



LA ENSEÑANZA DE LA COMPETENCIA INDAGAR EN QUÍMICA. ALGUNOS
APORTES DIDÁCTICOS DESDE LA ACTIVIDAD EXPERIMENTAL PARA SU
DESARROLLO EN ESTUDIANTES DE CICLO DÉCIMO-UNDÉCIMO

JOHANNA ALEXANDRA MORENO BAHOS

Universidad del Valle

Facultad de Educación y Pedagogía

Licenciatura en Educación Básica con Énfasis en Ciencias Naturales y Educación Ambiental

Santiago de Cali, 2022



LA ENSEÑANZA DE LA COMPETENCIA INDAGAR EN QUÍMICA. ALGUNOS
APORTES DIDÁCTICOS DESDE LA ACTIVIDAD EXPERIMENTAL PARA SU
DESARROLLO EN ESTUDIANTES DE CICLO DÉCIMO-UNDÉCIMO

Trabajo presentado por:

JOHANNA ALEXANDRA MORENO BAHOS

Trabajo de grado para optar por el título de Licenciatura en Educación Básica con énfasis en
Ciencias Naturales y Educación Ambiental

Directora

Mg. Miyerdady Marín Quintero

Universidad del Valle

Facultad de Educación y Pedagogía

Licenciatura en Educación Básica con Énfasis en Ciencias Naturales y Educación Ambiental

Santiago de Cali, 2022

AGRADECIMIENTOS

La realización de este trabajo de grado ha significado un arduo proceso personal de encuentros y reencuentros con los cambios de la vida y su devenir constante. En este proceso han sido primordiales mis dos profesores guías: Miyerdady Marín y Andrés Espinosa. Muchas gracias Miyerdady Marín por su sabiduría sin límites, por ese acompañamiento cercano y certero que fue sorteando mis temores y confusiones para llegar a construir este trabajo. Andrés Espinosa, gracias infinitas por su apoyo minucioso y amigo, que me ayudó a organizarme y a entender este proceso como un ir y venir que con paciencia y amor se construye paso a paso.

Gracias a mi madre Patricia Bahos García, por todo el aliento y preocupación que tuvo para ayudarme a finalizar este proceso. Gracias a mi esposo Jhon Fredy Grijalba Meléndez que apareciendo en el final de este proceso me ha entregado grandes dosis de felicidad y apoyo en los tiempos de dedicación para dicha culminación.

Gracias a Pedro Andrés Zamora Bahos, mis familiares y mis amigos que siempre creyeron en mí y me han acompañado estos años con cariño y esperanza. Gracias a todos mis profesores de la Universidad del Valle por todo lo aprendido cada día durante estos años.

TABLA DE CONTENIDO

RESUMEN	8
INTRODUCCION	9
JUSTIFICACION	3
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	6
ANTECEDENTES	10
MARCO TEÓRICO.....	15
3.1 UNA APROXIMACIÓN AL MARCO LEGAL DE LAS COMPETENCIAS CIENTÍFICAS Y LA ACTIVIDAD EXPERIMENTAL EN CIENCIAS NATURALES.....	15
3.1.1 Lineamientos curriculares en ciencias naturales	15
3.1.2 Estándares básicos de competencias.....	16
3.2 LA COMPETENCIA CIENTÍFICA INDAGAR EN CIENCIAS.....	19
Tabla 3. Niveles de indagación	22
3.3 LAS PRÁCTICAS EXPERIMENTALES EN LA ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS NATURALES	23
3.3.1 Alcances y efectividad de las prácticas experimentales	24
3.3.2 Objetivos y tipos de actividad experimental.....	25
3.3.3 Estilos de enseñanza del laboratorio de química.....	26
3.3 LAS REACCIONES QUÍMICAS COMO CONTENIDO DE ENSEÑANZA.....	28
OBJETIVOS Y ASPECTOS METODOLÓGICOS	30
Objetivo General.....	30
Objetivo Especifico	30
METODOLOGÍA	¡Error! Marcador no definido.
4.2.1 Tipo de metodología, muestra y técnicas de recolección de información	30
Aprender y enseñar ciencia.	34
Formulación de problemas de acuerdo a contenidos. Indagación.....	34
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	38
5.1 LA COMPETENCIA ESPECÍFICA INDAGAR EN PRUEBAS SABER 11° Y SU RELACIÓN CON LAS PREGUNTAS EN CONTEXTO DE ACTIVIDADES EXPERIMENTALES	38

5.2 EL ESTADO DE LA COMPETENCIA DE INDAGACIÓN EN ESTUDIANTES DE GRADO DÉCIMO.....	42
5.3 ELEMENTOS QUE PROMUEVEN LA INDAGACIÓN EN LA ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS NATURALES	46
5.3 ACTIVIDADES EXPERIMENTALES PARA LA PROMOCIÓN DEL DESARROLLO DE LA COMPETENCIA INDAGACIÓN SOBRE LA REACCIÓN DE DESCOMPOSICIÓN DEL PERÓXIDO DE HIDRÓGENO	59
CONCLUSIONES	67
REFERENTES BIBLIOGRÁFICOS.....	69
ANEXOS	72

LISTA DE TABLAS

Tabla 1 Ejes articuladores de complejidad creciente de los estándares para ciencias naturales...	17
Tabla 2 Tipos de indagación	20
Tabla 3 Niveles de indagación.....	21
Tabla 4 Rúbrica de evaluación de la competencia de indagación	22
Tabla 5 Estilos de enseñanza del laboratorio.....	27
Tabla 6 Información específica de la muestra documentos de investigación	32
Tabla 7 Relación del componente, competencia y número de preguntas en contexto de actividades experimentales identificadas en la prueba de simulacro.....	39
Tabla 8 Ejemplos de actividades experimentales y contenidos teóricos en las que se evalúa la competencia de indagación en los componentes físico, químico y biológico	40
Tabla 9 Evaluación de indagación.....	42
Tabla 10 Porcentaje de los niveles de indagación de los estudiantes	45
Tabla 11 Actividades experimentales sobre la reacción de descomposición del peróxido de hidrógeno para la promoción del desarrollo de la competencia indagación	62

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 Niveles de indagación en los estudiantes	45
Figura 2 Etapas para la planeación, ejecución y evaluación del trabajo experimental.....	61

RESUMEN

La presente propuesta, consistió principalmente en brindar aportes didácticos para la enseñanza que contribuyan a la promoción de la competencia indagación sobre la reacción química redox del peróxido de hidrogeno en estudiantes de grado décimo del Liceo Anglo del Valle desde el uso de actividades experimentales contextualizadas como estrategia didáctica.

Esta propuesta se implementó, debido a que se encontró en dichos estudiantes una falencia en la competencia de indagación en procesos propios de la química, conllevando esto a un desinterés por parte de los estudiantes. Partiendo de este punto, parte fundamental del proceso de investigación consistió en indagar sobre los conocimientos y experiencias que presentan los estudiantes acerca de la enseñanza de las ciencias naturales por medio de las actividades experimentales.

Dicha propuesta de investigación propuso orientaciones pedagógicas y didácticas para el docente sobre el proceso de indagación en el aula y el diseño de actividades experimentales de aprendizaje, donde se fomentó la competencia de indagación en el marco de reacciones químicas redox en los estudiantes. Por lo cual, dicha propuesta se enmarco dentro del paradigma de la metodología cualitativa con un enfoque descriptivo, desde la inserción de pruebas Icfes basadas en la competencia indagación, practicas experimentales, aporte de la literatura para orientar al docente en su práctica pedagógica y didáctica mediante actividades de tipo experimental sobre el concepto de reacción química del peróxido de hidrogeno.

Este proceso brindó a los estudiantes mayor comprensión, capacidad de distinción, así como un conocimiento más claro de los conceptos estudiados y, el fortalecimiento de la competencia indagar.

Palabras Claves: Actividades experimentales, indagación, la enseñanza de la química, peróxido de hidrogeno, practicas experimentales, reacciones química redox.

INTRODUCCION

Los bajos resultados obtenidos en las Pruebas Externas en los últimos años, así como en las pruebas nacionales e internacionales han evidenciado que existen dificultades en cuanto al desarrollo de competencias científicas en los educandos en el contexto colombiano. Algunos autores han planteado que uno de los factores de incidencia de dicha problemática está situada en la enseñanza de dichas competencias en las aulas y en particular, donde tiene gran influencia las concepciones de los maestros (Chona et, al (2012), Castro y Ramírez (2013), Orozco et al (2012) y por ende, las implicaciones de dichas concepciones en la práctica educativa. En este sentido, Quintanilla (2012) afirma que es muy probable que en pocos momentos o nunca se le reclame a los estudiantes o no se les fomente el desarrollo de las competencias en clase.

La importancia del aprendizaje de las competencias científicas en los estudiantes radica en que se desarrollan en un campo disciplinario situado y permiten resolver problemas científicos, enmarcados en un contexto o situaciones cotidianas, y donde tienen que hacer uso del conocimiento científico, habilidades, componentes cognitivos, procedimentales y actitudinales, esto implica la capacidad de utilizar el conocimiento y los procesos científicos, no solo para comprender el mundo natural, sino también para implicarse en asuntos relacionados con la ciencia para intervenir en la toma de decisiones que lo afectan. (ICFES 1999, 2007,2013; OCDE 2006, 2009,2015).

Lo mencionado previamente cobra gran importancia en la enseñanza de las ciencias naturales en la educación básica y media, ya que el desarrollo de las competencias científicas en los estudiantes es una prioridad formativa, que desde el currículo Estatal se expresa en los documentos oficiales, entre ellos, los Estándares Básicos de Competencias en Ciencias Naturales, además se identifican competencias específicas que son evaluados en las pruebas saber entre las que se encuentra la competencia de indagación.

De allí que, los profesores quienes tienen a su cargo la enseñanza de las ciencias naturales deban tener en las orientaciones de su proceso de enseñanza en el aula aspectos relacionados con el desarrollo de competencias, para que el estudiante sea un sujeto competente capaz de utilizar el conocimiento y los procesos científicos. Pues tanto la formación de competencias científicas planteada por el MEN, y por la OCDE exigen una respuesta inmediata de índole pedagógico y didáctico por parte de los profesores frente a las necesidades que se evidencia en el estudiantado.

El presente estudio se enmarca en el campo de la enseñanza de las ciencias naturales y en particular, centra su interés investigativo en realizar algunos aportes didácticos desde la actividad experimental para el desarrollo de la competencia de indagación en estudiantes del ciclo décimo-undécimo. Dichos aportes estarán derivados de los estudios realizados por diversos investigadores que han contribuido a través de sus publicaciones importantes referentes conceptuales y metodológicos, guiando así, el quehacer pedagógico del profesor en la clase de química y en particular algunos aportes vinculados a la enseñanza de reacción química como caso particular la descomposición del peróxido de hidrógeno.

Teniendo en cuenta lo anterior, se organiza y estructura el presente trabajo de la siguiente manera: el primer apartado presenta la justificación del estudio, seguido del problema de investigación (*capítulo 1*); los antecedentes (*capítulo 2*); el marco teórico que fundamenta el estudio (*capítulo 3*), los objetivos y la metodología adoptada (*capítulo 4*); los resultados y discusión (*capítulo 5*), continúan las conclusiones y las referencias bibliográficas y finalmente los anexos.

JUSTIFICACION

La enseñanza de las ciencias y en especial de la química requiere de variedad de actividades y estrategias que permitan que los estudiantes puedan tener un acercamiento efectivo al aprendizaje de esta disciplina escolar mediante la experimentación, como componente práctico de las ciencias y potencializador del aprendizaje; ya que solo se aprende ciencias haciendo ciencia. Una de estas estrategias son las prácticas experimentales o también conocidas como trabajo práctico, donde el aula de clase y/o laboratorio se convierte en un ambiente práctico generador de conocimiento, y se desarrolla el quehacer científico permitiendo resolver situaciones problema de manera grupal o individual.

Así entonces, cobran gran importancia cuando se quiere lograr que los estudiantes puedan asimilar de manera efectiva los conceptos y teorías de esta ciencia y desarrolle actitudes, habilidades y destrezas propias de las ciencias naturales que conlleva a la formación de un pensamiento científico, crítico y reflexivo de las ciencias y su papel en la sociedad (Kilic, Emsen, & Soran, 2011). Como dicen Flores, Caballero, & Moreira (2009), la enseñanza de las ciencias, y en especial la química por ser ésta una ciencia experimental se debe desarrollar de manera teórico-práctica.

En la construcción del conocimiento a partir de la experimentación, no solo las habilidades investigativas como identificación de problemas, planteamiento de hipótesis y análisis de datos y resultados se pueden desarrollar en los estudiantes, sino que también las destrezas manuales y comunicativas se vuelven importantes ya que contribuyen a su formación integral mejorando sus relaciones interpersonales y promoviendo el respeto y colaboración por el otro, así como la capacidad de escuchar y ser un individuo proactivo. (Rocha & Bertelle, 2007).

Desde la enseñanza de la química la implementación de prácticas experimentales en el aula de clase o en el espacio asignado y adecuado para tal propósito, permite integrar aspectos conceptuales y procedimentales que procuran el aprendizaje de los estudiantes con una visión constructivista. Así mismo, en investigaciones actuales se reconoce el potencial educativo que tienen las actividades de tipo experimental en el desarrollo de competencias científicas en los estudiantes, siendo una de ellas y mayormente indicadas en la literatura la importancia de promover la competencia de indagación la cual permitiría a los estudiantes una mejor capacidad de razonamiento, resolución de problemas, donde se ejercita su capacidad para aprender a crear

estrategias y soluciones propias para mejorar su relación con el entorno físico y percepción de los espacios, las formas, las partes y el todo; esto permitirá mejorar los resultados de las pruebas estandarizadas Icfes, puesto que al analizarlos arroja datos desfavorables en el manejo de las competencias indagar, uso comprensivo del conocimiento científico y explicación de fenómenos, notando una estabilidad en puntuación de 250 en los años 2020 y 2021, según informe presentado el 17 de febrero de 2022 del ministerio de educación.

Dentro de las capacidades que se utiliza para el logro de la competencia indagar se tiene: problematiza situaciones, diseña estrategias para hacer una indagación, genera y registra datos e información, analiza datos o información y evalúa el resultado de su investigación, a través de estas competencias logramos construir el pensamiento científico, crítico y tecnológico de los estudiantes. De este modo, utilizando en forma permanente las prácticas experimentales en vínculo con la competencia de indagación se brindarían múltiples oportunidades de aprendizaje a los estudiantes como se puede evidenciar en los estudios realizados por Crujeiras, B., Jiménez, M. P, (2015) quienes mencionan el uso de actividades abiertas de indagación en el laboratorio en busca de la articulación de conocimientos teóricos y prácticos.

También Quiñónez A, Benítez S y Rojas (2016) el desarrollo de la competencia científica indagativa a través de la experimentación como estrategia didáctica. Además, para el aprendizaje de tópicos específicos como lo plantean González Rodríguez, L., Crujeiras Pérez, B. (2016) para el aprendizaje de las reacciones químicas a través de actividades de indagación en el laboratorio sobre cuestiones de la vida cotidiana.

En relación con lo dicho, desde el conocimiento de química que se propone enseñar y aprender se identifica el contenido de las reacciones químicas como concepto estructurante de la esta disciplina (Lacolla et al., 2014), también por su importancia en cuanto a que son fenómenos que vemos a diario en nuestra vida y tienen aplicación en el ámbito industrial y científico.

Además, respecto al aprendizaje de las reacciones químicas se ha evidenciado en diversas investigaciones las dificultades de los estudiantes tal como lo plantea Johnstone (1991, citado en Galagovsky 2003) respecto al tránsito entre los niveles macro-micro-simbólico, que demanda cognitivamente su comprensión. Por lo cual, se hace necesario que desde la enseñanza se planteen

estrategias didácticas y tipos de actividades que permitan a los estudiantes interpretar a la reacción química en dos escalas diferentes: macro y micro, que en cuanto a la primera las prácticas experimentales pueden aportar sustancialmente dada la relación que se establece entre la experiencia sensible y el conocimiento de ciencias asociado al estudio del fenómeno químico. Y que así mismo los estudiantes sean capaces de relacionar dichos niveles mediante el uso de representaciones, en particular, con la ecuación química (Solsona et, al, 2003).

Finalmente, fue considerado oportuno la construcción de orientaciones pedagógicas y didácticas dirigidas a docentes de ciencias naturales y, la secuencia de actividades con el fin de fortalecer la competencia indagar bajo el marco de la química experimental, brindando herramientas en el aula para el desarrollo de habilidades científicas.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Rocha & Bertelle (2007), enuncian que el trabajo experimental es fundamental para el aprendizaje de la ciencia y en especial de la química. Proporciona a los estudiantes una oportunidad para explorar, proponer, reflexionar y elaborar conclusiones a partir de las experiencias realizadas, generando de este modo el desarrollo de competencias científicas.

Sin embargo, cuando se hace un análisis detallado del manejo de competencias por parte de los estudiantes, los resultados son poco favorables. Para el caso de Colombia los mecanismos de evaluación a nivel nacional e internacional traen resultados poco agradables con un sinnúmero de cuestiones por resolver. OCDE, 2018¹ al presentar los resultados de las pruebas PISA realizadas en el 2018, mostraron resultados deficientes para América Latina y en especial para Colombia, con un rendimiento menor que el registrado en el 2015.

De similar forma ocurre con las pruebas nacionales que plantea el Ministerio de Educación Nacional como el ICFES y las pruebas saber para evaluar los desempeños de los estudiantes en Ciencias Naturales, los cuales ponen de manifiesto resultados que dejan mucho para mejorar; para lo cual, la presente propuesta, consiste principalmente en fortalecer la competencia de indagación. Además de que se conoce poco acerca de las distintas experiencias de profesores de ciencias, acerca de estudios relacionados y puesta en práctica respecto a la incorporación del espíritu científico y desarrollo de competencias científicas en sus estudiantes (Chona et al., 2006). En este sentido, se hace necesario el uso de diferentes estrategias que conlleven a que fomenten las competencias científicas, entre ellas se destaca el uso de las prácticas experimentales.

A pesar de la importancia y pertinencia que las investigaciones muestran de la utilidad de las prácticas experimentales en el desarrollo de competencias científicas en los estudiantes, la realidad educativa nos muestra como la enseñanza de las ciencias naturales en la educación escolar aún adolece de su presencia en las aulas. Tal situación educativa pudo ser evidenciada en la observación de la práctica profesional de los profesores de ciencias de una institución escolar de la ciudad de Cali durante la enseñanza de la química a estudiantes de grado décimo, lo que permitió identificar que el trabajo en el aula, está basado en guías y reproducción de conceptos, reglas,

¹ Tomado de https://www.oecd.org/pisa/publications/PISA2018_CN_COL_ESP.pdf

formulas y normas, más no en el desarrollo de competencias en la asignatura de química, a pesar de que se tienen los espacios propios para trabajo experimental y de campo, no se utiliza para dichos fines.

Sumado a ello, la realización escasa de las prácticas experimentales se caracterizan por ser tipo receta en las que los estudiantes se limitan solo a seguir indicaciones y no tienen la posibilidad de reflexionar y revisar el trabajo realizado, también la falta de trabajo experimental en el cual el estudiante sea el que diseña y propone la actividad a realizar, las cuales requieren un proceso de investigación que los involucra y los compromete más (Merino & Herrero, 2007), estas son algunas de las razones del porque su uso se ha ido limitando y generando una separación entre la teoría y la práctica. Este escenario es el que ha conllevado a que el trabajo experimental pase a un segundo plano y los estudiantes vean la química como una ciencia abstracta e incomprensible. Lo anterior, conlleva a que el estudiante se centre en un aprendizaje meramente memorístico, lo cual hace que no le vea sentido a lo que está aprendiendo y esto le va a imposibilitar el hacer en contexto ante una sociedad que es altamente exigente.

Lo dicho se puede corroborar de manera teórica con los hallazgos de la investigación realizada por Tamara (2016) quien desarrolló estudios sobre la enseñanza - aprendizaje de las Ciencias Naturales centrando su estudio en las prácticas de los docentes, describiéndolas como prácticas centradas en métodos tradicionales y memorísticos los cuales provocan en los estudiantes la falta de interés y motivación, así mismo atribuye el desconocimiento del docente en la construcción de los aprendizajes. Explica que este problema se solucionaría aplicando metodologías reconocidas, largamente investigadas centrando los aprendizajes mediante la indagación científica.

Partiendo de estos referentes y observando el currículo actual, se busca que los estudiantes, abandonen la metodología del sentido común o de la superficialidad que se caracteriza por la rapidez en extraer conclusiones o generalizaciones a partir de observaciones cualitativas poco rigurosas (Furió y Furió, 2000) y desarrollen capacidades que les permitan: formular preguntas, plantear situaciones nuevas a manera de problemas y abordarlos rigurosamente, construir distintas opciones de solución a un problema o interpretar las posibles soluciones y elegir con criterio la más adecuada; usar los conocimientos en una situación determinada de manera pertinente y trabajar en equipo, intercambiando conocimientos y puntos de vista, capacidades que son

evaluadas en la prueba Saber 11, y son características del trabajo en ciencias y que bien pueden ser desarrolladas desde el modelo de resolución de problemas planteado por Pozo (1994).

En este sentido, Pachas (2016) realizó estudios para definir la relevancia de la Indagación en el aprendizaje en escolares de educación básica regular, concluyendo que la indagación científica eleva el progreso de los aprendizajes de los adolescentes en edad escolar. Sumado a ello, se viene generando una serie de reflexiones en los maestros en ejercicio y en formación, acerca de la práctica docente, que está orientando su proceso de enseñanza en el aula, la cual debe ir a la vanguardia de las necesidades del contexto, contribuyendo a la formación de competencias científicas en el estudiante.

Con todo lo expuesto anteriormente, se concluye que si se propone el desarrollo de competencias científicas en los estudiantes como por ejemplo la competencia de indagación, resulta totalmente coherente que se aprenda a indagar indagando, para ello, una enseñanza que considere el uso de prácticas experimentales desde metodologías basadas en la indagación sería lo más lógico y coherente como lo proponen diversos estudios recientes entre ellos, Crujeiras, B., Jiménez, M. P. (2015); Quiñónez Aparicio, Benítez Sierra y Alba Rojas. (2016); Cruz Guzmán, M., García Carmona, A., Criado, A. (2017); Fernández Marchesi, N. (2018).

Por otro lado, la investigación educativa ha mostrado la existencia de numerosas dificultades en el aprendizaje de la química tanto desde el punto de vista macroscópico como microscópico Furió (2007), en otras palabras, para los estudiantes el mundo de los átomos, moléculas, redes iónicas, es el mismo mundo macroscópico de los materiales y las sustancias pero en diminuto; no relacionan los distintos niveles de descripción de la materia: el nivel macroscópico de las sustancias con sus propiedades y cambios y, por otra parte, el nivel microscópico de aquellas mismas sustancias que la química modela a base átomos, iones y moléculas (Furió y Furió, 2000). Además, Furió y Furió (2000); mientras que en otras ocasiones no entienden que un cambio de propiedades presupone un cambio de sustancias y piensan que, aunque perciban alguna variación, como por ejemplo un cambio de color, un cambio de temperatura o la precipitación de una sustancia, o la formación de un gas sigue siendo la misma (de Vos y Verdonk, 1985; Driver, et al., 1994) razón por la cual no pueden inferir si se ha producido un cambio químico o no. Furió (2007).

En este sentido, González Rodríguez, L., Crujeiras Pérez, B. (2016) aporta en su estudio que es posible el aprendizaje de las reacciones químicas a través de actividades de indagación en el laboratorio sobre cuestiones de la vida cotidiana. Con ello, se puede afirmar que es posible

enseñar y aprender conceptos fundamentales como reacción química y desarrollar competencias específicas como la competencia de indagación a través del uso de las prácticas experimentales como estrategia didáctica.

Teniendo en cuenta lo anteriormente expuesto surgen varias cuestiones: ¿cómo desarrollar la competencia de indagación en los estudiantes en la clase de química? y además, ~~¿y~~ cómo a través de las actividades experimentales asociado a la enseñanza de tópicos específicos de química? Primeramente, se reconoce la necesidad de valorar los aportes que la investigación educativa ha hecho al respecto, para desde la revisión de los diversos estudios identificar aspectos de tipo conceptual y metodológico que contribuyan a la comprensión de dichos cuestionamientos y al enriquecimiento de la práctica pedagógica del profesor de ciencias.

Por ello, surge como pregunta de investigación del presente estudio *¿Qué aportes didácticos derivados de la investigación educativa pueden contribuir a la enseñanza de la competencia de indagación desde la actividad experimental en química en estudiantes de grado décimo?*

Para concluir, siendo la pregunta anterior el problema investigativo a abordar, se considera necesario indicar que algunos de los aportes didácticos que se realizarán en torno al tópico específico de reacción química, a modo de un caso particular y para delimitar el campo conceptual de la química en el estudio, estableciendo una serie de actividades de tipo experimental, que es su desarrollo fortalece la competencia de indagación por parte de los estudiantes.

ANTECEDENTES

De acuerdo con la revisión bibliográfica se analizaron y determinaron antecedentes para llevar a cabo el desarrollo de este trabajo de investigación los cuales se clasificaron en dos categorías: investigaciones previas sobre la competencia indagar que vinculen el trabajo experimental (2.1) y aquellas relacionadas con la enseñanza, aprendizaje de reacción química en el laboratorio (2.2).

2.1 Estudios sobre la competencia indagar que vinculen el trabajo experimental

Torrenegra I. Carmen. E. (2017) en su tesis de maestría desarrolló la competencia indagar mediante el uso del laboratorio en el tema soluciones químicas, a partir de la implementación de una secuencia didáctica, considerada como una alternativa para un aprendizaje significativo. Primero se hizo una encuesta, donde se analizaba la percepción de los estudiantes frente a los temas de química. Posteriormente, se aplica una prueba diagnóstica para determinar en qué nivel se encontraban los estudiantes con relación al tema a trabajar. Terminado el momento anterior, se implementó una secuencia didáctica fundamentada desde el ciclo de aprendizaje constructivista (Jorba y Sanmartí, 1996) el cual consideraban 4 fases: exploración, introducción de nuevos conceptos, sistematización y aplicación. Esta secuencia didáctica permitió comprobar diferentes teorías, así logrando habilidades y destrezas. Por último, se efectuó una evaluación después de la aplicación de la secuencia didáctica, logrando avances significativos en el rendimiento académico.

Como conclusión, los autores muestran que los estudiantes lograron desarrollar el pensamiento crítico, a través del aprendizaje significativo. La implementación del trabajo práctico en las unidades fue de uso obligatorio, estos están inmersos en los lineamientos curriculares, lo que contribuye a la formación integral de los estudiantes.

Allende t. Ruth (2019) en su tesis de maestría se plantea como objetivo de la investigación, determinar la incidencia del uso del método experimental en la competencia indaga mediante métodos científicos para construir conocimientos en estudiantes de grado 5 de una institución. Para lograr lo anterior analiza las pruebas pisa del 2015 y la evaluación censal del 2018, encontrando resultados muy bajos en el desarrollo de la competencia indagar en el área de ciencias naturales. La autora muestra los inconvenientes para realizar preguntas de indagación, formular hipótesis, diseñar procedimientos para poner a prueba la hipótesis, también observó que alrededor de las conclusiones éstas no tienen coherencia con respecto a los resultados obtenidos y sus hipótesis

planteadas. Como parte de su diseño metodológico la autora utiliza el método científico el cual es empleado a partir de actividades que tienen en cuenta: una experiencia real y actual del estudiante, planteamiento del problema, propuesta de posibles soluciones, planteamiento de una hipótesis y verificación de hipótesis. Como conclusión muestra que las actividades experimentales contribuyeron al fortalecimiento de la competencia indagar.

Barrera C. Yunrani y Cristancho S. Rosalba (2017) su artículo surge del ejercicio de la reflexión basada en el desarrollo de la competencia indagar en Ciencias Naturales, debido a las dificultades que presentan los estudiantes observados y a los resultados de las Pruebas Saber de los años 2012 y 2014 de la Institución Educativa Politécnico Álvaro González Santana (IEAGS), en los que se evidencia como debilidad la competencia de indagación en Ciencias Naturales de esta forma se da origen a la creación de un instrumento llamado guía, que direcciona el paso a paso el desarrollo de la competencia de indagación en estudiantes de secundaria de grado noveno de la Institución Educativa Politécnico Álvaro González Santana (IEAGS) de Sogamoso, Boyacá. La guía se fundamenta en el Aprendizaje Basado en Problemas (ABP) estableciendo los siguientes pasos: observación de fenómenos, planteamiento del problema, formulación de preguntas, formulación de hipótesis y predicciones, búsqueda y registro de información, planteamiento de experimentos e identificación de variables, realización de mediciones y organización de resultados, teniendo en cuenta los parámetros evaluados en la competencia de indagación por el Instituto Colombiano para el Fomento de la Educación Superior (ICFES). Una vez construida la guía, ésta fue aplicada a la misma población analizada inicialmente, para lo cual se observó un progreso en la capacidad de los estudiantes para diseñar preguntas que generen investigación, describir observaciones, hacer predicciones, elegir la información necesaria para solucionar el problema, desarrollar prácticas para la comprobación de su hipótesis, elegir instrumentos adecuados para registrar los datos obtenidos y luego los representa en gráficos y tablas, los cuales le facilitan la interpretación de los datos resultantes y elaborar conclusiones. Como conclusión muestra que el ABP desarrolla progresivamente cada una de las habilidades necesarias para el desarrollo de la competencia indagación y, además, contribuye en la formación del estudiante incrementando el trabajo colaborativo, la responsabilidad y la autoformación.

Imbert R. Daisy y Elosequi B. Eduardo (2019) en su artículo muestran la importancia del uso de secuencias didácticas para superar dificultades de los estudiantes en la competencia indagar

en las ciencias naturales. Por este motivo, se elaboraron secuencias didácticas a través de Proyectos de Indagación desde un enfoque dual, ya que se integraron aspectos epistemológicos y didácticos, con el objetivo de analizar la influencia de las mismas en el desarrollo de la competencia científica y unificar criterios cuando se diseñan dentro del modelo de aprendizaje por indagación. La investigación y el ejercicio de implementación se realizó en un liceo de contexto sociocultural desfavorable. En la investigación participaron tres docentes, con dos grupos a cargo cada una. Los docentes seleccionaron el mejor grupo y el de mayores dificultades al inicio del año lectivo, de los grupos que les fueron asignados por la institución, a los efectos de cubrir la mayor diversidad posible. Intervinieron 115 estudiantes. Dentro del grupo de docentes del liceo, la muestra se concretó con base a otros criterios: docentes efectivas, con continuidad en dicho año lectivo, que tuvieran al menos dos grupos del mismo grado y asumieran este desafío. Se emplearon dos técnicas: el análisis de documentos de las rúbricas aplicadas a la propuesta diagnóstica y al finalizar la secuencia didáctica, así como observación de clases y la observación durante la ejecución de las secuencias didácticas. Como conclusión al finalizar dicho trabajo se pudo apreciar un avance en el desarrollo de las dimensiones de la competencia científica indagar en los resultados logrados por los estudiantes, al igual que suprimir las diferencias iniciales detectadas por la propuesta diagnóstica en grupos del mismo grado.

2.2 Estudios sobre la enseñanza y aprendizaje de las reacciones químicas en el laboratorio

Rodríguez G. Leticia y Crujeira P. Beatriz (2016) en su artículo realizó un estudio por medio de una secuencia de actividades en estudiantes de secundaria en el área de química, con el concepto de reacción química y se observó una fuerte dificultad en el uso de la competencia indagar para la resolución de problemas. Por este motivo se plantea el diseño del experimento, puesta en común del diseño y realización del experimento, actividades y aplicación, cuestionario de actitudes, contenidos aprendidos y actividades de evaluación. El trabajo resultó significativo pues a medida que se avanzaba en las actividades de laboratorio, se lograba desarrollar mejor la competencia indagar en reacciones químicas en los estudiantes.

Espinosa R. Edgar A., González L. Karen D. y Hernández R. Lizeth T. (2016) en su artículo se busca potenciar el uso de las prácticas de laboratorio para fortalecer el conocimiento escolar en estudiantes de grado 11° con el tema de reacciones químicas. Se desarrolló un pre test para diagnosticar el estado actual de los estudiantes, lo cual arrojó mala interpretación y

desconocimiento conceptual para el concepto de reacciones químicas, seguido a ellos se diseñan 12 prácticas de laboratorio, las cuales iban aumentando el grado de complejidad en cuanto al desarrollo conceptual y, al terminar cada práctica los estudiantes realizan un informe de laboratorio. Finalmente se realiza un post test lo cual resulta significativo, pues se observó un apropiamiento del concepto de reacciones químicas al momento de comprender, analizar y ejecutar experiencias en el laboratorio.

Gómez O. Luisa F. (2018) en su tesis de maestría tiene como objetivo identificar las relaciones que se establecen entre la resolución de problemas y el aprendizaje del concepto de reacciones químicas en los estudiantes de la universidad católica de Manizales (UCM). Por lo tanto, el trabajo de investigación es cualitativo comprensivo que consiste en proporcionar una serie de situaciones que representen problemáticas diversas de la vida real para que se estudien y analicen, de esta manera, se pretende afianzar en los alumnos la generación de soluciones frente a las mismas por medio de prácticas de laboratorio. Para lo cual, se evidencia aprendizaje del concepto de reacciones químicas y la resolución de problemas, dentro de las respuestas de los estudiantes en la fase inicial sus respuestas se encuentran en esta subcategoría que comprobó que los estudiantes aún presentan una idea continua de la estructura de la materia, a diferencia de lo anterior toman las características del fenómeno, y a partir de ellas, dan sus explicaciones. Como conclusión se puede decir que mediante el trabajo se pudo evidenciar la relación que se establece entre la resolución de problemas y el aprendizaje del concepto de reacciones químicas en los estudiantes de la UCM, a partir de los modelos explicativos y la resolución de problemas se logró que pasaran de la redescrición de la experiencia y de enunciar el problema a describir el experimento según sus observaciones, utilizando datos de las instrucciones para justificar sus respuestas a que los estudiantes identificaran de uno o dos variables, en este nivel se reconocieron las variables sin realizar algún tipo de relaciones entre ellas.

Reyes C. Flor, Ruiz H. Brenda, Llano L. Mercedes, Lechuga U. Patricia y Mena Z. Margarita (2021) en su artículo, partiendo de la literatura, aborda las dificultades que presentan los estudiantes en cuanto a la comprensión y construcción conceptual de las ciencias y que permanece esta falencia incluso después de una instrucción escolarizada. Por lo tanto, el objetivo de esta investigación es documentar, caracterizar y analizar los modelos empleados por los estudiantes del primer año de licenciatura, al realizar el protocolo experimental «Reacción Química». Por este

motivo se consideró necesario implementar dicho protocolo para estudiantes del Laboratorio de Química General (LQG), el cual estaba compuesto de seis (6) actividades experimentales. Para esto se realizó un estudio cualitativo lo cual muestra que, con la guía adecuada, los estudiantes son capaces de generar modelos de los conceptos implicados en los tres niveles de representación: simbólico, microscópico y macroscópico. En el desarrollo de las actividades diseñadas se observó que la mayoría de los alumnos fueron capaces de elaborar los modelos solicitados al momento de generar representaciones visuales de los conceptos químicos implicados en una reacción química. Para concluir, los resultados muestran que el uso de modelos pone en evidencia el nivel de comprensión sobre los conceptos involucrados en el trabajo experimental de manera progresiva.

MARCO TEÓRICO

3.1 UNA APROXIMACIÓN AL MARCO LEGAL DE LAS COMPETENCIAS CIENTÍFICAS Y LA ACTIVIDAD EXPERIMENTAL EN CIENCIAS NATURALES.

3.1.1 Lineamientos curriculares en ciencias naturales

Los lineamientos curriculares y los estándares curriculares son los referentes legales que orientan las políticas educativas en Colombia. Estos referentes son los que orientan los Proyectos Educativos Institucionales (PEI) de cada una de las instituciones educativas del país y además establecen los criterios para la construcción de currículos educativos acordes a cada región y necesidades de la comunidad educativa, con énfasis en la búsqueda de la calidad de la educación.

La literatura da cuenta que desde la formulación del Plan Decenal de Educación para el periodo de 1995 – 2005, el Ministerio ya venía hablando de una educación que favoreciera las competencias de los ciudadanos.

A continuación, se destacan aspectos relevantes de los lineamientos y estándares curriculares para el área de ciencias naturales.

Los lineamientos curriculares: “son las orientaciones epistemológicas, pedagógicas y curriculares que define el Ministerio de Educación Nacional MEN con el apoyo de la comunidad académica educativa para apoyar el proceso de fundamentación y planeación de las áreas obligatorias y fundamentales...” (MEN, 2014). Desde los lineamientos curriculares para Ciencias Naturales y Educación ambiental se resaltan algunos aspectos relacionados con la actividad experimental en las ciencias:

- a) “El darle un nuevo sentido al laboratorio de ciencias, tal y como se propone en este documento, se apoya en parte en la intención de recuperar este fundamento de las idealizaciones científicas”.
- b) “Los alumnos y el profesor, al igual que los científicos, van al laboratorio para “interrogar” a la naturaleza con el fin de confirmar o rechazar sus hipótesis”.
- c) “En el laboratorio escolar no se puede actuar de manera diferente. Si el estudiante no va al laboratorio con su mente bien preparada, es decir, si no va con una hipótesis acerca de lo que debe observar si lleva a cabo tales y tales procedimientos, y toma tales

y tales medidas, no podrá entender qué es lo que sucede cuando realiza su experimento. Ahora bien, un alumno no puede entender sino aquello que él ha podido reconstruir mediante la reflexión, la discusión con sus compañeros y con el profesor, o mediante la acción sobre los objetos del mundo”.

- d) “(...) es importante señalar desde ahora que continuar con aquellas guías de laboratorio en las que se le dan instrucciones precisas sobre las operaciones experimentales que debe ejecutar y las observaciones y medidas que debe realizar para después preguntarle a qué conclusiones puede llegar y después inducirlo a dar las conclusiones “a las que había que llegar” no tienen sentido dentro del marco de esta propuesta de renovación curricular, pedagógica y didáctica”.
- e) De acuerdo con los Lineamientos Curriculares de Ciencias Naturales y Educación Ambiental (MEN. 1998), se le otorga a la escuela la tarea de educar en ciencias y favorecer el desarrollo del pensamiento científico.

Lo anterior son solo una muestra del gran significado que desde los lineamientos curriculares para el área de ciencias naturales y educación ambiental se le ha dado al trabajo en el laboratorio y que resaltan la importancia de este ambiente de aprendizaje para la construcción del conocimiento en el área de las ciencias y directamente en la química.

3.1.2 Estándares básicos de competencias

A partir de los lineamientos curriculares se formulan los estándares básicos de competencias, los cuales son más específicos y diseñados para cada grado académico en función de los parámetros para el saber y el saber hacer, los criterios de evaluación y los planes de mejoramiento. En este sentido los estándares básicos de competencias pretenden que todas las instituciones escolares de Colombia ofrezcan la misma calidad de educación a todos los estudiantes del país.

Un *estándar* se define como: “un criterio claro y público que permite juzgar si un estudiante, una institución o el sistema educativo en su conjunto cumplen con unas expectativas comunes de calidad”. Estos estándares pretenden que la formación de los estudiantes sea integral, formación que les permita tener la capacidad de ser personas propositivas frente al entorno en el que se encuentran.

Esta formación se da de manera gradual y es por eso que los estándares se van organizando

de manera ascendente a medida que los estudiantes van cumpliendo con los objetivos propuestos para cada conjunto de grados escolares. A medida que se avanza en la formación escolar la exigencia y el nivel se hacen cada vez más complejos; es por esto que se hace necesario contar con procesos evaluativos que permitan dar cuenta del trabajo realizado por las instituciones educativas. Los resultados de estas evaluaciones permitirán que se desarrollen planes de mejoramiento en el caso de ser requeridos o proponer estrategias que siempre estén encaminadas a mejorar la educación.

La estructura de los estándares básicos de competencias está diseñada de tal manera que permite que las competencias sean logradas de manera gradual por los estudiantes y no necesariamente en un tiempo determinado. Los estándares básicos de competencias se dividen en cinco grupos de acuerdo al grado: de primero a tercero, de cuarto a quinto, de sexto a séptimo, de octavo a noveno y de décimo a undécimo. Lograr el objetivo de formar por competencias dependerá de las estrategias y planes que las instituciones educativas diseñen y del compromiso por parte de profesores y estudiantes. Si los estudiantes o las instituciones educativas no logran cumplir con los estándares de competencia para un grado específico, los mecanismos o planes de acción que se deben desarrollar estarán establecidos en el Proyecto Educativo Institucional y además deben ser conocidos por todos los miembros de la comunidad educativa.

Los estándares básicos de competencias en ciencias naturales van creciendo en orden de complejidad y están articulados para cada nivel de formación académica. Tabla 6. (Ministerio de Educación Nacional, 2015), en los cuales los procesos biológicos, químicos y físicos se abordan desde un nivel de aproximación: exploratorio, diferencial, disciplinar.

Tabla 1 Ejes articuladores de complejidad creciente de los estándares para ciencias naturales

Procesos	Básica primaria Nivel exploratorio	Básica secundaria Nivel diferencial	Educación media Nivel disciplinar
Procesos biológicos	¿Cómo son los seres que nos rodean?	Organización y diversidad de los sistemas biológicos.	La Biología como ciencia
Procesos químicos	¿Cómo son las cosas que nos rodean?	Cambios y conservación en los materiales cuando interactúan.	La Química como ciencia

Procesos físicos	¿Cómo se mueven, cómo se ven, cómo se oyen las cosas a mí alrededor?	Relaciones y transformaciones físicas	La Física como ciencia
------------------	--	---------------------------------------	------------------------

Fuente. Ministerio de Educación Nacional, 2015.

Para el área de química se hace necesario mencionar cuales son los estándares en términos generales que los estudiantes deben lograr durante su educación básica y media:

- Establezco relaciones entre las características macroscópicas y microscópicas de la materia y las propiedades físicas y químicas de las sustancias que la constituyen.
- Explico condiciones de cambio y conservación en diversos sistemas, teniendo en cuenta transferencia y transporte de energía y su interacción con la materia.
- Relaciono la estructura de las moléculas orgánicas e inorgánicas con sus propiedades físicas y químicas y su capacidad de cambio químico.
- Utilizo modelos biológicos, físicos y químicos para explicar la transformación y conservación de la energía.
- Identifico aplicaciones de diferentes modelos biológicos, químicos y físicos en procesos industriales y en el desarrollo tecnológico; analizo críticamente las implicaciones de sus usos.

Cada uno de estos estándares busca desarrollar competencias en los estudiantes que no solo están enfocados en la adquisición de conocimiento específico de la ciencia, sino que también procura la formación de ciudadanos íntegros con ética y responsabilidad social.

Para propósitos del presente trabajo se hará énfasis en el grupo de los estándares de los grados decimo a undécimo ya que es en estos grados en los cuales el tópico relacionado a los procesos químicos cobra mayor importancia y enfatiza en los aspectos más relevantes de esta ciencia; además son los que soportan la presente propuesta de exaltar el trabajo de laboratorio como estrategia didáctica que contribuye a la formación en competencias de los estudiantes.

Teniendo en cuenta que las competencias básicas en ciencias naturales y sociales requieren una serie de actitudes, los estándares pretenden fomentar y desarrollar: La curiosidad, la honestidad en la recolección de datos y su validación, la flexibilidad, la persistencia, la crítica y la apertura mental, la disponibilidad para tolerar la incertidumbre y

aceptar la naturaleza provisional, propia de la exploración científica, la reflexión sobre el pasado, el presente y el futuro, el deseo y la voluntad de valorar críticamente las consecuencias de los descubrimientos científicos, la disposición para trabajar en equipo.

Un punto de gran importancia es que a pesar que para el área de ciencia se establecen 7 competencias, el estado solo evalúa 3:

Las pruebas de estado no permiten evaluar todas las competencias específicas que, para el área de ciencias naturales, son imprescindibles de desarrollar en el aula de clase y hasta cierto punto posibles de ser evaluadas por el docente con pruebas específicas internas. Las tres competencias propuestas para ser evaluadas en la prueba de estado son: identificar, indagar y explicar.

Luego el ICFES (2007) presenta la fundamentación conceptual para el área de ciencias naturales y le dedica un apartado a la concepción de competencia. En este apartado se establece no solo una definición de lo que es una competencia en líneas generales, sino también se establece y describen la competencia científica indagar.

3.2 LA COMPETENCIA CIENTÍFICA INDAGAR EN CIENCIAS

Desde 1900 los educadores consideraban que la ciencia era un conjunto de conocimientos que los estudiantes debían de aprender por instrucción directa, donde se acumulaba información, pero no se generaba un pensamiento científico. Sin embargo, en 1910 John Dewey recomendó que se incluyera la indagación en el currículo de ciencias, puesto que reconocía su importancia como una estrategia de enseñanza empleando el método científico, desarrollando en los estudiantes habilidades y capacidades para desarrollarse en todo campo de conocimiento durante su vida. En este proceso, el perfil del estudiante era participativo y activo, y el docente era un guía o facilitador.

Siguiendo esta ruta, en 1966 Joseph Shwab considero que el estudiante debía de ver la ciencia como una serie de estructuras conceptuales que estaba sujetas a cambios de acuerdo a los nuevos descubrimientos.

Andoni Garritz Ruiz, Diana Labastida y Silvia Espinosa definen la indagación de dos maneras:

1. Diversas formas en las cuales los científicos abordan el conocimiento de la naturaleza y proponen explicaciones basadas en la evidencia derivada de su trabajo.
2. Una actividad polifacética que implica hacer observaciones, plantear preguntas, examinar libros y otras fuentes de información para ver qué es lo ya conocido, planificar investigaciones, revisar lo conocido hoy en día a la luz de las pruebas experimentales, utilizar instrumentos para reunir y analizar datos, proponer respuestas, explicaciones y predicciones y comunicar resultados (NCR,1996)

En el 2002, Lisa Martin- Hansen propone cuatro tipos de indagación los cuales pueden ser aplicados en el aula con los estudiantes. La siguiente tabla muestra los tipos de indagación:

Tabla 2 Tipos de indagación

Tipo de indagación	Enfoque
Indagación abierta	Tiene un enfoque centrado en el estudiante que empieza por una pregunta que se intenta responder mediante el diseño y conducción de una investigación o experimento y la comunicación de resultados.
Indagación guiada	Donde el profesor guía y ayuda a los estudiantes a desarrollar investigaciones indagatorias en el salón o el laboratorio.
Indagación acoplada	La cual acopla la indagación abierta y la guiada.
Indagación estructurada	Es una indagación dirigida primordialmente por el profesor, para que los alumnos lleguen a puntos finales o productos específicos.

Fuente. Lisa Martin- Hansen (2002) La indagación: Habilidades para desarrollar y promover el aprendizaje.

El desarrollo de la competencia es gradual y depende del dominio de múltiples habilidades que están estrechamente vinculadas con otras competencias, principalmente transversales y metodológicas, del currículo. Por lo tanto, siempre se debe entender como un logro progresivo y la evaluación se debe hacer de forma sumativa. Sala Sebastia, G., Font Moll, V. y Giménez R, J. (2012) en su trabajo: Una mirada curricular a la competencia de indagación propone la caracterización de la competencia indagación, la cual plantea tres niveles: nivel básico (B), nivel intermedio (J) y nivel avanzado (S).

En este sentido, se encuentran también los aportes recientes de Ferrés C & Marba A. (2017) quienes mencionan que a pesar de la importancia que los enfoques actuales de la didáctica de las ciencias dan a la indagación, las dificultades en la comprensión de los procesos que implica son

habituales en los bachilleres. Y reconocen la utilidad de cuestionarios centrados en procesos de indagación científica como instrumento de evaluación formativa, a partir del cual se puede identificar los niveles de indagación en los estudiantes: Acientífico, precientífico, indagador incipiente, indagador inseguro e indagador como lo muestra la tabla 3.

El instrumento de evaluación que los autores proponen es una rúbrica en la que se indican para cada una de las habilidades o capacidades que integra la competencia de indagación científica en las que se encuentran: la identificación de problemas, la formulación de hipótesis, planificación de investigación, identificación de variables, recogida y procesamiento de datos, análisis de datos/obtención de conclusiones y metareflexión. Los Niveles de Competencia de indagación de los alumnos que se propone se muestran en la tabla 3. Para establecerlos se determinan cinco intervalos de valoraciones cuantitativas. Estos intervalos se han establecido a partir del análisis de las capacidades y dificultades y contienen un significado en relación a la capacidad de indagación. Los cinco niveles van del nivel superior, correspondiente a los alumnos que tienen un buen dominio de los procesos que sigue la indagación, hasta el nivel de menor jerarquía que evidencia un gran desconocimiento de los procesos de indagación.

Disponer de un instrumento de análisis de datos cualitativos que permite dar resultados cuantitativos, es de utilidad en los procesos de evaluación de las actividades de indagación escolares. Además, es útil en el asesoramiento de estos trabajos por parte de los profesores, como instrumento de evaluación formativa, puesto que posibilita identificar las dificultades en los procesos de la actividad de indagación y poner en evidencia dónde conviene realizar las intervenciones o determinar qué actividades conviene planificar para mejorar la comprensión de algunos de estos procesos. Es también un instrumento de autoevaluación y/o coevaluación y facilita que los estudiantes reflexionen sobre indagación analizando sus propios procesos o los de sus compañeros.

Tabla 3 Niveles de indagación

INDAGADOR (17-20)	- Identifica problemas de investigación, plantea problemas adecuados y concreta interrogantes, algunas veces con formulación ambigua - Plantea hipótesis que encajan con el problema de investigación - Planifica un diseño experimental que ofrece una adecuada comprobación de las hipótesis, con réplicas y controles - Identifica VI y VD, algunas veces de manera incompleta o imprecisa - Reflexión: Hace una buena descripción del proceso de investigación
INDAGADOR INSEGURO (13-16)	- Identifica problemas de investigación, plantea problemas adecuados y concreta interrogantes - Plantea hipótesis que encajan con los problemas de investigación - Planifica un diseño experimental que ofrece una adecuada comprobación de las hipótesis, casi siempre con réplicas y controles y algunas veces con una descripción incompleta del diseño experimental - No identifica las variables, no sabe concretar VI y VD o confunde VI y VD o propone VI y VD que no encajan con la hipótesis - Reflexión: Hace una descripción incompleta de los pasos del proceso de investigación y/o con confusión de conceptos
INDAGADOR INCIPIENTE (9-12)	- Déficits en dos o tres categorías de "Identificación de problemas investigables", "Formulación de hipótesis", "Identificación de variables" - Planifica un diseño experimental que ofrece una adecuada comprobación de las hipótesis, pero con déficits en réplicas y controles - Reflexión: hace una descripción incompleta de los pasos del proceso de investigación y/o con confusión de conceptos
PRECIENFÍCO (6-8)	- Plantea problemas con formulación ambigua o genérica o mal formulados o no identifica problemas - Formula hipótesis ambiguas, con errores de lógica, mal formuladas, o confunde hipótesis y problema - Planifica un diseño experimental que sólo permite una comprobación parcial de las hipótesis, sin réplicas ni controles - No identifica VI ni VD - Reflexión: no sabe describir los pasos de un proceso de investigación o hace una descripción incompleta y/o con confusión de conceptos
ACIENTÍFICO (0-5)	- No identifica problemas o plantea problemas inabordables o los plantea con formulación ambigua - No plantea hipótesis o no identifica hipótesis o plantea hipótesis sin sentido o sin relación con el problema - No propone diseño experimental o hay diseño experimental pero no lo identifica o el diseño sólo permite una comprobación parcial - El procedimiento no contempla variables o no las identifica o no las sabe concretar - No sabe describir los pasos de un proceso de indagación: errores, tautologías - Reflexión: no sabe describir los pasos de un proceso de investigación o hace una descripción incompleta y/o con confusión de conceptos

Fuente. Ferrés C & Marba A. (2017)

Para cada una de dichas habilidades se ubican una escala numérica (0 – 2 y 0 – 4), según la habilidad a evaluar con descriptores que presentan la especificidad de cada una, como muestra la tabla 4.

Tabla 4 Rúbrica de evaluación de la competencia de indagación

0	No identifica problemas o no plantea problemas de investigación o plantea problemas inabordables	IDENTIFICACIÓN DE PROBLEMAS o FORMULACIÓN DE PREGUNTAS
1	Plantea problemas poco importantes o con formulación ambigua o genérica o mal formulados	
2	Identifica problemas de investigación o plantea problemas adecuados y concreta interrogantes	
0	No plantea hipótesis o no identifica hipótesis o plantea hipótesis sin sentido	FORMULACIÓN DE HIPÓTESIS
1	Plantea hipótesis sin relación con el problema o los objetivos de la investigación	
2	Formula hipótesis ambiguas o con errores de lógica o mal formuladas o confunde hipótesis y problemas	
3	Plantea hipótesis que encajan con los problemas de investigación	
4	Plantea hipótesis que encajan con el problema de investigación y las describe con referencia al modelo	
0	No hay o no propone diseño experimental o lo hay pero no lo identifica	PLANIFICACIÓN DE INVESTIGACIÓN
1	El diseño experimental no permite comprobar las hipótesis	
2	Los procedimientos de investigación sólo permiten una comprobación parcial de las hipótesis, sin réplicas ni control	
3	El diseño experimental ofrece una adecuada comprobación de las hipótesis, pero no propone réplicas ni explicita controles o el control es incompleto o inadecuado o descripción incompleta del diseño	
4	El diseño experimental ofrece una adecuada comprobación de las hipótesis, propone réplicas y hay control adecuado	
0	El procedimiento no contempla variables	IDENTIFICACIÓN DE VARIABLES
1	No identifica ni VI ni VD o no sabe concretar VI y VD	
2	Confunde VI y VD o propone VI y VD que no encajan con las hipótesis	
3	Identifica VI y VD pero de manera incompleta o imprecisa	
4	Identifica VI y VD y encajan con las hipótesis	
		VI Variable Independiente VD Variable dependiente
0	No ha recogido datos de investigación	RECOGIDA Y PROCESAMIENTO DE DATOS
1	Procesamiento inadecuado o incompleto de los datos, gráficos sin títulos o con títulos inadecuados, cálculos de porcentajes que comparan poblaciones no equiparables	
2	Buen procesamiento de los datos de investigación	
0	Análisis y razonamientos no fundamentados en los datos	ANÁLISIS DE DATOS/ OBTENCIÓN DE CONCLUSIONES ARGUMENTADAS
1	Análisis incompleto o poco fundamentado en los datos o basado en datos no fiables, "simplista"...	
2	Análisis de datos bien fundamentado	
0	No sabe describir los pasos del proceso de indagación: errores o respuestas muy incompletas	METAREFLEXIÓN
1	Descripción incompleta de los pasos del proceso de indagación/o con confusión de conceptos	
2	Buena descripción del proceso de indagación	

Fuente. Ferrés C & Marba A. (2017)

3.3 LAS PRÁCTICAS EXPERIMENTALES EN LA ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS NATURALES

La incorporación de prácticas de laboratorio como estrategia didáctica que permita el

aprendizaje de la química en el salón de clase no es una propuesta nueva, pero todavía no está bien estructurada y su implementación no se ha realizado de manera adecuada, razón por la cual tanto profesores como estudiantes han desaprovechado las ventajas que esta estrategia ofrece y que se muestra como una alternativa complementaria para la enseñanza aprendizaje de la química.

Determinar cuáles son las estrategias que permitirán realizar la construcción del conocimiento por parte de los estudiantes, dependerá del rol que profesor y estudiante desempeñan en el proceso educativo. Se considera que dadas las condiciones actuales en las cuales se realiza el ejercicio docente, el profesor debería ser el encargado de generar y propiciar ambientes de aprendizaje en los cuales los estudiantes puedan involucrarse y ser constructores de su propio conocimiento y no solo espectadores a la espera de lo que el profesor como dueño único de la información pueda proporcionar. Los estudiantes tienen y manifiestan diversos intereses y expectativas con relación a una materia como la química, dependerá entonces del rol que el profesor asuma, la aptitud y rol que el estudiante muestre y desempeñe hacia el aprendizaje de esta área de la ciencia. Las estrategias de enseñanza y estrategias de aprendizaje están enmarcadas en lo que se conoce como estrategias didácticas. Una aproximación al significado de cada una de estas la realiza Delgado F & Solano G (2009), donde definen que las estrategias de aprendizaje: “consisten en un procedimiento o conjunto de pasos o habilidades que un estudiante adquiere y emplea de forma intencional como instrumento flexible para aprender significativamente y solucionar problemas y demandas académicas” y las estrategias de enseñanza como: “todas aquellas ayudas planteadas por el docente, que se proporcionan al estudiante para facilitar un procesamiento más profundo de la información”.

Haciendo uso de la definición de estrategia de enseñanza y de aprendizaje la incorporación de trabajo experimental en la enseñanza de la química se convierte en una de ellas, ya que cumple con la condición de ser un medio que contribuye al proceso de aprendizaje de los estudiantes y que también les brinda la posibilidad de adquirir habilidades y destrezas que le servirán en su formación académica y en el desarrollo de sus competencias.

3.3.1 Alcances y efectividad de las prácticas experimentales

Son muchas las bondades que en diferentes investigaciones se ha encontrado tiene el trabajo en el laboratorio en cuanto a la enseñanza-aprendizaje de las ciencias, y en particular de la química. El trabajo en el laboratorio debe ser el espacio en el cual no solo se desarrollan habilidades motrices, sino que también se deben desarrollar habilidades cognitivas que permitan al estudiante

acercarse de manera más efectiva a la construcción de su propio conocimiento.

Un acercamiento a algunos de los alcances que las prácticas de laboratorio han logrado a lo largo de varios años de investigación científica es lo que muestra el trabajo realizado por Barolli, Laburú, & Guridi (2010), en el cual se muestra en forma de resumen y compilado en tablas, el autor y año del trabajo además de mostrar cuales son las contribuciones más significativas de cada investigación: a. Laboratorio como estrategia para el desarrollo de conceptos y habilidades procedimentales, b. Laboratorio como espacio propicio para el trabajo en equipo, c. Laboratorio como estrategia motivadora para la enseñanza de las ciencias, d. Laboratorio como ambiente cognitivo productivo para aprender ciencias.

La efectividad del trabajo experimental puede estar determinada por la intencionalidad, esto es, el objetivo que se pretende alcanzar y por el tipo de laboratorio que se quiere desarrollar. Otro aspecto importante es determinar cuál es el papel que el estudiante y profesor desempeñaran durante la realización de la práctica de laboratorio.

Diseñar una práctica que permita el cumplimiento de los objetivos del trabajo experimental ha sido un tema que ha suscitado gran interés y del cual se han realizado variedad de investigaciones. Entre los diferentes factores de los cuales puede depender, se pueden mencionar: el enfoque de enseñanza, el tipo de actividad, el instrumento evaluativo, el nivel educativo al cual se dirige la actividad, el currículo que se desarrolla y la pertinencia que debe existir entre el objetivo y la forma de desarrollarlo para que se pueda cumplir (Flores, Caballero, & Moreira, 2009).

3.3.2 Objetivos y tipos de actividad experimental.

Con relación al tipo de actividad Tenreiro-Vieira & Vieira (2006), con referencia al trabajo realizado por Leite & Figueiroa (2004), proponen una clasificación de las actividades de laboratorio según el objetivo que se pretende alcanzar. Los seis tipos de actividades son:

- a. *Ejercicios*: Tienen como objetivo el aprendizaje del conocimiento procedimental. Es decir, adquirir y desarrollar habilidades y destrezas que les permitan desenvolverse con facilidad en el laboratorio y hacer un uso adecuado de todos los implementos y equipos.
- b. *Actividades orientadas para la adquisición de sensibilidad acerca de fenómenos (familiarización con fenómenos)*. El principal objetivo de esta actividad es el reforzamiento del

conocimiento conceptual haciendo uso de los sentidos. Este tipo de actividades permite a los estudiantes tener un acercamiento al concepto o teoría que se quiere enseñar.

- c. *Actividades ilustrativas:* Actividades enfocadas en el aprendizaje de conceptos y caracterizadas por validar información que se ha enseñado previamente y que el estudiante ya conoce. Las actividades tipo “receta” son un buen ejemplo, ya que son estructuradas y su resultado se conoce previamente.
- d. *Actividades orientadas para comprobar qué sucede:* El objetivo de esta actividad es el aprendizaje de conceptos. El aprendizaje se construye a través de la implementación de actividades que están descritas de manera detallada y bajo la ejecución de un protocolo que conduce a la obtención de resultados que son desconocidos para los estudiantes.
- e. *Actividades del tipo Predecir-Observar-Explicar-Reflexionar:* El objetivo fundamental es el aprendizaje conceptual. La construcción del conocimiento se realiza a través de preguntas problematizadoras orientadas a que los estudiantes puedan confrontar la información que obtienen con los conocimientos previos que tienen acerca del tema.
- f. *Investigaciones:* El principal objetivo de esta actividad es el aprendizaje de conceptos. El conocimiento se construye gracias a la resolución de situaciones problema que conducen a los estudiantes a que tengan que formular estrategias y metodologías que permitan la solución de la situación planteada. En este tipo de actividades el estudiante debe de validar los resultados obtenidos y estar en capacidad de reformular, si es necesario, los procedimientos utilizados. Permite un adecuado acercamiento al que hacer científico.

3.3.3 Estilos de enseñanza del laboratorio de química

El estilo de instrucción que se utiliza para la enseñanza del laboratorio debería estar enmarcado fundamentalmente en el objetivo que se pretenda alcanzar al realizar trabajo experimental y en cuál es el aprendizaje que se espera obtengan los alumnos.

Actividades que se orientan en función de los objetivos, dan la posibilidad a los estudiantes de tener autonomía para el desarrollo del trabajo experimental, ya que estos son tan claros, que el diseño del experimento es independiente a la persona que lo propone la práctica. En general lo que se pretende con objetivos definidos es no depender, si fuera el caso, de lo que el profesor propone según sea el interés que él tenga con el desarrollo de actividades de carácter experimental, si no que una actividad pueda dar respuesta al concepto que se estudia.

En este sentido y fundamentado en un estudio realizado acerca de los diferentes estilos de enseñanza del laboratorio Domin (1999), sugiere que el trabajo de laboratorio debe ser diferenciado desde tres perspectivas, tales como: el resultado, el enfoque y lo procedimental; parámetros que él denomina descriptores. Estos descriptores servirán para distinguir cuatro estilos de instrucción significativos: expositivo, investigativo, por descubrimiento.

Tabla 5 Estilos de enseñanza del laboratorio.

Estilo	Descriptor		
	Resultado	Enfoque	Procedimiento
Expositivo	Predeterminado	Deductivo	Proporcionado
Investigativo	Indeterminado	Inductivo	Generado por el estudiante
Descubrimiento	Predeterminado	Inductivo	Proporcionado
Resolución de problemas	Predeterminado	Deductivo	Generado por el estudiante

Fuente. Domin (1999).

El resultado que se espera obtener en las actividades de laboratorio puede ser predeterminado o indeterminado según el estilo de enseñanza, donde tanto el estudiante como el profesor saben que esperar de la actividad que se realiza. También, según lo manifiesta el autor el enfoque puede ser de tipo inductivo o deductivo, en el primero el estudiante puede hacer uso de principios y teorías para comprender fenómenos específicos y en el segundo por observación de fenómenos particulares se pueden obtener resultados que soportan un principio general. En cuanto a lo procedimental las actividades de laboratorio pueden ser propuestas por el estudiante o por el profesor o también pueden apoyarse en fuentes externas como manuales de laboratorio.

Específicamente Barolli, Laburú, & Guridi (2010), hacen referencia a los diferentes estilos de laboratorio que plantearon los autores Moreira & Levandowsky (1983) y Kirschner (1992). Particularmente Moreira & Levandowsky (1983), presentan la siguiente clasificación para los laboratorios, con base en sus enfoques: el laboratorio programado, laboratorio con énfasis en la estructura del experimento y laboratorio con enfoque epistemológico. El primero es un laboratorio estructurado en el cual el estudiante solo sigue las indicaciones que se le dicen durante el desarrollo de la actividad, el segundo se caracteriza por estar enfocado en el diseño del experimento y no es tan estructurado como el anterior, y el tercer enfoque se busca profundizar en el análisis de la estructura del experimento haciendo uso de la V de Gowin enfocada en la resolución de problemas.

Por su parte, Kirschner (1992), propone otra clasificación: Laboratorios académicos, laboratorios experimentales y laboratorio divergentes. El laboratorio académico es el laboratorio tradicional, utilizado para verificar procesos, muy estructurado o también conocido como tipo “receta de cocina”. Por su parte el laboratorio experimental es aquel que está orientado al descubrimiento, a que los estudiantes sean los que propongan actividades problemas que puedan resolver con los materiales que estén disponibles y que además sea un reto para ellos resolverlo.

Finalmente, el laboratorio divergente retoma aspectos de los dos tipos de laboratorio mencionados anteriormente, propone actividades generales a todos los estudiantes, pero es abierto y acepta las modificaciones que se realicen durante el desarrollo para llegar a la solución.

3.3 LAS REACCIONES QUÍMICAS COMO CONTENIDO DE ENSEÑANZA

Un aspecto muy importante de la química es entender cómo se comportan los átomos de un compuesto cuando interactúan con los átomos de otro o dicho en otras palabras cómo reaccionan los compuestos y que productos forman; en esencia se podría decir que la interacción entre dos compuestos que dan lugar a nuevos productos, es una reacción química; este importante proceso se puede clasificar teniendo en cuenta unos patrones que atienden a la organización final de los elementos en los productos; muchas de las reacciones químicas conocidas se pueden clasificar en: reacciones de descomposición, desplazamiento, intercambio y oxidación – reducción; para tener una mayor comprensión de lo que puede suceder en una reacción química, se hacen observaciones experimentales (nivel macro) y representaciones a nivel gráfico (átomos y moléculas – nivel micro) y simbólico (ecuaciones químicas – nivel simbólico).

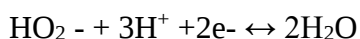
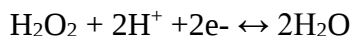
Una reacción de oxidación- reducción (Rédox) presenta una transferencia de electrones. La sustancia que pierde los electrones se oxida y la que los gana se reduce. Es importante tener en cuenta que se llama reductor a la sustancia que cede electrones y oxidante a la que los capta. Un ejemplo de reacción redox es la descomposición del peróxido de hidrógeno (H_2O_2).

El peróxido de hidrogeno conocido como agua oxigenada, es un reactivo oxidante que se obtiene por oxidación, con aire, con un derivado de la antraquinona. Se utiliza en procesos de oxidación química de flujos residuales ricos en compuestos tales como sulfuros, nitritos y sulfitos. Presenta ventajas sobre los agentes oxidantes clorados, problemáticos en determinadas condiciones, tampoco produce precipitados, como le ocurre al permanganato potásico. En su

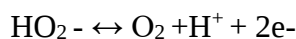
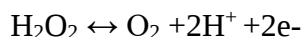
reacción, el peróxido de hidrogeno se descompone en H₂O y O₂ que aumenta la biodegradabilidad del efluente, sin embargo, al no ser biocida, su acción al residual no distorsiona el posterior tratamiento biológico. La labor de detoxificación del peróxido se ve forzada por la utilización de sales metálicas como catalizadores.

El peróxido de hidrogeno, es generado como un subproducto del metabolismo aeróbico, la radiación ionizante y la dismutación de radicales superóxidos (Bewley et al., 1986). El H₂O₂ no es un radical libre, pero cae en la categoría de especies reactivas del oxígeno (Boveris et al., 1972). El peróxido de hidrógeno puede actuar, no solamente como un oxidante sino como un agente reductor, acorde a la reacción: $\text{H}_2\text{O}_2 \leftrightarrow \text{HO}_2^- + \text{H}^+$

Reducción con formación de agua.



Oxidación con formación de oxígeno.



Ventajas de los procesos de oxidación: Entre las ventajas de los procesos de oxidación podemos mencionar:

No cambia de fase al contaminante (como ocurre en el arrastre con aire o en el tratamiento con carbón activado), sino que lo transforman químicamente; generalmente se consigue la mineralización total o parcial del contaminante;

Usualmente no genera lodos que a su vez requieren de un proceso de tratamiento y/o disposición; son muy útiles para contaminantes refractarios que resisten otros métodos de tratamiento, principalmente el biológico;

Sirven para tratar contaminantes a muy baja concentración

Son ideales para disminuir la concentración de compuestos formados por pretratamientos alternativos, como la desinfección; generalmente, mejoran las propiedades organolépticas del agua tratada; en muchos casos, consumen mucha menos energía que otros métodos (por ejemplo, la incineración);

permiten transformar contaminantes refractarios en productos tratables luego por métodos más económicos como los procesos biológicos y eliminan efectos sobre la salud de desinfectantes y oxidantes residuales como el cloro. (Kng., 2000).

OBJETIVOS Y ASPECTOS METODOLÓGICOS

4.1 OBJETIVOS DE INVESTIGACIÓN

Objetivo General

- Brindar aportes didácticos para la enseñanza que contribuyan a la promoción de la competencia indagación sobre la reacción química en estudiantes de grado décimo desde el uso de actividades experimentales contextualizadas como estrategia didáctica.

Objetivo Especifico

- Analizar la competencia específica “indagar” en los resultados de las pruebas saber 11° en una institución educativa y su relación con las preguntas en contexto de actividades experimentales.
- Determinar el estado de la competencia específica indagar en una población de 50 estudiantes de grado décimo del Liceo Anglo del Valle, a través de la aplicación de una prueba escrita.
- Realizar revisión y análisis de artículos sobre la competencia de indagación para derivar orientaciones didácticas para la enseñanza de las ciencias naturales.
- Plantear algunas actividades experimentales para la promoción de la competencia indagación sobre la reacción química en estudiantes de grado 10.

4.2.1 Tipo de metodología, muestra y técnicas de recolección de información

La metodología de investigación adoptada para esta propuesta es de carácter cualitativo, con un enfoque descriptivo. La investigación cualitativa “se constituye en un modo particular de acercarse a la realidad, en este caso educativa, que busca interpretarla para comprenderla y así orientar la acción de los actores de las comunidades educativas” (...), “se busca comprender y dar sentido a lo educativo por medio de la construcción de conocimiento y la realización de nuevas prácticas educativas que sean significativas” (Ramírez, E. p. 86). El alcance de la investigación descriptiva se caracteriza en que se conocen las características de un determinado fenómeno de estudio y lo que se busca, es exponer su presencia en un determinado grupo humano, para ello se describen las representaciones subjetivas de los participantes que emergen sobre fenómeno.

El presente estudio metodológicamente adopta en una primera etapa, el uso de dos tipos de técnicas de recolección de información: el cuestionario y la revisión documental. El cuestionario es una técnica que consiste en indagar a través de un conjunto de preguntas u otros tipos de indicaciones con el fin de recopilar información exploratoria de un encuestado, ésta técnica fue utilizada para determinar el estado de la competencia específica indagar en una población de estudiantes de grado décimo a través de la aplicación de una prueba escrita (objetivo 2). La muestra la conformó 50 estudiantes de grado décimo que hacían parte de dos grupos: 10-5 A (24 estudiantes) y 10-6 A (26 estudiantes). El cuestionario constituyó la prueba diagnóstica elaborada a partir de preguntas estandarizadas en las Pruebas Saber aplicadas en simulacros que la institución educativa realizó en los últimos para el área de ciencias naturales, siendo seleccionadas aquellas que evaluaban la competencia de indagación y de tipo experimental.

Por otra parte, la revisión documental se llevó a cabo en dos momentos distintos del procedimiento investigativo: en la identificación del problema y en la búsqueda de solución del mismo:

Al inicio del estudio se realizó una revisión y análisis de documentos institucionales, principalmente los resultados de pruebas saber 11° de los años 2019 y 2020 de la institución educativa respecto a las competencias que se evalúan en ciencias naturales, entre ellas la competencia de indagación, identificándose bajos resultados en los estudiantes. Siendo esto reconocido por los profesores y directivos institucionales como una problemática escolar. Posteriormente, se revisaron los documentos aportados por la institución en cuanto a pruebas saber aplicadas en el área de ciencias naturales en ejercicios de simulacros realizados a los estudiantes. Los cuales fueron insumos para la elaboración del cuestionario diagnóstico previamente mencionado. Además de identificar la competencia de indagación y su relación con las preguntas en contexto de actividades experimentales.

El segundo momento donde se realiza análisis documental implicó 2 grandes momentos:

1. La descripción física o análisis formal: Implica caracterizar los documentos en términos del título, año de publicación, autor, resumen.
2. Análisis de contenidos o análisis interno: Se trata de un proceso analítico-sintético, porque la información es estudiada, interpretada y categorizada de acuerdo a los intereses de la investigación.

En algunas ocasiones puede implicar la construcción de categorías y subcategorías, el

ordenamiento de la información de acuerdo a grupos y familias, la codificación, fue a una base de artículos publicados sobre el tema de estudio. La muestra de documentos que fueron la base del estudio obtenidos luego del proceso de búsqueda, revisión y selección de acuerdo a los objetivos se presenta en la tabla 6 presenta las 33 investigaciones publicadas donde se indican algunos datos específicos: autores, año de publicación, palabras clave que corresponden con la búsqueda, tipo de fuente, localización en cuanto al nombre de la revista, capítulo o libro y país de origen.

Tabla 6 Información específica de la muestra documentos de investigación

N°	Autor	Año	Palabras clave	Tipo de fuente	Localización	País de origen
1	Martín Díaz, M. J.; Kempa, R. F	1991	Reacción química, estrategias didácticas, enseñanza de las ciencias, características motivacionales. Indagación.	Revista	Revista electrónica de enseñanza de las ciencias	España
2	Martinez Chico, M.; Lopez Gay, R.; Jimenez Liso M.R.	2017	Formación inicial de maestros, indagación, conocimiento descriptivo, modelización.	Revista	Revista electrónica de enseñanza de las ciencias	España
3	Worth, K., Duque, M. & Saltiel, E.	2009	Enseñanza de las ciencias, indagación para la educación. Crecimiento sostenible para la educación.	Revista	Revista electrónica de enseñanza de las ciencias	Francia
4	Furman, M., & Podestá, M. E.	2009	Enseñanza de las Ciencias Naturales, enseñanza por indagación.	Revista	Revista electrónica de enseñanza de las ciencias	Argentina
5	Vílchez González, J.M. y Bravo Torija, B.	2015	Indagación escolar, formulación de problemas, abordaje de soluciones por medio de la indagación.	Revista	Revista de enseñanza de las ciencias.	España

6	Hinojosa, J. y Sanmartí, N.	2012	Autoevaluación, resolución e problemas, desempeños en la indagación, actividades de indagación.	Revista	Revista de enseñanza de las ciencias.	España
7	Addine, F. y otros.	1998	Didáctica y optimización del proceso de enseñanza-aprendizaje. Indagación.	Revista	Revista de enseñanza de las ciencias.	Cuba, la Habana
8	Colectivo de autores del MINED-ICCP.	2007	Indagación en el aula. Metodología desarrolladora e interdisciplinaria. Enseñanza de las ciencias. Reacción química.	Revista	Revista de enseñanza de las ciencias.	Cuba, la Habana
9	Bermúdez, R. y Rodríguez, M.	1996	Teoría y metodología del aprendizaje. Enseñanza de las Ciencias Naturales. Prácticas experimentales. Indagación.	Revista	Revista de enseñanza de las ciencias.	Cuba, la Habana
10	Castellanos Simons, D. y otros.	2005	Aprender y enseñar en la escuela, una concepción desarrolladora. Trabajo en equipo. Actividades experimentales integradoras. Indagación.	Revista	Revista de enseñanza de las ciencias.	Cuba, la Habana
11	González Soca, A. M; Recarey Fernández, S. y Addine Fernández, F.	2007	Enseñanza de las ciencias. actividades practico-experimental. Medios de enseñanza. Prácticas de laboratorio.	Revista	Revista didáctica de enseñanza de las ciencias.	Cuba, la Habana

			Indagación en el aula. Nuevas tecnologías.			
12	Castro Pimienta, O.	1999	Resolución de problemas. Evaluación y seguimiento integral. Actividades integradoras. Indagación.	Revista	Revista de enseñanza de las ciencias.	Cuba, la Habana
13	Merino, J. M., y Herrero F. (2007).	2007	Resolución de problemas experimentales de Química. Indagación.	Revista	Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias	España
14	Campañario, J.M. y Moya, A., (1999)	1999	Enseñanza de las ciencias. Principales tendencias y propuestas. Enseñanza de las Ciencias, 17(2), 179-192, 1999.	Revista	Revista de enseñanza de las ciencias.	España
15	Kind, V. (2004)	2004	Concepciones de los estudiantes. Indagación. Enseñanza de las ciencias. Diseño del currículo.	Revista	Revista de enseñanza de las ciencias.	Inglaterra, Londres.
16	Marbà Tallada, A., & Márquez, C. (2010).	2010	Indagación. Experiencias cotidianas en el aula. Enseñanza de las ciencias.	Revista	Investigación didáctica	España, Barcelona .
17	Haefner & Zembal-Saul (2004)	2004	Comprensión de la indagación científica. Enseñanza y aprendizaje de las ciencias. Formación de maestros.	Revista	Enseñanza de las ciencias	Inglaterra, Londres.
18	Pozo, J. I. y Gómez Crespo, M. A. (1998)	1998	Aprender y enseñar ciencia. Formulación de problemas de acuerdo a contenidos. Indagación.	Revista	Revista de Pedagogía de la Universidad de Salamanca	Madrid
19	Harlen, W. (2015).	2015	Contenido orientado en indagación. Contextualizado.	Revista	Educación en ciencias	México

			Adquisición de habilidades y competencias.			
20	Galagovsky, L., Rodríguez, M., Stamati, N., & Morales, L. (2003).	2003	Representaciones mentales, lenguajes y códigos en la enseñanza de ciencias naturales. Aprendizaje de concepto de "reacción química" a partir del concepto de "mezcla". Enseñanza de las ciencias. Indagación.	Revista	Revista de investigación y experiencias didácticas	Argentina, buenos aires.
21	Crujeiras, B. y Puig, B. (2014).	2014	La naturaleza de la ciencia. Formación inicial del profesorado planificando una investigación. Indagación. Educación Química.	Revista	Enseñanza de la química.	España, Santiago de Compostela
22	Del Carmen, L. (2011)..	2011	Trabajos prácticos. Construcción del conocimiento científico. Enseñanza de la biología. Indagación.	Revista	Didáctica de la biología y la geología. Formación del profesorado.	España
23	Séré, M. G.	2002	La enseñanza en el laboratorio. Enseñanza de las Ciencias. Indagación.	Revista	Revista de investigación y experiencias didácticas.	Francia, parís.
24	Herron, M. D.	1971	Trabajo practico de laboratorio. Enseñanza de las ciencias. Indagación. Aprendizaje del estudiante.	Revista	Revista de ciencia y educación.	África, Etiopia.
25	Priestley, W.	1997	Reflexión sobre la práctica docente. Trabajo practico de laboratorio.	Revista	Revista de ciencia, tecnología y docencia.	Estados unidos. Pensilvania.

			Enseñanza de las ciencias. Indagación. Aprendizaje del estudiante.			
26	Zorrilla, E.	2019	Las prácticas de laboratorio en la enseñanza y el aprendizaje de las Ciencias Naturales desde una perspectiva psicosocial. Indagación.	Tesis	Tesis de Doctorado	Mendoza-Argentina.
27	Jiménez, G., Llobera, R., y Llitjós, A.	2006	Trabajo practico de laboratorio. Enseñanza de las ciencias. Indagación. Aprendizaje del estudiante. Enseñanza de la química.	Revista.	Enseñanza de las Ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas.	España. Barcelona .
28	Tenreiro, C. y Marques, R. (2006).	2006	Actividades de laboratorio. Pensamiento crítico. Indagación.	Revista	Revista de enseñanza y divulgación de las ciencias.	España
29	Carrascosa, J., Gil Pérez, D., Vilches Peña, A., y Valdés Castro, P. (2006).	2006	Actividad experimental. Educación científica.	Revista	Revista de enseñanza y divulgación de las ciencias.	Brasil
30	Furman, M.	2008	Pensamiento científico. Investigando se aprende. Enseñanza de las ciencias. Futuros docentes. Indagación.	Revista	Revista: Diplomatura Superior en Enseñanza de las Ciencias.	Argentina
31	Domènech Casal, J.	2013	Trabajo practico experimental. Enseñanza de las ciencias. Indagación. Aprendizaje del estudiante.	Revista	Enseñanza de las Ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas	España.

32	Rodríguez Soto, W. A., y Hernández Barbosa, R.	2015	Trabajo practico experimental. Enseñanza de las ciencias. Indagación. Aprendizaje y potencialidades del estudiante.	Revista.	Enseñanza y aprendizaje de las ciencias.	Bogotá
33	Maturano, C. I., Soliveres, M. A., Perinez, C. y Álvarez Fernández, I.	2016	Enseñanza de las ciencias. actividades practico-experimental. Medios de enseñanza. Prácticas de laboratorio. Indagación en el aula. Nuevas tecnologías.	Revista	Revista de ciencia, tecnología y docencia.	Argentina

Fuente: Propia

Esto permite identificar las investigaciones elaboradas con anterioridad, las autorías y sus discusiones a partir de la búsqueda de información en las bases de datos especializadas como fuente para proceder en la recuperación de referencias bibliográficas, artículos de revistas indexadas y lograr consolidar autores para elaborar una base teórica. La implementación de esta técnica implicó realizar relaciones entre trabajos y establecer semejanzas y diferencias entre los mismos y las ideas del investigador; y distinguir los elementos sustantivos que permitió analizar la competencia específica “indagar” en los resultados de las pruebas saber 11° en una institución educativa y su relación con las preguntas en contexto de actividades experimentales (objetivo 1). Además de realizar la revisión y análisis de artículos sobre la competencia de indagación para derivar orientaciones didácticas para la enseñanza de las ciencias naturales (objetivo 3).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.1 LA COMPETENCIA ESPECÍFICA INDAGAR EN SIMULACRO SABER 11° Y SU RELACIÓN CON LAS PREGUNTAS EN CONTEXTO DE ACTIVIDADES EXPERIMENTALES

A partir de la información obtenida en los resultados de una prueba de simulacro que se aplicó en la institución educativa en el periodo comprendido 2015 al 2017, por parte de la corporación Los Tres Editores, se analizó los cuatro componentes de las ciencias naturales (biológico, físico, químico y CTS) planteados en los Estándares Básicos de Competencias en Ciencias Naturales en relación con las competencias que se evalúan en las Prueba saber 11°. De tal revisión y análisis se puede afirmar que:

Se identifican en la prueba de simulacro distintos tipos de preguntas entre ellas se puede evidenciar que se presentan preguntas en contextos de actividades experimentales de acuerdo al componente biológico, físico, químico y CTS en las cuales se evalúa las distintas competencias científicas de ciencias naturales: uso comprensivo del conocimiento científico, explicación de fenómenos e indagación. A modo de ejemplos se muestran algunas preguntas seleccionadas que evalúan la competencia de indagación en contexto de actividades experimentales. Ver anexos 1, 2 y 3.

Con ello se puede inferir que las competencias científicas son posibles de ser enseñadas, aprendidas y evaluadas en contexto de actividades experimentales, que en lo referente a la evaluación de las mismas a través de pruebas externas estandarizadas (Simulacro Saber 11°) se pudo evidenciar la presencia de preguntas que evalúan la competencia de indagación en este tipo de actividades como lo ilustra los ejemplos indicados en los anexos.

En cuanto al número de preguntas en contexto de actividades experimentales de acuerdo al tipo de competencia evaluada se encuentra que: el componente biológico presenta mayor número de preguntas en la competencia de indagación. En el componente físico se presenta mayor número de preguntas en la competencia explicación de fenómenos. En el componente químico se presenta mayor número de preguntas en la competencia indagación y en el componente CTS se presenta mucha debilidad ya que solo se encontró una pregunta que trabaja una competencia: explicación de fenómenos.

Tabla 7 Relación del componente, competencia y número de preguntas en contexto de actividades experimentales identificadas en la prueba de simulacro

Componente Estándares Básicos de Competencia	Competencia Pruebas Saber 11°	Número de preguntas
Biológico	Uso comprensivo del conocimiento científico	4
	Explicación de fenómenos	2
	<i>Indagación</i>	5
Físico	Uso comprensivo del conocimiento científico	4
	Explicación de fenómenos	7
	<i>Indagación</i>	3
Químico	Uso comprensivo del conocimiento científico	2
	Explicación de fenómenos	4
	<i>Indagación</i>	12
CTS	Uso comprensivo del conocimiento científico	0
	Explicación de fenómenos	1
	<i>Indagación</i>	0
Número total de preguntas		44
Número total de preguntas que evalúan la competencia de indagación		20

Fuente. Propia

Con ello se puede afirmar que la competencia de indagación se evalúa con mayor número de preguntas en contexto de actividades experimentales en la prueba simulacro en los componentes biológico (5 preguntas) y químico (12 preguntas), a diferencia del componente físico (3 preguntas) y ausencia en el componente CTS (0 preguntas) como lo muestra la tabla 7.

Respecto al número de preguntas en contexto de actividades experimentales que evalúan la competencia de indagación en comparación con las otras competencias uso comprensivo del

conocimiento científico y explicación de fenómenos se puede afirmar que la competencia de indagación de acuerdo a las preguntas en los componentes biológico, físico, químico tiene mayor presencia en la prueba simulacro correspondiente al 44% situándose en un primer lugar, mientras que las preguntas que evalúan la competencia explicación de fenómenos con un 31,8 % en un segundo lugar, seguido de las preguntas relacionadas con la competencia del uso comprensivo del conocimiento científico con un 22,7 % en un tercer lugar.

En ese sentido, la tabla 8 muestra algunos ejemplos de contenidos teóricos y actividades experimentales en las que la prueba de simulacro evalúa la competencia de indagación en los tres componentes: físico, biológico y químico. También se encuentran preguntas de un componente físico-químico.

Tabla 8 Ejemplos de actividades experimentales y contenidos teóricos en las que se evalúa la competencia de indagación en los componentes físico, químico y biológico

Componente	Contenido	Propósito	Tipo de actividad	Recurso de apoyo
Físico	Termodinámica	Determinar la relación entre las temperaturas de los diferentes ciclos, a partir de los tiempos de generación de vapor y de un principio físico.	Se analizará el tiempo que necesita el agua para empezar a impulsar la turbina por medio del vapor de agua. Seguido a ello se realizará la práctica de laboratorio donde el estudiante medirá el tiempo que tarda el vapor de agua en impulsar un molino (turbina). El agua se calienta en la estufa. El molino está sobre el vaso de precipitados que contiene agua. Está a una altura de 20 centímetros. A medida que pasa el tiempo y el agua se evapora, el molino debe de empezar a girar.	Materiales de laboratorio. Sustancias.
Químico	Equilibrio ácido - base.	Observar y relacionar patrones en los datos para evaluar las predicciones, reconociendo las	Se le presentará al estudiante una pregunta tipo Icfes en la cual analizará los datos que se le da y los compara la gráfica, para lo que hará	Materiales de laboratorio. Sustancias.

		variables de la hipótesis que se plantea.	uso de las variables dadas. Seguido a ello se plantea una práctica de laboratorio donde empleará dos mezclas, las cuales son diferentes y se hará el cálculo del Ph de cada una de las dos mezclas. Se analizará la composición acido- base de las dos mezclas para saber cuáles son los principales factores (sustancia) que alteran el nivel de Ph en un compuesto.	
Físico-Químico	Sistema de medida termodinámica.	Usar de forma correcta los instrumentos de laboratorio para determinar las propiedades físicas de la materia.	Se le presenta al estudiante una situación y sobre la mesa se ubican varios instrumentos de laboratorio. La situación presentada requiere el uso de un instrumento, para lo cual es estudiante de acuerdo a sus conocimientos determina cual instrumento puede usar para la aplicabilidad de la situación presentada. Esta actividad inicial permite que el estudiante le quede claro la funcionalidad de los instrumentos de laboratorio. Una vez escogido el instrumento adecuado, se prosigue a realizar las respectivas mediciones del punto de ebullición de cada una de las sustancias.	Materiales de laboratorio. Sustancias.
Biológico	La célula	Identificar el efecto del antígeno a y b en un tiempo determinado en la cantidad de clones de células	Se le presenta al estudiante una situación del sistema inmune de vertebrados, con relación a las células inmunitarias Bo T que al momento de detectar la presencia de	Materiales de laboratorio Sustancias Ratones Grafica

		inmunitarias producidas.	antígenos, por medio de la mitosis se produce una selección clonal. Una vez analizado este primer momento, el resultado de un experimento que se hizo con dos ratones, lo cual está plasmado en una gráfica que muestra el efecto del antígeno a y b en un tiempo determinado en la cantidad de clones de células inmunitarias producidas.	
--	--	--------------------------	--	--

Fuente. Elaboración propia

Con ello, se confirma que la competencia de indagación se puede evaluar a través de preguntas en contexto de actividades experimentales, por ende, se pueden aprender y enseñar de la misma forma. Para esto, se le presenta un contexto, ya sea de forma gráfica, textual o imagen.

5.2 EL ESTADO DE LA COMPETENCIA DE INDAGACIÓN EN ESTUDIANTES DE GRADO DÉCIMO

Se determina el estado de la competencia específica indagar en una población de 50 estudiantes de grado décimo a través de la aplicación de una prueba escrita (Anexos 5 y 6) Primeramente con la codificación de los 50 estudiantes, se aplicó el instrumento de recolección de información (prueba escrita) (Anexo 7) y finalmente se analizó el nivel de la competencia de indagación por medio de la rúbrica descrita en la tabla 9.

Tabla 9 Evaluación de indagación.

Nivel de indagación	Operación de la indagación	Número de estudiantes (muestra)	Porcentaje (%)
Acientífico	La identificación de problemas, plantea problemas inabordables o los plantea con formulación ambigua.	30	60%
	El planteamiento de hipótesis, no identifica hipótesis o sin relación con el problema.		
	El diseño metodológico o hay diseño, pero no lo identifica o el diseño solo permite una comprobación parcial de las hipótesis.		

	El procedimiento no contempla variables, algunos estudiantes no las identifica o no las sabe concretar. La recogida de datos es muy incompleta y su tratamiento inadecuado Con un análisis de datos deficiente y conclusiones no fundamentadas		
Indagador inseguro	Identifica problemas de investigación, plantea problemas adecuados y concreta interrogantes, algunas veces con formulación ambigua. Plantea hipótesis en forma de deducción y que encajan con los problemas de investigación. Planifica un diseño experimental o una obtención de datos que ofrece una adecuada comprobación de las hipótesis, casi siempre con réplicas y controles y/o con una descripción incompleta del diseño metodológico. No identifica las variables, no sabe concretar VI y VD o confunde VI y VD o propone VI y VD que no encajan con la hipótesis o identifica VI y VD de manera imprecisa. Recogida de datos metódica, buen tratamiento matemático y gráfico pero no siempre con réplicas y controles suficientes. Análisis de datos incompleto o poco fundamentado en algunos aspectos Reflexión: hace una descripción incompleta de los pasos de los procesos de indagación científica y/o con confusión de conceptos o ideas puramente inductivistas. El 14% de los estudiantes están dentro de la escala de 8-10 (indagador incipiente). Para lo cual se evidenció las siguientes dificultades: Déficits en dos o tres categorías de “Identificación de problemas investigables”, “Formulación de hipótesis”, “Identificación de variables” Planifica un diseño metodológico que ofrece una adecuada comprobación de las hipótesis, pero con déficits en réplicas y controles y con una descripción incompleta del proceso metodológico. Recogida de datos con errores o imprecisiones y/o con evidencia de falta de relación entre los datos y las hipótesis, pero con tratamiento adecuado de los datos y su representación gráfica.	9	18%

	Conclusiones muy similares a los resultados, sin interpretación ni análisis de datos.		
	No coordina justificaciones teóricas con pruebas empíricas.		
	Reflexión: hace una descripción incompleta de los procesos de indagación científica y/o con confusión de conceptos o con ideas puramente inductivistas.		
Indagador incipiente	Déficits en dos o tres categorías de “Identificación de problemas investigables”, “Formulación de hipótesis”, “Identificación de variables”	7	14%
	Planifica un diseño metodológico que ofrece una adecuada comprobación de las hipótesis, pero con déficits en réplicas y controles y con una descripción incompleta del proceso metodológico.		
	Recogida de datos con errores o imprecisiones y/o con evidencia de falta de relación entre los datos y las hipótesis, pero con tratamiento adecuado de los datos y su representación gráfica.		
	Conclusiones muy similares a los resultados, sin interpretación ni análisis de datos.		
	No coordina justificaciones teóricas con pruebas empíricas.		
	Reflexión: hace una descripción incompleta de los procesos de indagación científica y/o con confusión de conceptos o con ideas puramente inductivistas.		
Precientífico	Plantea problemas con formulación ambigua o genérica o mal formulados o no identifica problemas	4	8%
	Formula hipótesis ambiguas, con errores de lógica, mal formuladas, o confunde hipótesis y problema		
	Planifica un diseño experimental que sólo permite una comprobación parcial de las hipótesis, sin réplicas ni controles		
	No identifica Variable Independiente ni Variable Dependiente		
	Reflexión: no sabe describir los pasos de un proceso de investigación o hace una descripción incompleta y/o con confusión de conceptos		

Fuente. Propia

A partir de la comparación entre las respuestas de los estudiantes y las de referencia, se establecen cinco categorías, las cuales son: Indagador, Indagador inseguro, Indagador incipiente,

Pre científico y Acientífico. Cada una de estas categorías está descrita en la tabla 3 y se compara los resultados de la tabla 10 para realizar la descripción detallada de cada estudiante.

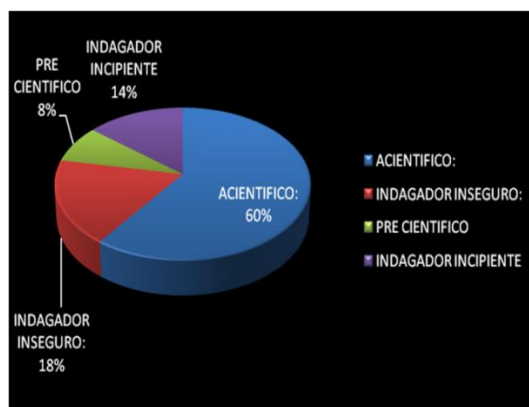
Teniendo en cuenta los cinco niveles de competencia que se analizaron en la rúbrica de indagación, los resultados obtenidos fueron: El 60% de los estudiantes se encuentran dentro de la escala 0-5 (acientífico). Lo cual denota un casi nulo desarrollo de la competencia de indagación. El 18% de los estudiantes están dentro de la escala de 11-13 (indagador inseguro). El 14% de los estudiantes están dentro de la escala de 8-10 (indagador incipiente). El 8% de los estudiantes están dentro de la escala de 6-7 (pre científico).

Tabla 10 Porcentaje de los niveles de indagación de los estudiantes

Nivel de indagación	Número de estudiantes	Porcentaje (%)
Acientífico	30	60
Indagador inseguro	4	8
Precientífico	9	18
Indagador incipiente	7	14
Total	50	100

Fuente. Propia

Figura 1 Niveles de indagación en los estudiantes



Fuente. Elaboración propia

En resumen, del análisis de los resultados se extrae que a nivel general el alumnado proporciona respuestas básicas, lo cual es alentador al tratarse de la primera vez que realizan una actividad de indagación; sin embargo, existen algunas operaciones como la selección de cantidades

y el diseño del procedimiento en las que el número de respuestas que se ajustan al modelo de referencia es muy bajo; por tanto es necesario trabajarlas con mayor profundidad.

Teniendo en cuenta los resultados anteriores, cabe mencionar que la enseñanza y aprendizaje de las reacciones químicas es un contenido fundamental de la química y se aborda en todos los cursos de educación secundaria. Debido a las dificultades que implica su aprendizaje para el estudiante, una forma de facilitar su comprensión es a través de la experimentación. Para ello, las actividades de indagación constituyen un recurso idóneo, ya que permiten poner en práctica el conocimiento teórico para resolver un problema práctico.

Los resultados obtenidos en el desarrollo de la guía apuntan a las dificultades de los estudiantes en ciertas operaciones de indagación, especialmente la selección de cantidades y la propuesta del procedimiento.

El hecho de que la propuesta de procedimiento sea la categoría para la que se proporciona un menor número de respuestas indica que es la parte más complicada para los estudiantes. Esto puede justificarse por la falta de experiencia en la elaboración de procedimientos o diseños experimentales en general, lo que coincide con algunos resultados de otros trabajos (Crujeiras y Puig, 2014; Vílchez y Bravo, 2015).

Aunque los resultados obtenidos no son excelentes, cabe señalar que los estudiantes nunca se habían enfrentado a la resolución de este tipo de tareas, solamente actividades tipo «receta», por tanto, aunque las operaciones que tenían que llevar a cabo eran sencillas, para ellos resultaron ser complejas. Además, estas actividades fueron realizadas con el propósito de familiarizarlos con las reacciones redox de forma práctica a la vez que participaban en la indagación, ya que en general el problema de muchas actividades de indagación es que no se relacionan con el conocimiento teórico necesario para llevar a cabo la indagación y se centran solamente en las destrezas (Crujeiras y Jiménez, 2015).

5.3 ELEMENTOS QUE PROMUEVEN LA INDAGACIÓN EN LA ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS NATURALES

Las orientaciones que se presentan a continuación, las cuales están dirigidas al docente de ciencias naturales y promueven la indagación en la asignatura de química pueden ser tomadas de manera aleatoria. Ya que el docente puede elegir los elementos que considere pertinentes durante el trabajo en el aula, teniendo en cuenta su contexto, objetivos o situación problemática experimental.

Orientación didáctica 1. *Emplea una didáctica desarrolladora e interdisciplinaria en las actividades propuestas.*

La didáctica que se puede emplear para iniciar un proceso de indagación en el aula con los estudiantes tiene un carácter desarrollador, porque el profesor debe concebir "...metodologías que propicien el diálogo, la reflexión y que promuevan el ejercicio del pensar, enseñen a sus estudiantes a -aprender a aprender-" (Colectivo de autores, 2007: 32), es decir, las diferentes actividades de este proceso están en función del aprendizaje de los estudiantes, hacia niveles de exigencia cada vez más complejos, estimulando así su desarrollo intelectual, además debe ser interdisciplinario cuando de ciencias naturales se habla, debes de evitar separar y distanciar los contenidos, por ejemplo, cuando hablamos de reacción química, no la podemos encasillar solo a la química, también es importante abordar las demás áreas, como la biología y la física, y por qué no las demás asignaturas escolares, como matemáticas, español, etc., evitando la fragmentación del currículo y dando lugar al pleno desarrollo de la investigación propuesta. Por este motivo, se deben analizar los objetos, hechos, fenómenos y procesos, que tienen lugar en el planeta Tierra, teniendo en cuenta el accionar del hombre en la sociedad con enfoque integrador que facilite una visión más completa de la unidad y la diversidad del mundo natural y social, contribuyendo a una formación científica del mundo.

Teniendo en cuenta esto, se recomienda hacer una revisión exhaustiva de los contenidos que se pretenden abordar en las clases, clasificándolos y agrupándolos de manera secuenciada, de tal manera que se aprovechen en las demás asignaturas y evitar así tener una lista conceptual larga por asignatura y sin propósitos definidos.

Orientación didáctica 2. *Comprométete a ser cada vez un mejor indagador en la clase de ciencias: Se enseña a indagar, indagando.*

Para promover el aprendizaje de la indagación en tus estudiantes es fundamental que te formes como profesor en la indagación, que estés en un continuo proceso de investigación, empleando diferentes modelos, como cualitativa, cuantitativa, descriptiva, explicativa, etc., para poder analizar los hechos que se presentan en la vida cotidiana. De este modo se podrá vincular métodos y modelos científicos en el aula, por medio de una adecuada elaboración de secuencia de enseñanza propia de la indagación, permitiendo en el estudiante un conocimiento mucho más cercano a su realidad o a sus propias vivencias.

Para lo anterior, cabe mencionar que los futuros maestros, para cuestionar su pensamiento docente espontáneo, necesitan disponer de experiencias de aprendizaje, alternativas a sus experiencias previas que les sirvan como referente y modelo (Martínez-Chico et. al., 2013). Haefner & Zembal-Saul (2004) señalan que los futuros docentes necesitan vivir prácticas con las que adquirir una visión adecuada de la ciencia y el trabajo científico, aumentando la confianza y seguridad y que puedan trasladar a sus futuras clases.

La indagación ayuda a generar un ciclo que organiza la enseñanza perfectamente reconocible por los futuros docentes, por lo que se convierte en una herramienta “técnico-profesional” para el análisis, mejora y diseño de secuencias de enseñanza. Cuando analizan y discuten propuestas de enseñanza para niños, este ciclo les proporciona criterios fundamentados: ¿hay una pregunta que dé sentido a las actividades?, ¿los niños pueden adelantar sus respuestas?, ¿las justifican?, ¿discuten cómo pueden saber si son correctas o no esas respuestas?, etc. Consideramos que esta confianza y fundamento en su destreza profesional compensa el riesgo de que puedan adquirir una visión inicial excesivamente rígida del trabajo científico.

Además, las propuestas de indagación permiten construir conocimiento descriptivo, muy cercano a los hechos. Somos conscientes de que se trata de una opción no exenta de riesgos y polémica, pero hay distintas razones que justifican esa opción. Por un lado, es un conocimiento cuya construcción no exige apenas abstracción, lo que permite centrarse con más detalle en el propio proceso de indagación y de aprendizaje, promoviendo un conocimiento profesional útil para el diseño y análisis de secuencias de enseñanza. Por otro lado, este conocimiento descriptivo y experiencial es el único punto de partida en las edades tempranas. También las propuestas de indagación permiten resaltar la funcionalidad y proceso de construcción de los modelos en la ciencia.

En esta propuesta de indagación los estudiantes justifican de forma reiterada sus hipótesis, en qué se basan para pensar cómo piensan y analizan los resultados obtenidos no tanto para validar o no la hipótesis como el conocimiento que la sustenta. Se trata de una práctica científica importante: no investigamos para conocer hechos concretos sino para poner a prueba los modelos que utilizamos para observar esos hechos.

Orientación didáctica 3. *Aplica en la planificación de la enseñanza los principios en los que se basa ECBI y proporciona un impacto positivo en el aprendizaje de tus estudiantes.*

Para iniciar un proceso pedagógico en la enseñanza de las ciencias basado en la indagación debes de tener un diagnóstico de tus estudiantes, sobre la forma como aprende, sus ideas previas y la dinámica del grupo, para poder abordar un proceso de investigación científica adecuado, anclando el contenido básico que deseas que el estudiante aprenda. Para llevar a cabo este proceso se puede realizar la planificación de una secuencia didáctica la cual permite al estudiante enlazar un conocimiento nuevo con una idea establecida y generar un vínculo o reconstrucción de esta. De este mismo modo te permite como docente comprobar si se logró el aprendizaje esperado o no.

En este sentido, igualmente la ECBI presenta algunas estrategias pedagógicas pertinentes en la enseñanza de las ciencias tales como la organización del aula, la formulación de preguntas científicas, la utilización de las experiencias y de las ideas previas, desarrollo de debates grupales, manejo de registros de trabajo científico, la orientación hacia el proceso de investigación científica, desarrollo de la habilidad para el análisis de resultados y elaboración de conclusiones, la comparación y el contraste del trabajo realizado utilizando como referencia fuentes secundarias y la evaluación continua de tipo formativa (Worth, Duque y Saltiel, 2009).

De acuerdo con lo anterior, para abordar una estrategia metodológica y didáctica que abarque los aspectos motivacionales que puedan generar un mejor aprendizaje del concepto de reacción química y un mayor interés en las clases, se propuso diseñar e implementar una secuencia didáctica basada en ECBI ya que es una apuesta metodológica y didáctica que involucra la relación del concepto de ciencia, el rol del docente y el rol del estudiante, con el fin de articular los nuevos planteamientos y exigencias del aprendizaje significativo de las ciencias en un espacio educativo dinámico.

De esta manera, la secuencia didáctica relaciona la Enseñanza de las ciencias basada en la Indagación (ECBI), que se fundamenta en una serie de principios que reconocen la importancia de asegurarse que los estudiantes verdaderamente entiendan lo que están aprendiendo, y no simplemente memorizar el contenido y la información. Estos principios son:

- ✓ La experiencia directa como centro del aprendizaje científico.
- ✓ La comprensión y apropiación de la pregunta o problema, que es el enfoque de su trabajo.

- ✓ La indagación científica permite razonar, hablar y escribir tanto para uno mismo como para los demás.
- ✓ El uso de fuentes secundarias para complementar la experiencia directa.
- ✓ La ciencia es un esfuerzo cooperativo.

Orientación 4. Plantea situaciones a partir de problemas contextualizados y donde vinculen contenidos de ciencias naturales.

El planteamiento de situaciones problema es una estrategia didáctica que permite construir conocimiento por medio de la indagación dialógica dirigida por el docente. Un currículo organizado en torno a problemas auténticos o dilemas sociales extraídos de la vida real crea un espacio apropiado para la argumentación, en el cual los estudiantes participen activamente en resolverlo, atendiendo diversidad de intereses u opciones y en espacios para la reflexión crítica y compartida.

Harlen (2015) propone que la selección adecuada de contenidos estructurantes permite aminorar la sobresaturación y fragmentación del currículo de ciencias y favorece a que los estudiantes no perciban la ciencia como una serie de datos sin conexión y propone el concepto de reacción química como un contenido estructurante. Además, el uso de estos contenidos apoya a los docentes en el diseño e implementación de rutas de enseñanza ayudando a que los estudiantes adquieran conocimientos, habilidades y actitudes para que puedan aplicar a su entorno inmediato. Ejemplo:

Para abordar un contenido de las ciencias, como el caso de las reacciones químicas, es importante que el estudiante comprenda dos espacios paralelos, el campo microscópico y el macroscópico. Para la comprensión de dichos campos, puedes emplear una demostración o práctica sencilla de laboratorio donde se evidencia a simple vista el comportamiento y se pueda dar explicación del mundo microscópico a partir de un proceso de construcción conceptual e investigativo, desarrollando preguntas como: ¿Cuál fue el motivo de la reacción química? ¿Qué ocurre en los reactivos? ¿Por qué se dan ese tipo de productos? ¿Qué ocurre con la cantidad de electrones, protones, masa dentro de la reacción? ¿Qué hace que se presente una reacción exotérmica o endotérmica? Entre otras.

Pozo y Gómez (1998) indican que: “El modelo corpuscular de la materia se utiliza muy poco para explicar sus propiedades y cuando se utiliza se atribuyen a las partículas propiedades

del mundo macroscópico” (p. 19). Esto indica que es importante inducir al estudiante al estudio microscópico de una reacción química. Atendiendo a la misma línea, Gabriela, Ribeiro, Costa y Maskill (1990) citados por Galagovsky, Rodríguez, Stamati y Morales (2003, p. 109) proponen que en la comprensión de reacciones químicas los estudiantes tienden a explicar fenómenos químicos usando, fundamentalmente, un criterio visual relacionado con las propiedades macroscópicas.

Situación problema: Pérdida de la vitamina c en el zumo de naranja.

Pregunta: ¿Se pierde la vitamina C del zumo de naranja después de su extracción y estar expuesto al sol?

Actividad sugerida: Práctica de laboratorio, donde se utiliza la naranja, la extracción del zumo de naranja, la reacción con el yodo de povidona. Se solicita a los estudiantes que planteen una hipótesis, luego observen la disolución de yodo de povidona con zumo de naranja durante un tiempo para ver si se pierde la vitamina c, de acuerdo al cambio de color que se presenta y seguido a ello se socializan las conclusiones.

Orientación didáctica 5. *Planifica tus actividades de acuerdo a los objetivos propuestos.*

Los objetivos para el desarrollo de actividades práctico-experimentales en el proceso de enseñanza-aprendizaje de las Ciencias Naturales se deben estructurar de manera tal que contengan conocimientos químicos, físicos, biológicos y geográficos, las habilidades intelectuales, docentes y prácticas (prácticas, experimentales e investigativas), hábitos, así como la intencionalidad formativa, actitudes, sentimientos, convicciones, intereses, motivos, valores, para contribuir a la formación general integral de los estudiantes. En dependencia de la forma organizativa que se adopte en el desarrollo de la actividad práctico-experimental, se trazan los objetivos de la misma, así el experimento demostrativo tiene como objetivo servir como fuente de modelo de acciones y operaciones para el estudio de objetos, fenómenos y procesos naturales. Por otra parte, los experimentos de clases son realizados por los estudiantes bajo la orientación del profesor y están encaminados al estudio de los objetos y fenómenos naturales a la vez que desarrolla hábitos y habilidades.

La práctica de laboratorio consigue el logro de objetivos de mayor alcance que el experimento demostrativo y de clase, ya que está dirigida al perfeccionamiento y la consolidación de los conocimientos, de las habilidades en el trabajo independiente y de los hábitos prácticos, así

como para sistematizar, profundizar los contenidos estudiados y familiarizar a los estudiantes con algunos procedimientos experimentales de investigación. Estos objetivos están relacionados con los contenidos a estudiar.

Por su parte, el contenido es “aquella parte de la cultura y experiencia social que debe ser adquirida por los estudiantes y se encuentra en dependencia de los objetivos propuestos” (Addine y otros, 1998: 22), el que debe estar en función del desarrollo integral del estudiante, por tanto, los contenidos relacionados con la actividad práctico-experimental en el proceso de enseñanza-aprendizaje de las ciencias naturales se determinan a partir de los objetivos y de las condiciones reales que existan para su desarrollo, y en ellos se integran en forma de sistema: los conocimientos, las habilidades, los valores y actitudes vinculadas con la naturaleza, su conservación y la creación científica, existiendo a su vez una interacción en cada uno de estos componentes, para un proceso indagador eficaz.

Orientación didáctica 6. *Explora los intereses y reconoce las motivaciones de los estudiantes por aprender ciencias naturales*

Es importante que antes de que inicies tu clase de ciencias explores a tus estudiantes, por ejemplo, sus motivaciones, sus intereses, sus necesidades, sus formas múltiples de aprendizaje, su contexto e incluso sus debilidades en el área, ya que de este modo podrás enfocar tu dinámica en el aula de una manera más asertiva, empleando el modelo de aprendizaje más oportuno para cada sesión, lo cual generará en los estudiantes un mayor interés por aprender ciencias, debido a que está vinculado directamente con la clase.

En este sentido, se puede decir que el concepto de reacción química va más allá de la adquisición del conocimiento de éste. A través de él, puede generarse una alternativa para superar los obstáculos de aprendizaje, pero también obstáculos en el aspecto motivacional, que pueden estar inmersos en el desarrollo de las clases de química y que al ser superados pueden permitir el interés por la clase y por aprender. Es decir, se propone que “si desde el punto de vista cognoscitivo es necesario tener en cuenta las ideas con que los alumnos llegan a las aulas, desde un punto de vista afectivo es necesario considerar sus características motivacionales” (Martín y Kempa, 1991, p.65), ya que permite identificar la estrategia didáctica más beneficiosa, es decir, que es también valioso el reconocimiento de las características de los estudiantes y así mismo seleccionar las actividades más llamativas y acordes con sus expectativas.

Por lo anterior, Martín y Kempa (1991), muestran algunas estrategias que pueden usarse a partir de cuatro modelos motivacionales de estudiantes a partir de sus características individuales: alumnos que buscan el éxito, alumnos curiosos, alumnos concienzudos y alumnos sociables, proponiendo para el primer grupo el modelo de aprendizaje por descubrimiento, para el segundo el mismo modelo de aprendizaje, uso de libros de referencia y el trabajo práctico versus explicaciones teóricas; en el tercer grupo se considera la evaluación por parte del profesor y el trabajo en pequeños grupos; y para el último modelo se propone el trabajo individualizado, aprendizaje por descubrimiento y trabajo práctico versus las explicaciones teóricas.

Orientación didáctica 7. *Explora las concepciones de los estudiantes sobre el contenido de enseñanza vinculado al problema a resolver.*

Una forma de iniciar un proceso de indagación en el aula con tus estudiantes es vincular un contenido (el cual deseas desarrollar dentro de una competencia) a una situación problematizadora y, de esta manera puedes plantearla en el aula y proponer al grupo que puedan desarrollar posibles alternativas de solución.

Dichas alternativas propuestas por los estudiantes son una herramienta para explorar las concepciones que ellos tienen del contenido tratado, para implica que el docente emplee modelaciones o modelos para comprender la realidad desde el campo de la ciencia.

Por ejemplo, en opinión de Campanario y Moya (1999), las pautas generales que debieran seguirse en cualquier programa de enseñanza para el cambio conceptual son: · Las ideas de los alumnos deberían ser una parte explícita del debate en el aula. Las “teorías” de los estudiantes deben tomarse seriamente en cuenta en el diseño curricular. · El estatus de las ideas tiene que ser discutido y negociado desde la perspectiva de la ecología conceptual, con criterios epistemológicos acerca del conocimiento científico y acerca de qué constituye una explicación aceptable. La justificación de las ideas debe ser un componente explícito del plan de estudios. El debate en el aula debe tener en cuenta la metacognición (comentar, decidir la utilidad, plausibilidad y consistencia de las concepciones).

Entre los investigadores en enseñanza de las ciencias existe la convicción de que para que las estrategias de cambio conceptual tengan algún efecto importante es preciso que no se apliquen como un conjunto de estrategias aisladas, sino como un enfoque de enseñanza coherente (Kind,

2004). Sin un cambio metodológico que involucre conocimientos declarativos, procedimentales y valores, así como procesos de evaluación idóneos, no puede producirse cambio conceptual alguno.

Orientación didáctica 8. *Potencializa las habilidades de tus estudiantes empleando métodos acordes a sus características particulares.*

Los métodos constituyen la organización interna del proceso de enseñanza-aprendizaje, en los procesos de actividad y comunicación que se desarrollan y se determinan a partir de los objetivos y contenidos. Se asume el concepto de método expuesto por R. Bermúdez y M. Rodríguez como: “la actuación realizada mediante determinados procedimientos (técnicas) y ejecutadas a partir de las condiciones personales o recursos propios con los que cuenta la persona para operar, que son los medios de actuación” (Bermúdez, y Rodríguez, 1996: 33).

Ello significa que en el proceso de enseñanza-aprendizaje de las Ciencias Naturales el profesor utilice métodos que le posibiliten actuar de manera que desarrollen las actividades práctico-experimentales teniendo en cuenta las características de los estudiantes, así como de las potencialidades de los territorios donde se encuentre realizando su práctica laboral. Se consideran imprescindibles y necesarios la utilización de los métodos eminentemente productivos, que propicien la participación activa de los estudiantes, fundamentalmente mediante la observación y la experimentación, con un adecuado empleo de procedimientos metodológicos, a partir de la identificación de problemáticas vinculadas con la vida cotidiana.

Orientación didáctica 9. *Diversifica tu clase usando diferentes medios/herramientas para el desarrollo de las actividades.*

En correspondencia con las aspiraciones planteadas (objetivos) en las actividades práctico-experimentales, las características del contenido, así como los métodos y procedimientos utilizados se seleccionan los medios de enseñanza. Según A. M. González, S. Recarey y F. Addine, los medios de enseñanza-aprendizaje son los componentes que: "permiten la facilitación del proceso, a través de objetos reales, sus representaciones e instrumentos que sirven de apoyo material para la apropiación del contenido, complementando al método, para la consecución de los objetivos". (González, Recarey y Addine, 2007: 66).

Teniendo en cuenta lo expresado anteriormente se puede argumentar que los medios de enseñanza juegan un importante papel en el proceso de indagación de las Ciencias Naturales, ya

que en dependencia del objetivo de la actividad práctico-experimental se pueden utilizar objetos naturales para su observación directa, equipos, instrumentos y útiles de laboratorios, representaciones de fenómenos, procesos y objetos, así como medios técnicos como la televisión, la computadora y el vídeo, entre otros, en función de la apropiación activa de los contenidos por parte de los estudiantes.

Con las transformaciones llevadas a cabo en la educación, se incrementa la importancia del empleo de las nuevas tecnologías de la información y las comunicaciones en el proceso de enseñanza-aprendizaje de las Ciencias Naturales, dentro de ellas los software, sitios Web, la televisión con fines educativos, películas y videos, los cuales favorecen el desarrollo de la actividad práctico-experimental, y dentro de esta, las demostraciones, las cuales desarrollan fundamentalmente en los estudiantes la observación.

Orientación didáctica 10. *Invita a tus estudiantes a aprender la ciencia de la vida cotidiana: De lo abstracto a lo cotidiano.*

Es importante que realices intervenciones durante tu clase, donde relaciones lo abstracto que se está trabajando y/o explicando, con lo que se puede apreciar a simple vista por medio de la experimentación y vivencia propia, para fomentar en el estudiante interés y curiosidad sobre dicho aprendizaje abordado. Previo a este paso, debes de adecuar estos contenidos a los intereses y aptitudes de los estudiantes con el fin de conseguir que la mayoría del grupo encuentre una razón significativa en aprender ciencias y la mejor forma de lograrlo es relacionando los contenidos con su vida cotidiana.

En el caso puntual del concepto de reacción química, suele verse muy abstracto y poco llamativo a la hora de ser abordado en el aula y una forma de anclaje para los estudiantes en la sesión es llegar al punto de relacionarlo con una situación que ellos puedan vivenciar, por ejemplo, el caso de la descomposición de los alimentos, así como lo plantea Marbà-Tallada y Márquez (2010), ahora si se convierte en un interés de los estudiantes por indagar el por qué se descompone, cuáles son los factores que influyen y que ocurre a nivel molecular; permitiendo esto último abrir el camino para un proceso de indagación en las ciencias.

Orientación didáctica 11. *Brinda andamiajes durante tus clases de ciencias para fortalecer la comprensión del contenido en tus estudiantes.*

Es de suma importancia reconocer que los estudiantes que están en un grupo determinado tienen sus diversas formas de aprender y es por ello por lo que debes diseñar tus actividades de manera diversificada para apuntar a que la mayoría de las estudiantes logren alcanzar en su totalidad dicho aprendizaje. En este sentido puedes brindar herramientas y guiar a tus estudiantes para que puedan diseñar prácticas experimentales propias, que contribuyan al desarrollo de un proceso de indagación en ciencias.

Para familiarizar al estudiante con dicho proceso es necesario proporcionarles diferentes oportunidades de elaborar los diseños experimentales, profundizando en cada operación implicada por separado. Del mismo modo, el andamiaje por parte del profesorado es fundamental. Dicho andamiaje puede proporcionarse a través de diversas estrategias, como descomponer las tareas en problemas más pequeños o a través del uso de textos que describan el proceso de una indagación escolar para que los estudiantes identifiquen dichas etapas (Vílchez y Bravo, 2015). Otra forma de andamiaje puede proporcionarse a través del uso de ciertos recursos. Un ejemplo sería utilizar unas tarjetas con una serie de cuestiones relacionadas con las fases que comprende el diseño de la investigación y que su respuesta constituya dicho diseño (Crujeiras y Puig, 2014).

Siguiendo la misma línea, elaborar bases de orientación (Hinojosa y Sanmartí, 2012) encaminadas a la comprensión de las demandas de la tarea, así como de las etapas de indagación también podría ser útil. En definitiva, los desempeños del alumnado en la indagación podrían mejorarse a través del uso de numerosos recursos y estrategias como las citadas; sin embargo, no podrá conseguirse si no se fomenta la resolución de actividades de indagación en las aulas de forma regular para que los estudiantes se familiaricen con las operaciones implicadas en dicho proceso.

Orientación didáctica 12. *Incentiva el espíritu explorador de tus estudiantes en el aula.*

Es muy significativo para el estudiante que pueda tener un papel activo dentro del aula y, esto incluye, que pueda explorar su entorno, la naturaleza de todo lo que nos rodea y partiendo de ello pueda formular preguntas, plantearse una posibles soluciones con argumentaciones, recolectar y analizar datos, tal cual como lo mencionan Furman y Podestá (2009) en MEN (2012), y desde este planteamiento, se pueda llevar a la confrontación de ideas en el marco de la creación de una cultura investigativa dentro de la clase. En este sentido se está formando en el estudiante habilidades bajo el modelo de indagación, lo que permite ver sus diferentes capacidades y aptitudes en ciencias.

Orientación didáctica 13. *Promueve la elaboración de diseños experimentales por parte del estudiante en el marco indagatorio de las Ciencias Naturales por medio del Trabajo Practico de laboratorio.*

Una vez el estudiante este dentro de un proceso de indagación constante en el aula, es importante fomentar en él, la necesidad de participar en actividades de diseño que promuevan el aprendizaje de las ciencias de una manera mucho más eficaz.

En términos didácticos, puede decirse que los trabajos prácticos de laboratorio (TPL) brindan a los estudiantes la posibilidad de aprender a partir de sus propias experiencias, convirtiéndose en un importante recurso para el aprendizaje de distintos tipos de contenidos (Merino y Herrero, 2007). Las actividades que se incluyan deben estar diseñadas para ser realizadas por los alumnos, con un grado variable de participación en su diseño y ejecución (Del Carmen, 2011).

En este punto, cabe destacar que si bien en los TPL los objetivos conceptuales, procedimentales y epistemológicos suelen aparecer muy unidos y dependientes los unos de los otros (Séré, 2002), hay determinados procedimientos que son propios de las prácticas experimentales. Según las características que presente el TPL, será el tipo de aprendizaje que se vea favorecido. De esta manera, si el protocolo es muy pautado, tipo «receta» o con un bajo nivel de apertura (Herron, 1971; Priestley, 1997; Zorrilla, 2019), donde la participación principal corresponde al docente, se promueven en los estudiantes demandas cognitivas bajas.

En otro extremo, los protocolos con menor cantidad de pautas o mayor nivel de apertura, y donde la realización esté centrada en los estudiantes, pueden promover procesos cognitivos de mayor orden (Jiménez, Llobera y Llitjós, 2006; Zorrilla, 2019), facilitando así la comprensión de los fenómenos naturales más allá de la simple observación, demostración y manipulación de materiales de laboratorio. Este tipo de TPL implica contextualizar situaciones, considerar la creatividad de los estudiantes, analizar y cuestionar los procesos realizados, reflexionar sobre los resultados obtenidos, entre otras características (Rivarosa y Astudillo, 2013).

Los TPL como aproximación a la investigación, permiten que los estudiantes formulen preguntas e hipótesis, pongan a prueba sus explicaciones, consideren explicaciones alternativas y comuniquen resultados (Tenreiro y Marques, 2006). De esta manera, el trabajo en el laboratorio deja de ser solamente un trabajo «experimental», integrando, a la vez, otros aspectos de la actividad

científica igualmente esenciales (Carrascosa y otros, 2006). A menudo, el trabajo de laboratorio no es suficiente para que los alumnos aprendan a pensar científicamente, dado que las observaciones y los experimentos no conducen necesariamente a construir interpretaciones. Se hace necesario entonces complementar estas actividades con otras que promuevan una profundización con información científica que permita interpretar los fenómenos observados. Se trata de comprender la información nueva para integrarla a lo que ya sabían o conocían y para poder encontrar una explicación a las transformaciones que suceden (Furman, 2008).

Orientación didáctica 14. *Fomenta el trabajo en equipo para la toma de decisiones en las actividades integradoras. Indagando en grupo.*

En la concepción de aprendizaje desarrollador asumida, el grupo constituye el espacio por excelencia donde se producen las intermediaciones que favorecen los interaprendizajes y la formación de cualidades y valores de la personalidad de los educandos, "se trata de utilizar este espacio grupal como un componente del proceso que debe ser tenido en cuenta en su diseño y ejecución, como una herramienta para la atención a la diversidad" (Castellanos y otros, 2005: 49). Asumir esta posición significa que en el desarrollo de actividad práctico-experimental en el proceso de enseñanza-aprendizaje de las Ciencias Naturales el trabajo en grupo es una oportunidad para pensar, reflexionar y valorar, bajo una atmósfera de comunicación adecuada, un aprendizaje cooperativo y una actuación autónoma que favorece el crecimiento personal y grupal. La interacción que durante el desarrollo de la actividad experimental en el proceso de enseñanza-aprendizaje de estas ciencias se establece posibilita la socialización de los estudiantes y con ello propicia el debate, la reflexión individual y colectiva, la transformación de su persona y del medio en que se desarrolla.

Estos componentes interactúan de manera armónica con los componentes personalizados del proceso de enseñanza-aprendizaje: objetivo, contenido, método, medios, formas organizativas y evaluación, en un proceso de indagación.

Orientación didáctica 15. *Realiza la evaluación y seguimiento teniendo en cuenta las reflexiones (mejoramiento) individuales y colectivas en la resolución de una problemática.*

La vía a través de la cual se comprueba y se valora en qué medida se cumple con los objetivos, contenidos, métodos, procedimientos y medios utilizados en las diferentes formas

organizativas del proceso de enseñanza-aprendizaje es la evaluación, la que está en función de todo el proceso y no solamente del resultado final.

La evaluación debe ser integradora, es por ello que en el desarrollo de la actividad experimental se evalúa el conocimiento que poseen los estudiantes, el desarrollo de habilidades intelectuales, docentes y prácticas, los valores, y no solo el rendimiento académico, ya que "la evaluación integral del contenido y no solo de algunos de sus componentes, es esencial para llegar a una evaluación abarcadora del desarrollo de la personalidad" (Castro, 1999: 13). Esto trae consigo la selección integradora de los criterios evaluativos y el enriquecimiento de las formas de evaluar, donde se combine lo instructivo y lo educativo, incentivando la autoevaluación, y la coevaluación, durante el desarrollo de la actividad práctico-experimental en las Ciencias Naturales, es decir, evaluar sistemáticamente el proceso, y no solo el resultado final, para que estimule las potencialidades de los estudiantes en el aprendizaje, el crecimiento y mejoramiento humano.

Es necesario que, en el proceso de evaluación de la actividad práctico-experimental, los estudiantes analicen lo realizado, cómo lo hicieron, en qué se equivocaron, cómo eliminar los errores, defender, reafirmar o modificar sus criterios en dependencia de los resultados, y a la vez que se autocontrolan, valorando sus potencialidades y limitaciones, se fortalecen valores como la responsabilidad, laboriosidad, colectivismo, entre otras orientaciones pertinentes.

5.3 ACTIVIDADES EXPERIMENTALES PARA LA PROMOCIÓN DEL DESARROLLO DE LA COMPETENCIA INDAGACIÓN SOBRE LA REACCIÓN DE DESCOMPOSICIÓN DEL PERÓXIDO DE HIDRÓGENO

El objetivo de inclusión de las actividades experimentales en la enseñanza de la química se relacionaría con la necesidad de acercarlos a la base teórica conceptual que aporta al enriquecimiento de los conceptos trabajados y favorece la comprensión de las actividades propuestas en el TPL (Rodríguez Soto y Hernández Barboza, 2015). Según estos autores, los docentes de ciencias deberían considerar un equilibrio entre lo teórico y lo práctico, siendo complemento uno del otro para el buen diseño, aplicación y valoración de los TPL. La lectura de textos escolares que podría contribuir a estrechar lazos entre la teoría y la práctica debería darse en el marco de una mediación del docente, sin suponer que la comprensión de un texto por parte del estudiante se dará sin su intervención, sino que parte de la propuesta de actividades acordes al texto que tiendan al análisis de los recursos lingüísticos utilizados en diferentes niveles (palabras,

ideas, relaciones entre ideas) para favorecer la comprensión y el aprendizaje de los contenidos disciplinares (Maturano y otros, 2016).

Sin embargo, no basta con que los TPL logren un incremento en el interés, una mayor implicación y emoción de los alumnos, y mejoras en su capacidad de transformación de la realidad, sino que es necesario que el trabajo experimental se transforme en una actividad en la cual, a partir de este interés y estímulo, los estudiantes reflexionen y se apropien de estrategias y conceptos que les permitan construir un modelo coherente y sólido que les ayude a comprender el mundo (Domènech Casal, 2013). Para promover que los estudiantes razonen científicamente a partir de la actividad experimental y puedan conectar su explicación con los modelos y conocimientos científicos, podría incluirse el trabajo con textos escolares.

La planificación de trabajo experimental en el aula de clase o en el laboratorio de química, si se cuenta con este espacio, para que sea una estrategia de enseñanza- aprendizaje efectivo se debe realizar siguiendo las siguientes etapas:

Lo primero es investigar qué actividades de laboratorio puede realizar y seleccionar un set de prácticas y actividades que se ajusten y cumplan con la necesidad que el tema exige y que además sirven de referencia tanto al docente como al estudiante. Es en esta parte es donde el trabajo propuesto por Domin (1999) toma significado, ya que la ejecución del trabajo practico estará determinado por el estilo de laboratorio que se quiere realizar y del descriptor que se seleccione para hacerlo.

Como ya se ha mencionado, en la Tabla 5 se encuentran los diferentes estilos y descriptores propuestos. Elegir cual o cuales desarrollar en la actividad practica dependerá del docente y de la intención por la cual quiere realizar el trabajo experimental, así como de su capacidad creativa, aptitud y compromiso hacia la enseñanza.

Independiente del estilo y los descriptores elegidos, determinar la viabilidad para el desarrollo de esta actividad es importante, ya que se deben tener en cuenta factores externos como son: tiempo, cantidad de estudiantes, espacio para la realización, recursos y materiales disponibles, entre otros. Condiciones que pueden jugar en contra en muchos casos, pero que no deben convertirse en limitantes ya que es importante aclarar que hay prácticas y actividades de laboratorio que permiten hacer acomodaciones y ajustarlas a las condiciones actuales de trabajo.

Teniendo claro el estilo del laboratorio y sus descriptores, y corroborando que las condiciones permiten la realización de la actividad, el diseño de una guía del procedimiento que

se va a llevar a cabo en el laboratorio se hace necesario si es que esta va a ser entregada a los estudiantes, o si son ellos los que proponen como se va a desarrollar la actividad, también se deben indicar y delimitar los parámetros para que ellos puedan hacer esta propuesta.

Ahora se preparará todo relacionado para llevar a cabo la actividad experimental y desarrollarla acorde a la planeación que propuso para esta. Es importante tratar de no realizar cambios significativos de último momento que puedan alterar el normal funcionamiento de la práctica experimental. De ser posible y si las condiciones lo permiten realizar la actividad experimental antes de desarrollarla con los estudiantes, permite tener total control de todos los aspectos relacionados con esta y si es el caso hacer las modificaciones que sean necesarias.

Evaluar el trabajo experimental realizado es quizás la forma más importante de comprobar que la actividad propuesta si es una estrategia que permite que tanto docentes y estudiantes puedan desarrollar competencias en la enseñanza y aprendizaje de la química. Además, también permite determinar si los estudiantes lograron obtener un aprendizaje significativo del tema propuesto y si esta actividad si responde al cumplimiento de los estándares curriculares, que son los que ~~en~~ orientan a la adquisición de competencias. Esta evaluación se puede realizar con la elaboración de un formato en el cual ~~de~~ analicen todos los aspectos relacionados con la práctica realizada.

Figura 2 Etapas para la planeación, ejecución y evaluación del trabajo experimental.

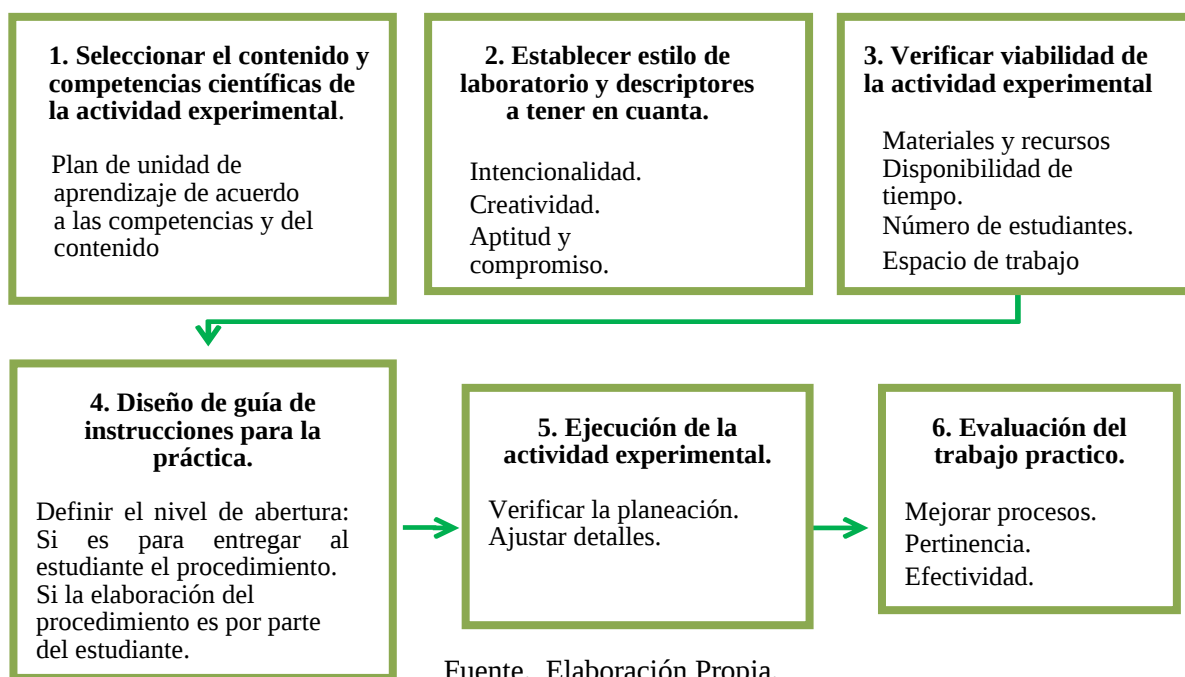


Tabla 11 Actividades experimentales sobre la reacción de descomposición del peróxido de hidrógeno para la promoción del desarrollo de la competencia indagación

Operación de la competencia indagación		Situación contextualizada	Descripción	Orientación
Identificación de problemas	Identifica problemas de investigación, plantea problemas adecuados y concreta interrogantes, algunas veces con formulación ambigua	<i>Contexto:</i> cotidiano <i>Situación:</i> un manejo inadecuado de los lentes de contacto puede aumentar el riesgo de sufrir lesiones e infecciones en los ojos, y, en raras ocasiones, causar ceguera. Se recomienda el uso de agua oxigenada en lugar del uso sólo de agua para la limpieza de los lentes de contacto.	Tarea 1. Describe qué problema de investigación podrías identificar a partir de la situación planteada. Tarea 2. ¿Cómo podrías comprobar si el agua oxigenada es mejor que el agua para desinfectar superficies? Formula una pregunta de investigación que puedas darle respuesta con un experimento en el que utilices las dos sustancias el agua oxigenada y el agua.	El peróxido de hidrógeno es un gran oxidante que degrada los lípidos, las proteínas y el ADN de células y microorganismos hasta provocar su muerte. De esta manera en una superficie sucia si se le agrega agua oxigenada, se observa que burbujea debido a la presencia de sustancias orgánicas.
Formulación de hipótesis	Plantea hipótesis que encajan con el problema de investigación	<i>Contexto:</i> cotidiano <i>Situación:</i> un truco de las madres para desmanchar una prenda blanca cuando se ha manchado de sangre es aplicar agua oxigenada en la zona y dejar actuar durante algunos minutos.	Pregunta problema: ¿Cómo quitar manchas de sangre de la ropa blanca? Tarea 1. Teniendo en cuenta la situación presentada plantea una hipótesis a la pregunta de investigación que puedas comprobar con un experimento. Tarea 2. Sustenta teóricamente la hipótesis.	La sangre contiene una enzima (catalizador) llamada catalasa que actúa acelerando la reacción de descomposición del agua oxigenada en agua y oxígeno. En el proceso, en la zona se forma espuma, el tejido se calienta y progresivamente el rojo se va tornando en marrón hasta desaparecer.
Planificación de investigación	Planifica un diseño experimental que ofrece una adecuada	<i>Contexto:</i> cotidiano <i>Situación:</i> desinfección de heridas causadas por caídas,	Hipótesis: cuando el agua oxigenada entra en contacto con una superficie herida (sangre)	Durante los procesos metabólicos, las células de nuestro organismo producen

	comprobación de las hipótesis con réplicas y controles	armas de fuego, blancas, accidentes de tránsito y deportivas, de altura, con agua oxigenada.	esta hace espuma y desinfecta, mostrando segundos después como se desvanece y baja en forma de agua. Tarea 1. Teniendo en cuenta la hipótesis planteada, elabora una práctica experimental donde se pueda comprobar o reformular una nueva hipótesis. Tarea 2. Determina los materiales que usarías en la práctica experimental.	desechos, entre ellos el peróxido de hidrógeno. Dado su carácter oxidante y, para evitar que las células sean dañadas, es necesario que se deshagan rápidamente de él. Esto lo logran gracias a una enzima llamada catalasa que cataliza su descomposición en oxígeno y agua. Cuando nos lastimamos y echamos agua oxigenada en la herida, la catalasa no identifica el origen del peróxido y, obviamente, se pone en acción.
Identificación de variables	Identifica la variable dependiente (VD) e independiente (VI)	<i>Contexto:</i> cotidiano <i>Situación:</i> descomposición del peróxido de hidrogeno con ayuda de la enzima de la papa.	Tarea 1. 1. Colocar en el vaso trozos pequeños de papa. 2. Agregar suficiente agua oxigenada al vaso con la sustancia. 3. Observar lo que se produce. 4. Acercar un palito de fósforo encendido a la espuma blanca. 5. Observa y analiza lo ocurrido. Tarea 2. Identifica la variable dependiente e independiente de este experimento y su incidencia en el resultado.	Un catalizador es una sustancia que, incluso en cantidades muy pequeñas, modifica enormemente la velocidad de una reacción química, sin que ella misma sufra un cambio químico permanente en el proceso. Como un ejemplo consideremos la descomposición del peróxido de hidrógeno (agua oxigenada) en agua y oxígeno. En ausencia de catalizador esta reacción se realiza muy lentamente.

				Muchas diferentes sustancias son capaces de catalizar la reacción, entre ellas la patata. El agua oxigenada se descompone gracias a la catalasa, una enzima presente en la patata.
Recogida y procesamiento de datos	Realiza procesamiento de los datos de investigación	<i>Contexto:</i> en el aula. <i>Situación:</i> formación del anión triyoduro (I₃⁻) y una gran cantidad de espuma con ayuda del peróxido de hidrogeno.	La gran velocidad en la producción de oxígeno que da lugar a la formación de espuma y anión triyoduro, hace que esta experiencia se pueda emplear cuantitativamente midiendo el tiempo que tarda la espuma en alcanzar el borde de una probeta en función de la concentración de peróxido empleada. Tarea 1. Calcula la cantidad de peróxido de hidrogeno, lavavajillas y yoduro de potasio que hay que mezclar para poder producir una solución de anión triyoduro y abundante espuma. Tarea 2. Organiza los datos recogidos en una tabla donde muestre el proceso de la disolución.	El anión yoduro actúa de catalizador y aparece de forma eficaz más y más espuma empujada hacia arriba debido al oxígeno desprendido en la reacción. Al ser la reacción fuertemente exotérmica, parte del agua formada está en fase de vapor. Al añadir la disolución de yoduro de potasio aparece el color café por la formación del anión triyoduro (I ₃ ⁻) y una gran cantidad de espuma, pues el yoduro de potasio actúa también de catalizador en la descomposición del peróxido de hidrógeno.

Análisis de datos/obtención de conclusiones	Analiza datos bien fundamentados	<i>Contexto:</i> cotidiano y química forense. <i>Situación:</i> Detección de micro gotas de sangre en una escena criminal empleando el peróxido de hidrogeno.	Tarea 1. Analiza los datos obtenidos en la práctica experimental. Datos: El luminol en medio básico es oxidado por el oxígeno (liberado en la descomposición del peróxido de hidrógeno) a ión aminoftalato que se forma en un estado excitado, es decir de mayor energía, el cual se desactiva emitiendo luz y produciéndose la luminiscencia (Shakhashiri 1989). luminol(3-aminoftalhidracida) + $H_2O_2/Fe^{3+} \rightarrow$ ion aminoftalato* + $N_2 + H_2O$. Tarea 2. Desarrolla tus conclusiones sobre la importancia del uso del peróxido de hidrogeno en las ciencias forenses.	Para detectar la presencia de gotas microscópicas de sangre, la policía científica utiliza el hierro contenido en la hemoglobina de la sangre como catalizador de la reacción de descomposición del peróxido de hidrógeno. El oxígeno liberado es el agente oxidante de una sustancia conocida como luminol (3-aminoftalhidracida) produciéndose una reacción quimioluminiscente, es decir que la energía desprendida en esta reacción se emite en forma de luz (y no de calor como en la mayoría de las reacciones); es la llamada “luz fría”.
Metareflexión	Describe el proceso de investigación	<i>Contexto:</i> cotidiano <i>Situación:</i> Cuando se presenta dolor de garganta en las personas, suele ser causado por alguna infección bacteriana, o gérmenes que inflaman las amígdalas. En estos casos, uno de los remedios caseros más conocidos es hacer gárgaras	Tarea 1. Los estudiantes deben de ejecutar todo el proceso de indagación: identificar el problema, formular una hipótesis, planear la investigación, identificación de variables, recogida de datos y análisis de los mismos.	Recientes estudios han relevado los beneficios orales que trae el uso del peróxido de hidrógeno en la cotidianidad de la higiene bucal. Este líquido posee moléculas de oxígeno e hidrógeno y es oxidante, lo que quiere decir que ayuda a eliminar células vivas como

		con agua oxigenada para aliviar el dolor o el malestar y en ese mismo sentido, reducir la cantidad de bacterias que puedan estar habitando en la boca y de esa forma eliminar la infección.	Tarea 2. Exponer el aprendizaje obtenido respecto al proceso de investigación realizado.	las bacterias, que en algunos casos pueden ser perjudiciales para nuestra salud. Actualmente, este es usado para muchos remedios, tanto para la piel, como para la salud oral, gracias a sus componentes antisépticos.
--	--	---	--	--

Fuente. Propia

CONCLUSIONES

El presente apartado tiene como objetivo presentar las conclusiones de la propuesta, la cual es presentada como una guía de proyección institucional dirigida al mejoramiento de las necesidades educativas identificadas.

Los estudiantes presentaron grandes dificultades con los conceptos fundamentales de la química y estos problemas obstaculizaron una comprensión completa del concepto de reacción química redox. Es indispensable que los estudiantes tengan una disposición cognitiva clara acerca la estructura de la materia y de esta manera facilitar la comprensión de las reacciones químicas.

Las prácticas experimentales como estrategia didáctica en la enseñanza y el aprendizaje de las reacciones químicas y su ejecución contribuyeron al desarrollo y fortalecimiento de diversas habilidades científicas en los estudiantes, tales como la recolección de datos teóricos y prácticos, el desarrollo de las mismas prácticas y la formulación de hipótesis, problemas y conclusiones basadas en los conceptos químicos tratados. Sin embargo, se observó que, a pesar de la motivación alcanzada y el gran esfuerzo de los estudiantes a través de la práctica de laboratorio diagnóstica, algunos de ellos presentaron dificultades para la asimilación de conceptos que son prerrequisitos para la comprensión del concepto de reacción química, al igual que para el desarrollo adecuado de los procesos involucrados en las competencias de indagación.

En este sentido, las estrategias abordadas en la propuesta, que hace parte de una serie de orientaciones pedagógicas y didácticas dirigidas propiamente para el docente en el aula, contribuyen a la solución de la pregunta orientadora ¿Qué aportes didácticos derivados de la investigación educativa pueden contribuir a la enseñanza de la competencia de indagación desde la actividad experimental en química en estudiantes de grado décimo? Proyectando así, una posible mejora en la percepción que se tenía de las clases de química, la falta de motivación tiene otros determinantes más allá de los factores vinculados al docente y al estudiante. Se trata de factores mucho más complejos a la hora de intentar actuar sobre ellos. Estos factores son de tipo cultural, relacionados con cambios profundos que se han producido en nuestra sociedad en los últimos años y que tienen que ver con la forma de vida, las nuevas tecnologías, los valores predominantes, las relaciones interpersonales y factores propios de la ciencia, como lo es el abordaje de procesos de indagación durante las actividades de tipo experimental. Estos factores de naturaleza sociocultural añaden una nueva dimensión a la forma de abordar la falta de motivación

de los estudiantes, convirtiendo su abordaje en el aula en un tema mucho más complejo, con muchos más factores de los abordados a través de esta propuesta, donde la resolución de problemas auténticos y contextualizados en el marco de la educación en ciencias resulta ser una oportunidad para desarrollar la indagación, pues al incluir la toma de decisiones, como uno de sus objetivos a desarrollar, requiere en los estudiantes logren analizar factores diversos alrededor del problema y basarse en datos para brindar soluciones óptimas.

Podemos concluir que, en las instituciones educativas, deben implementar estrategias en las que el estudiante este motivado a explorar su propio conocimiento. Es importante fortalecer la curiosidad, la observación, el planteamiento de preguntas en los estudiantes aprovechando todos los recursos que se tengan en las escuelas para desarrollar el pensamiento crítico y reflexivo. Se puede trabajar con prácticas experimentales a partir de preguntas problematizadoras, fortaleciendo en este sentido la competencia indagación en el contexto de aula.

Los encargados de esta motivación son los docentes, ellos deben generar en sus estudiantes inquietudes con el fin de que ellos mismos formulen sus propias preguntas que son llamativas para su enseñanza, las preguntas formuladas deben ser abiertas de manera que generen en cada uno de los estudiantes respuestas para dar soluciones pertinentes a la pregunta guía y despertar en ellos otros cuestionamientos.

Finalmente, el proyecto brinda la posibilidad de retomar las orientaciones didácticas en el diseño de las actividades en el aula para fortalecer el pensamiento crítico en el aula, dando al estudiante la oportunidad de desarrollar competencias que lo facultan para solucionar problemas de la vida cotidiana. Se debe tener muy presente que esta metodología le ofrece a la comunidad educativa otro camino para llegar al conocimiento, además le brinda al docente nuevas estrategias o acciones que pueden utilizar para tener mejores desempeños de sus estudiantes, de igual manera este trabajo se presenta como un punto de partida para realizar nuevas investigaciones basadas en este campo.

REFERENTES BIBLIOGRÁFICOS

Barolli, E., Laburú, C., & Guridi, V. (2010). Laboratorio didáctico de ciencias: caminos de investigación. Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias Vol 9, Nº 1, 88-110.

Camacho H., Casilla D., y Finol de Franco M. (2008) La indagación: una estrategia innovadora para el aprendizaje de procesos de investigación. Universidad de Zulia.

Castro, Adriana; Ramírez, Ruby. (2013) "Enseñanza de las Ciencias Naturales para el Desarrollo de Competencias Científicas". Amazonia Investiga. Colombia Nº 2 Vol. 3. Pp. 30-53.

Delgado F, M., & Solano G, A. (2009). Estrategias didacticas creativas en entornos virtuales para el aprendizaje. Revista electronica "Actualidades Investigativas en Educación", 1-21.

Domin, D. (1999). A Review of Laboratory Instruction Styles. Journal of Chemical Education, 543-547.

Flores, J., Caballero, M., & Moreira, M. A. (2009). El laboratorio en la enseñanza de las ciencias: Una visión integral en este complejo ambiente de aprendizaje. Revista de Investigación, 75-111.

Furió, C., & Furió, C. (2000). Dificultades conceptuales y epistemológicas en el aprendizaje de los procesos químicos. Educación química, 11(3), 300-308.

Furió-Mas, C., & Domínguez-Sales, C. (2007). Problemas históricos y dificultades de los estudiantes en la conceptualización de sustancia y compuesto químico. Enseñanza de las ciencias, 25 (2), 241 – 258.

Garritz, A. (2010) Indagacion: Las habilidades para desarrollarla y promover el aprendizaje.

Hernández Sampieri, Roberto; Fernández, Carlos; Baptista, Pilar. (2006) "Metodología de la Investigación". México. Mc Graw Hill- Interamericana.

Hernández, Carlos. (2005) ¿Qué son las "Competencias Científicas"? Universidad Nacional. Foro Educativo Nacional. Pp. 1-30.

ICFES (1999) "Nuevo Examen de Estado, propuesta general. Bogotá: ICFES.

ICFES (2007) "Fundamentación conceptual área de Ciencias Naturales". Colombia. En línea:http://www.colombiaaprende.edu.co/html/competencias/1746/articles-335459_pdf_2.pdf (consultado el 12 de Noviembre de 2014).

ICFES (2013) "Sistema Nacional de Evaluación Estandarizada de la Educación. Alineación del examen SABER 11". Colombia, Pp 1-22.

Kilic, D., Emsen, P., & Soran, H. (2011). Behavioral intention towards laboratory applications in science teaching. Procedia - Social and Behavioral Sciences, 416– 420.

Lacolla, L., Meneses, J. y Valeiras, N. (2014). Reacciones químicas y representaciones sociales de los estudiantes. Enseñanza de las Ciencias, 32(3), 89-109.

Leite, L., & Figueiroa, A. (2004). Las actividades de laboratorio y la explicación científica en los manuales escolares de ciencias. *Alambique. Didáctica de las Ciencias Experimentales*, 20-30.

Línea: http://www.icfes.gov.co/examenes/component/docman/doc_view/775-alineacion-del-examen-saber-11?Itemid= (consultado el 30 de Julio de 2014) Kirschner, P. (1992). Epistemology, practical work and academic skills in science education. *Science y Education*, 273-299.

López Perez, J. P., & Boronat Gil, R. (2012). Una reacción química de cine. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias* 9(2), 274-277.

Mellado, V (1996). Concepciones y Prácticas de Aula de Profesores de Ciencias, en Formación Inicial de Primaria y Secundaria. *Revista Enseñanza de las Ciencias*, N°14 Vol. 3. Pp. 289-302.

Merino, J. M., & Herrero, F. (2007). Resolución de problemas experimentales de Química: una alternativa a las prácticas tradicionales. *Revista electrónica de la enseñanza de las ciencias* Vol.6, N°3, 630-648.

Ministerio de Educación Nacional (2010). “Programas y proyectos para el desarrollo de Competencias”, Colombia. En Línea: http://www.colombiaaprende.edu.co/html/competencias/1746/articles-249473_recurso_1.pdf (consultado el 25 de Noviembre de 2014).

Ministerio de Educación Nacional, S.F “Programa para el desarrollo de competencias. Dirección de calidad de la educación preescolar básica y media”. En línea: http://www.mineducacion.gov.co/1621/articles217596_archivo_pdf_desarrollocompetencias.pdf (consultado el 10 de Diciembre de 2014).

Ministerio de Educación Nacional. (1998). Lineamientos Curriculares. Ciencias Naturales y Educación Ambiental. Santa Fe de Bogotá: Cooperativa Editorial Magisterio.

Ministerio de Educación Nacional. (2004) “Formas en Ciencias: ¡El desafío!, lo que necesitamos saber y saber hacer”. En: Estándares Básicos de competencias en Ciencias Naturales y Sociales

Ministerio de Educación Nacional. Instituto Colombiano para el Fomento de la Educación Nacional. (1999). Examen de Estado para el ingreso a la Educación Superior. Cambios para el Siglo XXI. Propuesta General. Bogotá .ICFES.

NCR, National Research Council, National Science Education Standards. Washington DC. National Academy Press, 1996.

OCDE (2006) “PISA, 2006. Marco de la Evaluación. Conocimientos y habilidades para Ciencias, Matemáticas y Lectura”.

OCDE (2009) Programa para la Evaluación Internacional de los Alumnos OCDE.

OCDE (2010) PISA 2009 Results: What Students Know and Can Do. Student Performance in Reading, Mathematics and Science. Volumen I. En Línea:

file:///I:/TODO%20SOBRE%20CULTURA%20CIENTIFICA/SEMINARIO/COMPETENCIAS%20CIENTIFICAS/pisa%202009%20resultados.pdf (consultado el 15 de Junio del 2014)

Orozco, Arlet; Enamorado, Elvia; Arteta, Judith. (2012) "Concepciones de la Competencia Científica Indagar en Docentes de Ciencias Naturales". Asociación Colombiana para la Investigación en Educación en Ciencia y Tecnología. Revista Educyt. Vol. Extraordinario. Pp. 17-32.

Pozo. J.I (1994), la solución de problemas. Madrid, España. Santillana.

Quintanilla, Mario (2012) "Investigar y Evaluar Competencias de Pensamiento Científico (CPC) en el Aula de Secundaria". Alambique didáctica de las Ciencias Experimentales. N°70. Pp. 67-74.

Ramírez, Edgar A. (2011). La investigación cualitativa en educación. Balance y retos en el contexto colombiano. Revista Interamericana de Investigación, Educación y Pedagogía, 4(1),81-91.[fecha de Consulta 16 de Julio de 2022]. ISSN: 1657-107X. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=561058721005>

Rocha , A., & Bertelle, A. (21 de Marzo de 2007). El rol del laboratorio en el aprendizaje de la Química. Obtenido de fio.unicen.edu.ar: <http://www.fio.unicen.edu.ar/>

Sala Sebastia, G., Font Moll, V. y Giménez R, J. (2012) Una mirada curricular a la competencia de indagación. Universidad de Barcelona.

Séré, M.-G. (2002). La enseñanza en el laboratorio. ¿Qué podemos aprender en términos de conocimiento práctico y de actitudes hacia la ciencia? Investigación didáctica, Enseñanza de las ciencias 20 (3) , 357-368.

Solsona, N., Izquierdo, M. y De Jong, O. (2003). Exploring the development of students' conceptual profiles of chemical change. International Journal of Science Education , 25(1), 3-12.

Tenreiro-Vieira, C., & Vieira, R. M. (2006). Diseño y validación de actividades de laboratorio para promover el pensamiento crítico de los alumnos. Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias, 452-466.

Valencia, Victoria Eugenia (s.f). Revisión documental en el proceso de investigación. En línea: López <https://univirtual.utp.edu.co/pandora/recursos/1000/1771/1771.pdf>

ANEXOS

Anexo 1. Pregunta de química en contexto de actividad experimental

Componente	Químico
Competencia	Indagación
Tema	Carbohidratos - Polisacáridos
Propósito	Conocer el adecuado procedimiento de la prueba de lugol y la coloración que presenta la evidencia para el reconocimiento del almidón.

4. El objetivo de una práctica es la detección de almidón en la papa, utilizando el lugol como colorante.

Se realizan cuatro experimentos con las condiciones que se muestran en la tabla.

Experimento	Agua (mL)	Lugol (mL)	Papa (g)	Solución de almidón 10% (mL)
1	10	1	10	0
2	10	1	0	0
3	10	0	5	0
4	10	1	0	2

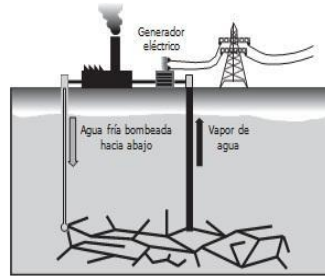
En esta práctica, el experimento 4 es importante porque

- A. permite que el almidón se encuentre soluble.
- B. contiene el colorante con el cual se logra la detección de almidón.
- C. contiene más almidón que el que contiene la papa.
- D. permite establecer el color esperado para la detección de almidón.

Anexo 2. Pregunta de física en contexto de actividades experimentales

Componente	Física
Competencia	Indagación
Tema	Termodinámica
Propósito	Determinar la relación entre las temperaturas de los diferentes ciclos, a partir de los tiempos de generación de vapor y de un principio físico.

La energía geotérmica es la generación de energía eléctrica aprovechando el calor del interior de la Tierra. Para lograrlo, se realizan perforaciones en la tierra de varios kilómetros de profundidad, para luego bombear, a través de una de estas, agua fría. Una vez el agua se calienta abajo hasta el punto de ebullición, el vapor sube a la superficie en donde se disponen de turbinas que, al moverse, generan corrientes eléctricas (ver figura).



Para estimar la eficiencia de un pozo geotérmico, los ingenieros del pozo inyectaron determinada cantidad de agua y midieron el tiempo durante el cual el pozo generaba suficiente presión de vapor para las turbinas a partir del agua inyectada. Esto se realizó cuatro (4) veces, una detrás de otra, reutilizando el agua del ciclo anterior. Los resultados se muestran en la tabla.

Ciclo	Tiempo (minutos)	Proporción de agua recuperada como vapor
1	50	98%
2	22	99%
3	21	99%
4	23	99%

Los ingenieros saben que cuanto más caliente esté el agua inicialmente, menos calor necesita para evaporarse. Por tanto, puede concluirse que la temperatura del agua al principio del

- A. primer ciclo era mayor que en los ciclos 2, 3 y 4.
- B. primer ciclo era menor que en los ciclos 2, 3 y 4.
- C. cuarto ciclo era mayor que en los ciclos 1, 2 y 3.
- D. cuarto ciclo era menor que en los ciclos 1, 2 y 3.

Anexo 3. Pregunta de biología en contexto de actividades experimentales

Componente	Biológico
Competencia	Indagación
Tema	Célula
Propósito	Identificar el efecto del antígeno a y b en un tiempo determinado en la cantidad de clones de células inmunitarias producidas.

El sistema inmune de los vertebrados contiene células especializadas para reconocer la presencia de antígenos (cuerpos extraños) que logren entrar al organismo. Estas células inmunitarias, denominadas B ó T, poseen una alta diversidad de proteínas en sus membranas que les permiten reconocer los antígenos. Cuando alguna de estas células reconoce un antígeno, esta célula experimenta un proceso denominado selección clonal, es decir, se divide por mitosis y produce un gran número de células genéticamente iguales. En un experimento se inyecta a un ratón dos antígenos en momentos diferentes y se observa la respuesta inmune mostrada en la siguiente gráfica.



De acuerdo con toda esta información, usted podría suponer que

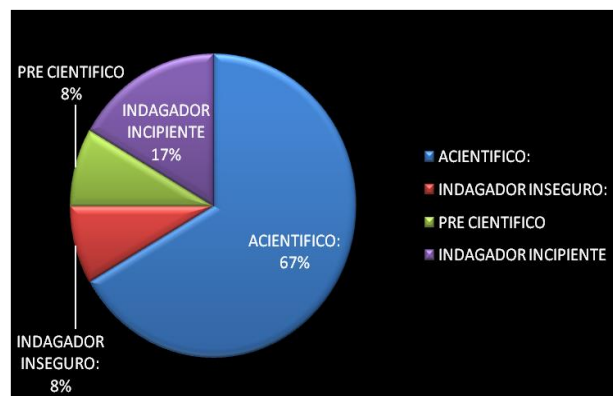
- A. el antígeno A es más peligroso para el organismo que el antígeno B y por eso genera una segunda respuesta más fuerte
- B. entre más tiempo ocurra desde la inyección del antígeno, mayor debería ser el número de clones de células inmunitarias producidas
- C. el antígeno B no provocó la clonación de las células inmunitarias, como si ocurrió con el antígeno A
- D. la segunda respuesta del organismo al antígeno A es mayor por la persistencia en el tiempo de algunos clones de células inmunitarias anti A

Anexo 5. Resultados del grupo 10-5 A (24 estudiantes)

EVALUACIÓN DEL ESTUDIANTE												
RUBRICA NPTEL, instrumento de evaluación de trabajos de indagación.												
CATEGORIA	CÓDIGO: E5-1	CÓDIGO: E5-2	CÓDIGO: E5-3	CÓDIGO: E5-4	CÓDIGO: E5-5	CÓDIGO: E5-6	CÓDIGO: E5-7	CÓDIGO: E5-8	CÓDIGO: E5-9	CÓDIGO: E5-10	CÓDIGO: E5-11	CÓDIGO: E5-12
IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA	1	0	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1
FORMULACIÓN DE HIPÓTESIS	1	0	0	0	1	1	1	0	1	1	1	1
IDENTIFICACIÓN DE VARIABLES	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
PLANIFICACIÓN DE INVESTIGACIÓN	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
RECOGIDA Y PROCESAMIENTO DE DATOS	0	0	1	1	1	3	1	1	1	1	1	1
ANÁLISIS DE DATOS Y OBTENCIÓN DE RESULTADOS	0	0	1	1	1	3	1	1	1	1	1	1
INTERREFLEXIÓN	1	0	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0
TOTAL	4	0	4	4	5	11	5	2	4	4	4	4
NIVEL DE COMPETENCIA DE INDAGACIÓN	ACIENTIFICO	ACIENTIFICO	ACIENTIFICO	ACIENTIFICO	ACIENTIFICO	INDAGADOR INSEGURO	ACIENTIFICO	ACIENTIFICO	ACIENTIFICO	ACIENTIFICO	ACIENTIFICO	ACIENTIFICO

EVALUACIÓN DEL ESTUDIANTE												
RUBRICA NPTEL, instrumento de evaluación de trabajos de indagación.												
CATEGORIA	CÓDIGO: E5-13	CÓDIGO: E5-14	CÓDIGO: E5-15	CÓDIGO: E5-16	CÓDIGO: E5-17	CÓDIGO: E5-18	CÓDIGO: E5-19	CÓDIGO: E5-20	CÓDIGO: E5-21	CÓDIGO: E5-22	CÓDIGO: E5-23	CÓDIGO: E5-24
IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA	1	0	2	2	1	2	1	1	2	2	1	1
FORMULACIÓN DE HIPÓTESIS	1	0	2	2	1	1	1	0	1	2	1	1
IDENTIFICACIÓN DE VARIABLES	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
PLANIFICACIÓN DE INVESTIGACIÓN	1	0	1	1	0	1	0	0	1	1	0	1
RECOGIDA Y PROCESAMIENTO DE DATOS	1	0	2	2	1	3	1	1	1	2	1	2
ANÁLISIS DE DATOS Y OBTENCIÓN DE RESULTADOS	1	0	2	2	1	3	1	1	1	2	1	2
INTERREFLEXIÓN	1	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1
TOTAL	6	0	10	10	5	12	5	4	6	10	5	8
NIVEL DE COMPETENCIA DE INDAGACIÓN	PRE CIENTIFICO	ACIENTIFICO	INDAGADOR INCIPIENTE	INDAGADOR INCIPIENTE	ACIENTIFICO	INDAGADOR INSEGURO	ACIENTIFICO	ACIENTIFICO	PRE CIENTIFICO	INDAGADOR INCIPIENTE	ACIENTIFICO	INDAGADOR INCIPIENTE

Nivel de indagación	Número de estudiantes	Porcentaje (%)
Acientífico	16	67%
Indagador inseguro	2	8%
Precientífico	2	8%
Indagador incipiente	4	17%

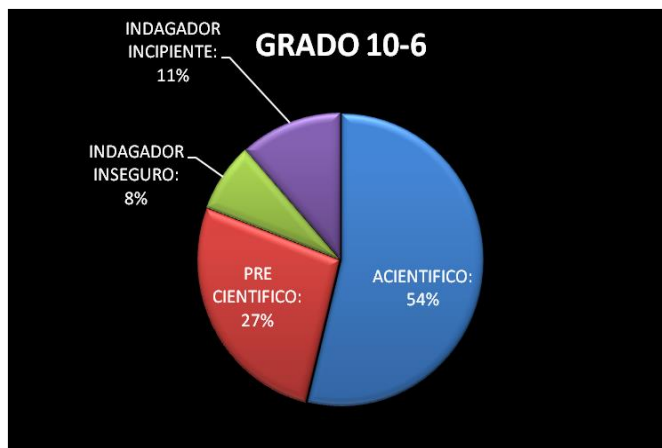


Anexo 6. Resultados del grupo 10-6 A (26 estudiantes)

EVALUACIÓN DEL ESTUDIANTE												
RUBRICA NPTAI, instrumento de evaluación de trabajos de indagación.												
CATEGORIA	CÓDIGO: E6-1	CÓDIGO: E6-2	CÓDIGO: E6-3	CÓDIGO: E6-4	CÓDIGO: E6-5	CÓDIGO: E6-6	CÓDIGO: E6-7	CÓDIGO: E6-8	CÓDIGO: E6-9	CÓDIGO: E6-10	CÓDIGO: E6-11	CÓDIGO: E6-12
IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA	0	1	1	1	0	1	0	1	1	0	1	1
FORMULACIÓN DE HIPÓTESIS	0	0	0	1	0	1	0	0	1	0	1	1
IDENTIFICACIÓN DE VARIABLES	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1
PLANIFICACIÓN DE INVESTIGACIÓN	0	0	0	1	0	0	0	0	2	0	1	1
RECOGIDA Y PROCESAMIENTO DE DATOS	0	0	1	1	0	0	0	0	2	0	1	2
ANÁLISIS DE DATOS Y OBTENCIÓN DE RESULTADOS	0	0	0	1	0	0	0	0	3	0	0	2
MATERIA REFLEXIÓN	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	1
TOTAL	0	1	2	6	0	2	0	1	11	0	4	9
NIVEL DE COMPETENCIA DE INDAGACIÓN	ACIENTIFICO	ACIENTIFICO	ACIENTIFICO	PRE CIENTIFICO	ACIENTIFICO	ACIENTIFICO	ACIENTIFICO	ACIENTIFICO	INDAGADOR INSEGURO	ACIENTIFICO	ACIENTIFICO	INDAGADOR INCIPIENTE

EVALUACIÓN DEL ESTUDIANTE												
RUBRICA NPTAI, instrumento de evaluación de trabajos de indagación.												
CATEGORIA	CÓDIGO: E6-1	CÓDIGO: E6-2	CÓDIGO: E6-3	CÓDIGO: E6-4	CÓDIGO: E6-5	CÓDIGO: E6-6	CÓDIGO: E6-7	CÓDIGO: E6-8	CÓDIGO: E6-9	CÓDIGO: E6-10	CÓDIGO: E6-11	CÓDIGO: E6-12
IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA	1	2	2	1	1	0	1	1	1	1	1	1
FORMULACIÓN DE HIPÓTESIS	1	1	2	1	1	0	1	0	1	1	1	1
IDENTIFICACIÓN DE VARIABLES	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
PLANIFICACIÓN DE INVESTIGACIÓN	1	1	1	1	1	0	1	0	1	0	1	1
RECOGIDA Y PROCESAMIENTO DE DATOS	1	1	2	1	1	0	1	0	3	0	1	3
ANÁLISIS DE DATOS Y OBTENCIÓN DE RESULTADOS	1	1	2	1	1	0	1	0	2	0	1	3
MATERIA REFLEXIÓN	1	1	1	1	1	0	1	0	1	0	1	1
TOTAL	6	7	10	6	6	0	6	1	10	2	6	13
NIVEL DE COMPETENCIA DE INDAGACIÓN	PRE CIENTIFICO	PRE CIENTIFICO	INDAGADOR INCIPIENTE	PRE CIENTIFICO	PRE CIENTIFICO	ACIENTIFICO	PRE CIENTIFICO	ACIENTIFICO	INDAGADOR INCIPIENTE	ACIENTIFICO	PRE CIENTIFICO	INDAGADOR INSEGURO

Nivel de indagación	Número de estudiantes	Porcentaje (%)
Acientífico	14	54%
Indagador inseguro	2	8%
Precientífico	7	27%
Indagador incipiente	3	11%



Anexo 6. Aplicación de prueba escrita.

PRACTICA DE LABORATORIO N°1

TEMA: Reacciones químicas

GRADO: 10-5

10-6

GRUPO: A

B

NOMBRE COMPLETO DEL ESTUDIANTE: _____

OBJETIVOS: - Comprobar si se pierde la vitamina C en el zumo.

- Analizar los desempeños del estudiante a través de sus respuestas a los informes escritos de las tareas de indagación.

LA VITAMINA C EN EL JUGO DE NARANJA

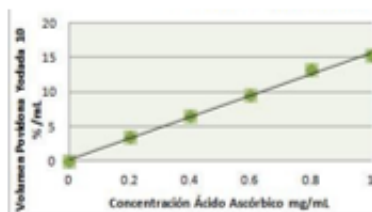
Situación: ¡Bébetelo el zumo de naranja, que se pierde la vitamina C! ¿Cuántas veces te ha dicho esto tu madre por las mañanas? Muchas, ¿verdad? Y es que existe la creencia de que si no tomamos el zumo recién exprimido no ingerimos la vitamina C que contiene. Pues bien, para comprobar si es cierto diseñaremos un experimento en el laboratorio. Para ello puedes utilizar la siguiente información: El zumo de naranja contiene vitamina C, que es un nutriente esencial para los seres humanos, sin embargo puede perder su acción cuando está expuesta a la luz y al oxígeno o también cuando entra en contacto con el calor, y el yodo (I_2) es un elemento químico que se utiliza, por ejemplo, para elaborar el betadine que aplicamos en las heridas o para averiguar la calidad de los embutidos o de otros alimentos. ¿Cómo se utiliza? El yodo reacciona con las sustancias que contienen almidón a través de la siguiente reacción:

Yodo + Almidón $\rightarrow$	Compuesto yodo-almidón
(rojo)	(azul-violáceo)

El yodo es de color rojizo cuando se encuentra en disolución y si se une a un compuesto de almidón, forma otro compuesto diferente de color azul-violáceo. Así, al añadir el zumo de naranja al compuesto (yodo-almidón), si este contiene vitamina C, se perderá la coloración de dicho compuesto.

Compuesto yodo-almidón + Vitamina C $\rightarrow$	Disolución
(azul-violáceo)	(transparente)

El siguiente gráfico muestra la preparación de 5 disoluciones de ácido ascórbico de concentraciones 0,2 - 0,4 - 0,6 - 0,8 y 1 mg/mL disolviendo pastillas de vitamina C. Cada una de estas soluciones se mezcló con una disolución de povidona yodada (también conocida como betadine) añadiendo gota a gota hasta que la mezcla de reacción se torna de color café oscuro permanente. Cabe destacar que se debe tener la precaución de agitar regularmente con el agitador magnético, tal como se muestra en la gráfica:



Gráfica N°1. Concentración de ácido ascórbico diluido en %/ml de Povidona Yodada

GULA

1. Problema que resolver. ¿Cuál es la pregunta que se quiere investigar con el experimento?
2. Hipótesis. Propone una posible respuesta o solución al problema a resolver.
3. Diseño del experimento.
 - 3.1. Describe cuál sería el procedimiento que permitiría resolver la pregunta de investigación.
 - 3.2. ¿Cuáles son las variables dependiente e independiente del experimento?
 - 3.3. ¿Qué cantidades deberías usar de zumo de naranja, Maizena y de Betadine?
 - 3.4. ¿Qué materiales usarías?
4. Recogida y procesamiento de datos.
 - 4.1. Representa por medio de gráficos y tablas la información dada del yodo, almidón y vitamina C (ácido ascórbico) de manera independiente y cuando se encuentran en disolución.
 - 4.2. Realizar una tabla que describa la grafica N°1.
 - 4.3. Realiza un cuadro comparativo donde describas lo que sucede cuando la concentración de ácido ascórbico este a 0,4mg/ml mezclado con 6% de yodo y 1mg/ml de ácido ascórbico este mezclado con 16% de yodo.
 - 4.4. Analiza la siguiente situación: Tenemos 20ml de Povidona Yodada y le vamos agregando alrededor de 10 minutos 5mg/ml de ácido ascórbico por minuto.
 - 4.4.1. Al cabo de 10 minutos ¿cuántos mg/ml de ácido ascórbico se le ha agregado?
 - 4.4.2. Realiza una tabla y grafica que describa la información anterior.
 - 4.4.3. En la grafica muestra el cambio de color durante los 10 minutos transcurridos.
5. Análisis de resultados. ¿Qué has observado?
 - 5.1. Datos obtenidos.
 - 5.2. Conclusiones.

ACTIVIDAD 2 DEL LABORATORIO N°1

TEMA: Reacciones químicas

GRADO: 10-5



10-6



GRUPO: A



B



NOMBRE COMPLETO DEL ESTUDIANTE: _____

OBJETIVO: - Indagar los intereses investigativos en ciencias naturales de los estudiantes.

ACTIVIDAD N°2

1. En la vida diaria nos podemos llegar hacer algún tipo de cuestiones sobre un tema en particular y si entramos a investigarlo es posible que encontremos posibles respuestas a dichas cuestiones. Si nos enfocamos en el campo de las ciencias naturales que preguntas de investigación o que te gustaría investigar para darle explicación a un fenómeno dado. Construye 5 propuestas en el orden de importancia para ti.
2. Lee las siguientes preguntas a investigar y escoge la que más te guste. Máximo 2.
 - a. ¿Cómo el cambio climático puede afectar a nuestra salud?
 - b. ¿Existe algún peligro en los alimentos transgénicos?
 - c. ¿Por qué son dañinos los esteroides anabolizantes?
 - d. ¿Los teléfonos inteligentes están destruyendo el cerebro de los adolescentes?
 - e. ¿Se pueden usar los plásticos como fuente de energía?
 - f. ¿De dónde viene el sabor del chocolate?
 - g. ¿Qué reacciones químicas ocurren en nuestro cuerpo cuando nos enamoramos?