



Diseño de unidades didácticas mediante el aprendizaje basado en problemas para la enseñanza de las ciencias

Design of Didactic Units through Problem-Based Learning for Science Teaching

Projeto de unidades didáticas por meio de aprendizagem baseada em problemas para o ensino de ciências

Elvira-Patricia Flórez-Nisperuza¹
Martha-Sofía González-Rivas²

Recibido: enero de 2021

Aceptado: abril de 2021

Para citar este artículo: Flórez-Nisperuza, E. P. y González-Rivas, M. S. (2021). Diseño de unidades didácticas mediante el aprendizaje basado en problemas para la enseñanza de las ciencias. *Revista Científica*, 41(2), 134-149. <https://doi.org/10.14483/23448350.17472>

Resumen

El objetivo del presente estudio fue analizar la apropiación de la ciencia y con base a ello proponer el diseño de unidades didácticas contextualizadas mediante el aprendizaje basado en problemas (ABP). Este trabajo se enmarca en un tipo de investigación cualitativa, mediante un diseño de estudio de caso, realizado a partir del análisis del contexto del aula, con un ejercicio de autoevaluación de 32 estudiantes del grado undécimo de una institución educativa pública del Caribe colombiano, además de entrevistas a ocho docentes de Ciencias Naturales de esta institución educativa. Los hallazgos de esta investigación muestran que la mayor parte de los estudiantes desconoce la importancia de las competencias científicas, lo cual se evidencia en un bajo nivel de apropiación del aprendizaje del concepto de “influencia humana sobre la dinámica de las poblaciones ecológicas”. De igual forma, los docentes

declaran poco manejo de metodologías y estrategias didácticas que favorezcan el aprendizaje y el desarrollo de competencias científicas. Por lo tanto, se sugiere la implementación de una propuesta didáctica relacionada con el diseño de unidades didácticas bajo el enfoque ABP para la enseñanza de las Ciencias Naturales.

Palabras clave: aprendizaje basado en problemas; competencias científicas; contexto; enseñanza de las ciencias.

Abstract

The objective of this study was to analyze appropriation of science and, based on this, to propose the design of contextualized didactic units through problem-based learning (PBL). This work is part of a qualitative research through a case study design carried out from the analysis of the classroom context, with a self-evaluation exercise performed with 32

1. Ph. D. Universidad de Córdoba. Montería, Colombia. epatriciaflorez@correo.unicordoba.edu.co
2. Universidad de Córdoba. Montería, Colombia.

eleventh grade students from a public education institution in the Colombian Caribbean, in addition to interviews with eight of their natural science teachers. The findings of this research show that most of the students are unaware of the importance of scientific competences, which is evidenced in a low level of appropriation when learning the concept of 'human influence on the dynamics of ecological populations'. Similarly, teachers declare little use of teaching methodologies and strategies that favor the learning and development of scientific competencies. Therefore, the implementation of a didactic proposal related to the design of didactic units under the PBL approach is suggested for the teaching of natural sciences.

Keywords: context; problem-based learning; scientific competences; science teaching.

Resumo

O objetivo do presente estudo foi analisar a apropriação e com base nessa proposta o desenho de unidades didáticas contextualizadas por meio da Aprendizagem Baseada em Problemas (PBL). Este trabalho faz parte de um tipo de pesquisa qualitativa, por meio de um desenho de estudo de caso, realizado a partir da análise do contexto de sala de aula, com um exercício de autoavaliação realizado com 32 alunos do 11º ano de uma Instituição Educacional Pública do Caribe colombiano. além de entrevistas com oito professores de Ciências Naturais dessa instituição de ensino. Os achados desta pesquisa mostram que grande parte dos alunos desconhece a importância das competências científicas, o que se evidencia no baixo nível de apropriação da aprendizagem do conceito de "Influência humana na dinâmica das populações ecológicas". Da mesma forma, professores declaram pouca utilização de metodologias e estratégias didáticas que favoreçam a aprendizagem e o desenvolvimento de competências científicas. Portanto, sugere-se a implementação de uma proposta didática relacionada ao desenho de unidades didáticas sob a abordagem da ABP para o ensino de Ciências Naturais.

Palavras-chaves: aprendizagem baseada em problemas; competências em ciencias; contexto; ensino de ciencias.

Introducción

Los métodos basados en la investigación han probado su eficacia en el aprendizaje de la ciencia al aumentar tanto el interés del alumnado como la buena disposición de los profesores para enseñar ciencia. Se fundamentan en la curiosidad y en las observaciones seguidas de la resolución de problemas y la experimentación. Utilizando el pensamiento crítico y la reflexión, los estudiantes son capaces de realizar inferencias a partir de los datos recogidos (Rocard et al., 2007). Esta premisa constituye un punto de inicio clave para los resultados del presente trabajo en tanto que asegura la importancia de usar métodos basados en la investigación y en particular en el contexto estudiado, orientado a indagar acerca de cómo los estudiantes y docentes del área de Ciencias Naturales y Educación Ambiental de una institución educativa del Caribe colombiano perciben la enseñanza y el aprendizaje y, a partir de allí, proponer el diseño de una unidad didáctica recreada y sustentada por el enfoque ABP.

En este orden de ideas, los resultados de la investigación cualitativa que aquí se exponen son respuesta a una problemática didáctica evidenciada en la necesidad de caracterizar un contexto de aula enmarcado en una enseñanza de las ciencias asignaturista, tradicional, aislada de la realidad y transmisionista. Las políticas y los sistemas educativos deberían apoyar a escuelas, profesores, formadores de profesores y estudiantes de todas las edades para adoptar la investigación como enfoque de la educación científica y como parte del marco central de la ciencia educación para todos (Directorate-General for Research and Innovation (European Commission), 2015). Consideramos que asumir este reto trae consigo el reconocimiento de que la enseñanza basada en la indagación constituye una forma eficaz de enseñar y aprender ciencias, destacando como implicaciones más relevantes el incremento de la motivación/satisfacción por aprender ciencias y la adquisición de contenidos por parte

de los estudiantes, siempre que el diseño de las actividades sea adecuado, lo que pasa ineludiblemente por una formación del profesor (Aguilera et al., 2018). Los postulados de la competencia indagación se integran a la pertinencia teórica de privilegiar en la enseñanza de las Ciencias Naturales el enfoque ABP, dado que este hace uso de situaciones problema como canal didáctico que moviliza los aprendizajes en el aula y, en particular, sitúa al estudiante como un lector crítico, activo y autónomo (Linn, Davis y Bell, 2004), adicionalmente se define la indagación como el proceso intencional de identificación y análisis de problemas, la distinción de alternativas y la evaluación de experiencias para resolverlos, la planificación de investigaciones, la construcción de modelos, la investigación sobre hipótesis, la búsqueda de información, el debate entre compañeros y la construcción de argumentos coherentes. Por su parte, Crawford (2007) señala que la indagación se refiere a comprender las distintas formas en que los científicos realizan su trabajo, a valorar la potencialidad de las observaciones, habilidad para formular preguntas investigables y emitir hipótesis, a utilizar distintos tipos de datos para buscar patrones y confirmar o rechazar las predicciones, a construir y defender modelos y argumentos, a juzgar explicaciones alternativas y a lograr una mejor comprensión del carácter provisional y evolutivo de la ciencia y su origen en la actividad humana, el contexto y la cultura en que se desarrolla y utiliza. Así mismo, Couso (2014) advierte que entre sus principales características están organizarse en entornos de investigación, normalmente de tipo práctico; el estudiante adquiere un papel más activo que en entornos tradicionales y el profesorado, más pasivo (actúa de guía); se le atribuye mucha importancia a la actitud y a la motivación; los estudiantes, que en general trabajan en grupo, se plantean preguntas y obtienen datos (o usan datos disponibles); gozan de mucha autonomía y capacidad de decisión y la clase se diseña en etapas que simulan la metodología científica.

En el contexto de la presente investigación, es oportuno además declarar las identidades del equipo investigador por la indagación tipo guiada, teniendo en cuenta las actividades que se espera realicen los estudiantes, quienes seleccionan preguntas y plantean otras nuevas; se les orienta para que recaben ciertos datos; se les guía en el proceso de formular explicaciones a partir de pruebas; se les dirige hacia áreas y fuentes de conocimiento científico, y se les orienta hacia estrategias para desarrollar la comunicación (Bevins y Price, 2016).

Ante estos postulados teóricos de entrada, el aprendizaje basado en problemas (ABP) representa una opción metodológica clave correspondiente con la competencia indagación para el aprendizaje y la enseñanza de las ciencias, en tanto fomenta la relación del estudiante con el contexto y promueve la solución de problemas a través de grupos pequeños o reducidos de trabajo (Ruiz, 2016). Según Ruiz, los estudiantes son partícipes de su propio proceso de aprendizaje a partir de problemas significativos contrastados con su realidad. Por estar basado en la solución de problemas, ha sido reconocido por sus aportes didácticos en la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias (Hincapié, Ramos y Chirino, 2018; Ruiz, 2016). Por lo tanto, en este proceso de construcción se analizan las situaciones problemáticas, ajustando los elementos para facilitar el desarrollo de soluciones a partir de la información relevante y la comprensión de los fenómenos ocurridos o contextualizados, estableciendo un escenario en el que los estudiantes son conscientes del proceso y edifican su propio saber (Garzón, 2017).

Teniendo en cuenta que los estudiantes no deben ser sujetos pasivos de su aprendizaje, el ABP permite que cambien el rol de receptor pasivo a un papel activo, responsable y autónomo. Lo anterior implica que el docente modifique sus estrategias de enseñanza basadas en la transmisión de conocimientos, a orientador y guía que aporta el apoyo y la ayuda apropiados; adicionalmente, posibilita integrar y comprender conocimientos de diferentes áreas (Villalobos, Ávila y Olivares, 2016).

Desde esta perspectiva, el ABP aporta elementos teóricos y metodológicos importantes en tres vías pedagógicas para el presente estudio: en primer lugar, influye positivamente en las formas como el estudiante aprende; en segundo lugar, interviene en las formas como el docente enseña, siendo un elemento didáctico de gran valor para la enseñanza y el aprendizaje de las Ciencias Naturales; y tercero, proporciona la oportunidad de desarrollar una amplia gama de destrezas complementarias tales como el trabajo en equipo, la expresión escrita y oral, la resolución de problemas abiertos y otras habilidades transdisciplinarias (Rocard et al., 2007).

En este sentido, el ABP es una herramienta valiosa y frecuentemente utilizada para la adquisición de competencias relacionadas con el conocimiento científico en Ciencias Naturales, permitiendo que el estudiante pueda interactuar y complementar los conceptos aprendidos en diferentes contextos. En efecto, este enfoque problémico se forma como un proceso activo en el cual la cooperación de los estudiantes y el profesor cumple un papel de crucial importancia en el proceso de aprendizaje (Aguado y Campo, 2018). Esto implica que el estudiante presente cierto nivel de independencia relacionada con el desarrollo competencial. No obstante, es la autonomía y la articulación para trabajar en equipo la que le permite desarrollar competencias en el escenario educativo. En este sentido, la eficacia del ABP depende de la capacidad del aprendizaje cooperativo que permite sintetizar lo aprendido y conectar los nuevos conocimientos con el marco de comprensión que se está edificando en el grupo (Hincapié et al., 2018).

En consecuencia, los procesos desarrollados en las Ciencias Naturales utilizando el enfoque del ABP como estrategia didáctica exigen al estudiante abordar los problemas de una manera profunda y así recurrir a diversas fuentes de información para poder desarrollar su proceso de formación. Además, puede ser utilizado en diversas unidades didácticas como elemento de transformación, en tanto que estas articulan y organizan el proceso

de enseñanza-aprendizaje, el cual puede ser abordado desde temáticas particulares (Álvarez, 2013). Debido a esto, el enfoque ABP podría considerarse como un elemento que agrupa los contenidos en un tiempo específico para el desarrollo de los conocimientos, garantizando una planeación científica de todos los aspectos que se realizan dentro del aula de clases.

Sin embargo, según Cantó-Doménech, de Pro-Bueno, A. y Solbes (2017), la unidad didáctica se ha convertido en una actividad de escasa utilidad, debido a la falta de apropiación del docente y a las pocas estrategias adecuadas para su desarrollo, pasando a ser una actividad desconectada de los problemas contextuales de los estudiantes. Pero en sí, el proceso de planeación es necesario para afrontar de la mejor manera los procesos que los estudiantes deben desarrollar respecto a su aprendizaje; no obstante, esta planeación debe tener un enfoque didáctico claro y pertinente de acuerdo con los saberes del docente y las necesidades de aprendizaje de los estudiantes. En tal sentido, la implementación y el desarrollo de unidades didácticas, como estrategia para afrontar estas dificultades, permiten que los docentes puedan plasmar sus ideas y conocimientos, indagando sobre las competencias más relevantes que los estudiantes deben desarrollar según las necesidades contextuales (Cantó-Doménech et al., 2017).

Lo anterior puede realizarse mediante el diseño de unidades didácticas, en sinergia con el ABP como metodología asociada a la solución de problemas, permitiendo promover el análisis crítico en los estudiantes, vinculando la aplicación de su aprendizaje a la realidad natural relacionada con su contexto inmediato. De allí que la presente investigación gire en torno al siguiente interrogante principal: ¿cómo se promueve la apropiación y el desarrollo de competencias científicas a partir del diseño de unidades didácticas contextualizadas mediante el aprendizaje basado en problemas (ABP) en la enseñanza de las Ciencias Naturales en educación secundaria?

Metodología

En esta investigación se utilizó una metodología cualitativa cuyo objetivo fue comprender los hechos de la realidad educativa en profundidad, generando interpretaciones que conllevaron a soluciones contextuales (Piza, Amaíquema y Beltrán, 2019). Para lograrlo, se observaron clases de Ciencias Naturales y Educación Ambiental y se entrevistaron los 32 estudiantes del grupo de estudio seleccionado y los ocho docentes del área, dando lugar a un proceso de caracterización, descripción y comprensión de la naturaleza de la enseñanza imperante en el contexto estudiado y de ahí pasar a la construcción de una unidad didáctica basada en el ABP como respuesta a las prácticas tradicionales identificadas. El diseño de esta investigación fue el estudio de caso, el cual permitió analizar a profundidad el fenómeno en su contexto (Jiménez, 2012).

Contexto y participantes

La investigación se realizó en una institución educativa pública del Caribe colombiano en el curso

académico 2019-2020. La población participante fue de 32 estudiantes (20 mujeres y 12 hombres) del grado 11-2 de la jornada matinal, con edades comprendidas entre los 16 y 19 años, partiendo del diagnóstico socializado sobre los resultados institucionales en las pruebas Saber de grado undécimo, aplicadas por el Instituto Colombiano para la Evaluación de la Educación (ICFES, 2018). Esta población objeto de estudio fue seleccionada de acuerdo con los intereses del grupo investigador. En este tipo de muestreo, los investigadores seleccionaron a los sujetos de estudio teniendo en cuenta los criterios de facilidad, accesibilidad y proximidad de estos (Otzen y Manterola, 2017). Asimismo, se seleccionaron ocho docentes (D) que orientaban las Ciencias Naturales, estos conformaron el grupo para diagnosticar el nivel de apropiación y uso de unidades didácticas como estrategia de enseñanza.

Fases de la investigación

A continuación se presentan fases, técnicas e instrumentos usados en la investigación para dar respuesta a la pregunta planteada (tabla 1).

Tabla 1. Fases de la investigación

Fases	Propósitos	Técnicas	Instrumentos
Fase 1. Diagnóstico y exploración del contexto	Identificar las competencias científicas relacionadas con el ABP en estudiantes de undécimo grado	Observación directa	Ficha de observación
		Ejercicio de autoevaluación	Lista de cotejo
Fase 2. Organización y análisis de percepciones docentes	Identificar el nivel de apropiación de los docentes alrededor de la metodología de enseñanza ABP y el uso de unidades didácticas	Entrevistas abiertas	Guía de entrevistas
Fase 3. Diferenciación	Determinar elementos diferenciadores y criterios para el diseño de una propuesta didáctica con fundamento en el ABP y el desarrollo de competencias científicas en el contexto de estudio	Triangulación teórica	
Fase 4. Diseño de propuesta didáctica	Diseñar una unidad didáctica bajo el enfoque ABP para la enseñanza de las Ciencias Naturales en estudiantes de undécimo grado	Planeación docente	Esquema de planeación de unidad didáctica

Fuente: elaboración propia.

Para la propuesta de la unidad didáctica se han tenido en cuenta las directrices dadas por las matrices de referencias y los Derechos Básicos de Aprendizaje (DBA) de esta área, y las conceptualizaciones y los aportes relacionados con esta estrategia de planeación docente. Se establecen cinco sesiones de clases desarrolladas desde la orientación del docente y el enfoque del ABP.

Resultados

Los resultados que a continuación se exponen están en correspondencia con las fases de la investigación: un primer grupo atiende al diagnóstico y exploración del contexto; seguidamente, a la organización y análisis de las percepciones docentes; luego la fase de diferenciación y finalmente el diseño de la propuesta didáctica.

Resultado fase 1. Diagnóstico y exploración del contexto

Los resultados obtenidos de la ficha de observación indicada en la [tabla 2](#) fueron aplicados como diagnóstico durante el desarrollo de la clase de Ciencias Naturales y Educación Ambiental, teniendo en cuenta sus principales momentos, como

relaciones entre docente y estudiante o ambiente de aprendizaje, mostrando los siguientes aspectos.

Se pudo evidenciar que, a nivel general, el desarrollo de la clase denota la utilización de la metodología tradicional y un rol pasivo en los estudiantes. Las condiciones dadas al interior del aula para el desarrollo de la clase deberían hacer especial énfasis en las relaciones dinámicas y participativas entre docentes y estudiantes. Lo anterior propicia un ambiente marcado por las vicisitudes que surgen entre estudiantes, docentes, e incluso padres de familia, así como las opiniones mismas de cada uno de ellos. Sin embargo, no se observó un espacio de interacción alrededor del conocimiento específico relacionado con la ciencia. La enseñanza debe permitir características asociadas a metodologías alternativas e innovadoras que aseguren el protagonismo de los estudiantes, dejando al docente como un guía permanente en los procesos formativos. Contrario a la clase que utiliza metodologías tradicionales en la cual el estudiante es un receptor del conocimiento que es impartido por el docente (Gil, 2017).

Dentro de la fase de diagnóstico se realizó, además de la observación, un ejercicio de autoevaluación dirigido a los estudiantes del grado 11-2 con la intención de conocer sus percepciones sobre el

Tabla 2. Criterios de la ficha de observación

CRITERIOS	OBSERVACIÓN
1. Ambiente de aula	Se observó un ambiente de aula basado en el respeto, la fluidez en la comunicación y el cumplimiento de actividades.
2. Características de la clase	No se observó la implementación de estrategias dinámicas y motivadoras para la participación del estudiante La clase fue desarrollada de forma magistral, el docente solo se apoyó en el tablero y sus conocimientos.
3. Rol de los estudiantes	Los estudiantes mantuvieron una actitud pasiva durante el desarrollo de la clase, solo escuchando atentamente la información transmitida por el docente, aunque algunos manifestaban sus inquietudes sobre palabras técnicas propias de las ciencias.
4. Motivación del docente hacia la participación	El docente no involucra a los estudiantes en el desarrollo de la clase, solo en el momento de la asignación de la actividad y la socialización de la misma, hay que aclarar que esta fue un taller de cinco preguntas cuyas respuestas fueron literales.

Fuente: elaboración propia.

desarrollo de competencias desde el área de las Ciencias Naturales. Para ello se utilizó una lista de cotejo que consistió en la formulación de ocho preguntas asociadas a las competencias de indagación, formulación de hipótesis, trabajo en equipo y trabajo autónomo. En ella, los estudiantes debían autoevaluarse y responder afirmativa o negativamente a cada pregunta. Los resultados permitieron crear una codificación específica, la cual aportó claridad y sentido a la identificación de las categorías y subcategorías obtenidas, teniendo en cuenta un análisis del contenido cualitativo (ACC) con la finalidad de relacionar el tema central de las

preguntas con las competencias y de esta manera facilitar su análisis (Ávila et al., 2020; Lorduy y Naranjo, 2020). La [tabla 3](#) describe el detalle de los aspectos antes mencionados.

A partir del análisis de las preguntas, las respuestas de la lista de cotejo y la codificación antes presentada, surgió una categoría central “competencias científicas desde el ABP”, constituida por cuatro subcategorías: “indagación, formulación de hipótesis, trabajo en equipo y trabajo autónomo”, dando respuesta al contexto de los estudiantes participantes en el estudio, el sistema de estas categorías se presenta en la [tabla 4](#).

Tabla 3. Codificación de los interrogantes de la lista de cotejo

Codificación utilizada	Interrogantes
Aprender nuevas cosas	¿Demuestra interés por aprender cosas nuevas?
Consultar fuentes	¿Consulta diversas fuentes de información?
Proponer respuestas	¿Propone respuestas a diversos problemas?
Establecer similitudes	¿Confronta sus hipótesis, establece similitudes y complementariedad?
Trabajo en equipo	¿Manifiesta interés por trabajar en equipo?
Utilizar y asignar roles	¿Establece roles dentro del grupo?
Construir y organizar ideas	¿Construye resúmenes y organiza ideas?
Buscar orientación	¿Busca orientación con docentes y pares?

Fuente: elaboración propia.

Tabla 4. Sistema de categorías de la lista de cotejo

	Afirmaciones	Códigos	Subcategorías	Categoría central
Sí	32 estudiantes	Aprender nuevas cosas	Indagación	Competencias científicas desde el ABP
No	0 estudiantes			
Sí	15 estudiantes	Consultar fuentes	Formulación de hipótesis	
No	17 estudiantes			
Sí	17 estudiantes	Proponer respuestas	Trabajo en equipo	
No	15 estudiantes			
Sí	22 estudiantes	Establecer similitudes	Trabajo autónomo	
No	10 estudiantes			
Sí	32 estudiantes	Trabajo en equipo	Trabajo autónomo	
No	0 estudiantes			
Sí	20 estudiantes	Utilizar y asignar roles	Trabajo autónomo	
No	12 estudiantes			
Sí	15 estudiantes	Construir y organizar ideas	Trabajo autónomo	
No	17 estudiantes			
Sí	15 estudiantes	Buscar orientación	Trabajo autónomo	
No	17 estudiantes			

Fuente: elaboración propia.

Con respecto a la subcategoría 1 “indagación”, esta va más allá de formar desde los contenidos conceptuales, por el contrario, sugiere desarrollar acciones que permitan que los estudiantes aprendan desde el descubrimiento de estos contenidos (MEN, 2004). Los interrogantes: ¿demuestra interés por aprender cosas nuevas? y ¿consulta diversas fuentes de información? muestran que todos los estudiantes afirman estar interesados en aprender cosas nuevas y realizar consultas desde diversas fuentes de información. Estos hallazgos advierten que los estudiantes desconocen el sentido de indagar, a pesar de manifestar la intención de aprender nuevas cosas, la mayoría no hace consultas para generar estos nuevos conocimientos. Por lo tanto, en cuanto a esta competencia científica, es evidente el bajo nivel de apropiación, lo que conlleva a bajos desempeños y la desmotivación por aprender y aplicar los conceptos aprendidos. Sobre este último aspecto Romero-Ariza (2017) establece que la indagación es un conjunto de acciones que van desde la observación, la formulación de interrogantes y la búsqueda activa de información, para con ello conocer alrededor de un tema novedoso. Desde lo planteado anteriormente, es claro que el aporte brindado por los estudiantes deja en manifiesto la necesidad del desarrollo y fortalecimiento de esta competencia, desde las actividades académicas del área de Ciencias Naturales.

Con relación a la segunda subcategoría obtenida en el estudio, “formulación de hipótesis”, al analizar las respuestas de los interrogantes: ¿propone respuestas al problema planteado? y ¿confronta sus hipótesis estableciendo similitudes y complementariedad?, se encuentra que los estudiantes afirmaron proponer soluciones a los problemas que el docente les plantea en clase y confrontar estas respuestas o hipótesis estableciendo comparaciones o semejanzas entre las propias y las de sus pares. En palabras de Valencia (2017), al plantear hipótesis, surgen respuestas o explicaciones posibles anticipadas a los problemas y sus soluciones. Por lo anterior, esta subcategoría evidencia una vez más que el nivel de apropiación y

desarrollo es bajo, pues no solo es necesario plantear posibles respuestas a los problemas establecidos en el desarrollo de un tema desde el ABP, sino que estas respuestas o hipótesis deben ser confirmadas y luego comprobadas. En este sentido, se evidencian dificultades y obstáculos para el desarrollo de estas competencias científicas y se crea la oportunidad de su fortalecimiento desde la aplicación del APB como metodología de enseñanza y aprendizaje de las Ciencias Naturales. En esta competencia, el docente debe formar estudiantes con capacidad de indagar y formular hipótesis frente a problemas planteados, permitiendo así que sean críticos y reflexivos, y desligando el aprendizaje de la memorización (MEN, 2004). Por lo tanto, es una necesidad que los estudiantes desarrollen habilidades y competencias relacionadas con la clasificación, planeación y formulación de hipótesis.

La subcategoría 3 “trabajo en equipo”, surge a partir de los interrogantes realizados a los estudiantes: ¿manifiesta interés en colaborar y trabajar en grupo? y ¿establece roles dentro del grupo que repercuten de forma positiva en la solución del problema? Los estudiantes respondieron afirmativamente para establecer roles dentro del equipo de trabajo, siendo esta una acción positiva para determinar la solución al problema. Pulido (2019) define el trabajo en equipo como el aspecto social del aprendizaje, en el que se dan interacciones en torno a la prueba o refutación de ideas y argumentos sobre un tema o aspecto en específico, siendo el trabajo en equipo una competencia que integra al conocimiento con la vida real. Es muy notorio que los estudiantes no se empoderan del uso de roles y, por tanto, no es posible desarrollar trabajo en equipo, dado que dentro del grupo de personas que lo conforman se hace necesario asignar funciones y roles para cumplir con el fin propuesto. Es por ello que para la realización de diversas tareas es importante la colaboración y cooperación de los miembros de un equipo, así como la participación y comunicación permanente (Torrelles et al., 2011). En virtud

de lo anterior, se hace pertinente abordar el desarrollo de las clases desde el ABP, así como reeducar y repensar sobre la manera de asignar roles, con miras a influir positivamente en las relaciones sociales dadas en el interior del equipo para brindar alternativas de solución a los problemas contextuales. En efecto, las técnicas desarrolladas de forma grupal potencian actitudes y habilidades sociales, personales e incluso laborales que facilitan el desarrollo apropiado de la competencia de trabajo en equipo.

En relación con el “trabajo autónomo” como la cuarta subcategoría emergente del trabajo cualitativo con los estudiantes, se encontró que ante las preguntas: ¿construye resúmenes y organiza ideas para luego expresarlas al grupo? y ¿se preocupa por entender lo que consulta, por ello busca orientación con docentes y pares?, 15 de los 32 estudiantes respondieron afirmativamente a los dos interrogantes. Este hallazgo pone en evidencia que esta competencia presenta falencias asociadas a la autonomía frente al proceso formativo. Lo anterior, implica que el aprendizaje y el trabajo autónomo deben vincular el nivel de intervención de los estudiantes frente a sus necesidades de formación, en el sentido de mantener un rol activo, establecer metas, recursos y momentos para la construcción de su aprendizaje desde la orientación del docente. El trabajo autónomo como competencia permite comprender la importancia de tener autonomía frente a la construcción del conocimiento y por ende implica responsabilidad y disciplina. Según Pulido (2019), la

autonomía en educación desarrolla conciencia, establece normas, pautas y además se planea, se evalúa, la propia experiencia formativa. Por otra parte, el ejercicio del trabajo autónomo desarrolla la creatividad, la observación y genera diversos aspectos que favorecen la interacción en la sociedad (Solórzano-Mendoza, 2017).

Este primer análisis cualitativo confirmó al interior del estudio la pertinencia de conocer el contexto del aula escolar y las opiniones de los estudiantes, a partir de un ejercicio autoevaluativo, como insumo base para identificar las competencias científicas relacionadas con el ABP. En este propósito, el desarrollo y fomento de competencias en el aula requiere de una renovación pedagógica enmarcada en la implementación de metodologías activas e innovadoras que lleven a los estudiantes a ser protagonistas en su formación.

Resultado fase 2. Organización y análisis de percepciones docentes

Para la organización y el análisis de las percepciones de los docentes, se transcribieron las voces de los ocho docentes, línea por línea, a partir de la codificación descrita anteriormente, dando lugar al sistema de categorías y subcategorías de análisis. Esta codificación se observa en la [tabla 5](#).

Respecto a los resultados de las entrevistas realizadas a los docentes, la [tabla 6](#) muestra el sistema de categorías realizado en esta investigación y su correspondiente conjunto de códigos y subcategorías.

Tabla 5. Codificación de las subcategorías de la entrevista a docentes

Codificación	Interrogantes
Conocimiento sobre ABP	¿Conoce usted la metodología didáctica denominada aprendizaje basado en problemas?
Competencias científicas	¿De qué manera desarrolla usted competencias científicas desde el desarrollo de sus clases?
Unidad didáctica	¿Utiliza como herramienta de planeación docente la unidad didáctica?
Estrategias didácticas	¿Qué estrategias didácticas utiliza para desarrollar las habilidades de indagar, aprendizaje autónomo y trabajo en equipo en sus estudiantes?

Fuente: elaboración propia.

Tabla 6. Sistema de categorías de la entrevista a docentes

Códigos	Subcategorías	Categoría Central
Conocimiento sobre ABP	Conocimientos sobre el ABP	Metodologías didácticas
Competencias científicas	Métodos para desarrollar competencias científicas	
Unidad didáctica	Usos de unidades didácticas y planeación	
Estrategias didácticas	Implementación de estrategias didácticas	

Fuente: elaboración propia.

La categoría “metodologías didácticas” recoge la participación de los ocho docentes en relación con las metodologías que ellos utilizan en el desarrollo de la práctica pedagógica. La construcción de esta parte del proceso de análisis de lo que expresaron los docentes en la entrevista, de esta categoría surgieron cuatro subcategorías que fueron nombradas de la siguiente forma: conocimiento sobre ABP, método para desarrollar competencias científicas, usos de unidades didácticas y planeación, e implementación de estrategias didácticas, explicadas seguidamente.

La primera subcategoría, “conocimiento sobre el ABP”, surge a partir de las voces de los docentes quienes refiriéndose al conocimiento de esta metodología comentan:

D1: “En el desarrollo de mi clase, siempre utilizo preguntas problematizadoras para iniciar un tema, esta es la forma como aplico esta metodología de ABP que conozco muy bien.”

D2: “No, en verdad, los muchachos no tienen mucho manejo de esta metodología llamada ABP.”

D3: “No utilizo ABP, yo utilizo la metodología tradicional.”

El aprendizaje basado en problemas es una metodología que es utilizada frecuentemente para desarrollar la reflexión y el análisis en los estudiantes, a partir de actividades que giran en torno a la solución de problemas (Hincapié et al., 2018).

Respecto a estos hallazgos es posible afirmar que, aunque algunos de los docentes manifestaron tener conocimientos acerca del enfoque de ABP, la

mayor parte demuestra con sus afirmaciones que continúa utilizando métodos tradicionales. Sobre lo anterior, Gil (2017) deja por sentado que los métodos convencionales, junto con la falta de recursos didácticos se asocian con el alto nivel de reprobación de los estudiantes.

En la segunda subcategoría emergente en el estudio, “métodos para desarrollar competencias científicas”, estas competencias se asocian con la capacidad que tiene el estudiante de relacionar su aprendizaje con las ciencias y el conocimiento científico (Hoyos y Osorio, 2018). Sobre estos aspectos uno de los docentes comentó:

D1: “Yo utilizo muchas estrategias relacionadas con las competencias científicas, pero la que más uso son las clases normales, porque los chicos son apáticos cuando se les hacen cosas distintas.”

Del mismo modo otro también establece:

D6: “Las competencias científicas del área, siempre trato de desarrollarlas cuando les pongo trabajos para que ellos, en la clase normal, realicen las actividades que yo les propongo, casi siempre les llevo el material.”

Así mismo, otro docente comenta:

D4: “Yo utilizo los experimentos para desarrollar las competencias científicas”.

Estas afirmaciones declaran cierto desconocimiento acerca de las competencias científicas, lo cual genera obstáculos para la enseñanza de las ciencias. Sin embargo, algunos consideran que

desarrollan las competencias de carácter científico haciendo experimentos o implementando periódicamente salidas de campo. Estas estrategias no son suficientes para desarrollar estas competencias, ya que el desarrollo de estas va más allá de la experimentación, implica la capacidad para adquirir y generar conocimientos y principalmente el modo cómo esa capacidad contribuye, más allá de las prácticas específicas de las ciencias (Hoyos y Osorio, 2018). Se puede afirmar que, aunque las salidas de campo y los experimentos son estrategias válidas para la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias, no corresponden con todas las necesidades didácticas para el desarrollo de competencias de carácter científico.

La tercera subcategoría se relaciona con “el uso de la unidad didáctica como herramienta de planeación”, en tanto actividad metódica y científica de los aprendizajes (Álvarez, 2013). Respecto a su utilización por parte de los docentes de Ciencias Naturales, algunos comentaron:

D1: “No utilizo unidades didácticas, yo planeo las clases en el preparador de clases que tenemos en el colegio.”

D3: “En la institución existe un formato para eso, no utilizo las unidades didácticas.”

D7: “La verdad, no. Yo llevo un planeador, donde llevo un control de los temas vistos, eso de unidades didácticas no lo utilizo.”

D8: “Nosotros no planeamos por unidad didáctica, sino por semanas.”

Las anteriores afirmaciones declaran que el cuerpo docente tiene poca apropiación de esta metodología de planeación. Al respecto, Cantó-Doménech et al. (2017) sugieren implementar el desarrollo de unidades didácticas, debido a que permiten el desarrollo de competencias como la observación, la indagación, el conocimiento epistemológico y científico, permitiendo que los estudiantes realicen formulaciones a partir de lo aprendido. Estas consideraciones fundamentan la importancia de las unidades didácticas

en el desarrollo de competencias científicas en los estudiantes.

Y en relación con la cuarta subcategoría, “implementación de estrategias didácticas” para desarrollar las habilidades de indagación, aprendizaje autónomo y trabajo en equipo, algunos de los docentes expresaron:

D3: “Mi estrategia didáctica siempre ha sido la tarea, ellos investigan mucho, y en clases se trabaja en grupo.”

D6: “Yo siempre dejo tarea para la casa, estas casi siempre son para que consulten e indaguen sobre los temas vistos, para mí es la mejor estrategia.”

D2: “Yo casi siempre les dejo trabajos en grupo y ellos presentan sus consultas con tareas, esa es la estrategia que más utilizo.”

Todas estas afirmaciones sugieren el desconocimiento que presentan los docentes respecto a cómo desarrollar en los estudiantes las habilidades asociadas a la indagación, el aprendizaje autónomo y el trabajo en equipo, debido a que equivocadamente consideran que la “tarea escolar” y las “consultas” son una estrategia para el desarrollo de estas competencias. Por otro lado, consideramos que la utilización de metodologías como el ABP son las que verdaderamente fomentan el desarrollo de competencias científicas en el aula (Hincapié et al., 2018; Ruiz, 2016). Asimismo, la planeación de unidades didácticas es una estrategia pertinente para el desarrollo de estas y otras competencias. En este sentido es necesario considerar los aportes significativos que estas y otras metodologías ofrecen en relación con el desarrollo de competencias en los estudiantes (Cantó-Doménech et al., 2017).

Resultado fase 3. Diferenciación

Teniendo en cuenta los elementos diferenciadores, se establecieron criterios para el diseño de la unidad didáctica con fundamento en el ABP y el desarrollo de competencias científicas en el contexto

de estudio. Lo anterior se realizó a partir del proceso de triangulación teórica, tomando como fundamento las opiniones y observaciones realizadas por estudiantes y docentes, que permitieron la consolidación de las categorías y subcategorías de análisis expuestas en estos resultados.

Se identificó que el nivel de apropiación de los docentes frente al uso del ABP y la implementación de estrategias didácticas que promuevan el desarrollo de competencias científicas en los estudiantes presentan falencias. Por otra parte, se puede afirmar que existe la necesidad de promover e incentivar el uso de las unidades didácticas como herramienta de planeación docente para alcanzar el desarrollo de competencias desde el área de Ciencia Naturales. Lo anterior permitió establecer los elementos diferenciadores y criterios, mostrados en la [figura 1](#), como sustento de la propuesta didáctica que se materializará a continuación en una unidad didáctica denominada “influencia humana sobre las poblaciones ecológicas”.

Resultado fase 4. Diseño de propuesta didáctica

Partiendo del contexto de estudio y enfocados en el aprendizaje de las ciencias para el desarrollo de competencias científicas a partir de los hallazgos

de los diagnósticos, es importante destacar que las competencias científicas priorizadas en los estudiantes para el diseño de la unidad didáctica deberán ser: indagación, formulación de hipótesis, trabajo en equipo y trabajo autónomo. Así mismo, se encuentra la categoría de “metodologías didácticas” integrada por las subcategorías: conocimiento, método, unidad didáctica y estrategias didácticas.

Sin embargo, lo observado en el aula evidencia que la clase fue desarrollada desde una metodología tradicional, en la que solo se evidenció transmisión de conocimientos por parte del docente de forma magistral y en este escenario el estudiante tuvo un rol pasivo sin participación en la construcción del conocimiento. Sobre este punto, el ABP permitió la participación de los estudiantes en el desarrollo de aprendizajes profundos, además esta metodología tiene aspectos acordes con las exigencias de los nuevos cambios a los que está sujeta la educación en la actualidad.

Por tanto, la propuesta didáctica se convierte en la oportunidad para fortalecer las competencias existentes permitiendo un aprendizaje profundo, pues estas facilitan la construcción del conocimiento, no solo de conceptos propios de las ciencias, sino desde aspectos de la naturaleza, su contexto e incluso de la sociedad en la que

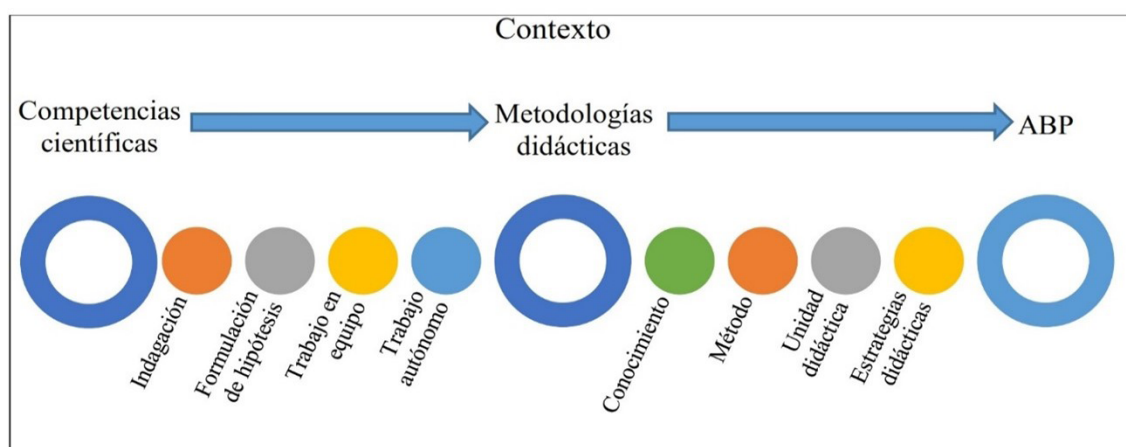


Figura 1. Elementos diferenciadores y criterios de la propuesta didáctica.

Fuente: elaboración propia.

se encuentran inmersos. Por lo anterior, desde la propuesta didáctica se pretendió orientar su utilización para el desarrollo de competencias desde el enfoque del ABP. En la [tabla 7](#) se evidencia la organización general de la unidad didáctica.

La unidad didáctica propuesta se caracteriza por ser progresiva, dinámica y facilitar el desarrollo de competencias, facilitando al docente plasmar sus conocimientos e indagar sobre las competencias existentes en sus estudiantes, así como la agrupación de los contenidos a desarrollar desde una mirada científica (Ávila et al., 2020; Doménech et al., 2017; Villalobos et al., 2016). La propuesta consiste en una unidad didáctica para grado undécimo desde el área de Ciencias Naturales y Educación Ambiental relacionada con el concepto de la “influencia humana sobre las poblaciones ecológicas”.

Implementación de elementos diferenciadores y criterios para la unidad didáctica

A partir del contexto de los estudiantes, se propone la siguiente unidad didáctica, la cual permite progresivamente implementar los elementos diferenciadores y los criterios obtenidos de las dificultades y los obstáculos encontrados en esta investigación.

Desde el ámbito de la enseñanza de las Ciencias Naturales, debe centrarse el interés en desarrollar competencias que se dirijan hacia la aplicabilidad de los conocimientos, no solo desde lo cognitivo, sino también desde lo actitudinal. Por lo que, desde esta unidad didáctica, se pretende convertir el aula en un escenario en donde los estudiantes asuman su compromiso con las poblaciones ecológicas de sus contextos próximos y, principalmente, asuman una actitud de respeto frente a “lo no humano”. Así mismo, con esta propuesta didáctica se visiona aportar al desarrollo de competencias científicas asociadas a la indagación, la formulación de hipótesis, el trabajo en equipo y el trabajo autónomo.

Conclusiones

Los estudiantes desconocen el sentido y la importancia de la indagación, mostrando un bajo nivel de apropiación de estas competencias. Lo anterior permitió mostrar las dificultades y los obstáculos en la apropiación y el desarrollo de competencias científicas, lo que evidenció la necesidad de fortalecer, desde metodologías y estrategias de enseñanza y aprendizaje innovadoras, competencias como la formulación

Tabla 7. Organización general de la unidad didáctica

UNIDAD DIDÁCTICA	1. Introducción	Historicidad de la influencia humana sobre las poblaciones ecológicas
	2. Marco teórico	Lineamientos curriculares Competencias científicas Enfoque didáctico: aprendizaje basado en problemas
“Influencia humana sobre las poblaciones ecológicas”	3. Estructura de la unidad didáctica	Fundamentos de las actividades Planificador docente Fase de Exploración (Clase 1)
	4. Desarrollo de la unidad didáctica	Fase de Introducción a nuevos conceptos (Clase 2)
		Fase de Sistematización (Clase 3) Fase de Aplicabilidad (Clase 4)
	5. Evaluación	

Fuente: elaboración propia.

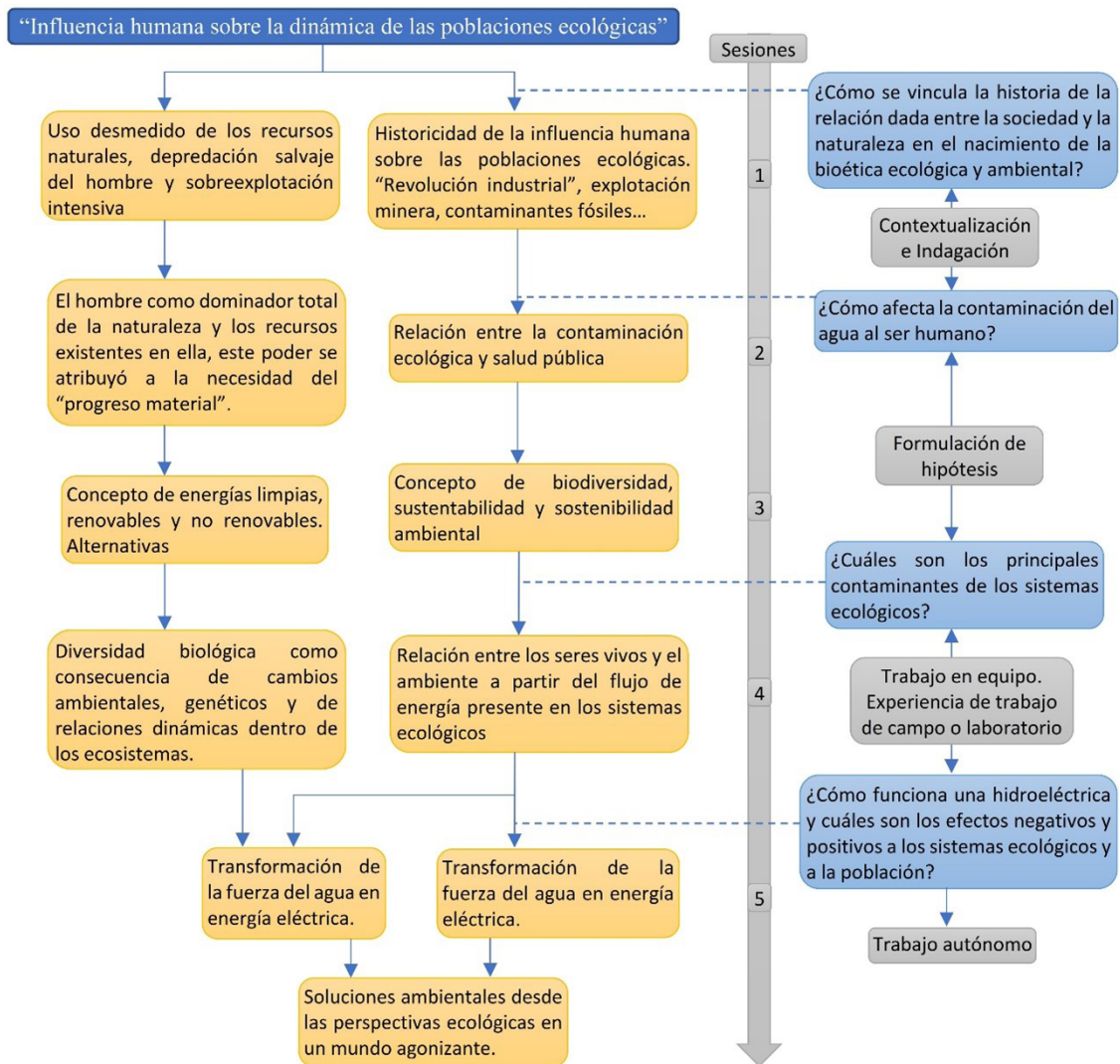


Figura 2. Unidad didáctica en progresión sobre la "influencia humana sobre las poblaciones ecológicas" para grado undécimo.

Fuente: elaboración propia.

de hipótesis, el trabajo en equipo y el trabajo autónomo.

Se observó también que los docentes muestran poca apropiación respecto al uso de metodologías y estrategias didácticas que favorezcan el aprendizaje y desarrollo de competencias científicas. Por tanto, se sugiere la implementación de la propuesta didáctica relacionada con el diseño de unidades didácticas bajo el enfoque de aprendizaje basado en problemas para la enseñanza de las Ciencias Naturales.

Los elementos diferenciadores y los criterios para la propuesta didáctica permitieron evidenciar dos elementos fundamentales: el primero obedece al proceso de aprendizaje por parte de los estudiantes y se circunscribe a cuatro competencias científicas priorizadas: indagación, formulación de hipótesis, trabajo en equipo y trabajo autónomo. El segundo elemento diferenciador se relaciona con el proceso de enseñanza y se define con base en cuatro elementos que son: conocimiento, método, unidad didáctica y estrategias didácticas.

Finalmente, el diseño de la unidad didáctica propuesta está en correspondencia con los componentes curriculares establecidos por el MEN (2004) y se compone de cuatro partes: introducción, marco teórico, estructura con planificador en cuatro clases y evaluación.

Sobre las consideraciones anteriores es importante definir espacios de formación para establecer el uso de las unidades didácticas dirigidas a solucionar problemáticas del contexto de los estudiantes, permitiendo vincularlas dinámicamente como estrategias de planeación docente, ya que de esta forma se direcciona su quehacer a partir de los requerimientos y las necesidades que la educación moderna exige.

La investigación abre nuevos campos de trabajo al interior de la importancia de proponer unidades didácticas que privilegien el lugar central y activo del estudiante frente al conocimiento científico, generando en él actuaciones problematizadoras frente a la ciencia.

Referencias

- Aguado, A., Campo, Á. (2018). Desarrollo de competencias científicas en biología con la metodología del aprendizaje basado en problemas en estudiantes de noveno grado. *Bio Grafía*, 11(20), 67-78.
- Aguilera, D., Martín-Páez, T., Valdivia-Rodríguez, V., Ruiz-Delgado, A., Williams-Pinto, L., Vílchez-González, J. M., Perales-Palacios, F. J. (2018). La enseñanza de las ciencias basada en indagación. Una revisión sistemática de la producción española. *Revista de Educación*, 381, 259-284 <https://doi.org/10.4438/1988-592X-RE-2017-381-388>
- Álvarez, O. D. (2013). Las unidades didácticas en la enseñanza de las Ciencias Naturales, Educación Ambiental y Pensamiento Lógico Matemático. *Itinerario Educativo*, 27(62), 115-135. <https://doi.org/10.21500/01212753.1494>
- Ávila, O. D., Lorduy, D. J., Aycardi, M. P., Flórez, E. P. (2020). Concepciones de docentes de química sobre formación por competencias científicas en educación secundaria. *Revista Espacios*, 41(46), 244-260. <https://doi.org/10.48082/espacios-a20v41n46p21>
- Bevins, S., Price, G. (2016). Reconceptualising Inquiry in Science Education. *International Journal of Science Education*, 38(1), 17-29.
- Cantó-Doménech, J., de Pro-Bueno, A., Solbes, J. (2017). ¿Qué resultados de aprendizaje alcanzan los futuros maestros de Infantil cuando planifican unidades didácticas de ciencias? *Eureka sobre enseñanza y divulgación de las ciencias*, 14(3), 666-688. https://doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2017.v14.i3.12
- Couso, D. (2014). De la moda de “aprender indagando” a la indagación para modelizar: una reflexión crítica. En *XXVI Encuentros de Didáctica de las Ciencias Experimentales*, Huelva.
- Crawford, B. A. (2007). Learning to Teach Science as Inquiry in the Rough and Tumble of Practice. *Journal of Research in Science Teaching*, 44(4), 613-642. <https://doi.org/10.1002/tea.20157>
- Directorate-General for Research and Innovation (European Commission). (2015). Science Education for Responsible Citizenship. European Commission. <https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/a1d14fa0-8dbe-11e5-b8b7-01aa75ed71a1/language-en>
- Garzón, F. (2017). El aprendizaje basado en problemas. *Educación y Desarrollo Social*, 11(1), 8-23. <https://doi.org/10.18359/reds.2897>
- Gil, J. (2017). Rasgos del profesorado asociados al uso de diferentes estrategias metodológicas en las clases de ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, 35(1), 175-192. <https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.1970>
- Hincapié, D. A., Ramos, A., Chirino, V. (2018). Aprendizaje basado en problemas como estrategia de aprendizaje activo y su incidencia en el rendimiento académico y pensamiento crítico de estudiantes de medicina. *Revista Complutense de Educación*, 29(3), 665-681. <https://doi.org/10.5209/rced.53581>
- Hoyos, D., Osorio, L. (2018). *Desarrollo de competencias científicas (explicar, comunicar y trabajo en equipo) a través de la resolución de problemas, usando como mediador de enseñanza una unidad didáctica sobre la alimentación humana*

- (Tesis de maestría). Universidad de Antioquia, Colombia. <http://bibliotecadigital.udea.edu.co/handle/10495/12073>
- ICFES. (2018). *Instituto Colombiano para la Evaluación de la Educación (ICFES). Reporte de resultados del examen saber 11 por aplicación 2018-2*. <https://www.icfes.gov.co/web/guest/divulgacion-saber-11-2018>
- Jiménez, V. E. (2012). El estudio de caso y su implementación en la investigación. *Revista Internacional de Investigación en Ciencias Sociales*, 8(1), 141-150.
- Linn, M. C., Davis, E. A., Bell, P. (2004). *Internet Environments for Science Education*. Routledge.
- Lorduy, D. J., Naranjo, C. P. (2020). Percepciones de maestros y estudiantes sobre el uso del triplete químico en los procesos de enseñanza-aprendizaje. *Revista Científica*, 39(3), 324-340. <https://doi.org/10.14483/23448350.16427>
- Ministerio de Educación Nacional MEN. (2004). *La formación en ciencias: ¡el desafío!*
- Otzen, T., Manterola, C. (2017). Técnicas de muestreo sobre una población a estudio. *International Journal of Morphology*, 35(1), 227-232. <https://doi.org/10.4067/S0717-95022017000100037>
- Piza, N. D., Amaiquema, F. A., Beltrán, G. E. (2019). Métodos y técnicas en la investigación cualitativa. Algunas precisiones necesarias. *Conrado*, 15(70), 455-459.
- Pulido, D. (2019). *Evaluación del aprendizaje basado en problemas como un método para la comprensión del tema de cinemática*. Bogotá: Universidad Externado de Colombia, Colombia. <https://bdigital.uexternado.edu.co/handle/001/1577>
- Rocard, M., Csermely, P., Jorde, D., Lenzen, D., Walweg-Henriksson, H., Hemmo, V. (2007). *Science Education Now. A Renewed Pedagogy for the Future of Europe*. European Commission. <https://www.eesc.europa.eu/sites/default/files/resources/docs/rapportrocardfinal.pdf>
- Romero-Ariza, M. (2017). El aprendizaje por indagación: ¿existen suficientes evidencias sobre sus beneficios en la enseñanza de las ciencias? *Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 14(2), 286-299. https://doi.org/10.25267/rev_eureka_ensen_divulg_cienc.2017.v14.i2.01
- Ruiz, S. (2016). Sistema de evaluación en aprendizaje basado en problemas (ABP) de estudiantes de nutrición. *Revista Iberoamericana para la Investigación y el Desarrollo Educativo*, 7(13), 157-163. <https://doi.org/10.23913/ride.v7i13.237>
- Solórzano-Mendoza, Y. (2017). Aprendizaje autónomo y competencias. *Dominio de las Ciencias*, 3(1), 241-253.
- Torrelles, C. et al. (2011). Competencia de trabajo en equipo: definición y categorización. *Profesorado*, 15(3), 329-344.
- Valencia, J. A. (2017). *Desarrollo de competencias científicas (analizar problemas y formulación de hipótesis), en estudiantes de grado 5° de básica primaria, mediante prácticas de laboratorio enmarcadas en los estándares básicos de competencia de Ciencias Naturales (entorno físico)*. Universidad Nacional de Colombia, Sede Manizales. <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/59271>
- Villalobos, V., Ávila, J. E., Olivares, S. L. (2016). Aprendizaje basado en problemas en química y el pensamiento crítico en secundaria. *Revista Mexicana de Investigación Educativa*, 21(69), 557-581.

