

EL APRENDIZAJE BASADO EN RETOS: UNA OPORTUNIDAD PARA EL DESARROLLO DE LA COMPETENCIA CIENTÍFICA INDAGACIÓN

Santiago Monsalve Silva¹



<https://orcid.org/0000-0002-4242-1773>

Adriana Janneth Acevedo Andrade²



<https://orcid.org/0000-0002-4364-5111>

Natalia Castiblanco³



<http://orcid.org/0000-0002-7121-6955>

Carlos H. Barreto-Tovar⁴



<https://orcid.org/0000-0002-8464-2603>

Presentado el 1 de junio Aceptado el 5 de julio

¹Licenciatura en Ciencias Naturales. Facultad de Educación. Universidad de La Sabana. Grupo de Investigación: CAPSAB de la Universidad de La Sabana.
Email: santiagomosi@unisabana.edu.co

²Licenciatura en Ciencias Naturales. Facultad de Educación. Universidad de La Sabana. Grupo de Estudio de Educación en Ciencias de la Universidad de La Sabana. Red de Docentes Investigadores (REDDI).
Email: adjan2000@yahoo.com

³Colegio Jorbalán de Chía. Grupo de Estudio de Educación en Ciencias de la Universidad de La Sabana.
Email: natalia.castiblanco@colegiojorbalan.com

⁴Licenciatura en Ciencias Naturales. Facultad de Educación. Universidad de La Sabana. Grupo de Investigación: Sociopolítica, Cultura y Ambiente de la Universidad de La Sabana. Centro de Estudios para el Desarrollo Humano Integral (CEDHIN).
Email: carlosbarto@unisabana.edu.co

Resumen

Este estudio se realizó con el fin de evaluar el efecto del Aprendizaje Basado en Retos (ABR) en la competencia científica indagación en estudiantes de grado séptimo del colegio Jorbalán, Chía, Colombia. La investigación se realizó en el marco de la Práctica Pedagógica de la Licenciatura en Ciencias Naturales de la Universidad de La Sabana. La experiencia estuvo dividida en 5 fases, en las cuales las estudiantes comprendieron la competencia, los tipos y niveles de preguntas a través de la construcción de preguntas de manera progresiva y usando diferentes recursos tecnológicos. Los niveles de indagación al finalizar la intervención aumentaron de forma significativa, así mismo se evidenció en cada una de las fases un crecimiento constante de la competencia.



Palabras clave: Métodos de enseñanza, procesos de aprendizaje, experiencia de aprendizaje, escuela, Aprendizaje Basado en Retos.

Abstract

This study was carried out to evaluate the effect of the Challenge Based Learning (CBL) in the scientific competence of inquiry in seventh grade students of the Jorbalán School, Chía, Colombia. The research was realized within the framework of the Pedagogical Practice of the Bachelor of Natural Sciences from La Sabana University. The experience was divided into 5 phases, in which the students understood the competence, types and levels of questions through the construction of questions progressively and using different technological resources. The levels of inquiry at the end of the inquiry at the end of the intervention increased significantly, as well as a constant growth of competence in each of the phases.

Keywords: Teaching methods, learning processes, learning experience, school, Challenge Bases Learning

Introducción

El presente estudio se desarrolló en el marco de la Práctica Pedagógica I de la Universidad de La Sabana. El objetivo fue determinar el impacto del Aprendizaje Basado en Retos (ABR) en el desarrollo de la competencia científica indagación en un grupo de estudiantes de grado séptimo dentro del área de conocimiento de biología, del departamento de ciencias naturales, en el Colegio Jorbalán, ubicado en el departamento de Cundinamarca, Colombia, el cual tiene como modelo pedagógico la pedagogía del amor, el grupo estaba conformado por 22 niñas quienes tenían una edad entre 12 y 14 años.

En esta experiencia, el análisis se realizó alrededor de los procesos de enseñanza, realizados por el profesor en formación y la profesora tutora, y de aprendizaje frente al planteamiento e identificación de preguntas según su tipo y nivel (Pulido & Romero, 2015) donde se involucrarán activamente las estudiantes como agentes

de construcción de su propio conocimiento, para ello se implementó la estrategia didáctica Aprendizaje Basado en Retos (ABR). Por ende, de forma específica, se evaluaron las correlaciones entre los niveles y tipos de preguntas en términos de desempeño académico, evaluando el avance de la competencia, además se determinó la percepción hacia la intervención pedagógica empleando el ABR y finalmente, se evaluó el cambio de los niveles de indagación.

Fundamentación Teórica

Práctica Pedagógica

En la sociedad del siglo XXI, para responder a los retos y necesidades actuales, se ha visto necesaria la implementación de una Educación por Competencias, dado que se requieren personas (profesionales) competentes que sean ca-

paces de actuar en un mundo globalizado como el de hoy, quienes se forman en todas las instituciones educativas, de educación primaria, media y superior.

Según el Ministerio de Educación Nacional (MEN), las competencias son el conjunto de conocimientos, habilidades y actitudes que desarrollan las personas a lo largo de su vida, las cuales les permiten comprender, interactuar y transformar el mundo en el que viven (Ministerio de Educación Nacional, s. f.), en otras palabras, son procesos contextualizados, referidos al desempeño de la persona dentro de una determinada área del desarrollo humano, por ende, son la orientación del desempeño humano hacia la idoneidad (Tobón, 2015).

Así mismo, deben ser concebidas desde los órdenes de pensamiento: dominio cognitivo (saber), dominio afectivo (ser) y dominio motriz (hacer), de ellos se plantean diversos niveles de acción que se pueden estructurar en los Resultados de Aprendizaje, los cuales son declaraciones explícitas de lo que se quiere que los estudiantes sepan, comprendan y sean capaces de hacer (Agencia Nacional de Evaluación de la Calidad y Acreditación, 2013), para lo cual se articulan los Dominios de Bloom (Pappas et al., 2013; Starr et al., 2008).

En consecuencia, los Licenciados en Ciencias Naturales de la Universidad de La Sabana, al culminar sus estudios, serán profesores bilingües de física, química o educación ambiental en el nivel de educación media, en instituciones educativas nacionales o internacionales, inves-

tigadores en proyectos de investigación disciplinares o pedagógicos en el área de ciencias naturales y de educación ambiental, y asesores pedagógicos en educación en ciencias para instituciones, centros u organizaciones nacionales o internacionales de educación básica y media. El perfil de un egresado se asegura a través de la formación curricular que responde a las competencias del programa y los Resultados de Aprendizaje de cada asignatura, en este caso puntual la Práctica Pedagógica I fue la materia de articulación en la que el docente en formación enmarcó la investigación realizada.

Según el Ministerio Nacional de Educación (s. f.) la práctica pedagógica es un espacio de formación para educadores, donde predomina la reflexión, apoyada en la conceptualización, investigación y experimentación didáctica. En este se ponen en acción los procesos de formación, favoreciendo así: a) la capacidad intelectual, ética y estética; b) la interlocución con los saberes; c) la identificación de contextos (situación, mental y lingüístico); d) la formación disciplinar, pedagógica y práctica; e) la reflexión-acción; y f) el desarrollo de competencias de los profesionales de la educación.

La práctica pedagógica le permite a los profesores en formación: a) tener un acercamiento, comprensión, estudio y proyección del contexto futuro a desempeñarse; b) reconocer y comprender las dinámicas de una institución educativa; c) dimensionar su labor; d) identificar problemas, necesidad y posibles objetos de estudio; e) reconocer y comprender el proceso educativo;

y f) reconocer, apropiarse y usar referentes académicos para su labor (Ministerio Nacional de Educación, s. f.).

Competencias científicas y la indagación

En coherencia con lo anterior, el MEN plantea que existen a nivel educativo escolar competencias ciudadanas, comunicativas, matemáticas y científicas. Estas últimas hacen referencia a las trabajadas en las áreas de ciencias naturales, las cuales deben de favorecer el desarrollo del pensamiento científico, y permitir la formación de ciudadanos responsables de sus actos, críticas y reflexiones, además, capaces de valorar la ciencia, desarrollando una interacción entre el contenido y un contexto complejo y cambiante. (Adúriz et al., 2011; Meinardi et al., 2017; Ministerio de Educación Nacional, s. f.)

Dentro de ese marco, en el campo de conocimiento de las Ciencias Naturales las competencias que evalúa el Instituto Colombiano para la Evaluación de la Educación (ICFES), son: a) el uso comprensivo del conocimiento científico, b) la explicación de fenómenos y c) la indaga-

ción, esta última siendo el interés de trabajo en la práctica, en la cual se evalúa la capacidad de comprender que, a partir de investigaciones, se pueden construir explicaciones sobre el mundo, en este aspecto se involucran procedimientos y metodologías que impliquen generar más preguntas o dar respuesta a ellas (ICFES, 2019).

A su vez, Adúriz et al. (2011), plantean que la indagación consiste en la generación de un pensamiento teórico alrededor de los fenómenos del mundo, donde se construyan representaciones, es decir modelos teóricos, apoyados desde procesos científicos como: la observación y la experimentación, el análisis y la inferencia, la aportación argumentada de evidencias. Adicionalmente, Pulido & Romero (2015) en su investigación retoman una clasificación de los niveles de indagación que puede tener un estudiante, partiendo de la competencia definida por el ICFES (2019), presentada anteriormente, la cual consta de 3 niveles que se deben de trabajar dentro de un aula (Figura 1).

Figura 1. Caracterización de los tipos de preguntas en la competencia de indagación.

TIPOLOGÍA	DEFINICIÓN	PREGUNTAS HECHAS POR LOS ESTUDIANTES
Preguntas orientadas a obtener un dato o concepto	Preguntas que piden información sobre un fenómeno, proceso o concepto concreto.	¿Cómo? ¿Dónde? ¿Quién? ¿Cuántos? ¿Qué es? ¿Cómo pasa?
Preguntas que indagan por causa explicativas	Preguntas que cuestionan acerca del Porqué de un hecho o fenómeno.	¿Por qué? ¿Cuál es la causa? ¿Cómo es que?
Preguntas investigables	Preguntas que invitan a realizar una observación una medición o una investigación.	¿Cómo se puede saber? ¿Cómo lo saben? ¿Cómo se hace? ¿Qué pasaría?
Preguntas Atípicas	Preguntas que están en proceso.	No colocan el signo correspondiente a la pregunta. Problemas de redacción de la pregunta. Falta de coherencia y relación en la pregunta planteada.

Nota: tomada de Pulido & Romero (2015).

Así mismo, dentro de las Mallas de Aprendizaje, se considera que las preguntas son agentes movilizadores de los procesos de pensamiento, y es así como se busca posibilitar que el profesor identifique y explore las ideas previas que dan base a una apuesta didáctica (Ministerio de Educación Nacional, 2017). A partir de lo anterior, Acevedo et al., (2019) plantean que llevar al estudiante a la exploración, implica abordar el conocimiento científico desde diferentes estrategias como la curiosidad y el desarrollo de habilidades científicas, las cuales serán claves en el proceso de aprendizaje.

Aprendizaje Basado en Retos (ABR)

Para el desarrollo de una Educación por Competencias se pueden implementar diferentes estrategias, métodos, modelos y técnicas, con el fin de construcción de aprendizaje activa, una de ellas es el Aprendizaje Basado en Retos (ABR), una estrategia de aprendizaje originada en Apple y el Centro de Investigación en Ingeniería, en ella se involucra activamente a los estudiantes, dado que presenta la oportunidad de profundizar en la relevancia práctica del conocimiento científico mediante elementos investigativos e interdisciplinarios, lo que propende, por el desarrollo de competencias (Clegg & Diller, 2019; Fidalgo et al., 2017).

Apple (2010) tiene una guía para planeación de estrategias e intervenciones, donde se plantea que el cuerpo del modelo se divide en idea

general, pregunta principal, el reto, actividad guiada, solución, evaluación. Donde, según Reyes y Carpio (sf), estas fases se definen de la siguiente manera: a) idea general, concepto amplio que puede ser explorado en múltiples formas; b) pregunta esencial, refleja el interés de los estudiantes y las necesidades de la comunidad o del proyecto; c) reto: surge de la pregunta esencial y está enmarcado para abordar la idea general y las preguntas esenciales con acciones del contexto; d) preguntas, actividades y recursos guía, representan el conocimiento necesario para desarrollar exitosamente una solución y proporcionar un mapa de aprendizaje; e) solución, respuesta al reto pensada concreta y claramente articulada, f) implementación, los estudiantes prueban la eficacia de su implementación en un ambiente auténtico; g) evaluación, los resultados de la evaluación formal e informal confirman el aprendizaje h) validación, los estudiantes juzgan el éxito de su solución.

Descripción de la Experiencia

Diseño

El estudio se realizó siguiendo una investigación cuasi experimental, evaluando el efecto de estrategias educativas sobre el desarrollo de competencias científicas, por lo que es de corte longitudinal de tendencia de carácter descriptivo; además de ser de tipo mixto, analizando datos de percepción de los estudiantes que se relacionaron con el rendimiento académico

(Inostroza, 2017; Vallet-Bellmunt et al., 2017) expresado en términos de nota de 1,00 a 5,00 y los niveles de competencias (Rojas, 2015).

Participantes

La población fue conformada por 22 estudiantes del colegio Jorbalán, todas de grado séptimo (CJ7) que cursaron el grado en el 2020. A nivel pedagógico, las estudiantes han sido formados bajo el modelo de pedagogía del amor, propuesta por Santa María Micaela.

Instrumentos

La información fue recolectada por medio de diferentes encuestas y rúbricas de evaluación. Dentro del grupo de las encuestas: la primera fue construida en el grupo de investigación CAPSAB, donde se clasificaron los estudiantes en los niveles de indagación, validada con un alfa de Cronbach de 0,63, un valor bajo dado que no era de muchos criterios (9 criterios), y por similitud con una rúbrica de clasificación propuesta por Pulido & Romero (2015), y finalmente, la de percepción de la intervención, la cual se validó con un alfa de Cronbach de 0,82. Ya a nivel de rúbricas se construyó una sola rúbrica para evaluar cada una de las fases de intervención realizadas, obteniendo así un seguimiento cuantitativo y cualitativo del desempeño de los estudiantes en el desarrollo de la competencia indagación.

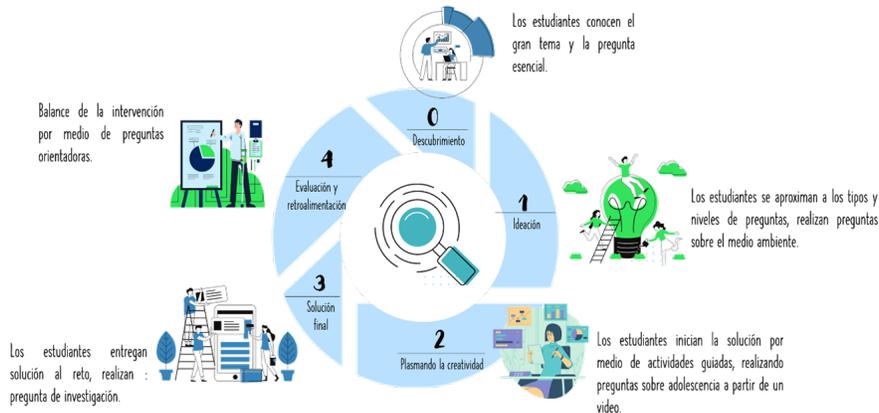
Análisis de datos

El tratamiento de datos se realizó con IBM SPSS Statistics V25.0, obteniendo p-valores de Kolmogorov-Smirnov, para evaluar la distribución de los datos y de Rho Spearman evaluando las correlaciones primero de los desempeños de redacción e identificación de preguntas según su nivel, estas correlaciones por cada una de las fases desarrolladas, y por último, la correlación entre las variables de percepción de la intervención: A. participación, B. organización, C. motivación, D. Aprendizaje de formular preguntas, E. Aprendizaje identificación de niveles. F. utilidad de la intervención, G. Desarrollo de competencias, y H. Aprendizaje Basado en Retos.

Procedimiento

El estudio inició con la caracterización del contexto mental, en términos del nivel de indagación de las estudiantes, momento en el que se aplicó el instrumento 1. Durante el tercer y cuarto bimestre del año 2020, se realizó la intervención con Aprendizaje Basado en Retos, la cual se realizó en 5 fases (Figura 2) en las fases 1, 2 y 3 se evaluaron las evidencias de aprendizaje con rúbrica.

Figura 2. Fases de la intervención bajo el modelo Aprendizaje Basado en Retos (ABR).



la caracterización final de los niveles de indagación, con el instrumento 1, y el balance de la experiencia.

Dentro de cada una de las fases se llevaron a cabo diferentes momentos de contextualización y trabajo activo de forma remota (Tabla 1). La fase 0 “descubrimiento” se caracterizó por la presentación del reto y la explicación inicial de la competencias científica: indagación, esta fase no tuvo valoración; la fase 1 denominada “ideación” consistió en un acercamiento inicial a la gran idea del reto y la generación de preguntas orientadoras sobre el medio ambiente; la fase 2 denominada “plasmando la creatividad” se desarrolló a partir de recursos alternos: un documental, donde se formularon e identificaron preguntas según su nivel; la fase 3 “solución final” consistió en la elaboración de una pregunta investigativa apoyada en preguntas de dato o concepto y de causa; la fase 4, evaluación y retroalimentación, se desarrolló a partir de preguntas orientadoras obteniendo así un balance de toda la intervención. Por último, se realizó

Resultados

Evaluación de la competencia científica indagación por ABR

Para analizar el efecto que tuvo el Aprendizaje Basado en Retos sobre el desarrollo de la competencia indagación, se evaluó la distribución de los datos (Tabla 2), en este análisis se encontró que la distribución es no paramétrica.

Seguido a ello se realizó un análisis de cada una de las fases evaluadas en el ABR, determinando las correlaciones entre los desempeños de las estudiantes.

Fase 1: ideación

En la fase 1, denominada ideación, los estadísticos de Spearman (Tabla 2) revelaron que en el desempeño la redacción de preguntas de nivel 1 se correlacionan con la redacción de las de nivel 2, así mismo ocurrió con la identificación

Tabla 1. *Momentos de la experiencia educativa.*

Fase	Momentos	Evacuación
Fase 0: descubrimiento	1) Explicación de la experiencia educativa “preguntémonos en casa” planteada bajo el ABP.	No aplica
	2) Explicación de la competencia indagación y se realiza pre-test de tipos y niveles de preguntas.	
	3) Dinámica exploratoria de los tipos y niveles de preguntas, usando Pear Deck.	
Fase 1: ideación	1) Recapitulación de los tipos y niveles de preguntas.	Con rúbrica
	2) Las estudiantes redactan 15 preguntas: 7 de nivel 1, 5 de nivel 2 y 3 de nivel 3, donde se identifica interrogativo, tipo y nivel de pregunta, todas acerca de problemáticas ambientales, tema que se estaba trabajando en clase.	
	3) La mayoría de las preguntas se trataron en clases posteriores para el desarrollo de las clases	
Fase 2: plasmando la creatividad	1) e observó el documental Body Story: Teen Dreams, de Discovery Channel (primera clase del 4to periodo).	Con rúbrica
	2) Las estudiantes usan Científicos a tu alcance (https://ciencias-a-tu-alcance.jimdofree.com/), ven los videos y realizan las actividades de la sección: Ciencia Escolar > Competencias Científicas > Indagación.	
	3) A partir del documental las estudiantes redactan 15 preguntas: 3 de nivel 1, 7 de nivel 2 y 5 de nivel 3, identifican interrogativo, tipo y nivel de pregunta.	
Fase 3: solución final	1) Las estudiantes realizan preguntas usando la rutina de pensamiento puente 3,2,1. 3 preguntas de nivel 3, 2 de nivel 2 y 1 de nivel 1.	
Fase 4: evaluación y retroalimentación	1) Por medio de preguntas orientadoras las estudiantes evalúan la intervención educativa bajo una escala de liker, responden ¿qué aprendí?, y finalmente dejan comentarios o sugerencias.	Percepción de los estudiantes y comparativo pre vs. post de los niveles de indagación
	2) Se realiza post-test de tipos y niveles de preguntas.	

de estos niveles. Por ende, en la primera fase se pudo determinar que el proceso de indagación se condiciona a la capacidad de identificación de los tipos de preguntas y su clasificación,

dado que aquellas estudiantes que tuvieron altos desempeños en el nivel 1 también los tuvieron en el nivel 2 y de forma análoga, las estudiantes que no tuvieron altos desempeños en el nivel 1

Tabla 2. *Análisis de distribución de la población, prueba de Kolmogorov-Smirnov.*

	Redacción LV1	Identificación LV1	Redacción LV2	Identificación LV2	Redacción LV2	Identificación LV3
Fase 1	0,000	0,012	0,000	0,004	0,000	0,000
Fase 2	0,000	0,000	0,000	0,000	0,004	0,002
Fase 3	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000

tampoco los obtuvieron en el nivel 2. De forma particular, no se evidencia correlación existente con el nivel 3, lo que indica que se debe de enseñar de forma explícita cada uno de los niveles de indagación para así promover la capacidad de cuestionamiento investigativo de los estudiantes (Acevedo et al., 2019).

ciones de desempeño de la fase 2: plasmando la creatividad (Tabla 3). Donde las estudiantes pudieron formular preguntas para abordar el contenido de la asignatura de biología.

En la Tabla 3 se evidencia un avance en el desarrollo de la competencia, el cual se identifica a partir las correlaciones fuertes identificadas

Tabla 3. *Correlaciones entre los desempeños en la fase 1.*

	Redacción LV1	Identificación LV1	Redacción LV2	Identificación LV2	Redacción LV3	Identificación LV3
Redacción LV1		0,454	0,000	0,948	0,690	0,866
Identificación LV1	0,454		0,541	0,004	0,505	0,064
Redacción LV2	0,000	0,541		0,669	0,754	0,393
Identificación LV2	0,948	0,004	0,669		0,290	0,281
Redacción LV3	0,690	0,505	0,754	0,290		0,064
Identificación LV3	0,866	0,064	0,393	0,281	0,064	

Fase 2: plasmando la creatividad

Como tercer análisis se estudiaron las correla-

en los estadísticos. Inicialmente se evidencia una correlación entre la identificación de preguntas de nivel 1 y 2, así mismo, se identificó

Tabla 4. *Correlaciones entre los desempeños en la fase 2: Plasmando la creatividad.*

	Redacción LV1	Identificación LV1	Redacción LV2	Identificación LV2	Redacción LV3	Identificación LV3
Redacción LV1		0,019	0,010	0,440	0,005	0,374
Identificación LV1	0,019		0,112	0,002	0,039	0,016
Redacción LV2	0,010	0,112		0,046	0,001	0,024
Identificación LV2	0,440	0,002	0,046		0,016	0,000
Redacción LV3	0,005	0,039	0,001	0,016		0,001
Identificación LV3	0,374	0,016	0,024	0,000	0,001	

que la identificación de preguntas de nivel 2 se correlacionan con las de nivel 3, y finalmente la redacción de preguntas de tipo investigativo (nivel 3) se correlacionó con la redacción de nivel 1, la redacción de nivel 2 y la identificación de nivel 3. Si bien se evidencian mayores correlaciones se logró identificar que todavía era necesario enseñarles a preguntar a las estudiantes, fomentando así la apropiación del proceso de aprendizaje propio, trabajando en la rigurosidad del planteamiento y llevando a las estudiantes a explorar, investigar y experimentar para comprender los fenómenos naturales y el mundo (Acevedo et al., 2019; Pulido & Romero, 2015). Ahora bien, de acuerdo a los estadísticos fue evidente un incremento en la indagación, lo que

ponentes necesarios dentro de los ambientes de aprendizaje según Gamboa et al. (2016) para cumplir con las dimensiones y propósitos de ellos. Para ello se realizaron actividades guiadas mediadas por tecnología soportadas en Científicos a tu alcance y las estudiantes se enfrentaron a la solución final del reto: formular preguntas de investigación disciplinar.

Fase 3: solución final

Por ende, el cuarto análisis realizado fue el estudio estadístico de correlaciones de la fase 3, donde construyeron preguntas de nivel 3, soportadas en preguntas de nivel 2 y 1.

Tabla 5. *Correlaciones entre los desempeños en la fase 3: solución final.*

	Redacción LV1	Identificación LV1	Redacción LV2	Identificación LV2	Redacción LV3	Identificación LV3
Redacción LV1		0,000	0,042	0,000	0,000	0,008
Identificación LV1	0,000		0,042	0,000	0,000	0,008
Redacción LV2	0,042	0,042		0,314	0,000	0,206
Identificación LV2	0,000	0,000	0,314		0,038	0,000
Redacción LV3	0,000	0,000	0,000	0,038		0,206
Identificación LV3	0,008	0,008	0,206	0,000	0,206	

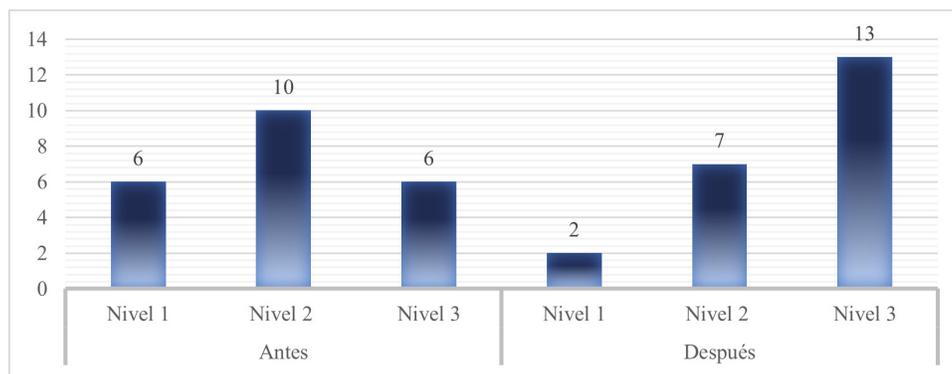
también significa una visibilización del pensamiento (Pulido & Romero, 2015) sin embargo, se evidencian algunas correlaciones que no son fuertes, es decir, que no se pueden asegurar estadísticamente la tendencia de regresión lineal, lo que indicó la necesidad de seguir trabajando en la construcción de conocimiento conjunta dentro del ambiente de aprendizaje, involucrando a las estudiantes en las interacciones, com-

A partir del análisis estadístico de Rho de Spearman, se identificó que la redacción e identificación de preguntas de nivel 1 se correlacionan fuertemente con la identificación de preguntas de nivel 2 y 3, y la redacción de nivel 3, y entre ellas (identificación y redacción de preguntas de nivel 1). Así mismo, se presentó una correlación entre la redacción de preguntas de causa o propósito y las investigables, por otro lado, la iden-

tificación de preguntas de nivel 3 se correlaciona con la identificación de aquellas de nivel 2.

el nivel de indagación final de cada una de las participantes a partir del puntaje más alto en los tres niveles de indagación (Figura 3).

Figura 3. Cambios en los niveles de indagación.



En consecuencia con lo anterior se identificaron 24 correlaciones bivariadas que indicaron un avance significativo en el desarrollo del saber preguntar de forma consciente, quizá porque las estudiantes realizaron un proceso de metacognición y reflexión, el cual les permitió identificar los tipos de preguntas, estos avances también se deben a la visibilización del pensamiento que se potenció a lo largo de la intervención, lo cual presenta coherencia con los resultados de Acevedo et al. (2019), aportando así a las competencias investigativas donde las estudiantes desarrollan la capacidad de construcción de explicaciones científicas a los fenómenos que ocurren en el mundo (Chona et al., 2006).

Fase 4: evaluación y retroalimentación

Finalmente, para evaluar y validar el progreso de las estudiantes en torno a la competencia indagación se analizaron los resultados de la caracterización inicial y final donde se definió

A partir del análisis pre y post intervención (Figura 3) se determinó que las estudiantes a nivel general avanzaron en el desarrollo de la competencia donde el 59%, 13 estudiantes, tienen la capacidad de construir explicaciones a partir de investigaciones generando preguntas investigativas, es decir, aquellas que invitan a realizar mediciones para explicar los fenómenos naturales reconociendo también las preguntas de nivel 2 y 1. Además, el 32% se ubicaron en el nivel 2, quienes reconocen este nivel y el 1, en este caso las estudiantes son capaces de comprender preguntas de tipo causal, que invitan a preguntar por las causas o los porqué de los fenómenos, finalmente, solo 2 estudiantes, que representan el 9%, se ubican únicamente en el nivel 1, quienes dominan las preguntas de tipo conceptual, las cuales solicitan definiciones o datos puntuales (ICFES, 2019; Pulido & Romero, 2015).

En coherencia con lo anterior, se logró determinar que la competencia de indagación es un

proceso que debe ser enseñado de forma explícita, pues los estudiantes pueden dominar inicialmente 1 o 2 niveles, pero no los conocen todos, por ende, es necesario que sean expuestos para ellos y que comprendan que son factoriales (Figura 4), es decir, que se dominan de forma secuencial, la mayoría que saben el proceso de pensamiento de nivel 3, conocen y dominan el de nivel 2 y 1, mientras que si se clasifican en nivel 2 dominan totalmente el nivel 2 y 1.

plementación del Aprendizaje Basado en Retos para el desarrollo de la indagación como competencia científica, inicialmente se analizaron las puntuaciones promedio a cada uno de los aspectos (Figura 5), donde los estudiantes en la mayoría de ítems evaluaron con una puntuación mayor a 4,0.

Así mismo, en la Figura 5, se evidencia que las estudiantes reconocieron el ABR como una estrategia en la que pudieron participar de forma

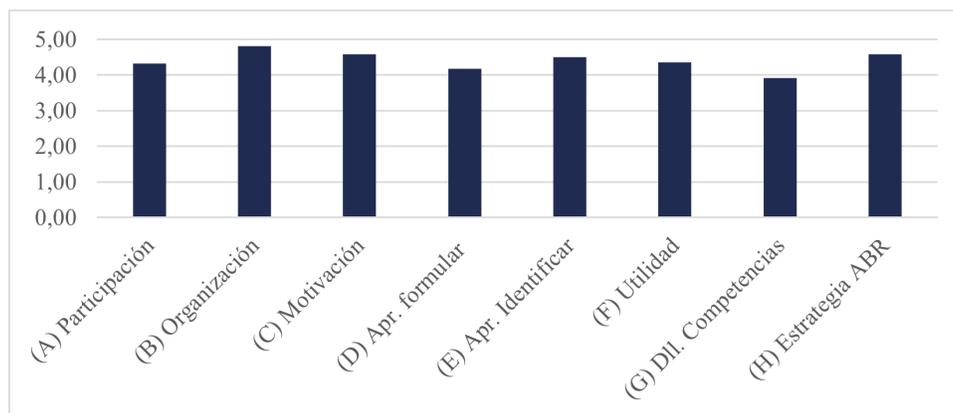
Figura 4. La competencia de indagación como un proceso factorial.



El último análisis realizado fue la validación de la percepción de las estudiantes hacia la im-

activa (ítem A), la cual las motivó (ítem C) positivamente para aprender a formular (ítem D) e

Figura 5. Percepción de la intervención por Aprendizaje Basado en Retos (ABR)



identificar (ítem E) preguntas, adicionalmente, calificaron de forma sobresaliente la organización de la intervención (ítem B), lo cual quizá redundó en la utilidad (ítem F) de las habilidades de pensamiento adquirido para la clase de biología y la construcción de su conocimiento científico. Además de ello, identificaron el Aprendizaje Basado en Retos como una estrategia activa y útil.

Si bien se recibieron calificaciones altas, el desarrollo de competencias obtuvo una puntuación promedio de 3,9, lo que indicó que no todos los estudiantes reconocieron el progreso de sus niveles de indagación como el trabajo de la competencia, quizá porque no se hizo totalmente explícito de forma constante la indagación como competencia, pero los estudiantes tuvieron una aproximación a ello, con estos resultados se prosiguió a considerar las correlaciones posibles entre las percepciones (Tabla 5), con el fin de realizar una evaluación más robusta de la metodología empleada, el Aprendizaje Basado en Retos.

A partir de los estadísticos de correlaciones se identificó que la participación (A) se correlaciona con la motivación (C) y la utilidad de lo aprendido (F), es decir que las estudiantes reconocieron que la posibilidad de comunicación, participación e interacción las motivó de forma significativa, generando así una construcción activa de su proceso de aprendizaje, lo que redundó en la utilidad de los aprendizajes, todo esto presenta coherencia con lo expuesto por Fidalgo et al. (2017) quienes expresaron que el ABR es una estrategia de aprendizaje activo. Así mismo, se evidenció que la organización (B) correlaciona con el aprendizaje de la identificación de preguntas (E), la utilidad (F), el desarrollo de competencias (G) y la estrategia global de ABR (H), es decir que en el diseño de este ambiente de aprendizaje, las estudiantes reconocen que la dimensión temporal (Gamboa et al., 2017; Iglesias, 2008) es fundamental para el éxito del aprendizaje y el desarrollo de competencias.

Otra de las correlaciones observadas fue la motivación (C) con el aprendizaje de formular

Tabla 6. Correlaciones entre los criterios de evaluación de la intervención. Prueba de Rho Spearman

	A	B	C	D	E	F	G	H
A		0,794	0,008	0,197	0,606	0,035	0,416	0,667
B	0,794		1,000	0,111	0,019	0,012	0,036	0,046
C	0,008	1,000		0,003	0,233	0,076	0,805	0,398
D	0,197	0,111	0,003		0,028	0,126	0,061	0,048
E	0,606	0,019	0,233	0,028		0,077	0,535	0,495
F	0,035	0,012	0,076	0,126	0,077		0,022	0,141
G	0,416	0,036	0,805	0,061	0,535	0,022		0,261
H	0,667	0,046	0,398	0,048	0,495	0,141	0,261	

preguntas (D) y la formulación de preguntas (D) con el aprendizaje a identificarlas (E) y la estrategia ABR (H), lo que indicó que las estudiantes reconocieron la motivación como un elemento que fortaleció el aprendizaje de identificar y redactar preguntas, lo cual era la misión del Aprendizaje Basado en Retos, por ende, de acuerdo con Vera-Monroy et al. (2020), el diseño de estrategias activas en el ámbito educativo fomenta la comprensión de los procesos cognitivos siempre y cuando se identifiquen los mismos. Así mismo, se puede decir que además de presentar mejoras en el pensamiento crítico (Nawawi, 2017), el ABR contribuye al desarrollo de la competencia científica indagación, donde los estudiantes construyen su aprendizaje a partir de las interacciones creadas en el ambiente de aprendizaje, respondiendo a los principios y dimensiones de estos (Cano & Lledó, 1990; Gamboa et al., 2017; Iglesias, 2008).

Finalmente, con lo estadístico también se evidenció una correlación entre la utilidad (F) y el desarrollo de competencias (G), si bien el aspecto de competencias no fue el valorado más alto, las estudiantes reconocen que la utilidad de la intervención educativa va más allá del aprender contenidos, es decir, que ellas mismas reconocen que se desarrollan competencias y son útiles para el desarrollo integral de ellas, dándole la oportunidad de comprender los fenómenos que ocurren en el mundo, a partir de esto, se determina que en el área de ciencias naturales se ha contribuido a la reflexión e indagación, habilidades de pensamiento requeridas para la formación de ciudadanos responsables

(Meinardi et al., 2017), gracias al ABR que involucro a las estudiantes, haciéndolas el eje central de toda la actividad educativa, por ende, se rescata el acierto de la experiencia al enseñar a las estudiantes a formular preguntas de manera estructurada y consciente, donde ellas pudieron evidenciar su progreso en los procesos de indagación a partir de la evaluación continua y formativa, lo que se hizo evidente en la fase de evaluación y balance.

Consideraciones Finales

Al diseñar una intervención educativa, es apropiado identificar los procesos metodológicos de las estrategias propuestas a la fecha, de tal forma que se reconozcan las ventajas y desventajas de cada una, esto en coherencia con los procesos cognitivos a desarrollar durante la experiencia, para así evaluar la más apropiada para cumplir con el objetivo propuesto. En este estudio se evidenció que la implementación del Aprendizaje Basado en Retos promueve el desarrollo de la competencia científica indagación, incrementando la motivación de los estudiantes hacia el proceso de aprendizaje.

La indagación es un proceso de pensamiento que debe ser enseñado de forma explícita y acompañado de un profesor guía y motivador, todo esto teniendo en cuenta la Zona de Desarrollo Próximo de cada uno de los estudiantes, donde se procederá a subir los niveles de desempeño a medida que los estudiantes logren

realizar los procesos de forma individual.

La validez de la intervención se establece en dos dominios, el primero hace referencia a la evaluación de los desempeños de los estudiantes, con el fin de establecer la calidad de la intervención alrededor de su objetivo, es decir, los indicadores de efectividad, los cuales permiten establecer que se promueve el desarrollo integral de los integrantes del ambiente de aprendizaje: fomenta la competencia científica desarrollada, la indagación, la visibilización del pensamiento y la motivación que redundan en el protagonismo de los estudiantes, y el segundo, la percepción de los actores principales, los estudiantes, quienes evalúan, la estrategia empleada y los aprendizajes construidos en la experiencia, reconociendo la utilidad y el alcance de los Resultados de Aprendizaje definidos.

Referencias bibliográficas

- Acevedo, A. J., Romero, Y. N., & Barreto, C. H. (2019). Enseñar a preguntar en biología desde la visibilización del pensamiento. *Bio-grafía*, 0, 1482-1493. <https://revistas.pedagogica.edu.co/index.php/bio-grafia/article/view/11047>
- Adúriz, A., Adriana, G. A., Rodríguez, D. P., López, D. M., Jiménez, M. del P., Izquierdo, M., & Sanmarti, N. (2011). *Las Ciencias Naturales en Educación Básico: formación de ciudadanía para el siglo XXI* (Secretaría de Educación Pública (ed.); Primera).
- Agencia Nacional de Evaluación de la Calidad y Acreditación. (2013). *Guía de apoyo para la redacción, puesta en práctica y evaluación de los RESULTADOS DEL APRENDIZAJE*. http://portal.uned.es/pls/portal/docs/PAGE/UNED_MAIN/LAUNIVERSIDAD/VICERRECTORADOS/CALIDAD_E_INTERNACIONALIZACION/INNOVACION_DOCENTE/IUED/MATERIALES_DIDACTICOS/WEB_MADI_MANUAL_DOCENTIA_UNED_APROBADO_ANECA_09_04_20_0.PDF
- Apple. (2010). *Challenge Based Learning A Classroom Guide*. https://images.apple.com/education/docs/CBL_Classroom_Guide_Jan_2011.pdf
- Cano, M. I., & Lledó, A. (1990). *Espacio, comunicación y aprendizaje* (Díada (ed.)). <https://dialnet.unirioja.es/servlet/libro?codigo=28682>
- Chona, G., Arteta, J., Martínez, S., Ibáñez, X., Pedraza, M., & Fonseca, G. (2006). ¿Qué competencias científicas promovemos en el aula? *Tecné, Episteme y Didaxis: TED*, 20, 62-70. <https://doi.org/10.17227/ted.num20-1061>
- Clegg, J. R., & Diller, K. R. (2019). Challenge-based instruction promotes students' development of transferable frameworks and confidence for engineering problem solving. *European Journal*

- of Engineering Education*, 44(3), 398-416. <https://doi.org/10.1080/03043797.2018.1524453>
- Fidalgo, Á., Sein-Echaluce, M. L., & García, F. J. (2017). Aprendizaje Basado en Retos en una asignatura académica universitaria. *IE Comunicaciones: Revista Iberoamericana de Informática Educativa*, ISSN-e 1699-4574, N°. 25, 2017 (Ejemplar dedicado a: Enero-Junio), págs. 1-8, 25, 1-8. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6067451&info=resumen&idioma=SPA>
- Gamboa, M. C., Ahumada, V. D. R., & Guerrero, J. H. (2016). Desarrollo Sostenible en el Aula universitaria: influencia de los canales de percepción y los estilos de aprendizaje en el rendimiento académico. *Investigación con Pertinencia*.
- Gamboa, M. C., García, Y., & Ahumada, V. D. R. (2017). *Diseño de Ambientes de Enseñanza-Aprendizaje: Consideraciones con base en la PNL y los Estilos de Aprendizaje*. <http://repository.unad.edu.co/handle/10596/11973>
- ICFES. (2019). *Prueba de ciencias naturales Saber 11.º*. <https://www.icfes.gov.co/documents/20143/1500084/Marco+de+referencia+ciencias+naturales+saber+11.pdf/1713a30f-87e5-e944-b8bc-07645b9a9a4e>
- Iglesias, M. L. (2008). Observación y evaluación del ambiente de aprendizaje en educación infantil : dimensiones y variables a considerar. *Revista Iberoamericana de Educación*, 47(1), 49-70. <http://www.rieoei.org/rie47a03.pdf>
- Inostroza, F. A. (2017). Estudiantes con déficit atencional enfrentando tareas de comprensión lectora y producción de textos: Un estudio comparativo en alumnado de 4º año de educación primaria en Chile. *Revista Electrónica Educare*, ISSN-e 1409-4258, Vol. 21, N°. 3, 2017, 21(3), 16. <https://doi.org/10.15359/ree.21-3.7>
- Meinardi, E., Galli, L., Chion, A. R., & Plaza, M. V. (2017). *Educación en ciencias* (R. Rottemberg (ed.); Primera). Editorial Paidós. <https://doi.org/10.1016/j.apergo.2017.09.010>
- Ministerio de Educación Nacional. (s. f.). *PROGRAMAS PARA EL DESARROLLO DE COMPETENCIAS Dirección de calidad de la educación preescolar, básica y media*.
- Ministerio de Educación Nacional. (2017). *Mallas de aprendizaje Ciencias Naturales y Educación Ambiental*.
- Ministerio Nacional de Educación. (s. f.). *La práctica pedagógica como escenario de aprendizaje*. Recuperado 15 de diciembre de 2020, de https://www.mineduccion.gov.co/1759/articles-357388_recurso_1.pdf
- Nawawi, S. (2017). Developing of module challenge based learning in environmental

- material to empower the critical thinking ability. *Jurnal Inovasi Pendidikan IPA*, 3(2), 212. <https://doi.org/10.21831/jipi.v3i2.15988>
- Pappas, E., Pierrakos, O., & Nagel, R. (2013). Using Bloom's Taxonomy to teach sustainability in multiple contexts. *Journal of Cleaner Production*, 48, 54-64. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2012.09.039>
- Pulido, G. E., & Romero, Y. N. (2015). Incidencia de las rutinas de pensamiento en el fortalecimiento de habilidades científicas: Observar y preguntar en los estudiantes de grado cuarto, ciclo II del Colegio Rural José Celestino Mutis I.E.D. [Universidad de La Sabana]. En *Universidad de La Sabana*. <https://intellectum.unisabana.edu.co/handle/10818/17538>
- Rojas, M. (2015). Tipos de Investigación científica: Una simplificación de la complicada incoherente nomenclatura y clasificación. *Revista Electrónica de Veterinaria*, 16(1), 1-14. <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet2015Volumen16N°01-htp://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n010115.html>
- Starr, C. W., Manaris, B., & Stalvey, R. H. (2008). Bloom's taxonomy revisited: Specifying assessable learning objectives in computer science. *ACM SIGCSE Bulletin*, 40(1), 261-265. <https://doi.org/10.1145/1352322.1352227>
- Tobón, S. (2015). *Formación Basada en Competencias Pensamiento complejo, diseño curricular y didáctica*.
- Vallet-Bellmunt, T., Rivera-Torres, P., Vallet-Bellmunt, I., & Vallet-Bellmunt, A. (2017). Aprendizaje cooperativo, aprendizaje percibido y rendimiento académico en la enseñanza del marketing. *Educacion XXI*, 20(1), 277-297. <https://doi.org/10.5944/educXXI.11408>
- Vera-Monroy, S. P., Mejia-Camacho, A., & Gamboa, M. C. (2020). C=OCARBOHIDRATOS: efecto del juego sobre el aprendizaje. *Educación Química*, 31(1), 35. <https://doi.org/10.22201/fq.18708404e.2020.1.68522>