05]$ , **IND:**  $[F_{(1; 58)} = ,219; p = ,642 > 0,05]$  y en el total de la prueba  $[F_{(1; 58)} = ,033; p = ,857 > 0,05]$ . Como se puede apreciar, no se producen diferencias significativas entre los grupos experimental y control en el total de la evaluación (Pretest) por lo que se rechaza la hipótesis  $H_2$  y se acepta la hipótesis nula  $H_{02}$ : no hay diferencias significativas estadísticamente entre los grupos experimental y control. En concordancia con lo anterior, se relacionan estos resultados con la escala de evaluación del Colegio Diocesano Juan Pablo II. En la Tabla 5 se observa que los grupos se encuentran en un nivel Bajo.

**Tabla 5:** Relación del promedio de la evaluación con el sistema de evaluación del colegio

Grupo	Dimensiones	Promedio	Calificación del colegio	Nivel
Experimental	UCC (6 ítems)	3,23	2,7	Bajo
	EF (6 ítems)	3,8	3,2	Bajo
	IND (8 ítems)	4,8	3,0	Bajo
	Total CCB (20 ítems)	11,90	2,97	Bajo
Control	UCC (6 ítems)	3,63	3,0	Bajo
	EF (6 ítems)	3,8	3,2	Bajo
	IND (8 ítems)	4,6	2,9	Bajo
	Total CCB (20 ítems)	12,05	3,09	Bajo

**Nota.** Los resultados del Pretest están convertidos a la escala del colegio.

**Fuente:** Campo y Aguado (2017).

Se observa en los resultados pretest el nivel bajo en que parten ambos grupos siendo homogéneos, reafirmando el problema del presente estudio y estableciendo el punto de partida de la intervención ABP.

**c. Resultados de las evaluaciones postest, análisis comparativo intra e intergrupo.** En la Tabla 6 es posible detectar los siguientes resultados en cuanto a los factores de estudio intra e intergrupo: se produce diferencia estadísticamente significativa entre los grupos experimental y control en todas las variables de la competencia científica.

**Tabla 6:** Resultados del análisis ANOVA de medidas repetidas mixtas intra e inter-grupo

Efectos	Corrección	Intragrupos		Intergrupos		Interacción	
Variables	Rutas	F	p	F	p	F	p
UCC	Límite inferior	49,498	,000*	6,900	,011*	5,556	,022*
EF	Límite inferior	18,427	,000*	5,889	,018*	2,897	,094
IND	Esfericidad asumida	15,097	,000*	16,555	,000*	2,972	,033*
CCB	Greenhouse-Geisser	38,755	,000*	19,878	,000*	6,733	,001*

**Nota.** El análisis considera todas las variables en forma simultánea desde el primer periodo hasta el cuarto. F: prueba de Snedecor, entre más 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

**Fuente:** SPSS

En la tabla se evidencia la significatividad de la prueba  $F$  entre grupos en las competencias: *uso comprensivo del conocimiento científico* [ $F_{(1; 58)} = 6,900$ ;  $0,000 p < 0.05$ ] como en la *explicación de fenómenos* [ $F_{(1; 58)} = 5,889$ ;  $0,018 p < 0.05$ ], la *indagación* [ $F_{(3; 174)} = 16,555$ ;  $0,000 p < 0.05$ ] y el total de la prueba *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 intragrupos en cada variable. Esto es, la puntuación de ambos grupos tomada en conjunto cambia significativamente a través desde el inicio al final del programa de intervención: *uso comprensivo del conocimiento científico* [ $F_{(1; 58)} = 49,498$ ;  $0,000 p < 0.05$ ] como en la *explicación de fenómenos* [ $F_{(1; 58)} = 18,427$ ;  $0,000 p < 0.05$ ] la *indagación* [ $F_{(3; 174)} = 15,097$ ;  $0,000 p < 0.05$ ] y el total de la prueba *competencia*

*científica en biología* [ $F_{(2,4; 142)} = 38,755; 0,000 p < 0.05$ ]. Para conocer si este cambio se produce por igual en ambos grupos, el experimental y el control, o en alguno de ellos de forma diferente al otro, observamos el efecto de la interacción. El efecto de la interacción *Grupo por momento de evaluación* resulta significativo en algunos casos, *indicando que el cambio no se produce del mismo modo en el grupo experimental y en el grupo control*. La interacción resulta significativa en el caso de las variables: *uso comprensivo del conocimiento científico* [ $F_{(1; 58)} = 5,556; 0,022 p < 0.05$ ] como en la *indagación* [ $F_{(3; 174)} = 2,972; 0,033 p < 0.05$ ] y el total de la prueba *competencia científica en Biología* [ $F_{(2,4; 142)} = 6,733; 0,001 p < 0.05$ ]. En el caso de *explicación de fenómenos* la interacción no fue significativa. En todas las variables de la competencia científica en biología, pero especialmente en aquellas en las que la interacción es significativa, se observa un cambio en el grupo experimental mayor que en el grupo control, desde el inicio al final del programa de intervención ABP.

Los resultados validan al ABP como una metodología que agrupa los modelos constructivista de educación (Ausubel, 1983; Bruner, 1961; Vygotsky, 1978), donde se logró llevar a los estudiantes del grupo experimental al desarrollo del conocimiento científico aumentando sus competencias, dándose el desarrollo de la curiosidad y creatividad donde manipularon, construyeron, realizaron actividades para demostrar y explicar las teorías aprendidas. Para una mejor comprensión de los avances, se relacionan estos resultados con la escala de evaluación del Colegio Diocesano Juan Pablo II. En la tabla 7 es evidente el cambio en los desempeños desde el inicio al final de los periodos donde el grupo experimental aumenta en todas las competencias científicas en un nivel alto y superior, por el contrario, en el grupo control en el último periodo se observan competencias en niveles bajos y básicos.

**Tabla 7:** 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
GC	UCC (6 Ítems)	3,6	3,00	BJ	4,8	4,00	AL	4,9	4,08	AL	4,8	4,00	AL
	EF (6 Ítems)	3,8	3,17	BJ	4	3,33	BJ	4,3	3,58	BJ	4,7	3,9	BS
	IND (8 Ítems)	4,6	2,88	BJ	4	2,50	BJ	4,9	3,06	BJ	5,3	3,31	BJ
	Total CCB (20 Ítems)	12,06	3,1	BJ	12,93	3,23	BJ	14,2	3,6	BS	14,96	3,74	BS
GE	UCC (6 Ítems)	3,2	2,67	BJ	5,2	4,33	AL	5,5	4,6	AL	5,9	4,9	SU
	EF (6 Ítems)	3,8	3,17	BJ	4	3,33	BJ	4,8	4,00	AL	5,9	4,92	SU
	IND (8 Ítems)	4,8	3,00	BJ	4,4	2,75	BJ	5,6	3,50	BJ	7,2	4,50	AL
	Total CCB (20 Ítems)	11,9	2,98	BJ	13,7	3,42	BJ	16,3	4,0	AL	19,03	4,75	AL

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

**Fuente:** Campo y Aguado (2017).

En resumen, en cuanto a las dimensiones que componen la competencia científica en biología se

observa en las tablas un efecto claramente significativo de la variable intragrupos e intergrupos en cada evaluación, la cual cambia significativamente desde el inicio al final del programa de intervención con la metodología del aprendizaje basado en problemas. Para identificar el nivel de cada dimensión durante los períodos, se relaciona los puntajes de los test con la escala de evaluación del colegio (Tabla 7). Se observa el cambio del proceso, aumentando en mayor nivel en el grupo experimental, donde se evidencia por ejemplo en el total de la prueba que mide el desarrollo de competencia científica en biología, en el primer periodo es de 11,9 ítems de 20 respondidos correctamente que corresponde a una calificación según la escala del colegio de 2,98 ubicándose en un nivel *bajo*, al aplicarle el tratamiento con la metodología ABP. En el segundo periodo presenta resultados de 13,6 ítems de 20 respondidos correctamente que corresponde a una calificación según la escala del colegio de 3,40 como se ve hay un pequeño aumento, pero aún se ubica en un nivel *bajo*. A diferencia, en el tercer periodo se obtienen resultados de 16,3 ítems de 20 respondidos correctamente que corresponde a una calificación según la escala del colegio de 4,0 el aumento es notorio pasando a un nivel *alto*. En el cuarto periodo se obtienen resultados de 19 ítems de 20 respondidos correctamente que corresponde a una calificación según la escala del colegio a 4,75 el nivel sigue en aumento, pero aún se mantiene en el desempeño *alto*, faltando poco para ubicarse en el nivel *superior*. En cuanto al grupo control el análisis es el mismo pero se observa que el desarrollo es a menor nivel pasando del nivel *bajo* hasta llegar a la ubicación *básica* donde se mantuvieron hasta el último periodo.

Estos resultados llevan a aceptar la hipótesis central de la investigación  $H_1$ : La aplicación del ABP mejora el nivel de desarrollo de competencia científica y sus clasificaciones en los estudiantes de noveno en el área de las ciencias naturales-biología.

**d. Discusiones de los resultados.** El problema de investigación se intervino con la metodología ABP, según antecedentes de Ortega, (2017) Vizcarro et al., (2008) Ocampo, (2016) los cuales comunican 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 pero en forma colaborativa, como también pasó en esta investigación según los resultados obtenidos. Ahora bien, el presente estudio al contrastar con los antecedentes consultados, difiere en el sentido de aplicar el enfoque ABP a la asignatura de biología en básica secundaria donde son escasas las investigaciones en este contexto, de igual forma, difiere en el tiempo de la intervención la cual se desarrolla durante siete meses y permite obtener resultados de varias evaluaciones durante la intervención, lo cual fue pertinente teniendo en cuenta las conclusiones de antecedentes ABP y teorías de Vizcarro et al., (2008) cuando 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. Es así, como el presente estudio difiere en el manejo metodológico de investigación ya que adopta una preprueba y tres postpruebas

para hacer el seguimiento del cambio de la variable dependiente. Por otro lado, la mayoría de antecedentes expuestos promueven el ABP con la variante 4x4, o bien, no utilizan una variante específica, siguiendo un orden que no es el propuesto por el enfoque ABP, esto se demuestra en las investigaciones de Ocampo, (2016); Ortega, (2017) entre otras. En cuanto a la evaluación el presente 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.

También, la presente investigación demuestra que al intervenir un grupo de estudiantes que está bajo una metodología convencional, la cual no le brinda herramientas para el desarrollo de acciones de pensamiento, no les permite indagar, no desarrollan la curiosidad, no desarrolla la autonomía, el aprendizaje es memorístico y les hace falta todo lo que tiene que ver con la producción y la creación, pasan a ser activos, protagonistas principales de su aprendizaje, aunque al finalizar el segundo periodo donde se implementó el ABP no se evidenciaron cambios sustanciales, lo que es natural teniendo en cuenta lo planteado por distintas investigaciones ABP que demuestran la adquisición de competencias en forma paulatina y debido a un proceso. En este punto es pertinente mencionar que dentro este aumento sustancial de las competencias científicas, las que mejores desempeño tuvieron fueron: uso comprensivo del conocimiento científico ya que los estudiantes desarrollaron la capacidad para comprender y usar conceptos, teorías y modelos en la solución de problemas, como también la explicación de fenómenos teniendo en cuenta que los alumnos fueron capaces de construir explicaciones y comprender argumentos y modelos, que dieron razón a fenómenos; en cuanto a la indagación, esta presentó un desarrollo más lento que se evidencia solo en el cuarto periodo, donde los estudiantes lograron plantear preguntas y procedimientos adecuados para buscar, seleccionar, organizar e interpretar información relevante para dar respuestas a esas preguntas, esta demora se justifica ya que según autores como Cañal, (2012) plantean que el desarrollo de la indagación se tarda más en manifestarse, la frecuencia en que se maneje mejora su desarrollo.

#### 4. CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos han permitido verificar la hipótesis central de investigación, y extraer algunas conclusiones respecto a la influencia del ABP en el desarrollo de la competencia científica y sus clasificaciones: uso comprensivo del conocimiento científico, explicación de fenómenos e indagación de los estudiantes de noveno grado en el área de las ciencias naturales/biología, se encontró que:

Antes de implementar el programa de intervención, por medio de la comparación de los resultados

de la evaluación pretest se demostró que no existen diferencias significativas entre los grupos experimental y control en cuanto al desarrollo de competencia científica ni en sus clasificaciones, evidenciando que los grupos parten siendo homogéneos, ya que ambos están en niveles bajos de las competencias en estudio. Estos resultados reafirman la problemática del estudio, el bajo nivel de desarrollo de competencias científicas en estudiantes de noveno grado. Por lo que, se hizo necesario intervenir esta dificultad teniendo en cuenta la importancia de la formación en ciencias como eslabón para un crecimiento social y económico de manera sostenible en los países desarrollados (UNESCO, 2017).

Para intervenir el problema se propuso el enfoque ABP, ya que, según las evidencias es uno de los caminos adecuados para lograr desarrollar las competencias científicas en los estudiantes. Por lo tanto, la búsqueda de información, el contraste entre antecedentes y la apropiación teórica-conceptual permitió diseñar e implementar guías con estrategias desde la metodología ABP, orientadas al desarrollo de las competencias científicas en el área de las ciencias naturales/biología. En la práctica se siguió la variante ABP siete pasos de Maastricht, durante los pasos se desarrolló la evaluación por competencia y se valoró el portafolio de evidencias. Esta forma de trabajo es motivadora, incentiva al trabajo colaborativo, el aprendizaje por descubrimiento, en este sentido, los alumnos formulan hipótesis, plantean objetivos, buscan información, organizan, tabulan datos, muestran resultados, entre otras características propias del ABP (Vizcarro et al, 2008).

Después de la intervención, los resultados obtenidos indican que el grupo no intervenido (control) y el experimental presenta diferencias estadísticamente significativas en cuanto al desarrollo de competencia científica en cada una de sus clasificaciones, lo que demostró el aumento en ambos grupos, pero el grupo experimental alcanza mejores puntuaciones, que al comparar con el grupo control resultaron ser significativas estadísticamente, eso en cuanto al análisis intergrupo; en el análisis intragrupo en el grupo experimental se observa que en todas los pares de 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, se concluye dándole respuesta al objetivo general de la siguiente forma: el enfoque ABP influye aumentando el nivel de las competencias científicas en estudiantes del grado Noveno en el área de ciencia naturales-Biología de forma sustancial al igual que los antecedentes de Ortega, (2017) y Ocampo, (2016), es decir, el enfoque ABP dio como efectos en los alumnos la apropiación de teorías, contenidos y saberes con



los que el estudiante afrontó de mejor manera situaciones del contexto en las cuales requirió de indagar, explicar y aplicar comprensiva y responsablemente los conocimientos adquiridos. También, surge casi que simultáneo 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)

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

**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)

**Bruner, J. (1961).** Aprendizaje por descubrimiento. The act of discovery, Harvard Educational Review, 31(11), pp. 21-32.

**Campo, A. y Aguado, A., (2017).** Aprendizaje basado en problemas, como enfoque en la enseñanza de las ciencias naturales-Biología para el desarrollo de competencias científicas en estudiantes de básica secundaria. Universidad de Córdoba, Montería.

**Cañal de León, P. (2012).** ¿Cómo evaluar la competencia científica? Revista Investigación en la Escuela, 78, 5-17. Recuperado de: <http://hdl.handle.net/11441/59927>

**Collazos, J. C. (2009).** El informe Rocard: Una alternativa para la formación científica de la ciudadanía. Educación Científica “Ahora”, 9-46. Recuperado de: [https://scholar.google.es/scholar?hl=es&as\\_sdt=0%2C5&q=El+informe+Rocard+collazos&btnG](https://scholar.google.es/scholar?hl=es&as_sdt=0%2C5&q=El+informe+Rocard+collazos&btnG)

**Hernández, C. (2005).** ¿Qué son las “competencias científicas”? Trabajo presentado en el Foro Educativo Nacional. Bogotá.

**Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, P. (2014).** Metodología de la investigación. Sexta Edición. Editorial Mc Graw Hill. México

**Instituto Colombiano para la Evaluación de la Educación (ICFES) (2016).** Guía de orientación saber 3°, 5° y 9°. Bogotá: Recuperado de: <http://www.icfes.gov.co/estudiantes-y-padres/pruebas-saber-3-5-y-9-estudiantes>

**Ministerio de Educación Nacional (MEN) (2016).** Ciencias. Bogotá, Recuperado de <https://www.mineducacion.gov.co/proyectos/1737/article-194702.html>

**Ocampo, G. (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) (2017).** Estudios económicos de la OCDE: Colombia 2015. 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.

**Organización de las Naciones Unidas para la Educación la Ciencia y la Cultura (2017).** Educación para los objetivos de desarrollo sostenible. (UNESCO), place de Fontenoy, 75352 París 07 SP, Francia. Recuperado de <http://unesdoc.unesco.org/images/0025/002524/252423s.pdf>

**Vizcarro, C. et al. (2008).** La metodología del Aprendizaje Basado en Problemas. Madrid: Universidad de Murcia. Recuperado de: [http://www.ub.edu/dikasteia/LIBRO\\_MURCIA.pdf](http://www.ub.edu/dikasteia/LIBRO_MURCIA.pdf)

**Vigotsky, L. S. (1988).** Interacción entre enseñanza y desarrollo. Selección de Lecturas de Psicología de las Edades, I, 3.