UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

MAESTRÍA EN DOCENCIA PARA LA EDUCACIÓN MEDIA SUPERIOR

FACULTAD DE QUÍMICA

QUÍMICA

DESARROLLO E IMPLEMENTACIÓN DE TRABAJOS PRÁCTICOS CON UN ENFOQUE DE INDAGACIÓN PARA LA QUÍMICA DEL CCH

TESIS

QUE PARA OPTAR POR EL GRADO DE:

MAESTRA EN DOCENCIA PARA LA EDUCACIÓN MEDIA SUPERIOR

PRESENTA:
ANGÉLICA PILAR NIETO COLÍN

TUTOR PRINCIPAL: DRA. KIRA PADILLA MARTÍNEZ- FACULTAD DE QUIMICA

MIEMBROS DEL COMITÉ TUTOR:

DR. PLINIO SOSA FERNÁNDEZ-FACULTAD DE QUIMICA

DRA. MIRIAM AIDÉ CASTILLO RODRÍGUEZ-FES CUAUTITLAN

CIUDAD DE MÉXICO, SEPTIEMBRE 2021

Universidad Nacional Autónoma de México
UNAM
Biblioteca Central
Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

ÍNDICE

ÍNDICE DE GRÁFICOS **5**

ÍNDICE DE TABLAS **9**

RESUMEN **10**

ABSTRAC **11**

INTRODUCCIÓN **12**

I. HIPÓTESIS **14**

II. OBJETIVOS **15**

A) OBJETIVO GENERAL 15
B) OBJETIVOS PARTICULARES 15

III. MARCO TEÓRICO **16**

A) TRABAJOS PRÁCTICOS 16
C) HABILIDADES DE PENSAMIENTO CIENTÍFICO 28
I. Planteamiento de preguntas *29*
II. Planteamiento de hipótesis *31*
III. Diseño de experimentos *33*
IV. Argumentación y comunicación (analizar datos y dar conclusiones) *34*
D) DIAGRAMA HEURÍSTICO 36

IV. METODOLOGÍA **39**

V. RESULTADOS Y ANÁLISIS **45**

A) PRÁCTICA I. REACTIVIDAD 46
Planteamiento de pregunta *46*
Planteamiento de hipótesis *50*
Diseño experimental *51*
Análisis de resultados *54*
Conclusiones *55*
B) PRÁCTICA II. GRUPOS FUNCIONALES CON OXÍGENO 56
Planteamiento de pregunta *57*
Planteamiento de hipótesis *60*
Diseño experimental *64*
Análisis de resultados *66*
Conclusiones *67*
C) PRÁCTICA III. ÉSTERES 68
Planteamiento de pregunta *69*
Planteamiento de hipótesis *72*

Diseño experimental *75*
Análisis de resultados *77*
Conclusiones *78*
D) PRÁCTICA IV. POLÍMEROS 79
Planteamiento de pregunta *79*
Planteamiento de hipótesis *84*
Diseño experimental *87*
Análisis de resultados *88*
Conclusiones *90*
E) CUESTIONARIO FINAL 92
Planteamiento de pregunta *93*
Planteamiento de hipótesis *95*
Diseño experimental *96*
Análisis de resultados *98*
Conclusión *99*
F) CUESTIONARIO DE VALORACIÓN 101

VI. CONCLUSIONES 115

VII. BIBLIOGRAFÍA 120

VIII. ANEXOS 123

ANEXO I. DIAGRAMA HEURÍSTICO 123
ANEXO II. GUIÓN TRABAJO PRÁCTICO I 128
ANEXO III. GUIÓN TRABAJO PRÁCTICO II 130
ANEXO III GUIÓN TRABAJO PRÁCTICO III 132
ANEXO IV GUIÓN PRÁCTICA IV 135
ANEXO V. CUESTIONARIO FINAL 136
ANEXO VI. CUESTIONARIO DE VALORACIÓN 138

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Tipos de indagación. (Tomado de Reyes y Padilla, 2012)..... 25

Figura 2. Representación de la Ve de Gowin..... 36

Figura 3. Diagrama Heurístico (Tomado de Pérez & Chamizo, 2013 38

Figura 4. Diseño Experimental inicial Trabajo Práctico I..... 53

Figura 5. Diseño Experimental Trabajo práctico I. 53

Figura 6. Diseño Experimental ineficiente práctica II 65

Figura 7. Diseño experimental más completo de la práctica II 66

Figura 8. Diseño experimental Práctica III..... 76

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Porcentaje de preguntas planteadas en la Práctica I. Reactividad 47

Gráfico 2. Porcentaje del tipo de preguntas planteadas por grupo. Práctica I. Reactividad 48

Gráfico 3. Porcentaje del resultado del análisis de las preguntas. Práctica I. Reactividad 49

Gráfico 4. Porcentaje del análisis de las hipótesis. Práctica I. Reactividad 50

Gráfico 5. Porcentaje del análisis del planteamiento de experimento. Práctica I. Reactividad 52

Gráfico 6. Porcentaje del análisis de resultados. Práctica I. Reactividad 54

Gráfico 7. Porcentaje de las conclusiones planteadas. Práctica I. Reactividad.... 55

Gráfico 8. Porcentaje del números de preguntas planteadas. Práctica II. Grupos funcionales con oxígeno..... 57

Gráfico 9. Porcentaje de la clasificación del tipo de preguntas planteadas. Practica II. Grupos Funcionales con oxígeno 58

Gráfico 10. Porcentaje del análisis de las preguntas. Práctica II. Grupos Funcionales con oxígeno 60

Gráfico 11. Porcentaje del número de hipótesis. Prácticas II. Grupos Funcionales con oxígeno 61

Gráfico 12. Porcentaje del análisis de las hipótesis . Práctica II. Grupos Funcionales con oxígeno 62

Gráfico 13. Porcentaje del análisis del diseño experimental . Práctica II. Grupos Funcionales con oxígeno 64

Gráfico 14. Porcentaje del análisis de resultados. Práctica II. Grupos Funcionales con oxígeno 67

Gráfico 15. Porcentaje del análisis de conclusiones. Práctica II. Grupos Funcionales con oxígeno 68

Gráfico 16. Porcentaje del número de preguntas planteadas. Práctica III. Ésteres 69

Gráfico 17. Porcentaje del tipos de preguntas planteadas. Práctica III. Ésteres .. 70

Gráfico 18. Porcentaje del análisis de preguntas planteadas. Práctica III. Ésteres 71

Gráfico 19. Porcentaje del número de hipótesis planteadas. Práctica III. Ésteres 72

Gráfico 20. Porcentaje del análisis de hipótesis planteadas. Práctica III. Ésteres 73

Gráfico 21. Porcentaje del análisis del diseño experimental planteado. Práctica III. Ésteres 75

Gráfico 22. Porcentaje del análisis de resultados. Práctica III. Ésteres 77

Gráfico 23. Porcentaje del análisis de conclusiones. Práctica III. Ésteres 78

Gráfico 24. Porcentaje del número de preguntas planteadas . Práctica IV. Polímeros 80

Gráfico 25. Porcentaje de la clasificación del tipo de preguntas planteadas. Práctica IV. Polímeros 80

Gráfico 26. Porcentaje del análisis de preguntas. Práctica IV. Polímeros 81

Gráfico 27. Porcentaje de la comparación del planteamiento de la pregunta. Práctica 1 vs Práctica 4. (P1: trabajo práctico 1, P4: trabajo práctico 4) 82

Gráfico 28. Avance del grupo a en el planteamiento de pregunta. 83

Gráfico 29.Avance del grupo B en el planteamiento de pregunta. 84

Gráfico 30. Porcentaje del análisis de las hipótesis planteadas. Práctica IV. Polímeros 85

Gráfico 31.Porcentaje de la comparación del planteamiento de hipótesis. Práctica 1 vs Práctica 4. . (P1: trabajo práctico 1, P4: trabajo práctico 4) 85

Gráfico 32. Avance del planteamiento de la hipótesis grupo A. 86

Gráfico 33.Avance del planteamiento de hipótesis grupo B. 87

Gráfico 34. Porcentaje del análisis del planteamiento del diseño experimental. Práctica IV. Polímeros 88

Gráfico 35.Porcentaje del análisis de resultados. Práctica IV. Polímeros 89

Gráfico 36.Porcentajes de comparación del análisis de resultados. Práctica 1 vs Práctica 4. . (P1: trabajo práctico 1, P4: trabajo práctico 4) 90

Gráfico 37.Porcentajes del análisis de las conclusiones. Práctica IV. Polímeros. 91

Gráfico 38. Porcentaje de la comparación de las conclusiones. Práctica I vs Práctica IV. . (P1: trabajo práctico 1, P4: trabajo práctico 4) 91

Gráfico 39. Porcentaje del análisis del planteamiento de pregunta. Cuestionario final..... 94

Gráfico 40. Porcentaje del análisis del planteamiento de la hipótesis. Cuestionario final..... 95

Gráfico 41. Porcentaje del análisis del planteamiento del diseño experimental. Cuestionario final..... 98

Gráfico 42. Porcentaje del análisis de resultados con base. Cuestionario final.... 99

Gráfico 43. Porcentaje del análisis la conclusión. Cuestionario final 100

Gráfico 44. Porcentaje de comparación de alumnos que si habían trabajado de manera similar y alumnos que no. Cuestionario de valoración 102

Gráfico 45. Porcentaje de cómo, los alumnos, perciben su aprendizaje. Cuestionario de valoración..... 103

Gráfico 46. Porcentajes correspondientes al formato de prácticas que más causó dificultad en los alumnos. Cuestionario de valoración 104

Gráfico 47. Porcentajes correspondientes al formato de prácticas que más agradó a los alumnos. Cuestionario de valoración..... 105

Gráfico 48. Porcentajes correspondientes a la consideración de los alumnos en el desarrollo de habilidades. Cuestionario de valoración..... 106

Gráfico 49. Porcentajes acerca de las consideraciones, de los estudiantes, lo que los trabajos prácticos aportaron a su formación. Cuestionario de valoración..... 107

Gráfico 50. Porcentajes de las habilidades que los alumnos consideran de mayor importancia para su desarrollo académico. Cuestionario de valoración 108

Gráfico 51. Porcentaje de las habilidades que los alumnos consideran que desarrollaron. Cuestionario de valoración 109

Gráfico 52. Porcentajes de las consideraciones de los alumnos de su desempeño en los trabajos prácticos. Cuestionario de valoración..... 110

Gráfico 53.Porcentajes de lo que más agradó a los alumnos de la forma de trabajo. Cuestionario de valoración 111

Gráfico 54. Porcentajes de lo que menos agradó de la forma de trabajo. Cuestionario de valoración..... 112

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Diferentes tipos de trabajos prácticos (Caamaño, 2003). 17

Tabla 2. Grados de apertura de una investigación. P: profesor, A: alumno. (Tomado de Caamaño, 2003) 20

Tabla 3. Clasificación de las investigaciones por Buck. A: alumno y P: profesor (Tomado de Balderrama y Padilla, 2019) 21

Tabla 4.Modelos de indagación asociados con las habilidades (Tomado de Bevins y Price, 2016)..... 27

Tabla 5. Clasificación del tipo de preguntas (Tomado de Chamizo e Izquierdo 2007) 31

Tabla 6. Tareas llevadas a cabo en cada trabajo práctica 41

Tabla 7. Descripción de las actividades llevadas a cabo para cada trabajo práctica 42

Tabla 8. Número de alumnos que participaron en cada uno de los trabajos prácticos..... 44

Tabla 9. Habilidades que los alumnos relacionan con el quehacer científico. Cuestionario de valoración..... 107

Tabla 10. Rúbrica del diagrama Heurístico 126

RESUMEN

En la siguiente investigación se pretende mostrar cómo los trabajos prácticos en el aula son una herramienta de suma importancia para el aprendizaje de los alumnos. En donde el enfoque es muy importante, ya que permite lograr mejores o peores aprendizajes. Cuando se sigue una didáctica tradicional, los objetivos de desarrollo de habilidades y adquisición de conocimiento se ven opacados al sólo llevar a cabo instrucciones para el desarrollo del experimento. Sin embargo, sí las didácticas que se implementan en el laboratorio son más abiertas, dejando que los alumnos sean los protagonistas en el proceso de enseñanza-aprendizaje, los resultados serán más favorables para el desarrollo de habilidades.

En este trabajo se muestra cómo es que la didáctica aplicada, en este caso la indagación guiada, mejora significativamente el desarrollo de las habilidades de pensamiento científico. Para mostrar tales resultados, se diseñaron y pusieron en práctica cuatro trabajos prácticos, en donde la indagación se hace presente, trabajando con alumnos de sexto semestre del Colegio de Ciencias y Humanidades (CCH) en la materia de Química IV.

Los trabajos prácticos implementados están estructurados de tal manera que los alumnos sean más participativos en su propio aprendizaje, partiendo de un problema específico, que se basa en sus clases de teoría para que con dichos conocimientos puedan resolverlo. Con esta dinámica se pretende que los alumnos sean más activos en el proceso de enseñanza aprendizaje y logren desarrollar las habilidades de planteamiento de pregunta e hipótesis, diseño experimental, análisis de resultados y planteamiento de conclusiones. Mientras que el profesor, durante el proceso de desarrollo de los trabajos prácticos, sólo esta presente para ser un guía durante todo el proceso.

ABSTRAC

This research intends to show that practical laboratory work in the classroom is a crucial pedagogical instrument in the learning process, and its implementation is very important as it determines whether students will have good or bad learning experience. Following a traditional didactic approach, both skill development and knowledge acquisition can be hidden as it only provides the instructions required to perform an experiment. Nevertheless, if the didactic processes that are implemented in the laboratory are more flexible, and students are allowed to lead the teaching-learning process, the results will be more positive for skill development.

While working with sixth-semester students from the Colegio de Ciencias y Humanidades (CCH), this research demonstrates that applied didactic processes, in this case the guided inquiry method, substantially enhance the development of skills in scientific reasoning. Four laboratory practical works, where the guided inquiry method was the central didactic focus, were designed and performed to show these results.

The implemented practical laboratory works were structured in such a way that students would be more participative in their learning process; by starting with a specific problem, which was based on their theoretical classes, so they could solve it with their acquired knowledge. This dynamic intends to encourage students to be more active in the teaching-learning process, and thereby develop the following four skills: 1) asking questions and forming hypotheses, 2) experimental design, 3) results analysis, 4) drawing conclusions. Meanwhile, the professor's role throughout the practical laboratory work is only to act as an active guide.

INTRODUCCIÓN

Este trabajo muestra los resultados obtenidos al aplicar la indagación guiada como eje didáctico en los trabajos prácticos de la asignatura de Química IV, en dos grupos de bachillerato del Colegio de Ciencias y Humanidades.

En este trabajo se aprovecha la visión del CCH de: *"aprender a aprender"* para implementar una didáctica innovadora que siga esta visión y lograr que los alumnos, no sólo adquieran el conocimiento, sino que aprendan a construirlo y al mismo tiempo desarrollen habilidades de pensamiento científico. Para lo cual se implementaron cuatro trabajos prácticos durante un semestre, en donde la didáctica deja de ser tradicional para enfocarse en la indagación guiada. Asimismo, se empleó un diagrama heurístico como herramienta de evaluación para obtener resultados acerca del desarrollo de las habilidades de pensamiento científico.

Durante los primeros apartados de este documento se aborda una revisión bibliográfica que nos da un panorama general de lo que es la indagación guiada. Además, se habla de la importancia de los trabajos prácticos y sus clasificaciones. Nos introduce, también, a las habilidades de pensamiento científico para, finalmente, abordar lo que es y cómo se estructura nuestra herramienta de evaluación: el diagrama heurístico. En otra sección encontraremos la metodología seguida durante esta investigación, estructurada, principalmente, por cuatro trabajos prácticos que se presentarán con mayor detalle.

A continuación, pasaremos al análisis de resultados y se mostrará el desarrollo de las habilidades de pensamiento científico por cada práctica. Además de mostrar comparaciones entre grupos de trabajo se mostrarán los resultados de un cuestionario final en el que se contó con un grupo control. Dicho grupo no trabajó con la indagación guiada pero sí realizó los mismos trabajos prácticos. Asimismo, veremos los resultados de un cuestionario de valoración en donde se mostrará cómo es la visión de los alumnos frente a esta nueva forma de trabajo.

Finalmente, terminaremos con las conclusiones obtenidas y algunas recomendaciones que pueden seguirse en investigaciones futuras.

I. HIPÓTESIS

Si se aplica la indagación como eje didáctico en los trabajos prácticos, del curso de Química IV del Colegio de Ciencias y Humanidades, los alumnos desarrollarán las habilidades de pensamiento científico.

II. OBJETIVOS

a) OBJETIVO GENERAL

Diseñar e implementar cuatro trabajos prácticos con un enfoque de indagación guiada para la materia de Química IV, que se imparte en el Colegio de Ciencias y Humanidades, para los alumnos de sexto semestre con el fin de promover el desarrollo de habilidades de pensamiento científico.

b) OBJETIVOS PARTICULARES

Evaluar la evolución de los alumnos en el desarrollo de sus habilidades de pensamiento científico, mediante los diagramas heurísticos de cada trabajo práctico.

Comparar el impacto de la indagación aplicada a los trabajos experimentales, en el desarrollo de las habilidades de pensamiento científico, con alumnos que no trabajaron con dicho enfoque en los trabajos experimentales; a través de un cuestionario de conocimientos aplicados a los grupos de trabajo y a un grupo control.

Evaluar cualitativamente la opinión y el grado de aceptación de los alumnos respecto a este nuevo enfoque mediante la aplicación de un cuestionario de valoración a los grupos de trabajo.

III. MARCO TEÓRICO

a) Trabajos prácticos

Los trabajos prácticos siempre han tenido un papel distintivo y central en los currículos de ciencias (Hofstein et al., 2005). Los objetivos del trabajo de laboratorio pueden enumerarse como:

- El desarrollo de la comprensión relacionada con el contenido científico,
- Las habilidades de resolución de problemas,
- Las habilidades de los procesos científicos y
- La comprensión de la naturaleza de la ciencia (Ural et al, 2016).

Desde la perspectiva constructivista y social, surgen varias implicaciones importantes para las actividades de enseñanza que implican el uso de experimentos en el aula. Primero, la idea de que los profesores no deberían ser transmisores de conocimientos y habilidades, sino que deberían actuar como guías que faciliten los procesos de aprendizaje, creando condiciones que permitan el cambio conceptual (Posner et al, 1982, citado por De Jong O. 1998). Además de esto, Caamaño (2003) considera que los trabajos prácticos son importantes por diferentes razones entre ellas enumera:

- Motivan al alumnado.
- Permiten un conocimiento vivencial de muchos fenómenos.
- Permiten ilustrar la relación entre variables significativas en la interpretación de un fenómeno.
- Pueden ayudar a la comprensión de conceptos.
- Permiten realizar experimentos para contrastar hipótesis emitidas en la elaboración de un modelo.
- Proporcionan experiencia en el manejo de instrumentos de medida en el uso de técnicas de laboratorio y de campo.

- Permiten acercarse a la metodología y los procedimientos propios de la indagación científica
- Constituyen una oportunidad para el trabajo en equipo y el desarrollo de actitudes y la aplicación de normas propias del trabajo experimental: planificación, orden, limpieza, seguridad, etc. (p. 96).

Aun cuando existen diversas razones para la implementación de los trabajos prácticos, no siempre se tiene éxito en los objetivos, más claramente a la hora de hablar del desarrollo de las habilidades de pensamiento científico; debido al carácter cerrado que las caracteriza por tener un manual, el cual les da los pasos a seguir para realizar un experimento, según esto, de acuerdo con la clasificación de Caamaño, tabla 1, estos serían los ejercicios prácticos. Esto se debe a que las principales didácticas implementadas en los trabajos prácticos, hoy en día, son tradicionales. Se enfocan sólo en terminología científica, conceptos y hechos que contienen procedimientos detallados, que les dicen a los estudiantes lo que deben observar durante los experimentos. En este método, los estudiantes siguen las instrucciones escritas en el manual de laboratorio paso a paso y el resultado está predeterminado (Ural et al, 2016). Sin embargo, el desarrollo de las habilidades tiene que ver en gran medida con el tipo de trabajo práctico que se esté llevando a cabo. Caamaño (2003), los clasifica de la siguiente manera:

TABLA 1. DIFERENTES TIPOS DE TRABAJOS PRÁCTICOS (CAAMAÑO, 2003).

TIPOS DE TRABAJOS PRÁCTICOS

• Experiencias
• Experimentos ilustrativos
• Ejercicios prácticos
  ○ Para aprender destrezas
  ○ Para ilustrar teoría
• Investigaciones
  ○ Para resolver problemas teóricos
  ○ Para resolver problemas prácticos

Los laboratorios tradicionales tienen algunas ventajas, como realizar muchos experimentos en clases abarrotadas en un tiempo limitado y usar fuentes limitadas (Ural et al, 2016). Asimismo, hay habilidades como las procedimentales y/o las que se necesitan para manejar algún un instrumento y/o equipo de laboratorio que se ven beneficiadas con la forma de trabajo. Según Dommin (1999, citado por Tassanee, et al, 2014) los laboratorios tradicionales están diseñados para facilitar las habilidades cognitivas de orden inferior, tales como el aprendizaje de memoria y la resolución de un problema algorítmico. De acuerdo con la tabla 1, este tipo de trabajos son: las experiencias, experimentos ilustrativos y los ejercicios prácticos. Dado que los experimentos de laboratorio tradicionales obligan a los estudiantes a seguir un protocolo dirigido, los estudiantes aprenden información científica con dificultad y no pueden notar la relación entre el experimento y la teoría científica. Como resultado, los estudiantes no pueden alcanzar las metas del laboratorio y desarrollan actitudes negativas hacia el laboratorio (Ural, et al, 2016). Aunado a esto, no logran poner en práctica sus conocimientos, limitando así el desarrollo de las habilidades de pensamiento científico. Tobin (1987, citado por D Jong, 1998) examina un ejemplo representativo. Nos describe que, en la mayoría de los casos, la intención en el laboratorio es la de confirmar algo que ya se ha tratado en una lección de tipo expositivo. Según él, se suele exigir que los alumnos sigan una receta para llegar a una conclusión predeterminada. En consecuencia, la demanda cognitiva del laboratorio tiende a ser baja. A pesar de estas características negativas, en la actualidad, la mayoría de los trabajos prácticos que se siguen llevando a cabo en las aulas de ciencias son de este tipo.

Sin embargo, de acuerdo con los constantes cambios que sufren los currículos, el desarrollo de las habilidades de pensamiento científico es uno de los objetivos más marcados en los últimos tiempos. Además, en los laboratorios de ciencias se espera que los estudiantes se den cuenta de la conexión entre los experimentos y la teoría científica. Sotiriou y Bogner (2015, citado por Ural, et al, 2016) afirman que mientras resuelven un problema científico, los estudiantes deben actuar como científicos y seguir procesos científicos. Mediante una investigación científica, los estudiantes

determinan los problemas, desarrollan soluciones y alternativas para estos problemas, buscan información, evalúan la información y se comunican. Lo que nos lleva a las investigaciones (ver tabla 1) que se encuentran en un nivel más alto de habilidades cognitivas, que permiten a los alumnos ser más participativos dentro del proceso de enseñanza-aprendizaje y, además, en este nivel, según Ural (et al. 2016), se pueden desarrollar las habilidades de resolución de problemas y las habilidades de los procesos científicos y de la comprensión de la naturaleza de la ciencia.

Una investigación es una actividad encaminada a contestar una pregunta teórica o a resolver un problema práctico mediante el diseño y la realización de un experimento (Caamaño, 2003). Hofstein, et al, (2005) asegura que cuando se desarrollan adecuadamente, los laboratorios centrados en la investigación tienen el potencial de mejorar el aprendizaje significativo de los estudiantes, la comprensión conceptual y su comprensión de la naturaleza de la ciencia. Asimismo, de acuerdo a cuál sea la estructura de la investigación, se pueden desarrollar las habilidades de pensamiento científico y/o de orden cognitivo mayor. Por lo tanto, los grados de apertura en las investigaciones tienen mucho que ver, a continuación, se muestra como es que Caamaño (2003) las clasifica.

De acuerdo con la tabla 2, los grados de apertura tienen que ver con lo que cada uno hace ,ya sea del alumno o del profesor, en las etapas de investigación. Hay que resaltar que, con base en esta tabla, podemos decir que los trabajos experimentales en las aulas de bachillerato, por lo regular, sólo llegan a un nivel de apertura 1, ya que, en la mayoría de las ocasiones, se les proporciona una protocolo dirigido para llevar a cabo el experimento y no tienen ninguna interacción más con las otras etapas de la investigación.

TABLA 2. GRADOS DE APERTURA DE UNA INVESTIGACIÓN. P: PROFESOR, A: ALUMNO. (TOMADO DE CAAMAÑO, 2003)

ETAPAS	GRADO DE APERTURA DE UNA INVESTIGACIÓN					
	1	2	3	4	5	6
Área de interés	P	P	P	P	P	A
Establecimiento del problema	P	P	P	P	A	A
Planificación	P	A	A	A	A	A
Determinación de la estrategia	P	P	A	A	A	A
Realización	A	A	A	A	A	A
Interpretación de los resultados	P/A	P/A	P/A	A	A	A

Otros autores como Buck (et al, 2008, Citado por Balderrama y Padilla, 2019) también tienen una clasificación de las investigaciones de acuerdo a la interacción que tiene el alumno y el profesor en cada una de las etapas y se muestra en la tabla 3. Buck (et al, 2008. Citado por Balderrama y Padilla, 2019) de la misma manera, establecen seis componentes principales para cualquier investigación dada y las clasifican en niveles, con base en quién es el responsable de participar en cada uno de los ellos.

Si nos centramos en esta tabla (3), y analizamos los trabajos actuales de cualquier aula de bachillerato en general, llegan a un nivel ½ a 1. Asimismo, podemos darnos cuenta de que esta tabla también nos da una sugerencia de la didáctica que se debe de seguir para lograr que los alumnos participen más en el proceso de enseñanza-aprendizaje, siendo la indagación una alternativa aplicable a los laboratorios de ciencias.

Taitelbaum, Mamlik-Naaman, Carmeli y Hofstein (2008) y Hofstein, Shore y Kipnis (2004,Citados por Ural, 2016) afirman que los laboratorios basados en la indagación apoyan el aprendizaje significativo de los estudiantes, la comprensión conceptual y la comprensión de la naturaleza de la ciencia. Los trabajos planteados están más centrados en el alumno, contienen una dirección limitada del maestro y los alumnos asumen más responsabilidad. Hofstein (2005) explica que cuando se desarrollan adecuadamente los laboratorios que se centran en investigaciones, se tiene el potencial de mejorar el aprendizaje significativo de los estudiantes, la comprensión conceptual y su comprensión de la naturaleza de la ciencia. Asimismo, considerará que los laboratorios de investigación son fundamentales para el aprendizaje de las ciencias, ya que los estudiantes participan en el proceso de concebir problemas científicos (Hofstein y Walberg (1995), citado por Hofstein, 2005). De acuerdo con las afirmaciones anteriores, es necesario centrar la atención en las didácticas aplicadas a los trabajos prácticos, para que se dirijan a brindar las herramientas necesarias para el desarrollo de habilidades de pensamiento científico que son útiles hoy en día, no sólo para las ciencias exactas.

TABLA 3. CLASIFICACIÓN DE LAS INVESTIGACIONES POR BUCK. A: ALUMNO Y P: PROFESOR (TOMADO DE BALDERRAMA Y PADILLA, 2019)

Componente	**Nivel 0**	**Nivel 1/2**	**Nivel 1**	**Nivel 2**	**Nivel 3**
	Confirmación	**Indagación estructurada**	**Indagación guiada**	**Indagación abierta**	**Indagación auténtica**
Problema / Pregunta	P	P	P	P	A
Teoría / Antecedente	P	P	P	P	A
Procedimiento / Diseño	P	P	P	A	A
Resultados Análisis	P	P	A	A	A
Compartir resultados	P	A	A	A	A
Conclusiones	P	A	A	A	A

Algunas de las didácticas, que se están encaminando para que el desarrollo de habilidades sea más efectivo, tienen que ver con la indagación, que se muestra en la tabla 3, como eje central en la planeación de trabajos prácticos ya que, como lo dice Harrison (2014):

"La educación científica basada en la indagación es un enfoque de la enseñanza y el aprendizaje de la ciencia que se lleva a cabo a través del proceso de plantear preguntas y buscar respuestas. Un enfoque de indagación se ajusta a un paradigma constructivista en el sentido de que requiere que el alumno tome nota de nuevas ideas y contextos y se pregunte cómo encajan con su comprensión existente. No se trata de que el maestro entregue un plan de estudios de conocimiento al alumno, sino más bien de que el alumno construya un entendimiento a través de la orientación y el desafío de su maestro y de sus compañeros." (p. 15)

Por lo que, si se aplica esta didáctica dentro del laboratorio, el alumno es más participativo dentro de las etapas de las investigaciones (o trabajos prácticos), y se espera que el desarrollo de las habilidades de pensamiento científico sea más efectivo

b) Indagación

Desde hace ya varios años el enfoque constructivista ha tomado relevancia en el proceso de enseñanza-aprendizaje dentro de las clases de ciencias. Un enfoque de indagación se ajusta a un paradigma constructivista en el sentido de que requiere que el alumno tome nota de nuevas ideas y contextos y se pregunte cómo encajan con su comprensión existente (Harrison et al, 2014).

La National Science Foundation (2000. Citado por Chen & She, 2015) definió la indagación como un enfoque de aprendizaje que implica un proceso de exploración del mundo natural o material y que lleva a hacer preguntas, hacer descubrimientos y luego probar rigurosamente esos descubrimientos en busca de una nueva comprensión. Estas características esenciales de la indagación ayudarían a los estudiantes a desarrollar un conocimiento más claro y profundo de los conceptos y

procesos de la ciencia (National Research Council, 2000, citado por Harrison et al., 2014). El término indagación ha ocupado un lugar destacado en la educación científica, sin embargo, se refiere al menos a tres categorías distintas de actividades:

- Lo que hacen los científicos, por ejemplo, realizar investigaciones utilizando métodos científicos,
- Cómo aprenden los estudiantes, por ejemplo, indagando activamente a través del pensamiento y de un fenómeno o problema, que a menudo refleja los procesos utilizados por los científicos
- Un enfoque pedagógico que emplean los docentes, por ejemplo, diseñando o usando planes de estudio que permitan investigaciones extensas. (Minner, 2009, citado por Harrison, et al, 2014)

Sin embargo, la educación basada en indagación es un enfoque de enseñanza-aprendizaje de la ciencia que se lleva a cabo a través del proceso de plantear preguntas y buscar respuestas. No se trata de que el maestro entregue un plan de estudios de conocimiento al alumno, sino más bien de que el alumno construya un entendimiento a través de la orientación y el desafío de su maestro y de sus compañeros.

Algunas de las características clave del aprendizaje basado en la indagación son:

- Los estudiantes están comprometidos con un problema o situación difícil que está abierto hasta tal punto que se puede concebir una variedad de soluciones o respuestas.
- Los estudiantes tienen control sobre la dirección de la investigación y los métodos o enfoques que se toman.
- Los estudiantes se basan en su conocimiento existente e identifican cuáles son sus necesidades de aprendizaje.
- Las diferentes tareas estimulan la curiosidad en los estudiantes, lo que los alienta a continuar buscando nuevos datos o evidencia.

- Los estudiantes son responsables del análisis de la evidencia y también de presentar la evidencia de una manera apropiada que defienda su solución al problema inicial (Kahn y O'Rourke, 2005. Citados por Harrison, et al, 2014).

De acuerdo con lo descrito anteriormente, el aprendizaje basado en indagación ayuda a los estudiantes a aplicar sus conocimientos, comprender situaciones del mundo real y apoya el descubrimiento (Ketpichainarog, Panjipan y Ruenwongsa, 2010; Toth, Ludvico y Morrow, 2012; Rattanavongsa y Rachahoon, 2014, citados por Ural 2016). El aprendizaje basado en la indagación ayuda a los educadores a aumentar la autoconfianza y el aprendizaje de los estudiantes y según Arnold, Kremer y Mayer (2014, citados por Ural 2016), los estudiantes deben desarrollar habilidades de investigación científica mientras aprenden hechos y principios científicos. En entornos de aprendizaje basados en la indagación, los estudiantes son más activos y guían sus propios procesos de aprendizaje.

Si bien es cierto que el alumno es el encargado de construir su aprendizaje, no hay que dejar de lado que dentro del concepto de indagación se derivan clasificaciones en donde se ve reflejado qué tanto se ven involucrados los alumnos y el profesor en las dinámicas de aprendizaje. De acuerdo con Reyes y Padilla (2012), la indagación se puede clasificar como se observa en la figura 1. En dicha imagen se observa que dentro de las cuatro clasificaciones podemos darnos cuenta de qué tanto los alumnos y los profesores participan en tareas de la indagación ya sea en mayor o menor medida, lo que da pie o no al desarrollo de las habilidades científicas.

Figura 1. Tipos de indagación. (Tomado de Reyes y Padilla, 2012)

En la búsqueda de las habilidades y/o capacidades que promueve la indagación nos encontramos con el siguiente listado de habilidades para indagar, especificadas en National Research Council (1996, pp. 175-6. Citado por Garritz 2010) para el nivel de bachillerato:

1. Identificar preguntas y conceptos que guíen las investigaciones (los estudiantes formulan una hipótesis probable y un diseño experimental apropiado para ser utilizado)
2. Diseñar y conducir investigaciones científicas (con el empleo de conceptos claros y bien definidos, el equipo apropiado, precauciones de seguridad, empleo de tecnologías, etc., los estudiantes deben buscar pruebas, aplicar la lógica, poner a prueba sus hipótesis y construir un argumento para las explicaciones propuestas)
3. Utilizar las tecnologías más apropiadas y la matemática para mejorar las investigaciones y su comunicación

4. Formular y revisar las explicaciones y modelos científicos mediante el empleo de la lógica y las pruebas científicas (la indagación estudiantil debiera resultar en una explicación o un modelo plausible o científico)
5. Reconocer y analizar explicaciones y modelos alternativos (revisar el entendimiento científico actual y reunir pruebas para determinar cuáles explicaciones del modelo son las mejores)
6. Comunicar y defender un argumento científico (los estudiantes deben refinar sus habilidades y reunir presentaciones orales y por escrito que involucren las respuestas a los comentarios críticos de sus pares).

Algunos autores como Bevins y Price (2016) ya relacionan las habilidades de indagación con el tipo y/o modelo de indagación como se muestra en la tabla 4. De acuerdo con esta tabla, (4) el tipo y/o modelo de indagación que se lleva a cabo en el aula determina cuáles son las habilidades que se desarrollan de acuerdo al tipo de indagación practicada. Así como Zimbardi et al (2013) dice:

"Se ha demostrado que el grado de orientación y propiedad que se brinda a los estudiantes durante las clases basadas en la indagación tiene un impacto significativo en los resultados de aprendizaje que los estudiantes logran. Esto es, que en gran medida los logros que los alumnos tienen o no, dependen del modelo o tipo de indagación que los profesores pongan en práctica en sus clases y de qué tanto ellos jueguen un papel de guía durante todo el proceso de enseñanza-aprendizaje." (p.303)

También como se observa, dependiendo del modelo empleado, los profesores tendrán mayor o menor intervención en las tareas. Por lo que, durante las didácticas con un enfoque de indagación, como lo dice Marzo y Monferrer (2012), el profesor es un mediador fundamental, el cual debe apoyar al alumno a que fluya, para que se desarrollen sus habilidades de aprendizaje y que pueda construir su propio conocimiento, pensar acerca de lo que sabe y de cómo ha llegado a saber y por qué, mejorando su comprensión de los procesos que hacen los científicos. Con esto, el alumno aumentaría su comprensión científica, su motivación, y participación en

actividades científicas. Por lo que no hay que dejar de lado la participación de guía del profesor para que los objetivos sean alcanzados por los alumnos.

TABLA 4.MODELOS DE INDAGACIÓN ASOCIADOS CON LAS HABILIDADES (TOMADO DE BEVINS Y PRICE, 2016)

Modelos de indagación	Habilidades de indagación				
Nivel	*1: Preguntas orientadas científicamente*	*2: Prioridad a la evidencia*	*3: Explicaciones de la evidencia*	*4: Explicaciones concentradas al conocimiento*	*5: Comunica y justifica*
3: Indagación abierta	El alumno plantea una pregunta	El alumno determina qué constituye la evidencia y la recolecta	El alumno formula explicaciones después de resumir la evidencia	El alumno independiente mente examina otros recursos y los entrelaza con la explicación	El alumno forma un argumento razonable y lógico para comunicar explicaciones
2: Indagación guiada	El alumno selecciona entre preguntas y propone nuevas	El alumno es dirigido a recolectar ciertos datos	El alumno es guiado en el proceso de formulación de las explicaciones con base en la evidencia	El estudiante es dirigido a áreas y fuentes del conocimiento	El alumno es entrenado en el desarrollo de la comunicación
1: Indagación estructurada	El alumno agudiza o aclara preguntas planteadas por otros	El alumno proporciona datos y pregunta por el análisis	Al alumno se le ofrecen formas posibles de utilizar la evidencia para formular una explicación	El alumno da posibles conexiones con el conocimiento científico	El alumno proporciona pautas generales para agudizar la comunicación
0: Confirmación/ Verificación de ejercicios	El alumno aborda la pregunta planteada por otros	Se le dan los datos al alumno y se le dice cómo hay que analizarlos	El alumno proporciona evidencia	Se le proporciona al alumno las conexiones precisas con el conocimiento científico	El alumno da pasos y procedimientos para la comunicación

Aunque la indagación tenga beneficios, Bevins y Price (2016) concuerdan que también tiene algunas dificultades que se presentan debido a la carga del currículo, el tiempo, la disponibilidad de los recursos del laboratorio y la evaluación. Así que ellos concuerdan en:

"Que estas dificultades se ven exacerbadas, en parte, por los modelos mismos y argumentaríamos que algunos modelos existentes reducen la indagación a una secuencia de tareas impulsadas por un enfoque mecanicista que consideramos

inútil y, en última instancia, autodestructivo en el contexto de lo que creemos que es una indagación auténtica" (Bevins y Price 2016, p.17).

Por lo que muchas veces los obstáculos que se presentan al realizar didácticas enfocadas en la indagación tienen que ver en gran medida con factores externos, que afectan que éstas no sean llevadas a cabo con éxito.

c) Habilidades de pensamiento científico

En los últimos años, las habilidades de pensamiento científico se hacen presentes con mayor frecuencia en los currículos de ciencias, partiendo del consenso de que la enseñanza debería estar enfocada en la alfabetización científica y en el desarrollo de competencias, más que en la memorización de datos, fechas o fórmulas (Chamizo 2012). Por lo tanto, los currículos desarrollados hoy en día se enfocan cada vez más en el desarrollo del pensamiento crítico y científico, lo que implica también las habilidades que éste conlleva.

Al comenzar a hablar de habilidades de pensamiento científico, se debe enunciar, en primera instancia, el pensamiento científico. Autores como Kuhn (2010), citado por Balderrama y Padilla 2019 lo define como una actividad humana, lo cual quiere decir que es algo que la gente hace, no una característica que ellos tienen. Está ligada al pensamiento racional y a las habilidades de resolución de problemas. Su objetivo es la búsqueda del conocimiento. Así pues, para otros es:

"la aplicación de métodos y principios de la indagación científica para razonar o resolver situaciones problemáticas, e involucra las habilidades implicadas en la generación, prueba y revisión de teorías" (Koslowki 1996, Khun & Franklin 2006, Wilkening & Sodian 2005, citados por Zimmerman 2007).

Por lo tanto, las habilidades que se pueden desarrollar en las clases de ciencias tienen que ver con el quehacer científico. Según Zimmerman (2007) el pensamiento científico tiene tres componentes cognitivos principales: búsqueda de hipótesis, búsqueda de experimentos y evaluación de evidencia. Por lo que podemos enlistar

las siguientes actividades del quehacer científico, que se derivan de estos componentes:

- Plantear preguntas
- Plantear de hipótesis
- Diseñar experimentos
- Argumentar y comunicación (analizar datos y dar conclusiones)

Como Zimmerman (2007) dice: el pensamiento científico es un conjunto complejo de habilidades cognitivas y metacognitivas y para el desarrollo y consolidación de dichas habilidades se requiere de ejercicio y práctica, ya que no se desarrollan en un ámbito rutinario. De acuerdo a lo anterior, en un panorama educativo tradicional, dichas habilidades no pueden verse favorecidas, pero si los entornos de aprendizaje son más dinámicos como lo es la indagación, las habilidades se verán en gran medida desarrolladas.

I. Planteamiento de preguntas

"Y dígase lo que se quiera, en la vida científica los problemas no se plantean por sí mismos. Es precisamente este sentido del problema el que indica el verdadero espíritu científico. Para un espíritu científico todo conocimiento es una respuesta a una pregunta. Si no hubo pregunta, no puede haber conocimiento científico. Nada es espontáneo. Nada está dado. Todo se construye."

Gastón Bachelard. Citado por Chamizo 2017(p.25)

El planteamiento de preguntas es una de las primeras cosas que hace que las investigaciones se lleven a cabo. Es decir, partiendo de la observación de un fenómeno, la curiosidad comienza a hacerse presente y por lo general es en forma de pregunta. En consecuencia, el cuestionamiento es una habilidad de investigación significativa porque se considera que se alinea con las formas en que los científicos practican la ciencia (Podolefsky et al., 2010, citado por Harranen & Aksela 2019). Según García y Furman (2014), las preguntas son el punto de partida en la búsqueda de respuestas acerca del funcionamiento del mundo natural; son un componente inherente a cualquier problema científico, ya que sería imposible

plantear un problema sin que exista una pregunta o un interrogante que le dé origen. Harranen y Aksela (2019) creen que la importancia de las preguntas radica en apoyar el aprendizaje, y especialmente en aprender a pensar y discutir. El proceso de hacer preguntas, en los alumnos, les permite articular su comprensión actual de un tema, hacer conexiones con otras ideas y tomar conciencia de lo que saben y no saben (Chin y Osborne, 2008. Citado por García y Furman 2019).

Por lo tanto, el poder plantear preguntas es de suma importancia, ya que además nos da una idea acerca de lo que saben los alumnos, esto es, indican que el estudiante está tratando de elaborar conocimientos previos y está interesado en indagar más sobre el tema (Harranen y Aksela 2019). En palabras de Montenegro (2002, citados por García y Furman 2019), las preguntas constituyen verdaderos activadores de aprendizaje.

Sin embargo, el platear preguntas no es tarea fácil, sobre todo porque hay que saber qué tipo de pregunta se está planteando. Para darnos una idea de la clasificación de las preguntas, retomaremos la clasificación planteada por Chamizo e Izquierdo, ésta se muestra en la tabla 5. De acuerdo con esta tabla, las preguntas que nos interesa que los alumnos puedan plantear son las preguntas abiertas. Esto debido a lo que señala García y Furman (2019) en que plantear preguntas no es tarea sencilla, sobre todo aquellas preguntas que son investigables. Dicho de otro modo, preguntas que puedan ser respondidas de manera empírica (a través de experimentos, mediciones u observaciones), es un aprendizaje clave en las clases de Ciencias Naturales.

TABLA 5. CLASIFICACIÓN DEL TIPO DE PREGUNTAS (TOMADO DE CHAMIZO E IZQUIERDO 2007)

Preguntas cerradas	Preguntas semiabiertas	Preguntas abiertas
Se contestan en una o dos palabras y la respuesta está en una determinada página de un libro o en un cuaderno de apuntes	La pregunta generalmente requiere de una o dos oraciones, para ser contestada. La respuesta no está en un lugar determinado. Sin embargo, si se entiende el material que en ellos se presenta se está en posibilidad de responder.	La pregunta requiere para ser contestada, al menos, un párrafo. La respuesta no se encuentra en un sólo libro.
La respuesta es correcta o equivocada	La respuesta puede ser correcta si está bien explicada, pero también puede estar equivocada.	La respuesta es correcta si está de acuerdo con la información mostrada en los libros y/o además está bien explicada.
Generalmente comienzan con un “Qué, Dónde o Cuándo “	Generalmente comienza con un “Cómo”.	Generalmente comienza con un “Por qué o Qué pasaría si...”.

Cuando la pregunta es de uno de los estudiantes, existe el potencial para un proceso de adquisición de conocimiento. Si los estudiantes formulan preguntas basadas en sus conocimientos previos, y solicitan respuestas a esas preguntas, los estudiantes pueden construir sus conocimientos. Además, la diferenciación se hace posible cuando los estudiantes pueden indagar sobre su propio nivel de conocimiento y habilidades. Asimismo, cuando los estudiantes plantean preguntas revelan que están comprometidos, que la propuesta les resultó interesante, que el objeto de estudio estimuló su curiosidad y motivación. Por ello, cualquiera que sea el origen de las preguntas (el docente, la lectura de un texto u otros), el desafío es que los alumnos puedan tomarlas como propias, involucrando su curiosidad y el deseo de aprender (Harlen, 2013, citado por García y Furman 2019). De ahí la importancia de que los trabajos prácticos puedan empezar con preguntas planteadas por los alumnos.

II. Planteamiento de hipótesis

Hay varías visiones de los alumnos en cuanto a las hipótesis. Zimbardi et al. (2013), menciona que estas visiones van desde la simplista en donde las hipótesis se basan

en hechos, hasta concepciones más avanzadas y precisas, en donde las hipótesis son predicciones y relaciones causales multivariadas que deben probarse utilizando evidencia de experimentos controlados.

En términos muy generales según la RAE (Real Academia Española) una hipótesis es:

"Del griego ὑπόθεσι. f. Suposición de algo posible o imposible para sacar una consecuencia."

De ahí varias definiciones se han ido perfeccionando de acuerdo al contexto de su uso. Por lo que para este trabajo se tomará en cuenta la definición construida a partir de Izacara y Sabino (citados por Espinoza, 2018):

"Es una explicación tentativa de un fenómeno investigado, formulada a partir de proposiciones. Plantear una hipótesis es un intento de explicación o una respuesta (provisional) a un fenómeno."

Plantear hipótesis ayuda a los alumnos a darle una posible respuesta a su pregunta de investigación, al mismo tiempo en que relacionan conceptos con el fenómeno de trabajo. Según Espinoza (2018) toda hipótesis científica debe ser sometida a prueba empírica para poder ser aceptada o rechazada, de acuerdo a lo que se observe en la realidad. Si no se acepta, esto no significa un fracaso, sino que el resultado no cumplió con la predicción de la investigación; entonces esto llevará a un aumento del conocimiento y no a un fracaso. Esto quiere decir que si la hipótesis no es correcta no quiere decir que esté mal, sino que el conocimiento también puede originarse a partir del error.

De acuerdo a Yuni y Urbano (2014, citados por Espinoza 2018), las hipótesis tienen las siguientes funciones:

- Son guías de la investigación: formularlas ayuda a saber lo que se está tratando de buscar, de probar. Proporcionan orden y lógica al estudio.

- Favorecen la descripción y explicación: mediante las hipótesis el investigador anticipa cuáles son los elementos constitutivos del fenómeno bajo estudio, lo que contribuye a describir sus atributos o variables a partir de los valores y cualidades que los mismos poseen. También las hipótesis pueden establecer cómo se relacionan esos atributos, tarea que favorece la explicación. Cada vez que una hipótesis en estado de prueba recibe evidencia empírica en su favor o en su contra, nos informa algo acerca del fenómeno. Si la evidencia es a su favor la información sobre los fenómenos se incrementa. Aun si la evidencia es en contra descubrimos algo acerca del fenómeno que no sabíamos antes, con lo cual se expande el conocimiento del objeto.
- Las hipótesis de trabajo son las que se ponen a prueba, ya que ellas son las que admiten los casos particulares. Sin embargo, cuando se aporta evidencia a favor de una hipótesis se está fortaleciendo la base conceptual y la verdad de su proposición se vuelve más segura.
- Ayudan a sugerir o generar teorías*: algunas hipótesis no están asociadas con* teoría alguna, pero puede ocurrir que como resultado de la prueba de una hipótesis se construya una teoría o se sienten las bases de ella. (p.127)

Si bien es cierto que una hipótesis en el aula de ciencias no se encamina a generar teorías, sí sirve de eje para guiar la investigación de los alumnos, dándole orden y englobando los conceptos básicos para el entendimiento del fenómeno estudiado.

III. Diseño de experimentos

En los contextos educativos tradicionales, en donde se hace uso de “recetas de cocina” para realizar un experimento en el aula, el diseño de experimento no es una habilidad en la cual se ponga énfasis. Por lo que los laboratorios que utilizan a la indagación como guía didáctica pueden lograr desarrollarla. En el método de laboratorio de indagación guiada, los estudiantes buscan un experimento a través del problema dado. En este método, los experimentos son similares a los experimentos expositivos, pero no se entrega un manual de laboratorio a los

estudiantes. Los estudiantes buscan el proceso del experimento y alcanzan información científica a través del experimento (Ural, 2016). Sin embargo, el que los alumnos logren plantear un experimento, no es tarea sencilla.

En general la experimentación sirve para generar observaciones y recolectar datos. Debe tomarse en cuenta que para plantear un experimento se necesita la habilidad de identificar variables y cómo controlarlas, ya que esto permitirá a los alumnos hacer inferencias (Klahr, 2000. Citado por Zimmerman 2010). Por lo que, para desarrollar esta habilidad en los alumnos, el profesor debe ser guía constante en el proceso, dando consejos y orientando a los alumnos para que logren identificar sus variables y saber cómo deben controlarlas.

IV. Argumentación y comunicación (analizar datos y dar conclusiones)

Se entiende por *competencia argumentativa* la habilidad y voluntad de elaborar discursos orales y escritos, en los que se aporten pruebas o razones con la finalidad de convencer a otros de alguna opinión o conclusión entre varias posibles (Solbes; Ruiz; Furió, 2010. Citado por Pérez & Chamizo, 2013). Y según Katchevich et al (2013) uno de los objetivos de la educación científica es proporcionar a los estudiantes la capacidad de formular argumentos, razonamiento y crítica en un contexto científico.

El progreso en la ciencia se basa parcialmente en argumentos y su refutación relacionada. Ya que el lenguaje científico está basado principalmente en argumentos, es indispensable que esta habilidad esté presente en los alumnos, tanto para argumentar sus hallazgos (análisis de resultados) como para comunicar sus logros (conclusiones). En general, los estudiantes a menudo tienen dificultades para formular argumentos. También tienen dificultades para seleccionar y conectar los hallazgos que pueden usarse como evidencia para respaldar sus afirmaciones (Sandoval y Millwood 2005, citado por Katchevich et al, 2013). Además, los estudiantes no formulan argumentos de alto nivel por su cuenta. Estas dificultades se deben, principalmente, a que los alumnos no han tenido mucha práctica en

desarrollar esta habilidad y que las instrucciones de los profesores suelen estar cargadas de confusión al pedirles los siguientes verbos: *describe, explica por qué, razona, expón, argumenta, interpreta, resume, define, analiza, valora*, etc., pero no se explica o se discute qué significan estas expresiones ni se practica cómo dar respuestas. (Pérez y Chamizo, 2013).

Según Jiménez-Aleixandre (2008, citado por Katchevich et al, 2013), las características de un entorno de aprendizaje óptimo para construir argumentos que se relacionen con los estudiantes, los maestros, el plan de estudios, la evaluación, la reflexión y la comunicación son las siguientes:

1. Los estudiantes deben estar activos en el proceso de aprendizaje; deben evaluar el conocimiento, establecer sus reclamos y ser críticos con los demás.
2. Los maestros tienen que adoptar un aprendizaje centrado en el alumno, actuar como un modelo a seguir con respecto a la forma en que verifican sus afirmaciones, apoyar el desarrollo de la comprensión de la naturaleza del conocimiento entre los alumnos y adoptar estrategias de aprendizaje como la investigación.
3. El plan de estudios debe incorporar un enfoque auténtico de resolución de problemas, que requerirá que los estudiantes aprendan por indagación
4. Los estudiantes y los maestros deben ser hábiles para evaluar las reclamaciones, y la evaluación de los estudiantes debe ir más allá de las pruebas escritas.
5. Los estudiantes deben reflexionar sobre su conocimiento y comprender cómo se adquirió, y finalmente…
6. Los estudiantes deben tener la oportunidad de llevar a cabo un diálogo en el que se llevará a cabo el aprendizaje cooperativo. (p. 319)

La combinación de estos seis elementos fomenta la implementación de un entorno de aprendizaje argumentativo e interactivo. En principio, la didáctica de indagación es una buena herramienta para fomentar el desarrollo de esta

habilidad, como lo dice Katchevich et al (2013) los alumnos tienen una mejor comprensión acerca de cómo es el quehacer científico y de la naturaleza de la ciencia.

d) Diagrama Heurístico

Si bien es cierto que, en las didácticas constructivistas, en este caso la indagación, se fomenta el desarrollo de las habilidades de pensamiento científico, es cierto también que los reportes de los trabajos prácticos tradicionales son insuficientes para poder evaluarlas. Por lo que varios investigadores han estado trabajando en desarrollar herramientas de evaluación y reportes de los trabajos prácticos que evidencien lo aprendido, así como las habilidades de pensamiento científico, por lo que se han implementado los organizadores gráficos.

Uno de ellos fue Gowin que comenzó a utilizar lo que hoy se conocen como la famosa Ve de Gowin, Ve heurística o epistemológica, en la que se considera el hacer (la metodología) y el pensar (conceptos, filosofía, etc.).

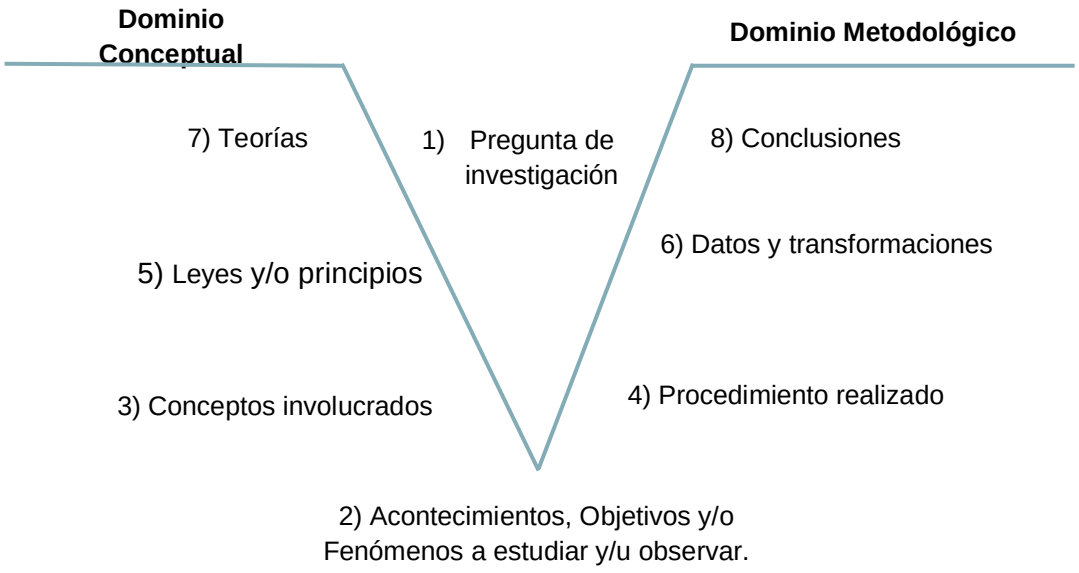


FIGURA 2. REPRESENTACIÓN DE LA VE DE GOWIN

La Ve de Gowin apela al dominio conceptual, apela a lo que ya se sabe sobre el tema y la pregunta, es decir, lo que ya se ha reportado en la literatura especializada. Así como lo describe Chamizo (2017):

- Las aplicaciones (que permite contextualizar el tema)
- El lenguaje (que permite identificar las palabras, es decir, los conceptos fundamentales relacionados tanto con la pregunta como con la respuesta);
- El modelo (a través del cual se está en condiciones de responder a la pregunta).

El dominio metodológico apela a lo que hay que hacer para responder. Considera tres pasos:

- Procedimiento para la obtención de datos, definir qué se va a hacer para contestar. Puede ser una encuesta, una investigación bibliográfica, una o varias entrevistas, uno o varios experimentos.
- Procesamiento de los datos para obtener un resultado. Hay que ordenar los datos obtenidos en una tabla, una gráfica o un diagrama.
- Análisis y conclusión. El procesamiento de los datos permite llegar a una conclusión (únicamente a partir de los datos). (Chamizo, 2017, pág.53)

Sin embargo, esta herramienta ha tenido dificultades en cuanto al llenado por parte de los alumnos. Por lo que autores como Chamizo han realizado mejoras de esta herramienta llegando a lo que hoy se conoce como el Diagrama Heurístico (DH). El DH tiene el propósito de ayudar a los estudiantes (o maestros o investigadores) a comprender su propia investigación, considerando que las preguntas y la resolución de problemas son fundamentales para la actividad científica (Chamizo, 2012). Chamizo añadió una columna de autoevaluación, en la que los alumnos evalúan su desempeño mediante una rúbrica. Algunos autores también han realizado modificaciones de este DH para facilitar el llenado de los alumnos, tal es el caso del que se utiliza para esta investigación (Anexo I) que es tomado del Manual "Experimentos para la enseñanza de la Física con un enfoque de indagación"

(Padilla et al, 2017). La mejora más significativa tiene que ver con preguntas orientadas en cada una de las casillas del DH, con el objetivo de orientar a los alumnos en el llenado y que puedan orientarse en qué paso van en su investigación. Anteriormente Balderrama y Padilla (2019) han trabajado con él y aseguran que ayuda a los estudiantes a representar el proceso de pensamiento por el que ellos pasan cuando piensan sobre el fenómeno, las preguntas, la teoría (aplicaciones, conceptos, modelos), la metodología (la recolección y el procesamiento de los datos y la conclusión), la respuesta, las referencias.

Titulo:		Pts.
Hechos:		
Pregunta:		
Conceptos	Metodología	
Aplicaciones	Recopilación de datos	
Lenguaje	Procesamiento de datos	
Modelos	Conclusión	
Respuesta		
Referencias		
	Autoevaluación	

FIGURA 3. DIAGRAMA HEURÍSTICO (TOMADO DE PÉREZ & CHAMIZO, 2013

IV. METODOLOGÍA

La metodología de esta propuesta didáctica está basada en la planeación y puesta en práctica de cuatro trabajos prácticos, relacionados con los temas del curso de Química IV del Colegio de Ciencias y Humanidades. Dicha asignatura es opcional para los alumnos que cursarán una carrera universitaria enfocada a las ciencias.

Los trabajos experimentales tienen un enfoque de indagación guiada, alcanzando un nivel de apertura 1 y 2, según Buck (tabla 3), con la cual se fomentan las habilidades de pensamiento científico. Esta forma de trabajo se implementó en dos grupos (Grupo A y Grupo B) del Colegio de Ciencias y Humanidades plantel Azcapotzalco, con alumnos de sexto semestre.

Durante todo el semestre se trabajó en conjunto con el Maestro Cesar Robles Haro quien era el profesor titular de los grupos. El trabajo se llevó a cabo a la par con el curso de la materia de práctica docente en la maestría.

El maestro César Robles cubrió, en las clases de teoría, los temas que se abordaron en cada uno de los trabajos prácticos por lo que, los alumnos contaban con las bases teóricas necesarias, para realizar cada uno de los experimentos. Hay que enfatizar que el maestro también tuvo participación directa en el proceso de indagación, sobre todo en la parte del diseño experimental.

Los trabajos experimentales que se planearon y ejecutaron contaban con la siguiente estructura[1]:

I) **Problema**. Se les proporcionaba impreso a los alumnos.

[1] Esta estructura se tomó del manual de "Experimentos para la enseñanza de la Física con un enfoque de indagación". Padilla et al. 2017

II) **Sugerencias para resolver el problema**. Estas sugerencias son claves para el profesor, ya que con ellas guía a los alumnos a la solución del problema.

Las sugerencias se iban proporcionando en la sesión I o II (dependiendo del problema), para que los alumnos lograran plantear su pregunta e hipótesis, y al mismo tiempo, diseñar su experimento. Cabe resaltar que las sugerencias sirven para dar un panorama general a los alumnos, pero en ocasiones, dependiendo del avance y dudas que presentaron, el profesor debía hacer uso de sus conocimientos para hacer que los alumnos plantearán el experimento.

III) **Desarrollo del experimento**. Durante esta sesión los alumnos realizaban el experimento que ellos habían planteado, previamente aprobado por los docentes, acatando las reglas y medidas de seguridad del laboratorio. El profesor siempre estuvo al pendiente de que el experimento se llevará a cabo de manera adecuada y evitar algún accidente.

IV) **Evaluación.** Para evaluar las habilidades de pensamiento científico en los alumnos, el informe de la práctica fue entregado una semana después del experimento. Dicho informe constaba de la entrega de un Diagrama Heurístico (Anexo I), el cual se retomó del manual: Experimentos para la enseñanza de la Física con un enfoque de indagación (Padilla et al. 2017); este diagrama contiene una serie de preguntas en cada apartado que van guiando al alumno a la hora de llenarlo. Con este diagrama se evaluó el avance de los alumnos en cuanto a sus habilidades para plantear preguntas, hipótesis, diseñar experimentos, análisis de resultados y plantear conclusiones. La habilidad de diseñar experimentos se evaluó en equipo, mientras que las demás fueron individualmente.

Las tareas que se llevaron a cabo durante el desarrollo de cada trabajo práctico se muestran en la tabla 6.

TABLA 6. TAREAS LLEVADAS A CABO EN CADA TRABAJO PRÁCTICA

Tarea	La lleva a cabo:
Planteamiento del problema	Profesor (a)
Planteamiento de la pregunta	Alumno
Planteamiento de la hipótesis	Alumno
Planteamiento del experimento	Alumnos (en equipo)/Profesor
Análisis de resultados	Alumno
Conclusión	Alumno

Asimismo, las sesiones de cada trabajo experimental se describen a continuación en la tabla 7. Para cada uno se tuvo diferente número de sesiones, esta diferencia se debió, principalmente, al tiempo que se tenía que cubrir en ese semestre y a que en las últimas propuestas los alumnos contaban con experiencia previa de los trabajos anteriores en el planteamiento de pregunta e hipótesis.

Hay que resaltar que el último trabajo práctico, que en su mayoría se revisó vía remota, fue porque hubo algunos inconvenientes ajenos a este trabajo. Para poder realizarlo, fue factible que la parte del protocolo se realizará vía remota (se utilizó la plataforma Edmodo) en donde se comentaban y discutían los aspectos de la metodología y sólo la práctica experimental se llevó a cabo en el aula.

En el respectivo anexo, correspondientes a cada trabajo experimental, se puede consultar el planteamiento del problema, así como las sugerencias para resolver cada uno.

TABLA 7. DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES LLEVADAS A CABO PARA CADA TRABAJO PRÁCTICA

Trabajos prácticos	Sesión 1	Sesión 2	Sesión 3	Sesión 4
I.Reactividad	Se planteó el problema y se pidió de tarea traer una pregunta individual y una hipótesis. (15 min.)	Se planteó la pregunta e hipótesis. (2h)	Se planteó el experimento. (2h)	Se llevó a cabo el experimento. (2h)
II.Grupos funcionales con oxígeno	Se planteó el problema. Se plantearon preguntas e hipótesis. (2h)	Se revisaron preguntas e hipótesis. También se comenzó el diseño experimental. (2h)	Se revisó el diseño experimental. (1h)	Se llevó a cabo el experimento. (2h)
III.Ésteres	Se planteó el problema. Se planteo la pregunta e hipótesis. El diseño experimental se dejó de tarea. (2h)	Se llevó a cabo el trabajo práctico. (2h)		
IV.Polímeros	Se planteó el problema. Se dejó que la pregunta, hipótesis y diseño experimental de tarea. (30 min). La revisión de los protocolos experimentales se realizó vía internet, utilizando la plataforma Edmodo en dónde los alumnos cargaron los protocolos y fueron retroalimentados por comentarios del profesor.	Se llevo a cabo el experimento (2h)		

Al finalizar el semestre, se aplicó un cuestionario de conocimientos (Anexo V), que consta de un problema relacionado a la última unidad del temario. Dicho cuestionario fue diseñado en conjunto con el maestro César Robles, en el cual se abarcan aspectos teóricos que se abordaron en clases previas a su aplicación. Las instrucciones, de dicho cuestionario, eran precisas para poner en evidencia las habilidades de cada alumno individualmente. El cuestionario constaba de dos partes:

- **Primera parte**. Los alumnos tenían que responder tres preguntas que ponían en evidencia las habilidades de planteamiento de pregunta e hipótesis y el de planteamiento experimental.
- **Segunda parte**. Se pedía a los alumnos que a partir de una tabla de resultados realizaran el análisis de estos y llegaran a una conclusión.

Este cuestionario se aplicó a los alumnos de los dos grupos con los que se trabajó y también se aplicó a un grupo que realizó prácticas similares, pero no con el enfoque de indagación. Esto con el fin de comparar el desarrollo de las habilidades de pensamiento científico en los alumnos con el enfoque de indagación y sin él. Sin embargo, hay que resaltar que los informes que el profesor pedía a los alumnos era en un formato de artículo científico, en el cual se les tomaba en cuenta los siguientes aspectos, que son parecidos a lo que se pide en el diagrama heurístico:

- Hechos
- Pregunta
- Hipótesis
- Conceptos
- Modelo
- Aplicación
- Método
- Registros
- Análisis y

- Conclusiones

Cabe resaltar que en este grupo control solo se tenía una sesión previa en donde se discutía el problema a resolver y se planteaba el experimento, no habiendo sesión para el planteamiento de pregunta e hipótesis.

Y, finalmente, a los dos grupos con los que se trabajó se les aplicó un cuestionario de valoración (Anexo VII). Para realizar este cuestionario se tomó como referencia el de Nieto (2017, pág. 82) y se le realizaron modificaciones con la finalidad de recabar datos acerca de la aceptación de esta forma de trabajo en los alumnos.

En lo que respecta al número de alumnos que participaron en cada una de las practicas, éste fue variable. Por lo que, a continuación, se muestra una tabla con las especificaciones del número de alumnos participantes en cada trabajo práctico, así como en los cuestionarios final y de conocimientos, contando también al grupo control.

TABLA 8. NÚMERO DE ALUMNOS QUE PARTICIPARON EN CADA UNO DE LOS TRABAJOS PRÁCTICOS

Actividad	Grupo A	Grupo B	Grupo control
Trabajo practico I. Reactividad del carbono	15	17	0
Trabajo práctico 2. Identificación de grupos funcionales con oxígeno	16	18	0
Trabajo practico 3. Ésteres	14	18	0
Trabajo práctico 4. Polímeros	16	19	0
Cuestionario de valoración	21	19	0
Cuestionario final	20	21	19

V. RESULTADOS Y ANÁLISIS

En este apartado, se muestran y analizan los resultados derivados de esta investigación con los dos grupos de trabajo que reconoceremos como Grupo A y Grupo B, respectivamente. El análisis está basado en la rúbrica del diagrama heurístico, la cual se encuentra en el Anexo I, junto con el diagrama utilizado para esta investigación.

Para cada práctica se muestra el análisis de resultados de las habilidades de pensamiento científico de interés en esta investigación (planteamiento de pregunta e hipótesis, planteamiento de un diseño experimental, análisis de resultados y conclusión). Asimismo, también se muestran los resultados derivados de un cuestionario de conocimientos que no sólo se aplicó a los grupos de trabajo, sino que también a un grupo control, que no siguió durante el semestre la misma forma de trabajo que los grupos A y B. Y para finalizar, se muestran y analizan los resultados de un cuestionario de valoración, aplicado sólo a los grupos de trabajo para poder tener una visión acerca de la aceptación de la forma de trabajo que se mantuvo durante todo el semestre.

Cabe resaltar que los resultados son individuales de cada uno de los grupos durante el semestre, sin embargo, la muestra para cada una de las prácticas varía de acuerdo a la asistencia de los alumnos por lo que hay variaciones en las muestras para cada práctica y en cada uno de los apartados de las prácticas se especifica ese dato.

Para que el análisis se comprenda mejor, hay que enfatizar que el grupo B, no tuvo ninguna interacción previa sobre de la forma de trabajo. Sin embargo, el grupo A, había tenido interacción un semestre antes con el diagrama heurístico y con la forma de trabajo, no habiendo concluido ningún trabajo experimental por cuestiones ajenas a esta investigación.

a) *Práctica I. Reactividad*

A continuación, se muestran los resultados obtenidos en la primera práctica que se realizó con los dos grupos de trabajo A y B y se analizan de acuerdo a cada una de las habilidades en las que se centró esta investigación. Las muestras para cada grupo son: Grupo A N=15 y Grupo B N=17.

El planteamiento del problema, a grandes rasgos, es: identificar entre dos gases incoloros e inodoros, cuál es el hidrocarburo saturado y cuál el insaturado. El planteamiento del problema, así como las sugerencias para resolverlo, se encuentran en el Anexo II.

Planteamiento de pregunta

Para analizar los datos del planteamiento de preguntas, primero se tomó en cuenta el número de preguntas planteadas inicialmente por los estudiantes, y éstas variaron de una a tres. En el gráfico 1 se muestran los resultados obtenidos.

En el gráfico 1 se muestra el porcentaje de alumnos que plantearon 1, 2 o 3 preguntas para esta práctica. Al ser un problema en el que no se tenían muchas variables, la mayoría de los alumnos (en ambos grupos) lograron plantear al menos una pregunta. A pesar de esto, al menos el 12.50% del grupo A logró plantear tres preguntas relacionadas con el problema de estudio.

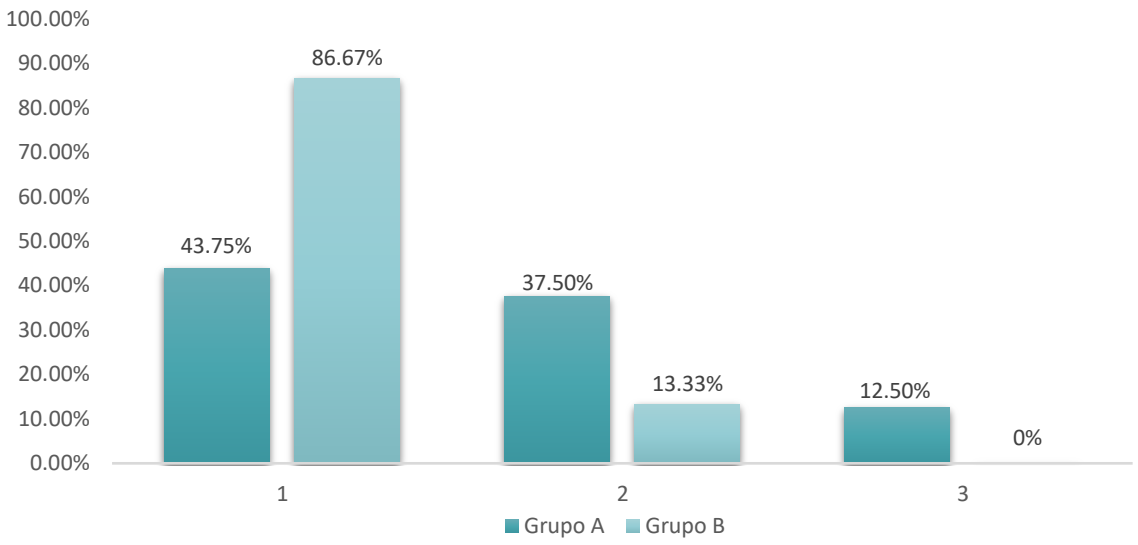


GRÁFICO 1. PORCENTAJE DE PREGUNTAS PLANTEADAS EN LA PRÁCTICA I. REACTIVIDAD

Otro aspecto que se revisó fue el tipo de pregunta, es decir, si las preguntas planteadas son abiertas, semiabiertas o cerradas, ya que el tipo de pregunta es un indicativo de si podrá responder a través de un experimento o no. En el gráfico 2 se presentan los resultados de esta comparación.

Para analizar el gráfico 2, se tomó en cuenta la clasificación de Chamizo (2010). De acuerdo al análisis realizado, a pesar de que es la primera práctica es posible notar que la habilidad del planteamiento de preguntas no es nula. También en dicho gráfico (2) se nota que altos porcentajes en ambos grupos lograron plantear preguntas semiabiertas y abiertas. Analizando los resultados del grupo A, 34.62% planteó preguntas cerradas. Sin embargo, para este mismo grupo hay un 46.1% de preguntas semiabiertas y solamente un porcentaje bajo en ambos grupos (19.23% y 5.88%, en los grupos A y B respectivamente) lograron plantear preguntas del tipo abierto en su primera práctica. Es interesante notar que la gran mayoría del grupo B (94.12%) plantea preguntas semiabiertas. Esto confirma que la habilidad de planteamiento de preguntas no es nula en los alumnos, sino que se necesita trabajar en ella para obtener mejores resultados, que en este caso sería lograr que la habilidad se desarrolle a tal punto que los alumnos logren plantear preguntas

abiertas que se responden a través de realizar un experimento. Esto queda más claro ya que este grupo (B) no había tenido interacción previa con la forma de trabajo ni con el diagrama heurístico.

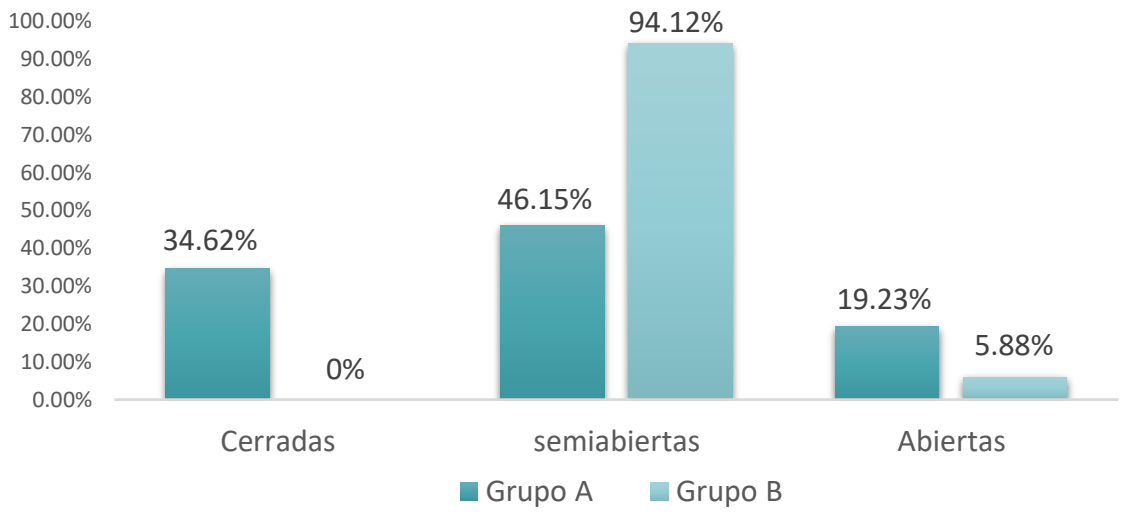


GRÁFICO 2. PORCENTAJE DEL TIPO DE PREGUNTAS PLANTEADAS POR GRUPO. PRÁCTICA I. REACTIVIDAD

Analizando el gráfico 3, podemos darnos cuenta que al ser ésta la primera práctica en la cual los alumnos comienzan a plantear preguntas, los resultados son alentadores al demostrar que la mayoría de los alumnos saben plantear preguntas. Si bien no son perfectas, un alto porcentaje en el grupo B, 82.35%, planteó preguntas basándose en el fenómeno e incluyó los conceptos que se involucran en esta práctica. Asimismo, podemos observar que en el grupo A, un 26.92%, logró plantear una pregunta que además sugiere aspectos metodológicos, mientras que en el grupo B sólo un 17.65%. Si bien estas cifras no son altas, sí nos da un indicio de que la habilidad del planteamiento de pregunta debe desarrollarse más.

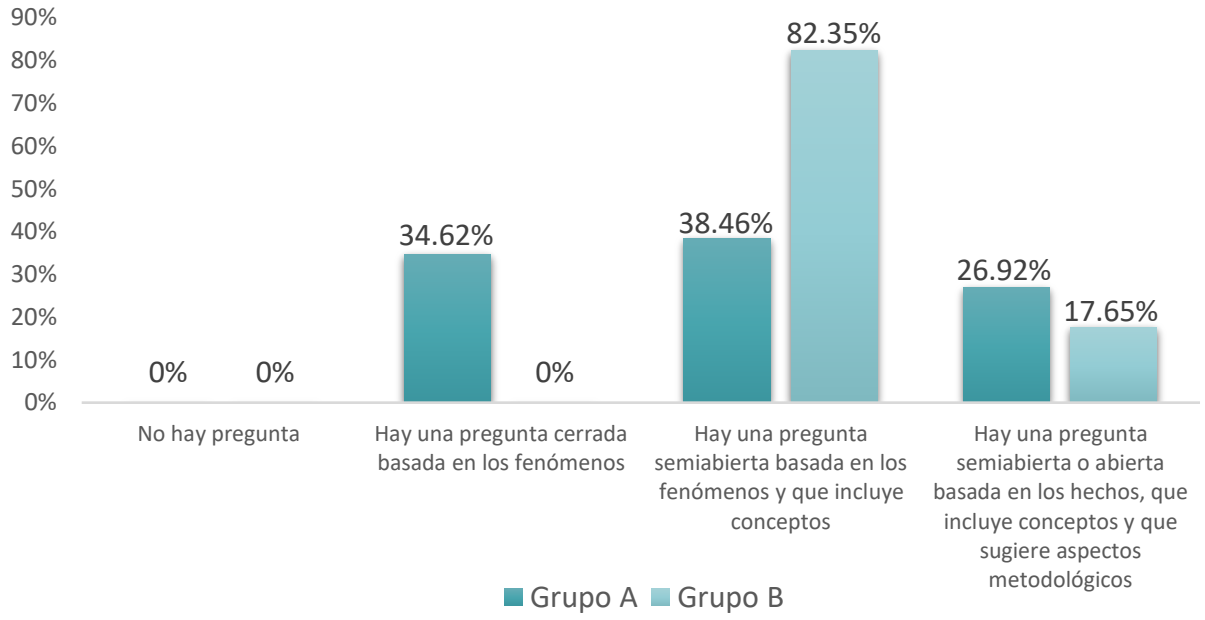


GRÁFICO 3. PORCENTAJE DEL RESULTADO DEL ANÁLISIS DE LAS PREGUNTAS. PRÁCTICA I. REACTIVIDAD

Algunas de las preguntas que plantearon los alumnos del tipo abierto, se colocan a continuación:

"¿Qué proceso debemos llevar a cabo para observar una reacción del Bromo en el hidrocarburo?" Grupo A

"¿Cuál será el comportamiento de los gases Butano que es alcano y etino que es alquino al hacerlos reaccionar con el halógeno Bromo y el compuesto Permanganato de Potasio?" Grupo A

"¿Qué color obtendrán los gases al reaccionar con el permanganato de potasio?" Grupo B

Como podemos observar, las tres preguntas mostradas sugieren los aspectos metodológicos de "hacer reaccionar" a los gases problema. Lo que en principio les hace plantear un diseño experimental para ser respondidas.

Planteamiento de hipótesis

La habilidad de planteamiento de hipótesis es indispensable para conducir una investigación, ya que ésta relaciona a la teoría y los conceptos con el problema a resolver, por lo que los estudiantes planteen una hipótesis nos permite asegurar de alguna manera que tienen bases teóricas para plantear un experimento y relacionar el problema con la teoría. Sin embrago, analizando el gráfico 4, podemos observar que la habilidad de planteamiento de hipótesis para esta primera práctica arroja porcentajes esperados, es decir, de acuerdo con la rúbrica la mayoría de los alumnos (40% en el grupo A y 53.33% en el grupo B), no tienen una idea clara de lo que es una hipótesis ni su estructura. Solamente el grupo A con un 40% y una minoría del grupo B (13.33%) logró plantear buenas hipótesis que se relacionaran con la metodología. Esta diferencia puede atribuirse a que el grupo A ya había trabajado algunos aspectos de este nuevo modelo de aprendizaje.

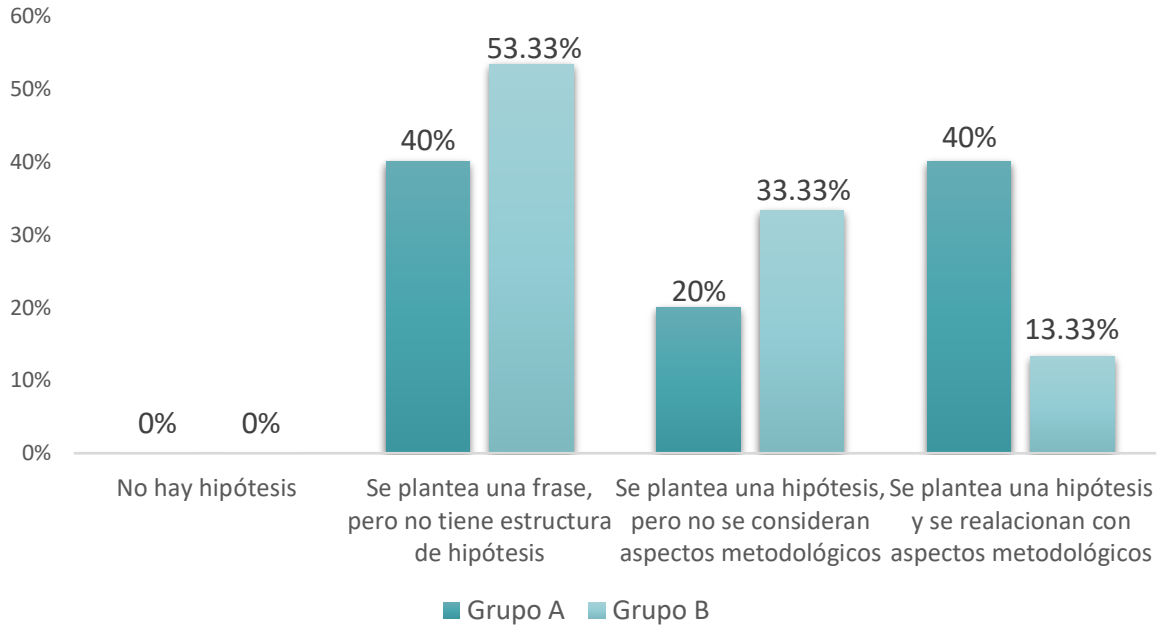


GRÁFICO 4. PORCENTAJE DEL ANÁLISIS DE LAS HIPÓTESIS. PRÁCTICA I. REACTIVIDAD

Algunos ejemplos de las hipótesis mejor planteadas se muestran a continuación:

"Si agrego Bromo o Permanganato de potasio a un hidrocarburo insaturado, entonces habrá un cambio o una reacción porque son altamente reactivos. Pero en el caso de un hidrocarburo saturado no sucederá nada por ser poco reactivo." ***Grupo A***

"Si se agrega Bromo a dos contenedores, uno con butano y otro con etino, resultará en que el etino reaccionara con el Bromo, cambiando el color o la tonalidad de la mezcla, mientras que el butano no reaccionará, demostrando que el butano es un compuesto saturado y el etino uno insaturado". ***Grupo B***

Como se observa, las dos hipótesis dan pie a realizar un experimento para poder ser comprobadas y, además, relacionan el fenómeno con los conceptos importantes que se involucran en el problema.

Diseño experimental

Esta habilidad fue evaluada en equipo, debido a que circunstancias ajenas al diseño de la intervención (tiempo, material y espacios) no permitieron la evaluación individual. Cabe mencionar que para que el procedimiento estuviera bien estructurado y evitar problemas a la hora de llevarlo a cabo, el profesor fue guía durante el proceso en que se diseñó el experimento, por lo que el experimento se aprobaba por éste.

Dicha habilidad también fue analizada por la rúbrica del diagrama heurístico y los resultados se muestran a continuación.

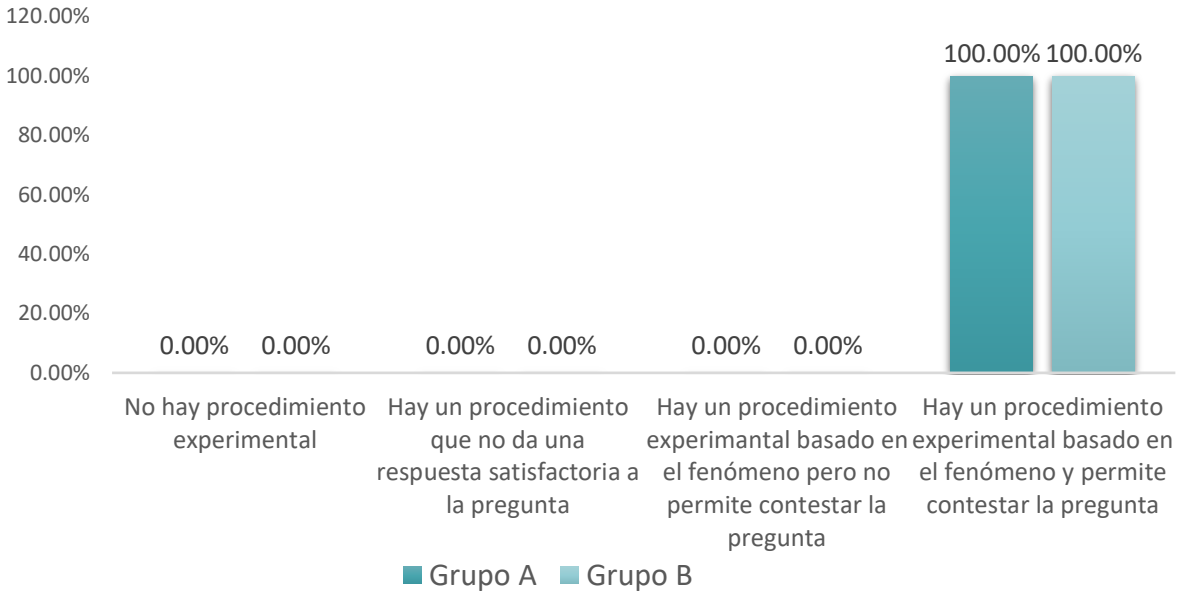


GRÁFICO 5. PORCENTAJE DEL ANÁLISIS DEL PLANTEAMIENTO DE EXPERIMENTO. PRÁCTICA I. REACTIVIDAD

Con base en los resultados del gráfico 5, podemos decir que los procedimientos experimentales planteados para esta práctica fueron satisfactorios para resolver el problema. Esto se debe, en gran medida, a que el problema planteado no tenía mucha dificultad, por lo que los alumnos se basaron en lo que sabían hasta el momento de sus clases de teoría para plantearlo. Además no había muchas variantes de cómo resolver el problema. Asimismo, la intervención constante del profesor fue crucial para que se tuvieran buenos resultados de esta habilidad, el profesor también se aseguró de que los experimentos se realizaran de manera segura.

A continuación, se muestra el procedimiento experimental que planteó un equipo del grupo A para este trabajo práctico. En la Figura 4 se aprecia un procedimiento muy básico, que se fue puliendo con las recomendaciones de profesor y la participación de todo el equipo. Mientras que en la figura 5 podemos apreciar una metodología con mayor detalle, cuidando todos los aspectos experimentales.

D) METODOLOGÍA
D1)¿Qué procedimiento experimental me ayudará a contestar mi(s) pregunta(s)? En una jeringa de 20 mililitros se agregan 15 mililitros de Butano y en otra 15 mililitros de Etino Se añaden 5 mililitros de Bromo a cada uno por intervalo de 1 mililitro por cada minuto Se deja reaccionar por 2 minutos y se observan los cambios ocurridos

FIGURA 4. DISEÑO EXPERIMENTAL INICIAL TRABAJO PRÁCTICO I

D) METODOLOGÍA

D1) ¿Qué procedimiento experimental me ayudará a contestar mi(s) pregunta(s)?

"La Halogenacion de Bromo a Hidrocarburos Saturados e Insaturados"

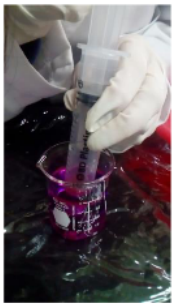
Materiales:

- 2 jeringas de 20ml.
- 15ml de gas (butano o etino).
- 15ml de gas (butano o etino).
- 10ml de bromo liquido o $KMnO_4$ liquido en un vaso de precipitado.
- Cronometro.
- Cinta masking tape.
- Material de laboratorio (bata, lentes de seguridad y guantes de látex o nitrilo)

Procedimiento (Metodología):

1. Para comenzar se coloca el material de protección personal de laboratorio (bata, lentes de seguridad y guantes).
2. Se toma la primera jeringa (A) de 20 ml que contiene en ella los 15ml de gas (hasta entonces desconocido), asegurando la salida de la jeringa con masking tape, para evitar la fuga del gas.

3. Posteriormente se toma la segunda jeringa (B) de 20ml y se rellena con los 15ml de gas (ya sea butano o etino), asegurando de igual manera la salida de esta.
4. Para proseguir, en el vaso de precipitado (que en nuestro caso contiene 10ml de $KMnO_4$) se le añaden 30ml de agua de llave, son sumo cuidado de no derramar la sustancia.
5. Después se toma la jeringa "A" con gas desconocido y se le retira el maskin tape de seguridad, Enseguida y directamente del vaso de precipitado que contiene $KMnO_4$ liquido, agregamos 1ml de la sustancia y agitamos ligeramente tapando con el dedo el orificio de salida de la jeringa.
6. Con cronometro en mano, y pasado un minuto se agrega otro milímetro de $KMnO_4$ y se agita con precaución. Así continuamos agregando cada minuto 1ml de $KMnO_4$, hasta completar la capacidad máxima de la jeringa (20ml).



7. Después de haber llenado la capacidad máxima de la jeringa se observan los cambios dentro de ella y se determina la especificidad del gas contenido (butano o etino), y los resultados obtenidos de anotan en una tabla de resultados.
8. A continuación tomamos la jeringa "B" y repetimos los pasos del 5 al 7, concluyendo así el procedimiento experimental.

FIGURA 5. DISEÑO EXPERIMENTAL TRABAJO PRÁCTICO I.

Los resultados se muestran en el siguiente gráfico.

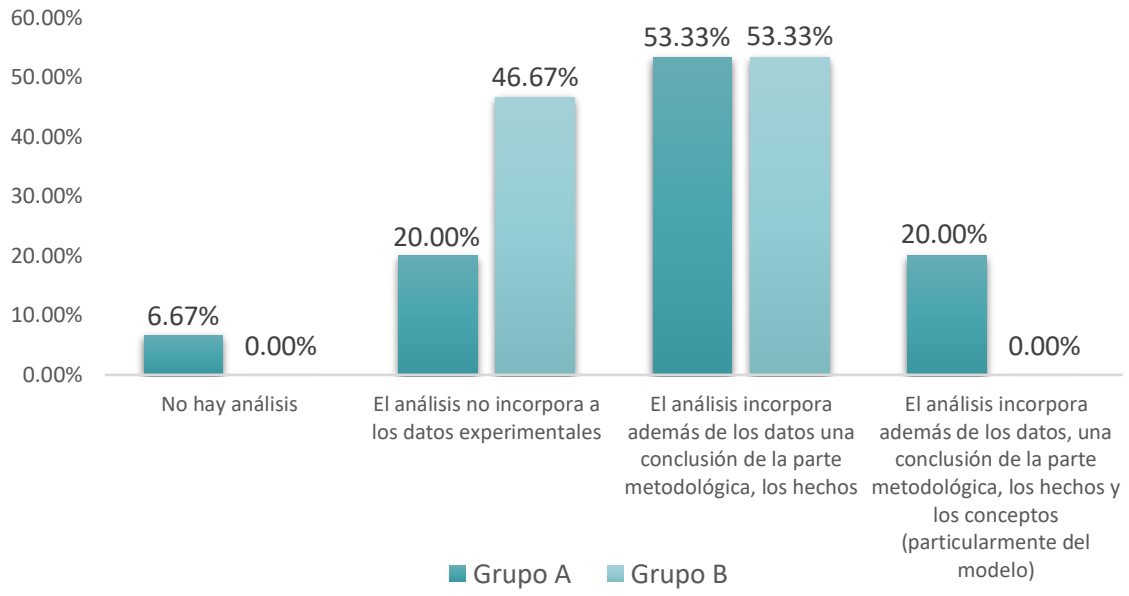


GRÁFICO 6. PORCENTAJE DEL ANÁLISIS DE RESULTADOS. PRÁCTICA I. REACTIVIDAD

En un principio, se esperaría que al analizar los datos de los porcentajes en ambos grupos fueran altos para los primeros campos de la rúbrica, es decir, los que evidencian que las habilidades no están desarrolladas o son nulas. No obstante, con lo que se observa en el gráfico anterior, se puede afirmar que lo dicho anteriormente no se cumple ya que el Grupo A es el único grupo en el que el 6.67% de los alumnos no realizaron un análisis de los resultados obtenidos. A pesar de esto, en este grupo el 20% logró realizar un buen análisis de sus resultados. Asimismo, se observa que un 53.33% de los alumnos en ambos grupos lograron, al menos en su primer análisis de resultados realizado en el semestre, incorporar los datos que obtuvieron y hacen notar algunos detalles de sus metodologías planteadas. Las habilidades están en constate desarrollo y la didáctica de indagación favorece, en gran medida, que éstas se sigan desarrollando.

Conclusiones

Para el análisis de resultados de las conclusiones planteadas, se volvió a tomar como referencia la rúbrica del diagrama heurístico. Los resultados se muestran a continuación en el gráfico 7.

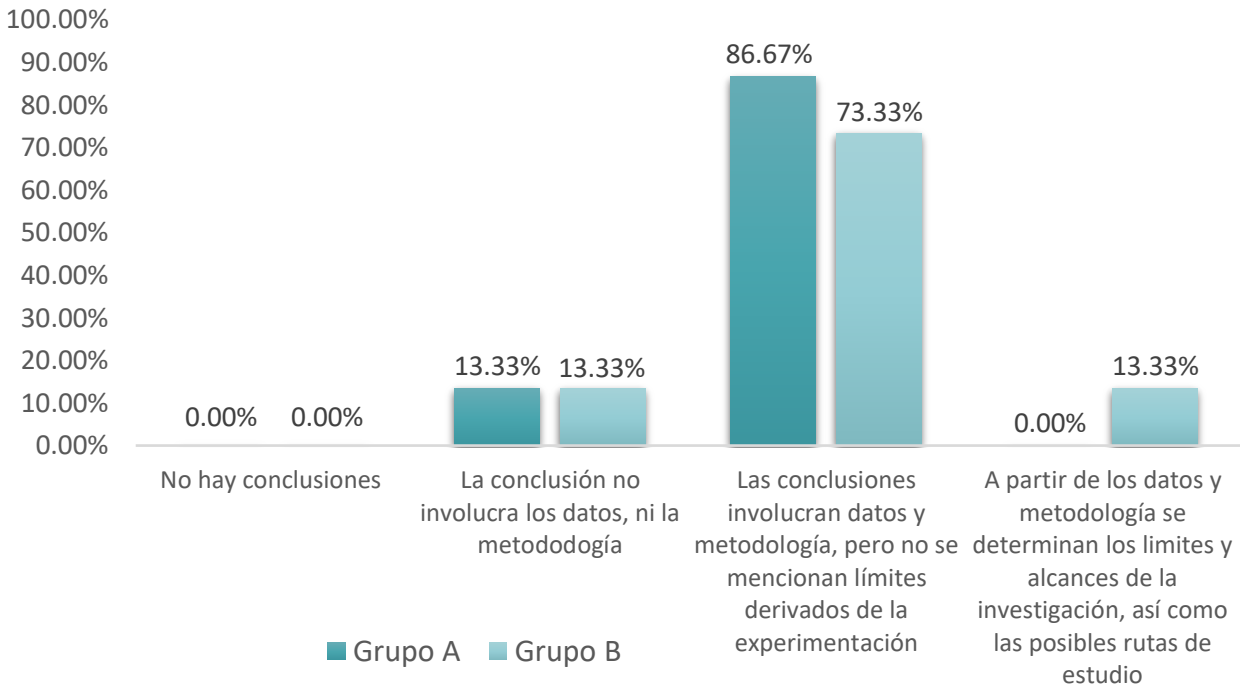


GRÁFICO 7. PORCENTAJE DE LAS CONCLUSIONES PLANTEADAS. PRÁCTICA I. REACTIVIDAD

Con base en el gráfico 7, se puede decir que, a pesar de que esta práctica es la primera, los alumnos en ambos grupos tienen un nivel muy aceptable en la habilidad de redactar una conclusión. En ambos grupos los porcentajes más altos (grupo A 86.67% y Grupo B 73.33%) alcanzan una compresión de los límites de su investigación e involucran los datos. Hay que rescatar que, a pesar de eso, el grupo B con un 13.33% logró dar posibles rutas de estudio tomando como referencia las limitaciones en su investigación. Algunos ejemplos de estas conclusiones se muestran a continuación:

La identificación de los hidrocarburos en este caso resultó exitosa al contar con el reactivo adecuado y las correctas capacidades de reactividad de cada gas en particular lo que resulto en una identificación debido al cambio o mantenimiento de color del oxidante. Respecto a la hipótesis podemos decir que si pudimos utilizar la propiedad de la reactividad de cada hidrocarburo para poder identificarlo, pero otras propiedades como el punto de fusión no se pudieron considerar debido a la complejidad de obtener las temperaturas necesitadas. Pero recordemos que estos gases no son los únicos hidrocarburos lo que quiere decir que tal vez el reactivo empleados no funcione para todos ellos pudiendo incluso presentar cambios ligeros en un alcano, la respuesta a esto seria encontrar el correcto reactivo mediante la investigación de estos." Grupo B

La conclusión mostrada engloba los aspectos que describe la rúbrica. Hay que recalcar que el grupo B que logró un porcentaje en el ámbito más alto, no había tenido interacción previa con esta forma de trabajo.

b) Práctica II. Grupos funcionales con oxígeno

En esta práctica se tuvo una muestra de estudiantes de N=16 en del grupo A, mientras que el grupo B N=18.

Las implicaciones para esta práctica son más complejas que en el trabajo práctico anterior, debido a que para solucionar el problema se necesitan plantear más de 4 pruebas experimentales. El planteamiento del problema, en síntesis, era identificar tres sustancias y clasificarlas en: alcohol (primario, secundario y/o terciario), cetona, aldehído, éter, éster o un ácido carboxílico. Los detalles, así como las sugerencias para poder resolverlo, se encuentran en el anexo III.

Hay que resaltar que, para esta práctica, una de las sugerencias que los profesores enfatizaron en los alumnos fue que se debía plantear una pregunta y una hipótesis

por cada prueba que planeaban realizar, por lo que en este trabajo práctico se tiene un mayor número de preguntas planteadas y de hipótesis.

Planteamiento de pregunta

Esta práctica se caracteriza por su complejidad porque los alumnos debían plantear varías pruebas experimentales para dar solución al problema. Los profesores invitaron a los alumnos a que plantearan una pregunta por cada prueba que pensaban realizar a cada una de las sustancias problema.

Para el análisis de las preguntas planteadas, se tomó en cuenta: el número de preguntas que propusieron, posteriormente, éstas se analizaron de acuerdo a la clasificación de Chamizo, et. al. (2007), y, finalmente, se procesaron con base en la rúbrica del diagrama heurístico.

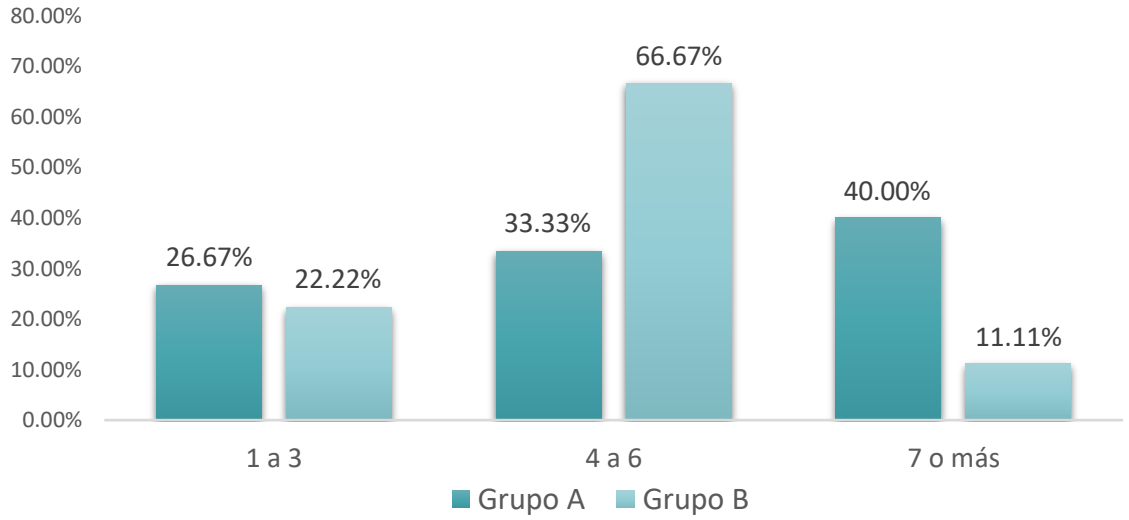


GRÁFICO 8. PORCENTAJE DEL NÚMEROS DE PREGUNTAS PLANTEADAS. PRÁCTICA II. GRUPOS FUNCIONALES CON OXÍGENO

Tomando en cuenta los datos que se muestran en el gráfico 8, podemos notar que la cantidad de preguntas planteadas varía entre 1 o más de 7 preguntas en ambos grupos, aunque la media se encuentra entre 4 y 6.

Analizando los datos se observa que los porcentajes de 26.67% y 22.22% para el grupo A y B, respectivamente, sólo plantearon entre una o tres preguntas. Estos porcentajes no se esperaban, ya que debido a la complejidad del problema y a que no sólo era factible realizar una prueba experimental para poder resolverlo, se esperaba que se planteara una pregunta por prueba experimental, en este caso cuatro preguntas para cuatro pruebas, como mínimo. A pesar de esto, el grupo B con un 66.67% planteó entre 4 a 6 preguntas, mientras que solamente el 33.33% del grupo A llegó a este resultado. Sin embargo, el grupo A se ve compensado al ver que un 40.0% llegó a plantear más de 7 preguntas, mientras que sólo el 11.11% del grupo B lo hizo. Aquí hay que hacer hincapié en que, aunque hay un alto número de preguntas planteadas, no significa que todas sirvan para llevar a cabo la investigación, pero da indicios de que al menos los alumnos estructuran más de una pregunta.

Posteriormente del conteo y clasificación, se analizó el tipo de preguntas que se plantearon de acuerdo a la clasificación de Chamizo (2007). Este análisis derivó en los siguientes resultados que se muestran en el gráfico 9.

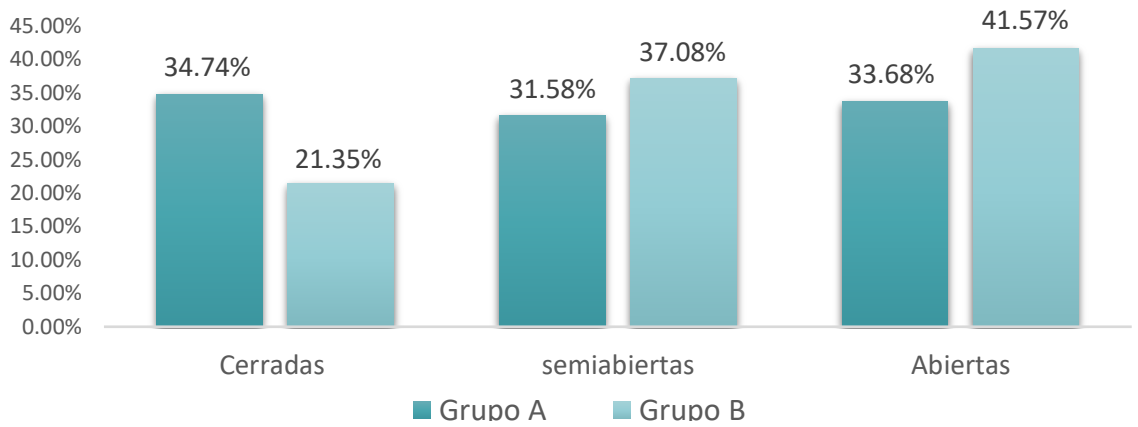


GRÁFICO 9. PORCENTAJE DE LA CLASIFICACIÓN DEL TIPO DE PREGUNTAS PLANTEADAS. PRACTICA II. GRUPOS FUNCIONALES CON OXÍGENO

Observando el gráfico 9, podemos percatarnos que a pesar de que en esta práctica se planteó una gran cantidad de preguntas, en ambos grupos, no todas son buenas. Si se analizan los resultados por grupo, podemos darnos cuenta que el grupo B, es

el que planteó más preguntas abiertas con un 41.57%, mientras que en el grupo A sólo el 33.68% logró proponer este tipo de preguntas. Asimismo, se observa que el Grupo A fue el que planteó mayor número de preguntas cerradas con un 34.74% y 21.35% el grupo B. En lo que respecta a las preguntas semiabiertas los porcentajes rondan en el mismo orden de magnitud con un 31.58% para el grupo A y para el grupo B un 37.08%.

Algunas preguntas que los alumnos plantearon se encuentran a continuación:

¿Qué punto de ebullición posee una Cetona?

Cerrada Grupo A

¿cómo descartar que 3 sustancias líquidas, incoloras y sin etiquetar sean alcoholes primarios o secundarios a partir de reacciones de oxidación?

Semiabierta Grupo A

¿Se oxidan fácilmente estas sustancias? ***Abierta Grupo A***

¿Qué sustancias reaccionan frente al permanganato de potasio (KMnO4)?

Cerrada Grupo B

¿Cómo conocer el punto de ebullición de cada sustancia problema?

Semiabierta Grupo B

¿Qué sustancias problema reaccionan frente al KMnO4 (permanganato de potasio)?

Abierta grupo B

Finalmente, para poder tener un análisis más completo, se procesaron todas las preguntas planteadas para poder clasificarlas de acuerdo a la rúbrica del diagrama heurístico y se obtuvieron los siguientes resultados que se muestran en el gráfico 10. Con base en este gráfico, podemos manifestar que las preguntas planteadas ya sean abiertas o semiabiertas que sugieren aspectos metodológicos, en ambos grupos, difieren mínimamente en un 0.52%. Las preguntas cerradas no difieren con el gráfico 9, mientras que las preguntas semiabiertas difieren, ya que algunas preguntas de este tipo sugieren aspectos metodológicos que podemos clasificar en otro campo de la rúbrica del diagrama heurístico.

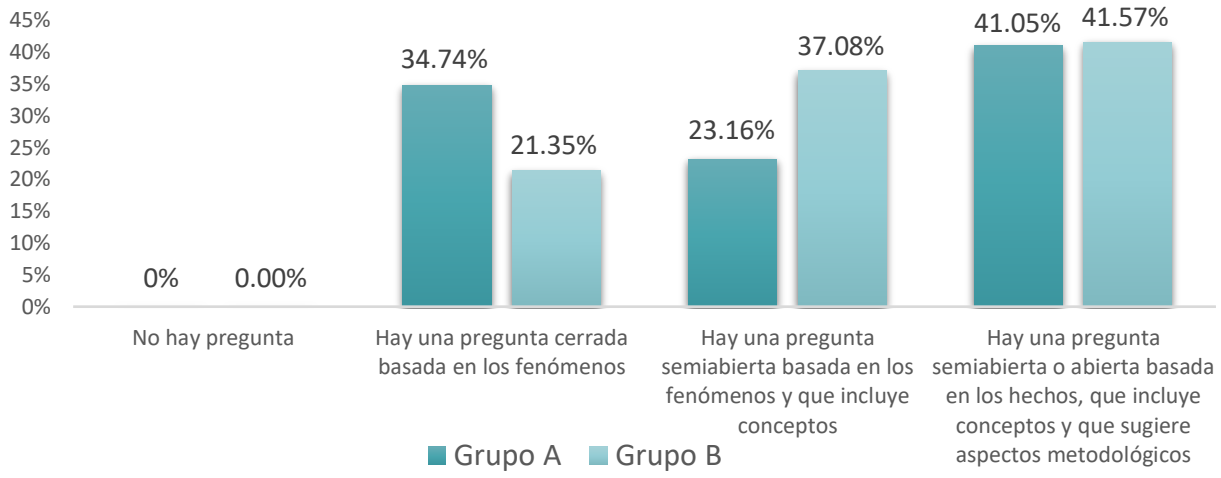


GRÁFICO 10. PORCENTAJE DEL ANÁLISIS DE LAS PREGUNTAS. PRÁCTICA II. GRUPOS FUNCIONALES CON OXÍGENO

Algunas de las preguntas que mejor se ajustaron al puntaje más alto de la rúbrica, preguntas semiabiertas, se muestran a continuación:

"¿Al agregar un oxidante fuerte a cualquiera de las sustancias al menos una reaccionará?" ***Grupo A***

*¿Qué sustancias reaccionan frente al $KMnO_4$ (permanganato de potasio)?****Grupo B***

Aunque las preguntas anteriormente citadas parezcan ser sencillas, éstas implican que, para poder responderlas, las sustancias problema deben someterse a las pruebas físicas y/o químicas que se insinúan, por lo tanto, llevará a los alumnos a plantear un diseño experimental y realizarlo para poder responderlas.

Planteamiento de hipótesis

Siguiendo la misma dinámica que en el planteamiento de la pregunta, se les sugirió a los alumnos que plantearan una hipótesis por cada prueba que pensaban realizar. Por lo tanto, tenemos dos gráficos, uno que se centra en el número de hipótesis

planteadas y otro en donde se analizan las hipótesis de acuerdo a la rúbrica. Dichos gráficos se muestran a continuación.

En el gráfico 11, los porcentajes más altos en ambos grupos se encuentran en el planteamiento de cuatro a seis hipótesis, con un 44.44% para el grupo A y un 83.33% del grupo B. Sin embargo, un porcentaje considerable del 22.22% de los alumnos del grupo A planteó de 1 a 3 preguntas, pero, a pesar de esto, en ese mismo grupo un porcentaje considerable del 27.78% planteó de 7 a más hipótesis, mientras que el grupo B sólo un 11.11% alcanzó este nivel.

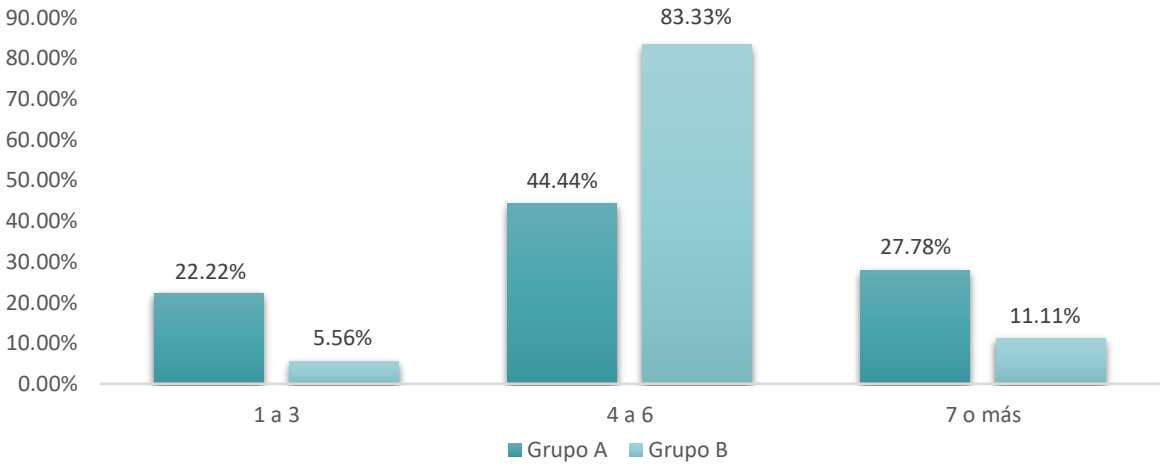


GRÁFICO 11. PORCENTAJE DEL NÚMERO DE HIPÓTESIS. PRÁCTICAS II. GRUPOS FUNCIONALES CON OXÍGENO

Si bien es cierto que el número de hipótesis planteadas no da certeza de que éstas estén bien estructuradas, si habla de que los alumnos se arriesgan más a plantearlas. Por tal motivo, cada una de las hipótesis que los alumnos plantearon se analizó y clasificó de acuerdo con la rúbrica del diagrama heurístico, obteniendo así el gráfico 12.

Los resultados del análisis de las hipótesis planteadas y analizadas con la rúbrica de trabajo se destacan en el grafico 12, en donde podemos observar que los resultados son bastante similares en ambos grupos, todos los alumnos plantearon hipótesis. Como se mencionó con anterioridad, que todos los alumnos plantearan

hipótesis no significa que todas estén bien estructuradas o que todas estén bien, esto se puede notar en el segundo campo de la rúbrica en el que se obtuvieron porcentajes de 23.89% para el grupo A y 15.91% del grupo B, las hipótesis de este campo sólo son frases sin la estructura de hipótesis.

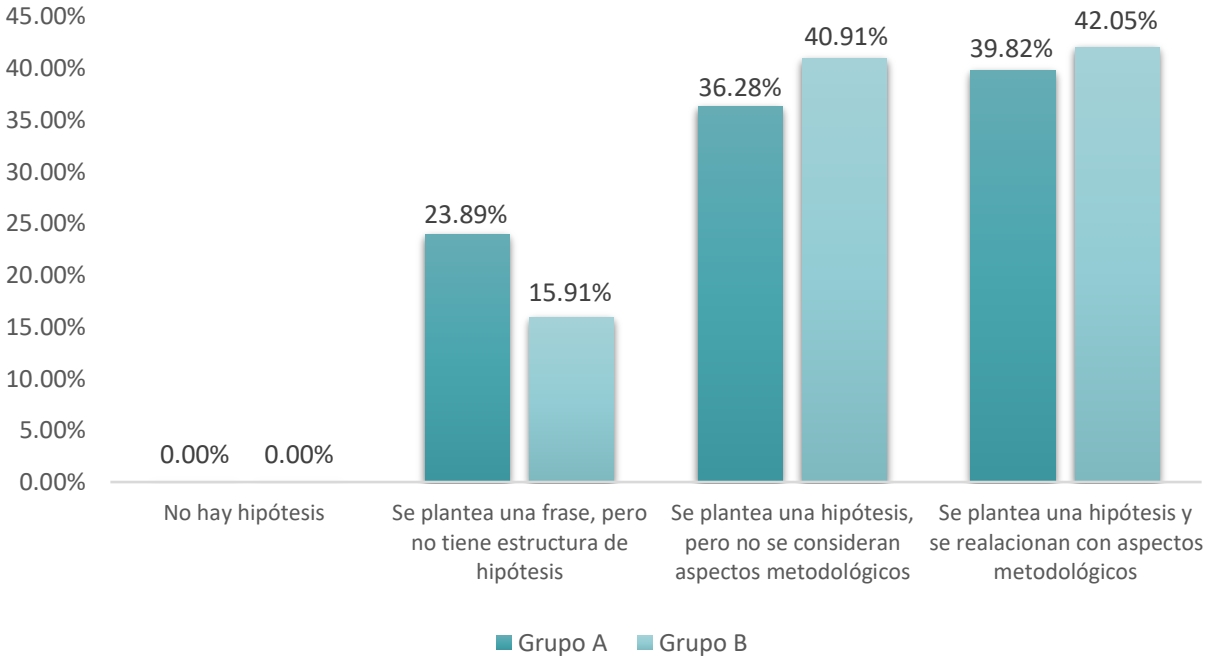


GRÁFICO 12. PORCENTAJE DEL ANÁLISIS DE LAS HIPÓTESIS . PRÁCTICA II. GRUPOS FUNCIONALES CON OXÍGENO

A continuación, se muestran algunos ejemplos de las frases que no se consideran hipótesis:

"A partir de la prueba en el nivel de pH de la sustancia, y de la colocación de sustancias básicas comprobaremos que la sustancia no contiene un grupo funcional con una alta acidez, en este caso el Ácido" ***Grupo A***

"Aplicar la prueba de Lucas nos ayudará a determinar que tenemos un alcohol terciario" ***Grupo B***

Si leemos detalladamente las frases anteriores, podemos descartar que son hipótesis, debido a la falta de estructura así como de una predicción de lo que

esperamos observar si hacemos determinado experimento, además estas hipótesis no son útiles debido a la falta de relación con los aspectos metodológicos que sugieren para poder ser comprobadas.

En lo que respecta al planteamiento de la hipótesis que tienen estructura, pero no consideran aspectos metodológicos, los porcentajes sólo difieren un 4.63% del grupo B al grupo A. Y finalmente en el ámbito más alto de la rúbrica se encuentra que los porcentajes son más altos, lo que da indicios de que los alumnos comienzan a relacionar los aspectos metodológicos. El grupo B lo logró el 42.05%, mientras que en el grupo A sólo el 39.82%. Si bien lo ideal es que un porcentaje de alumnos alcance dicho nivel en el planteamiento de hipótesis, también es significativo que menos del 25% de los alumnos, en ambos grupos, aún no sepan plantear hipótesis.

Algunos ejemplos de las hipótesis mejor planteadas se muestran a continuación:

Si al agregarle a las sustancias desconocidas el reactivo Tollens forma un espejo de plata por la oxidación que se produjo, entonces nuestra sustancia es un aldehído ya que es el único grupo funcional que reacciona de esta forma. ***Grupo A***

Si hay presencia de ácidos carboxílicos se identificaran con Yodato-Yoduro esta reacción producirá yodo molecular, que se reconocerá por la coloración azul que adquiere al agregarle una solución de almidón. ***Grupo A***

Si al medir el pH de cada una de las tres sustancias, alguna de ellas tiene un pH menor a 7, entonces esta sustancia posiblemente se descartaría como un acido carboxílico. Pero si la sustancia tiene un pH igual o cercano a 7, entonces tendremos la posibilidad de tener un alcohol, un aldehído, una cetona, un éster o un éter. ***Grupo B***

Si al mezclar las sustancias con reactivo de Lucas (ZnCl2disueltoenHCl) alguna se vuelve turbia rápidamente se trata de un alcohol terciario, si la reacción tarda unos minutos se trata de un alcohol secundario, y si la reacción permanece inerte se puede tratar de un alcohol primario o de cualquier otra sustancia. ***Grupo B***

Como se puede apreciar en las hipótesis anteriores, los alumnos ya comienzan a relacionar aspectos metodológicos de cómo es que hay que proceder para solucionar el problema, asimismo, también comienzan a englobar los conceptos relacionados con cada prueba.

Diseño experimental

Para el diseño experimental en esta práctica, se orientó a los alumnos para que diseñaran un protocolo por cada prueba que pensaban realizar para identificar sus sustancias; dichas pruebas eran físicas y químicas. Por lo tanto, al no tener que hacer un solo procedimiento experimental, los alumnos debían decidir cuántas pruebas físicas y químicas eran necesarias para poder resolver el problema. Lo que llevó a tener discusiones en sus equipos de trabajo. Los alumnos proponían e iban descartando o aumentando de acuerdo con las discusiones, hasta llegar a un consenso por equipo de las pruebas que se realizarían. A continuación, se muestran los resultados.

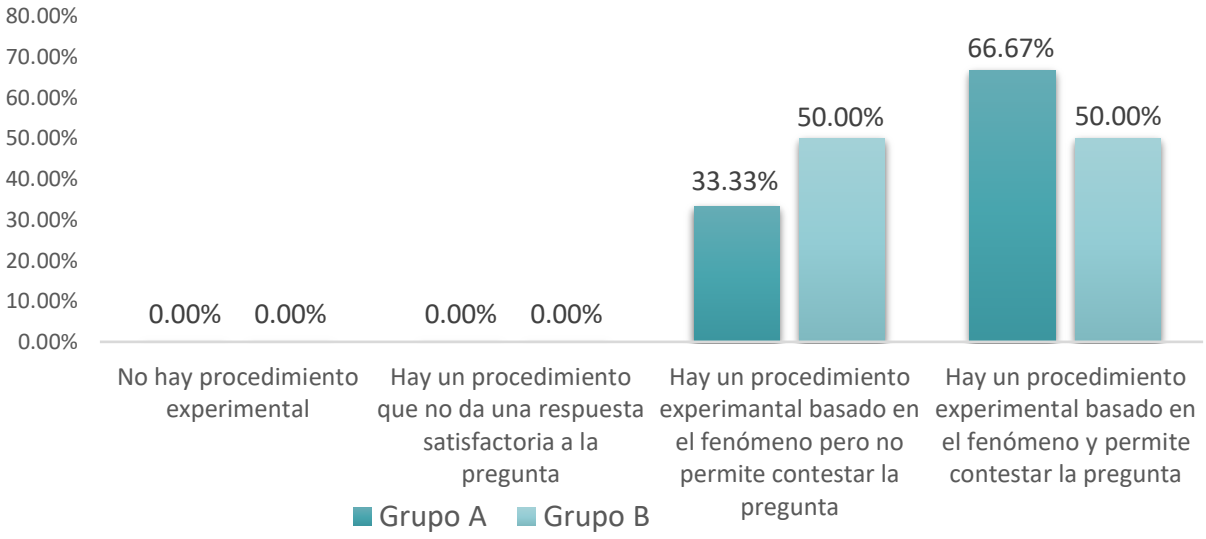


GRÁFICO 13. PORCENTAJE DEL ANÁLISIS DEL DISEÑO EXPERIMENTAL . PRÁCTICA II. GRUPOS FUNCIONALES CON OXÍGENO

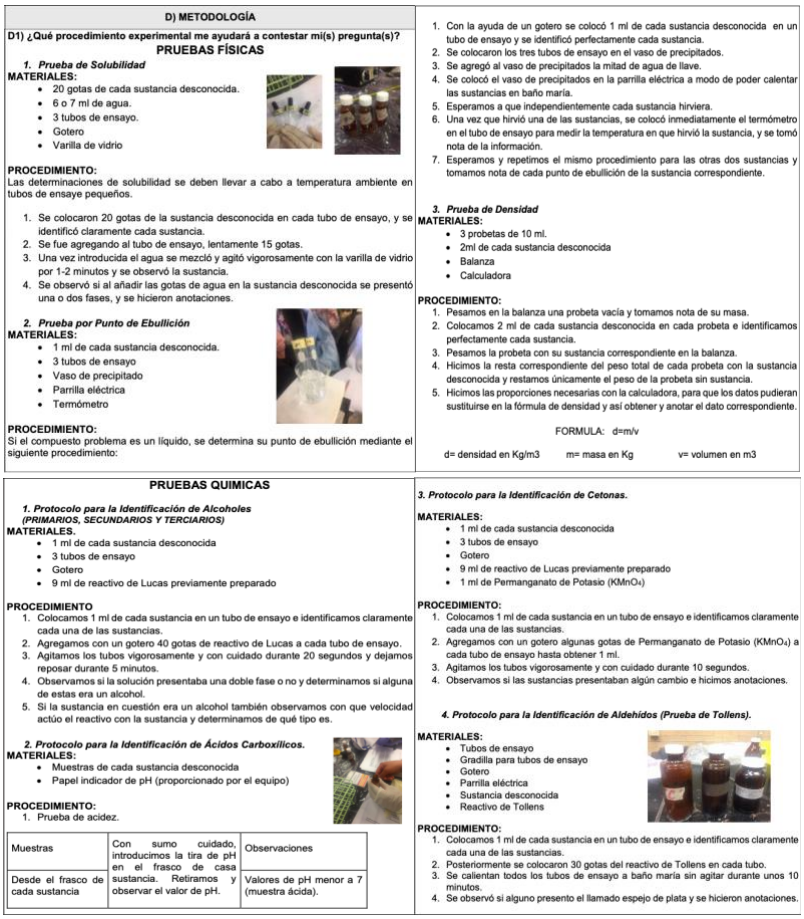
En el gráfico 13, se observa que el 100% de los equipos de ambos grupos de trabajo, se basaron en el fenómeno para diseñar su experimento. Sin embargo, no todos los diseños experimentales logran responder la pregunta de investigación, debido a que en algunos casos las pruebas planteadas no fueron suficientes para dar una solución satisfactoria al problema. Tomando esto en cuenta el 33.33% del grupo A y el 50% del grupo B, propusieron un diseño experimental que no fue satisfactorio, esto no quiere decir que estuvieran mal, sino que las pruebas planteadas no fueron suficientes para poder dar una solución satisfactoria al problema planteado.

A continuación, se muestran dos procedimientos experimentales de dos alumnos cuyos procedimientos son distintos. En la figura 6, se puede apreciar un diseño experimental en el que sólo se toman en cuenta 4 pruebas y en las que no se detalla lo que realizarán en cada una de las pruebas, así como la falta del material y reactivos que utilizarán. Asimismo, en la figura 7 se muestra un diseño experimental en el que los alumnos de ese equipo toman en cuenta pruebas físicas como químicas para poder resolver el problema de manera satisfactoria.

D1) ¿Qué procedimiento experimental me ayudara a contestar mis preguntas?

1. Una oxidación con permanganato de potasio.
2. Prueba de solubilidad con agua. Identificar si hay una fase o dos.
3. Ya que no se contaba con el equipo, recurrimos a una prueba de pH con fenolftaleína.
4. Prueba de ebullición por medio de un baño maría para calentar las sustancias.

FIGURA 6. DISEÑO EXPERIMENTAL INEFICIENTE PRÁCTICA II



D) METODOLOGÍA

D1) ¿Qué procedimiento experimental me ayudará a contestar mi(s) pregunta(s)?

PRUEBAS FÍSICAS

1. Prueba de Solubilidad

MATERIALES:

- 20 gotas de cada sustancia desconocida.
- 6 o 7 ml de agua.
- 3 tubos de ensayo.
- Gotero
- Varilla de vidrio

PROCEDIMIENTO:

Las determinaciones de solubilidad se deben llevar a cabo a temperatura ambiente en tubos de ensaye pequeños.

1. Se colocaron 20 gotas de la sustancia desconocida en cada tubo de ensayo, y se identificó claramente cada sustancia.
2. Se fue agregando al tubo de ensayo, lentamente 15 gotas.
3. Una vez introducida el agua se mezcló y agitó vigorosamente con la varilla de vidrio por 1-2 minutos y se observó la sustancia.
4. Se observó si al añadir las gotas de agua en la sustancia desconocida se presentó una o dos fases, y se hicieron anotaciones.

2. Prueba por Punto de Ebullición

MATERIALES:

- 1 ml de cada sustancia desconocida.
- 3 tubos de ensayo
- Vaso de precipitado
- Parrilla eléctrica
- Termómetro

PROCEDIMIENTO:

Si el compuesto problema es un líquido, se determina su punto de ebullición mediante el siguiente procedimiento:

1. Con la ayuda de un gotero se colocó 1 ml de cada sustancia desconocida en un tubo de ensayo y se identificó perfectamente cada sustancia.
2. Se colocaron los tres tubos de ensayo en el vaso de precipitados.
3. Se agregó al vaso de precipitados la mitad de agua de llave.
4. Se colocó el vaso de precipitados en la parrilla eléctrica a modo de poder calentar las sustancias en baño maría.
5. Esperamos a que independientemente cada sustancia hirviera.
6. Una vez que hirvió una de las sustancias, se colocó inmediatamente el termómetro en el tubo de ensayo para medir la temperatura en que hirvió la sustancia, y se tomó nota de la información.
7. Esperamos y repetimos el mismo procedimiento para las otras dos sustancias y tomamos nota de cada punto de ebullición de la sustancia correspondiente.

3. Prueba de Densidad

MATERIALES:

- 3 probetas de 10 ml.
- 2ml de cada sustancia desconocida
- Balanza
- Calculadora

PROCEDIMIENTO:

1. Pesamos en la balanza una probeta vacía y tomamos nota de su masa.
2. Colocamos 2 ml de cada sustancia desconocida en cada probeta e identificamos perfectamente cada sustancia.
3. Pesamos la probeta con su sustancia correspondiente en la balanza.
4. Hicimos la resta correspondiente del peso total de cada probeta con la sustancia desconocida y restamos únicamente el peso de la probeta sin sustancia.
5. Hicimos las proporciones necesarias con la calculadora, para que los datos pudieran sustituirse en la fórmula de densidad y así obtener y anotar el dato correspondiente.

FORMULA: d=m/v

d= densidad en Kg/m3 m= masa en Kg v= volumen en m3

PRUEBAS QUIMICAS

1. Protocolo para la Identificación de Alcoholes (PRIMARIOS, SECUNDARIOS Y TERCIARIOS)

MATERIALES.

- 1 ml de cada sustancia desconocida
- 3 tubos de ensayo
- Gotero
- 9 ml de reactivo de Lucas previamente preparado

PROCEDIMIENTO

1. Colocamos 1 ml de cada sustancia en un tubo de ensayo e identificamos claramente cada una de las sustancias.
2. Agregamos con un gotero 40 gotas de reactivo de Lucas a cada tubo de ensayo.
3. Agitamos los tubos vigorosamente y con cuidado durante 20 segundos y dejamos reposar durante 5 minutos.
4. Observamos si la solución presentaba una doble fase o no y determinamos si alguna de estas era un alcohol.
5. Si la sustancia en cuestión era un alcohol también observamos con que velocidad actúo el reactivo con la sustancia y determinamos de qué tipo es.

2. Protocolo para la Identificación de Ácidos Carboxílicos.

MATERIALES:

- Muestras de cada sustancia desconocida
- Papel indicador de pH (proporcionado por el equipo)

PROCEDIMIENTO:

1. Prueba de acidez.

Muestras	Con sumo cuidado, introducimos la tira de pH en el frasco de casa sustancia. Retiramos y observar el valor de pH.	Observaciones
Desde el frasco de cada sustancia		Valores de pH menor a 7 (muestra ácida).

3. Protocolo para la Identificación de Cetonas.

MATERIALES:

- 1 ml de cada sustancia desconocida
- 3 tubos de ensayo
- Gotero
- 9 ml de reactivo de Lucas previamente preparado
- 1 ml de Permanganato de Potasio ($KMnO_4$)

PROCEDIMIENTO:

1. Colocamos 1 ml de cada sustancia en un tubo de ensayo e identificamos claramente cada una de las sustancias.
2. Agregamos con un gotero algunas gotas de Permanganato de Potasio ($KMnO_4$) a cada tubo de ensayo hasta obtener 1 ml.
3. Agitamos los tubos vigorosamente y con cuidado durante 10 segundos.
4. Observamos si las sustancias presentaban algún cambio e hicimos anotaciones.

4. Protocolo para la Identificación de Aldehídos (Prueba de Tollens).

MATERIALES:

- Tubos de ensayo
- Gradilla para tubos de ensayo
- Gotero
- Parrilla eléctrica
- Sustancia desconocida
- Reactivo de Tollens

PROCEDIMIENTO:

1. Colocamos 1 ml de cada sustancia en un tubo de ensayo e identificamos claramente cada una de las sustancias.
2. Posteriormente se colocaron 30 gotas del reactivo de Tollens en cada tubo.
3. Se calientan todos los tubos de ensayo a baño maría sin agitar durante unos 10 minutos.
4. Se observó si alguno presento el llamado espejo de plata y se hicieron anotaciones.

FIGURA 7. DISEÑO EXPERIMENTAL MÁS COMPLETO DE LA PRÁCTICA II

Análisis de resultados

En el del gráfico 14 se presentan los resultados del análisis de resultados y se observa que un porcentaje del 5.56%, del grupo B, no realizó el análisis y ninguno de los dos grupos logró satisfacer el campo más alto de la rúbrica. Las diferencias en esta habilidad son muy marcadas, ya que el grupo A fue el que llegó a un campo más alto de la rúbrica (a comparación del grupo B) con 70.59% los alumnos lograron integrar una pequeña conclusión de la parte metodológica, en algunos casos los alumnos discutían que sus diseños experimentales no eran eficientes debido a que les faltó plantear más pruebas que les ayudaran a resolver el problema. Sólo el 16.67% del grupo B logró integrar estos aspectos.

El grupo B con un 77.78% ni siquiera incorporó los datos que obtuvo durante la experimentación, lo que lleva a pensar en un retroceso de esta habilidad. En el grupo A sólo el 23.53% alcanzó este campo en la rúbrica.

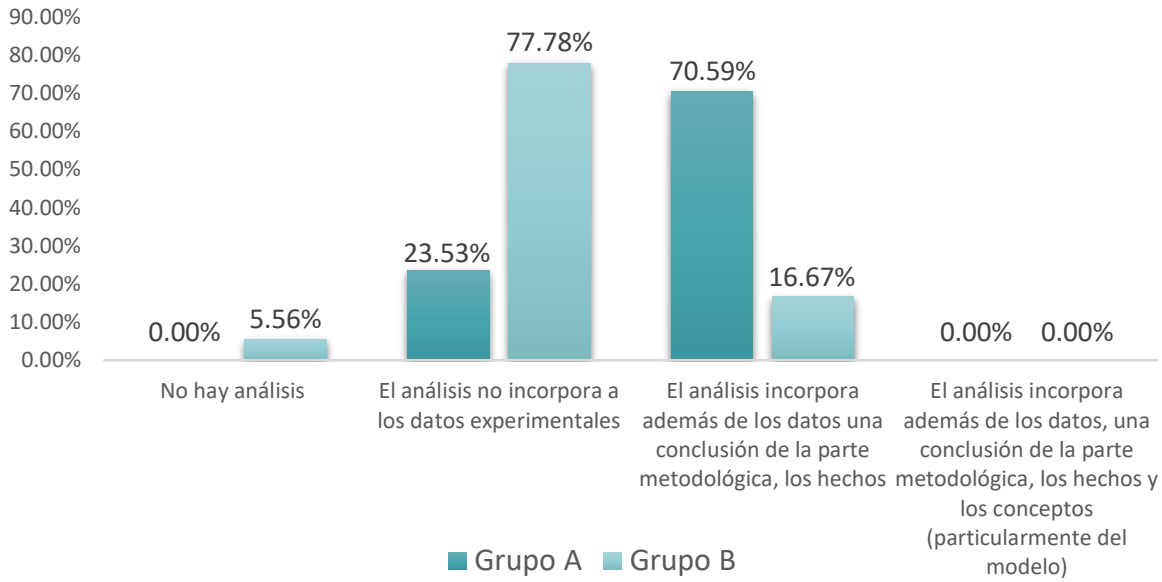


GRÁFICO 14. PORCENTAJE DEL ANÁLISIS DE RESULTADOS. PRÁCTICA II. GRUPOS FUNCIONALES CON OXÍGENO

Conclusiones

Al realizar el análisis de las conclusiones se obtuvo el gráfico 15. A partir de los resultados, podemos decir que al ser ésta la segunda práctica se esperaban mejores resultados en lo que respecta a las conclusiones. En los dos grupos entre el 64% y 67% en las conclusiones no se mencionan los datos obtenidos a partir de la experimentación, ni se hace referencia a la metodología.

A pesar de ello, hay que recalcar que el 23.53% del grupo A y 33.33% del grupo B involucran los datos y la metodología sólo que no mencionan los límites de la

investigación. La diferencia de porcentajes del grupo A se ve compensada con un 11.76% que logró identificar los límites de la investigación, mientras que el grupo B en este rubro tienen 0%.

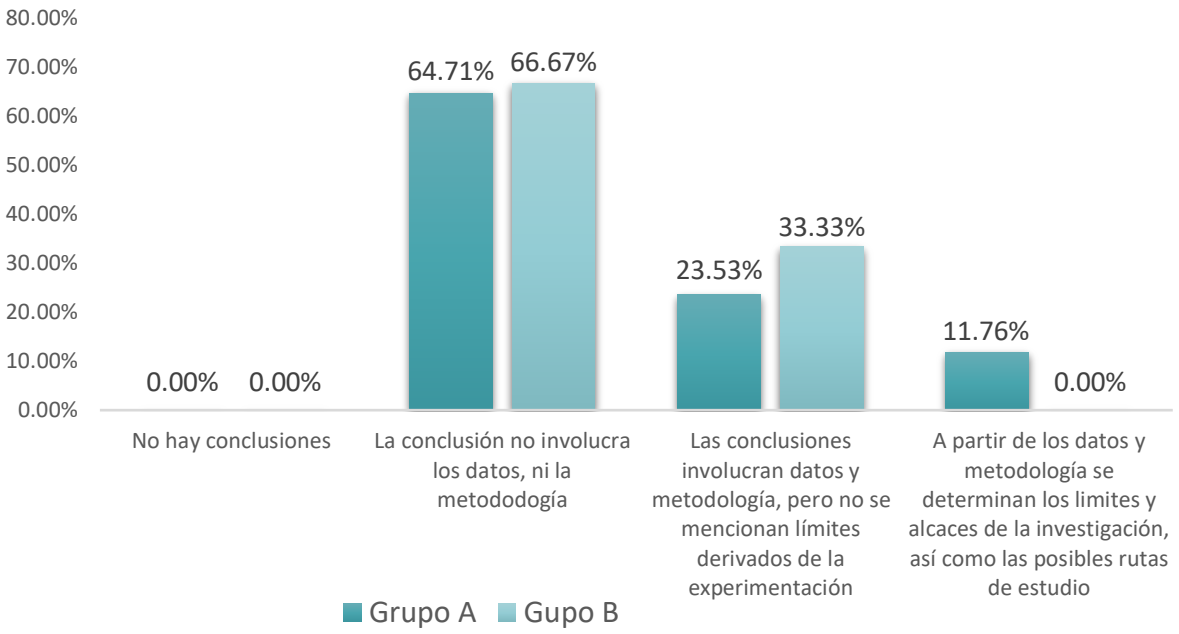


GRÁFICO 15. PORCENTAJE DEL ANÁLISIS DE CONCLUSIONES. PRÁCTICA II. GRUPOS FUNCIONALES CON OXÍGENO

En general, se podría decir que en esta habilidad hay un retroceso con respecto al trabajo experimental anterior, lo que no se esperaba. Este pequeño retroceso podría deberse a que en este trabajo experimental se obtuvieron muchos datos que en el análisis no se tomaron en cuenta y, por consiguiente, en las conclusiones tampoco.

c) Práctica III. Ésteres

Para el trabajo experimental número III, se tuvo una muestra de N=14 en el grupo A, mientras que el grupo B N=18. El planteamiento del problema, así como las sugerencias para resolverlo se encuentran en el anexo IV.

Hay que resaltar que para este problema no se tenían muchas variantes, todos los equipos tenían que plantear una reacción de esterificación, las variantes eran los reactivos.

Planteamiento de pregunta

Al igual que en las prácticas anteriores, se tomó en cuenta el número de preguntas planteadas por los alumnos sólo como indicio de que se trabaja en esta habilidad. Con el análisis y/o clasificación con base en el número de preguntas planteadas se obtuvo el gráfico 16.

Para esta práctica, la instrucción que los profesores dieron a los alumnos fue que, plantearan las preguntas que les surgían, no se les puso límite alguno del número de éstas; sino que se les alentó a que se plantearan las que se creían necesarias para poder resolver el problema. Sin embargo, los porcentajes más altos, entre el 78.5% y 89% en el grupo A y B respectivamente, plantearon entre una y tres preguntas. Unas minorías del 14.29% del grupo A y 11.11% del grupo B plantearon entre 4 y 6. Mientras que del grupo A un 7.14% de los alumnos plantearon 7 o más preguntas.

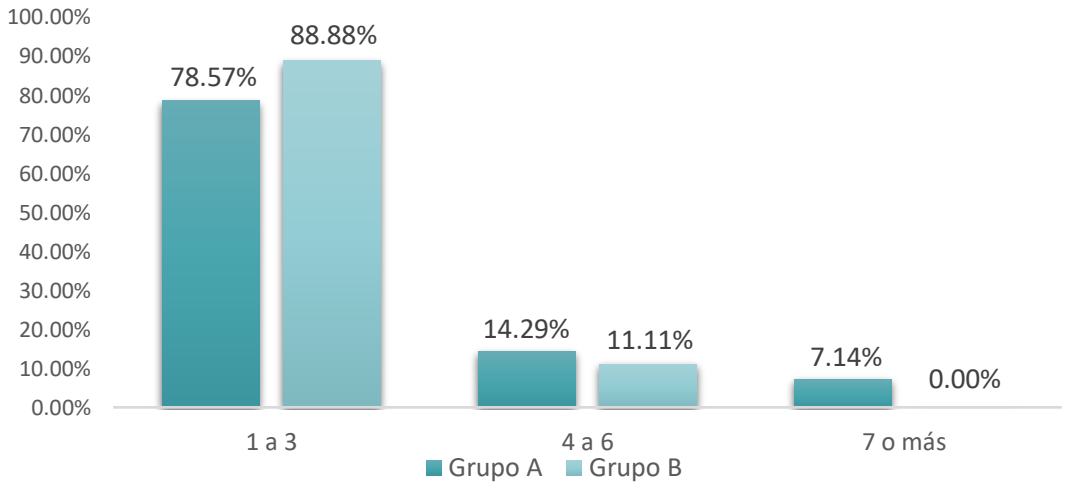


GRÁFICO 16. PORCENTAJE DEL NÚMERO DE PREGUNTAS PLANTEADAS. PRÁCTICA III. ÉSTERES

Como ya se ha visto con anterioridad, la cantidad de preguntas no es indicio de que todas las preguntas son buenas, por lo que se procedió a clasificarlas de acuerdo al tipo de preguntas.

Al analizar las preguntas planteadas y clasificarlas en el tipo, se obtiene el gráfico 17. En donde se puede observar que un porcentaje muy considerable del grupo B, 56.67%, sólo planteó preguntas del tipo cerrado. Lo que nos habla de un pequeño retroceso en el avance del desarrollo de esta habilidad, si lo comparamos con las prácticas previas, lo que no se esperaba ya que este es el tercer trabajo práctico del semestre. Sin embargo, un 40% logró plantear preguntas del tipo semiabierto, mientras que sólo un 3.33% planteó preguntas abiertas.

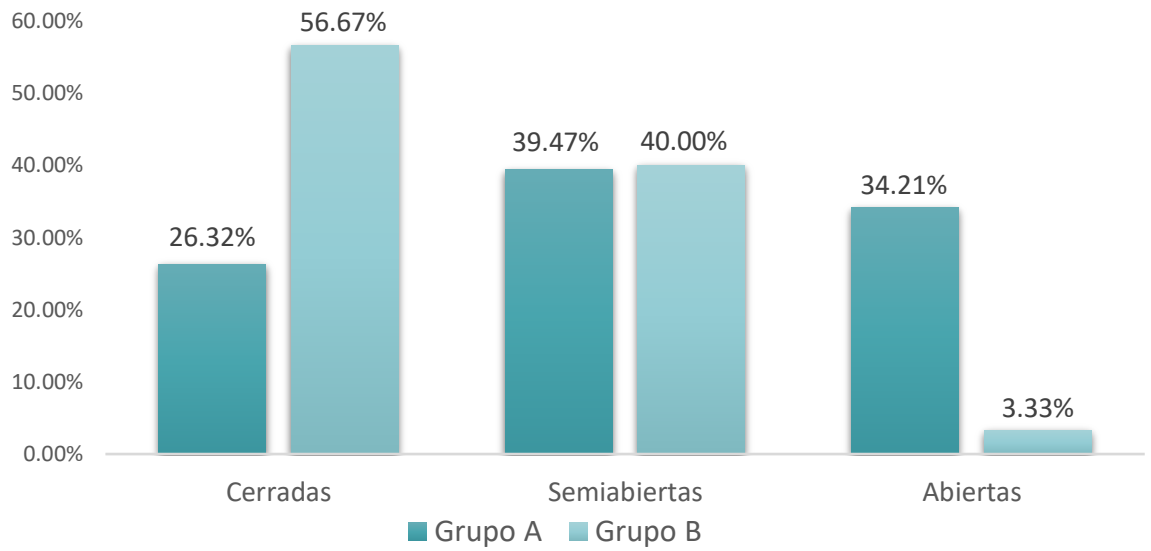


GRÁFICO 17. PORCENTAJE DEL TIPOS DE PREGUNTAS PLANTEADAS. PRÁCTICA III. ÉSTERES

En lo que respecta al grupo A, se puede ver que los porcentajes están distribuidos con mayor homogeneidad, siendo las preguntas cerradas su porcentaje más bajo con 26.32%, el 39.47% las preguntas del tipo semiabierto; hay que destacar que en esta práctica el porcentaje de preguntas abiertas es mayor con un 34.21% que el grupo B.

Y para finalizar el análisis de resultados de las preguntas, se tomaron en cuenta los campos de la rúbrica. Los resultados se muestran en el gráfico 18.

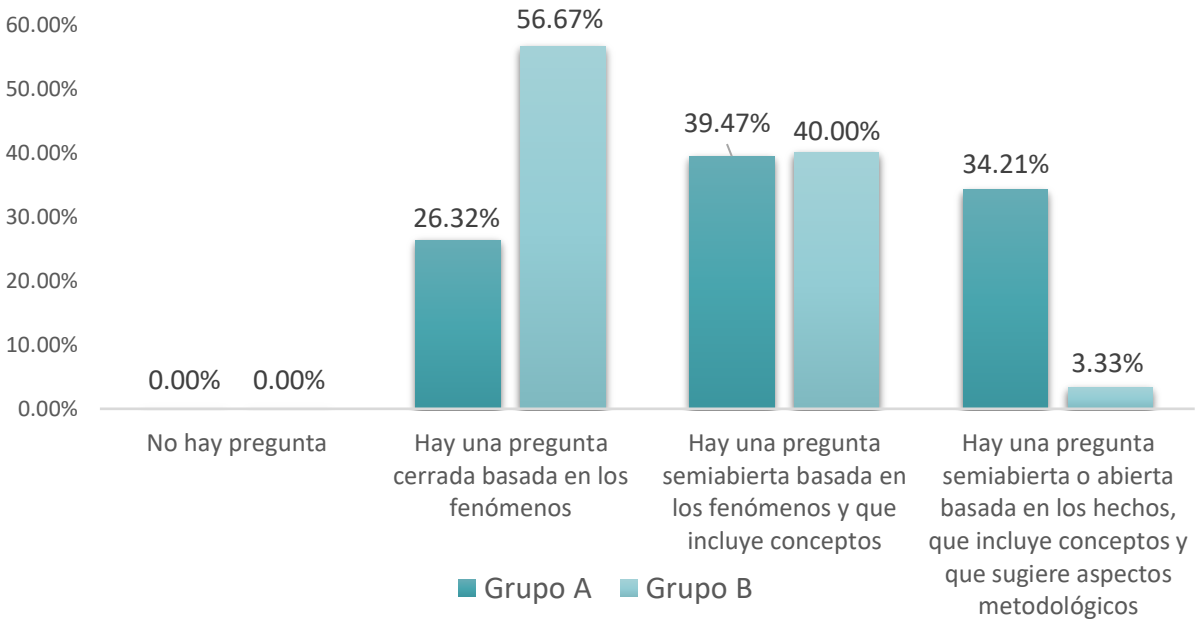


GRÁFICO 18. PORCENTAJE DEL ANÁLISIS DE PREGUNTAS PLANTEADAS. PRÁCTICA III. ÉSTERES

En lo que respecta al análisis de la clasificación de las preguntas, con base en la rúbrica, podemos observar que en ambos grupos se sigue una tendencia igual que en el análisis del tipo de preguntas planteadas, por lo que no hay diferencia alguna con el gráfico 17. Esto se debe a que las preguntas semiabiertas planteadas no dan pie al desarrollo de un experimento. Las preguntas cerradas solamente están basadas en el fenómeno, por lo tanto, los porcentajes no varían con respecto a los de la figura 17, al igual que en las preguntas abiertas.

Siguiendo el análisis de la hipótesis de las prácticas previas, se realizaron dos gráficos, uno con la cantidad de hipótesis planteadas y otro del análisis con base en la rúbrica, que a continuación se presentan.

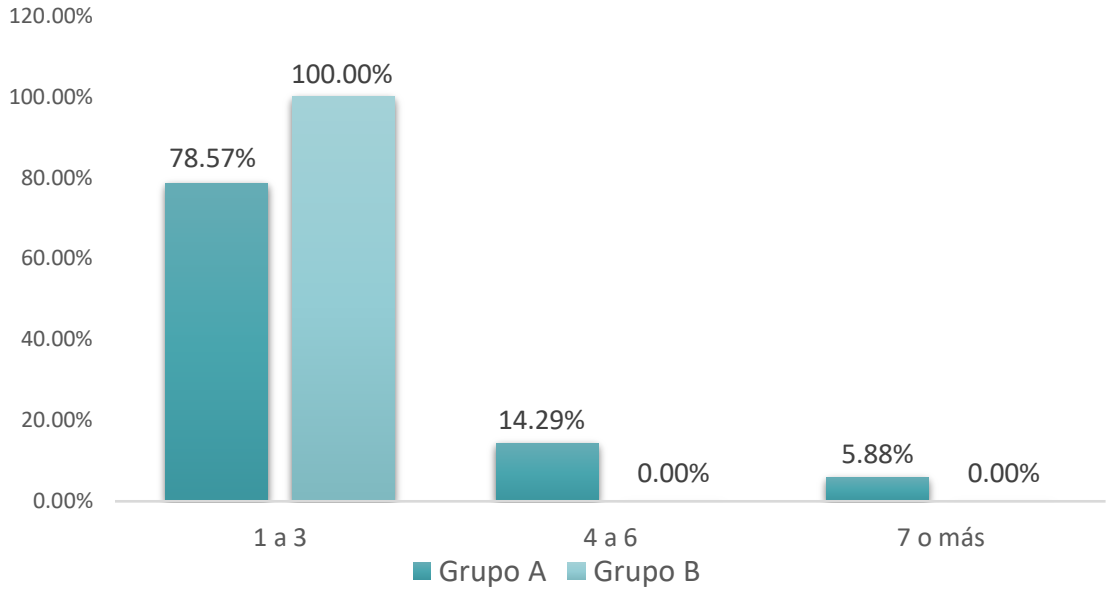


GRÁFICO 19. PORCENTAJE DEL NÚMERO DE HIPÓTESIS PLANTEADAS. PRÁCTICA III. ÉSTERES

Para esta práctica, aunque se alentó a los alumnos a plantear las hipótesis que fueran necesarias, la tendencia con más altos porcentajes, al igual que en las preguntas, (78.57% grupo A y un 100% del grupo B), fue de entre una y tres hipótesis; mientras que con menos porcentajes en el Grupo A siguieron las siguientes tendencias: de 4 a 6 hipótesis 14.29% mientras que sólo el 5.88% planteó más de 7. Para tener un mejor análisis en cuanto a la estructura y los aspectos involucrados en ésta, se realizó el análisis con base en la rúbrica, el gráfico y el análisis se muestra a continuación.

Con los datos mostrados en el gráfico 20, nos percatamos que también en esta habilidad de pensamiento científico hay un retroceso en comparación con las prácticas anteriores. En el grupo A se puede observar con mayor claridad esto, ya que el 80.65% de los alumnos plantearon frases que no tienen la estructura de hipótesis. Mientras que el grupo B el 40.91% se encasilla en este rubro.

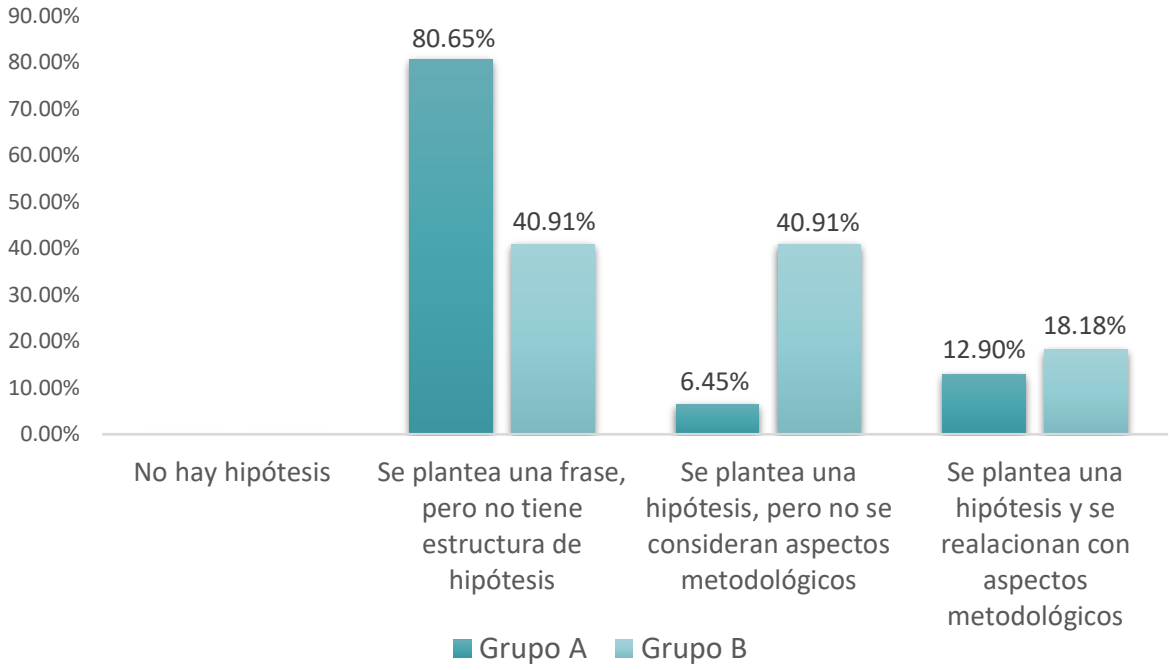


GRÁFICO 20. PORCENTAJE DEL ANÁLISIS DE HIPÓTESIS PLANTEADAS. PRÁCTICA III. ÉSTERES

Algunos ejemplos de estas frases, que no se consideraron como hipótesis, se muestran a continuación

"El metanoato de octilo es la opción más viable para el equilibrio saborizante y aromático" del jarabe. Grupo A

"Con un ácido carboxílico más un alcohol se puede formar un éster los cuales se caracterizan principalmente por tener un olor agradable. Con las sustancias que disponibles, elegimos formar el etanoato de octilo que según nosotros tiene el mejor olor (naranja)." Grupo A

"Mediante una reacción química denominada esterificación que resulta de la condensación de un ácido carboxílico y un alcohol. Vamos a obtener Acetato de Octilo, el cual se utiliza en la industria alimenticia para dar un aroma característico a naranja. En el almacén contamos con diversos reactivos, pero solo utilizaremos ácido acético y Octanol que al condensarse utilizando como catalizador ácido Sulfúrico permitirá que se lleve a cabo la reacción química y obtengamos como producto nuestro Ester deseado." Grupo B

"El olor a plátano y el olor a naranja son los olores más frecuentes para un jarabe pediátrico" Grupo B

De acuerdo con las frases presentadas con anterioridad, se puede notar claramente que algunas de ellas dejan entrever lo que harán en el experimento, sin embargo, no se tiene la estructura de la hipótesis.

El grupo B, con un porcentaje mayor (40.91%), logró plantear hipótesis con estructura, pero sin considerar los aspectos metodológicos. Solamente porcentajes muy bajos en ambos grupos, 12.90% y 18.18% en el grupo A y B respectivamente, lograron plantear hipótesis estructuradas y que relacionaban los aspectos metodológicos. Algunos ejemplos de estas hipótesis se muestran en seguida:

"Si al hacer reaccionar el ácido acético con el octanol y el ácido sulfúrico como catalizador, y calentándolos en baño maría, se apreciará la esterificación de un éster, pues se formarán dos fases acuosas, de las cuales se desprenderá un olor agradable a naranja." Grupo A

"Si se hace reaccionar ácido acético con alcohol isoamílico (3-metil-1-butanol), en presencia de ácido sulfúrico (H_2SO_4) como catalizador, entonces se llevará a cabo una reacción de esterificación por lo que se obtendrá de producto un éster (acetato de isoamilo) y H_2O." Grupo B

Como se puede observar en estas hipótesis, se tiene la estructura, siguieron aspectos metodológicos y además involucran los conceptos relacionados con la práctica.

Diseño experimental

En lo que respecta al diseño experimental, se analizó con la rúbrica y se obtuvo el gráfico 21. Recordemos que esta habilidad se evalúa en equipo, por lo tanto, el éxito de que todos los equipos logren plantear su experimento. Como ya se ha mencionado con anterioridad; el profesor en todo momento es guía y conforme los alumnos avanzan en el proceso el profesor ayuda y da sugerencias para que los equipos puedan plantear y/o diseñar mejor su experimento. Por lo tanto, como se observa en gráfico 21, el 100% en ambos grupos plantea de manera adecuada su experimento.

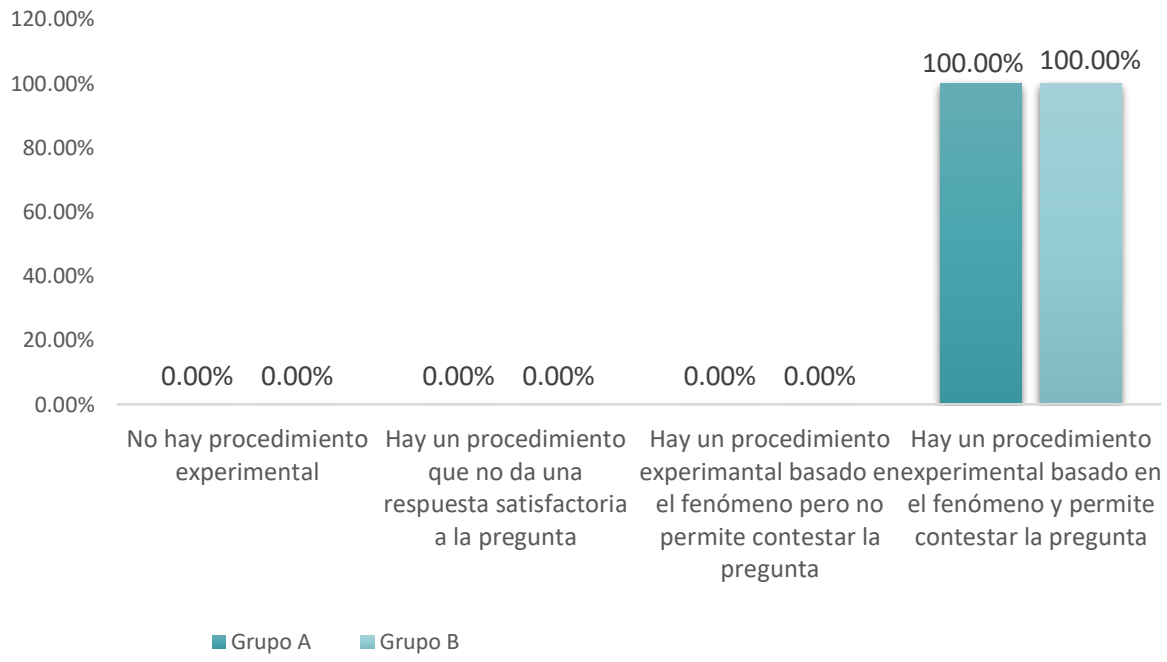


GRÁFICO 21. PORCENTAJE DEL ANÁLISIS DEL DISEÑO EXPERIMENTAL PLANTEADO. PRÁCTICA III. ÉSTERES

Cabe resaltar que, en este trabajo, a pesar de que los alumnos lograron plantear adecuadamente el experimento, no todas las experimentaciones tuvieron éxito, esto debido a problemas que se presentaron durante el desarrollo de éste. Por lo tanto, hay que resaltar que en la gráfica se muestran sólo los resultados del planteamiento, no de los experimentos que tuvieron éxito y los que no.

En este trabajo práctico los diseños experimentales eran muy similares debido a que todos los equipos debían plantear una reacción de condensación para obtener el éster deseado, sin embargo, los materiales iban variando dependiendo de las necesidades de cada equipo. A continuación, se observa un diseño experimental del grupo B.

D1) ¿Qué procedimiento experimental me ayudará a contestar mi(s) pregunta(s)?

MATERIALES:

- 2 tubos de ensayo
- 1 parrilla
- Pipeta
- Mangueras
- Tapón para el tubo de ensayo

SUSTANCIAS:

- Agua
- Bicarbonato
- Ácido fórmico
- Etanol
- Ácido sulfúrico

PROCEDIMIENTO:

1. Se agrega agua al vaso de precipitado y se pone a baño maría
2. Con la pipeta se agregan 2 ml de ácido fórmico, 2 ml de etanol y 2 ml de ácido sulfúrico.
3. Se conecta la manguera al tubo de cristal metiéndolo al tubo de ensayo y se cubre con el tapón de corcho.
4. Metemos el tubo de ensayo con el corcho al agua caliente y dejamos que ebulla.

En nuestro caso se pasó toda la sustancia al otro tubo de ensayo sin el corcho y le agregamos bicarbonato de sodio con agua para efervecer.

5. Se hacen dos fases en la de arriba se encuentra el éster y abajo el agua.

FIGURA 8. DISEÑO EXPERIMENTAL PRÁCTICA III

En cuanto a la habilidad de análisis, se tiene el siguiente gráfico:

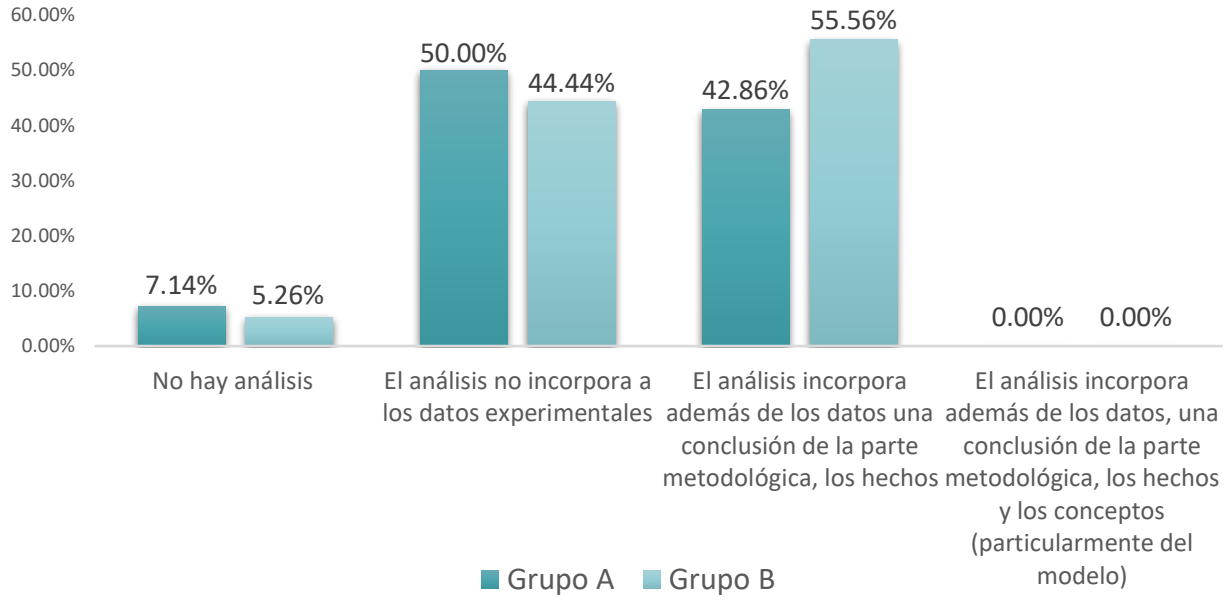


GRÁFICO 22. PORCENTAJE DEL ANÁLISIS DE RESULTADOS. PRÁCTICA III. ÉSTERES

Con base en los resultados del gráfico 22, se puede decir que es evidente que a los alumnos les cuesta mucho trabajo el realizar el análisis de resultados. Se esperaría que para esta práctica dicha habilidad ya estuviera más desarrollada. Empero, en los grupos entre el 5% y 7% no realizaron el análisis. En ambos grupos la tendencia sigue siendo hacer análisis sin incorporar datos, con 50% para el grupo A y 44.44% para el grupo B, y el incorporar los datos sin tomar en cuenta los conceptos con porcentajes de 42.86% para el grupo A y 55.56% para el grupo B.

Para este punto de la investigación esto no se esperaba, además de que el análisis de resultados parecía más sencillo comparado con el trabajo práctico anterior, ya que para resolver este problema sólo se debía realizar una reacción.

Conclusiones

El análisis de las conclusiones redactadas por los alumnos para esta práctica, se muestran en el gráfico 23.

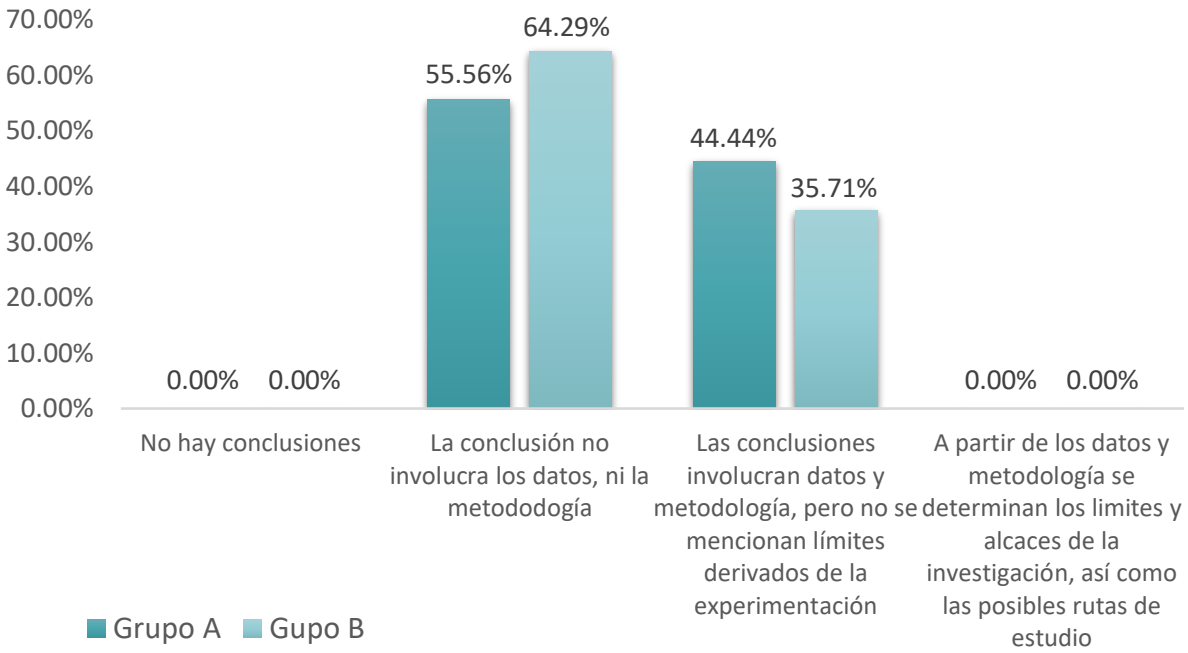


GRÁFICO 23. PORCENTAJE DEL ANÁLISIS DE CONCLUSIONES. PRÁCTICA III. ÉSTERES

Como se puede observar en el gráfico 23, la tendencia de no lograr el campo más alto de la rúbrica es evidente. Lo que se esperaría hasta este punto de la investigación es que se notara más el avance de los alumnos en esta habilidad y que algunos lograran llegar al ámbito más alto de la rúbrica, pero no es así. Sólo se tiene un mayor porcentaje de no involucrar los datos ni la metodología, con 55.56% en el grupo A y en el grupo B 64.29%. Sin embargo, los porcentajes, aunque muy poco evidentes aumentaron en comparación con las prácticas anteriores, al hacer que las conclusiones involucren la metodología con un 44.44% en el grupo A y 35.71% en el grupo B. Dichos porcentajes pueden ser muy bajos, pero en contraste con las prácticas previas, se ha logrado un pequeño avance en está habilidad.

d) Práctica IV. Polímeros

Para el análisis de resultados de esta práctica, se contó con N=16 perteneciente al grupo A, mientras que el grupo B se conformó por N=19. Además de las gráficas correspondientes a cada habilidad, se realizó otro gráfico comparativo en la que se muestran los resultados de este último trabajo y los resultados del primero, con el objetivo de ver el progreso en las habilidades.

El planteamiento del problema, así como las sugerencias para resolver el problema se encuentran en el anexo V.

Planteamiento de pregunta

Como se realizó en las prácticas anteriores, se determinó la cantidad de preguntas planteadas por alumnos. En esta práctica también se les indicó a los alumnos que podrían plantear más de una pregunta de investigación. A pesar de esta instrucción un porcentaje mayor al 50% en ambos grupos planteó entre una y dos preguntas, esto se puede observar en el gráfico 24, mientras que un porcentaje muy bajo del grupo B, 5.26%, planteó entre cinco o más preguntas. Ya que el número de preguntas planteadas no da indicios de si son buenas para poder resolver el problema, se procedió a realizar la comparación del tipo de preguntas planteadas arrojando los resultados del gráfico 25.

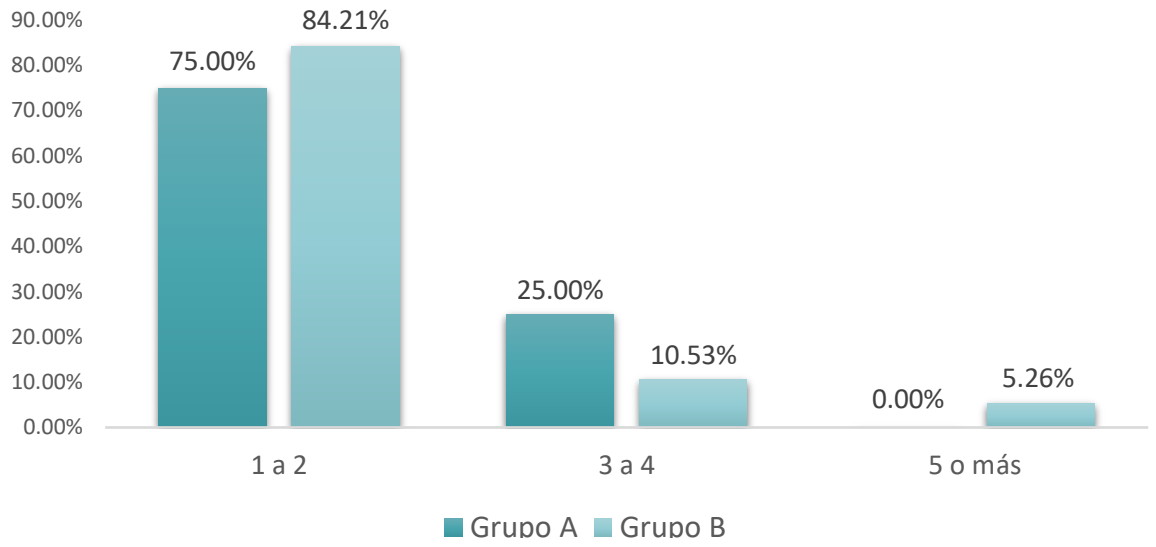


GRÁFICO 24. PORCENTAJE DEL NÚMERO DE PREGUNTAS PLANTEADAS . PRÁCTICA IV. POLÍMEROS

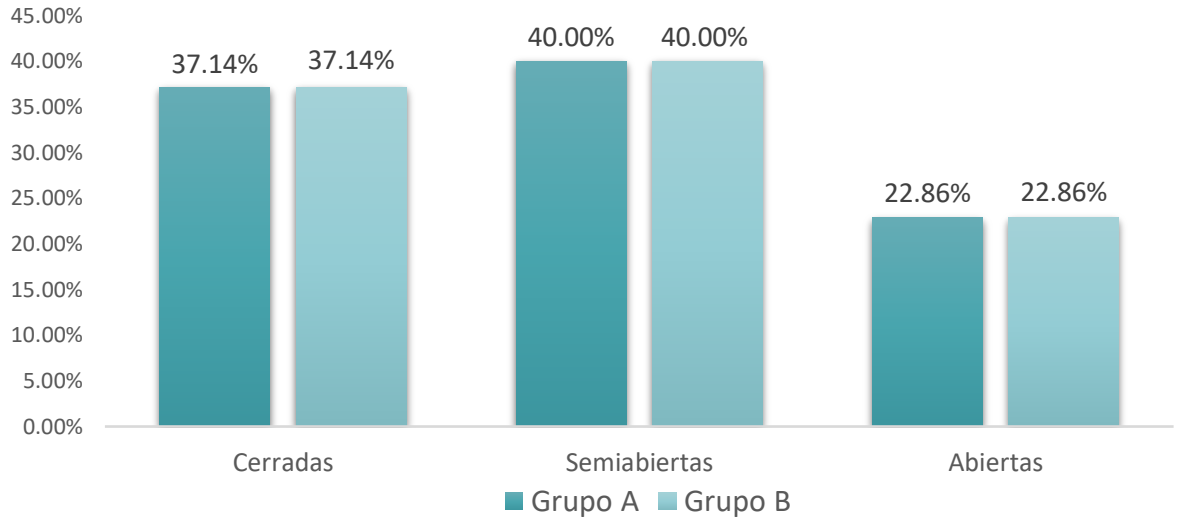


GRÁFICO 25. PORCENTAJE DE LA CLASIFICACIÓN DEL TIPO DE PREGUNTAS PLANTEADAS. PRÁCTICA IV. POLÍMEROS

En lo que respecta al tipo de preguntas planteadas, se observa que las tendencias en los porcentajes son similares. En general en esta última práctica se esperaría

que la mayoría de los alumnos, de ambos grupos, tuvieran desarrollada en porcentajes más favorables la habilidad de plantear preguntas abiertas. A pesar de que esto no se cumple al 100%, si comparamos los resultados con el gráfico del primer trabajo experimental (gráfico 2), podemos notar que los porcentajes para el planteamiento de preguntas abiertas aumentó un 3.63% en el grupo A, mientras que para el grupo B 16.98%.

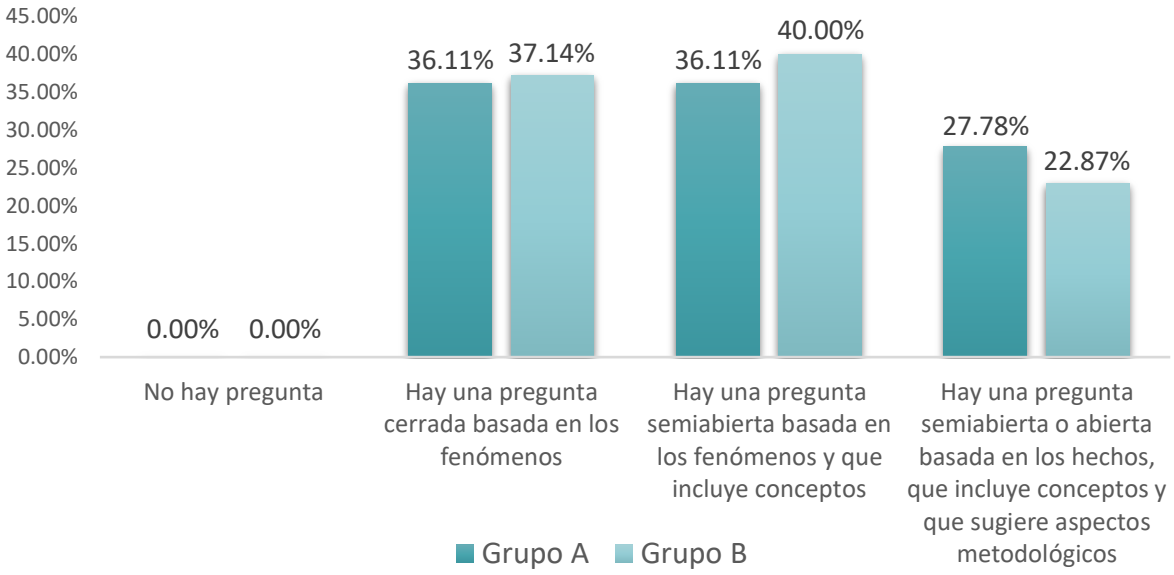


GRÁFICO 26. PORCENTAJE DEL ANÁLISIS DE PREGUNTAS. PRÁCTICA IV. POLÍMEROS

Tomando en cuenta el gráfico 26, los resultados derivados del tratamiento de los datos a partir de la rúbrica no difieren del gráfico 25. Empero, estos resultados los podemos comparar con los resultados de la práctica 1, dicha comparación se encuentra en el gráfico 27; en donde se observa que en la habilidad de planteamiento de preguntas abiertas y/o semiabiertas que relacionan aspectos metodológicos, el grupo B aumentó en 5.22% esta habilidad y sólo el 1.09% en el grupo A tuvo un aumento en el desarrollo. A pesar de ello, lo que nos queda claro es que para esta práctica el planteamiento de la pregunta de investigación no arroja datos favorables ya que claramente hay un retroceso en el desarrollo de dicha

habilidad, al percatarnos que el grupo B planteó preguntas cerradas en un 37.14%, siendo que en la primer practica el valor en este ámbito fue de 0%. Mientras que, si hacemos esta comparación con el grupo A, los resultados son favorables al disminuir 1.49% la incidencia de alumnos en dicho rubro.

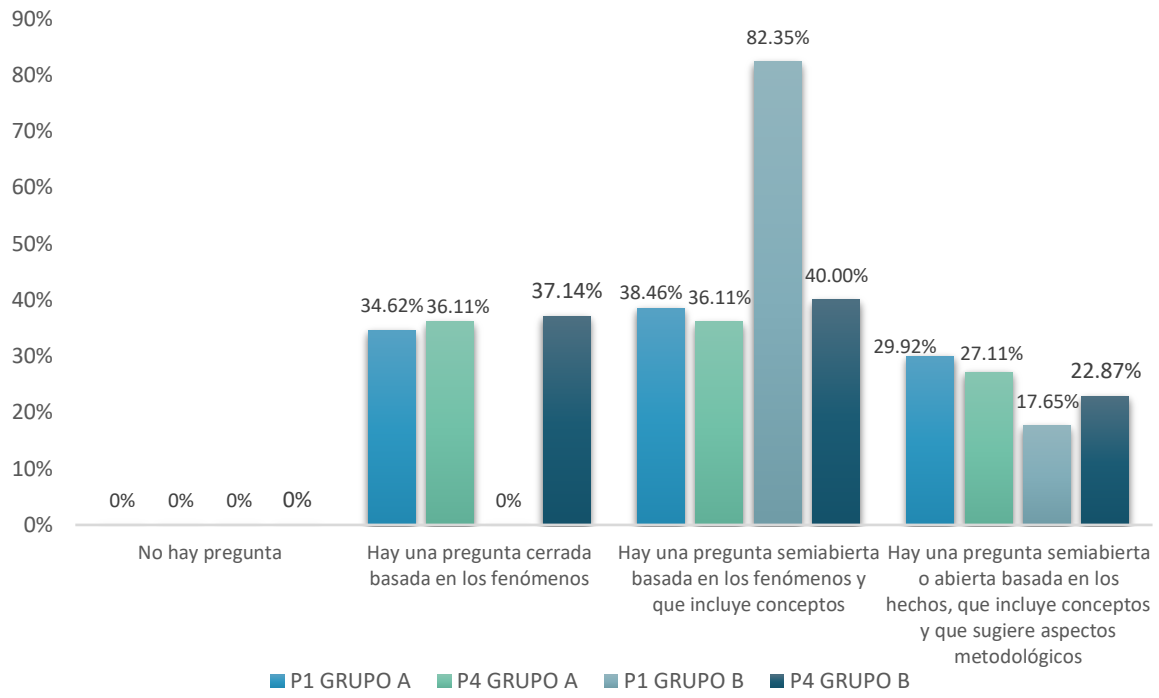


GRÁFICO 27. PORCENTAJE DE LA COMPARACIÓN DEL PLANTEAMIENTO DE LA PREGUNTA. PRÁCTICA 1 VS PRÁCTICA 4. (P1: TRABAJO PRÁCTICO 1, P4: TRABAJO PRÁCTICO 4)

A continuación, se muestran gráficas del avance de la habilidad del planteamiento de pregunta por grupo. En dichas gráficas se muestran los porcentajes obtenidos por grupo en cada uno de los rubros del diagrama heurístico.

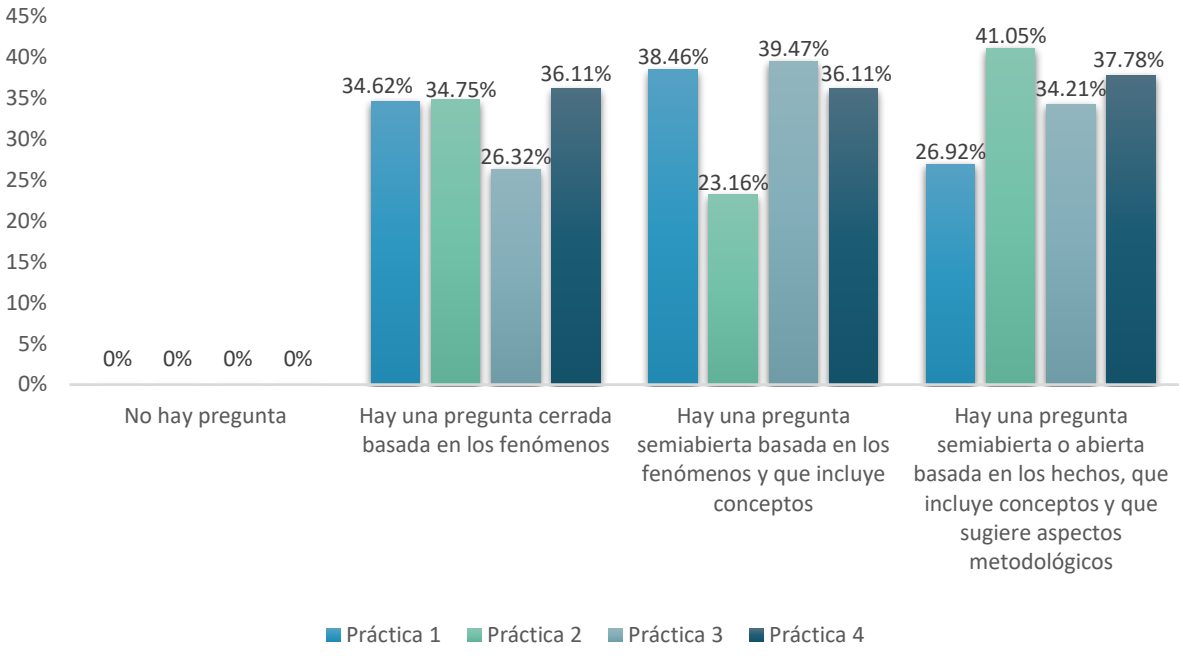


GRÁFICO 28. AVANCE DEL GRUPO A EN EL PLANTEAMIENTO DE PREGUNTA.

El gráfico 28 muestra el avance en el grupo A durante todo el semestre. Los porcentajes son muy similares en todos los rubros, sí podemos advertir que un en el rubro más alto se obtuvo un aumento del 10.86% en comparación con el primer trabajo experimental. El porcentaje más alto en este rubro se obtuvo en el trabajo práctico II, y se atribuye a que en este trabajo práctico los alumnos plantearon más preguntas debido a la dificultad del problema ya que una pregunta no era suficiente para poder resolver el problema.

Por otro lado, el gráfico 29 nos muestra el avance del grupo B durante todo el semestre. Los resultados nos muestran unos porcentajes más variados respecto al grupo A. Aquí podemos notar que dos porcentajes llaman la atención a primera vista; uno es que el 82% de los alumnos en la primera práctica plantearon preguntas semiabiertas y segundo es que un 56.67% en el trabajo práctico III sólo planteó preguntas cerradas. Esto puede deberse a que, en este trabajo, los alumnos tenían la libertad de plantear las preguntas que creyeran suficientes y un 100% plantearon entre 1 y 3 preguntas (gráfico. 19.). En este grupo, al igual que con el grupo A, el

mayor porcentaje del rubro máximo se obtuvo en el trabajo práctico II, por lo que, se puede afirmar, que entre mayor número de preguntas planteadas, por trabajo práctico, se obtienen mejores resultados en el rubro más alto de nuestro diagrama heurístico.

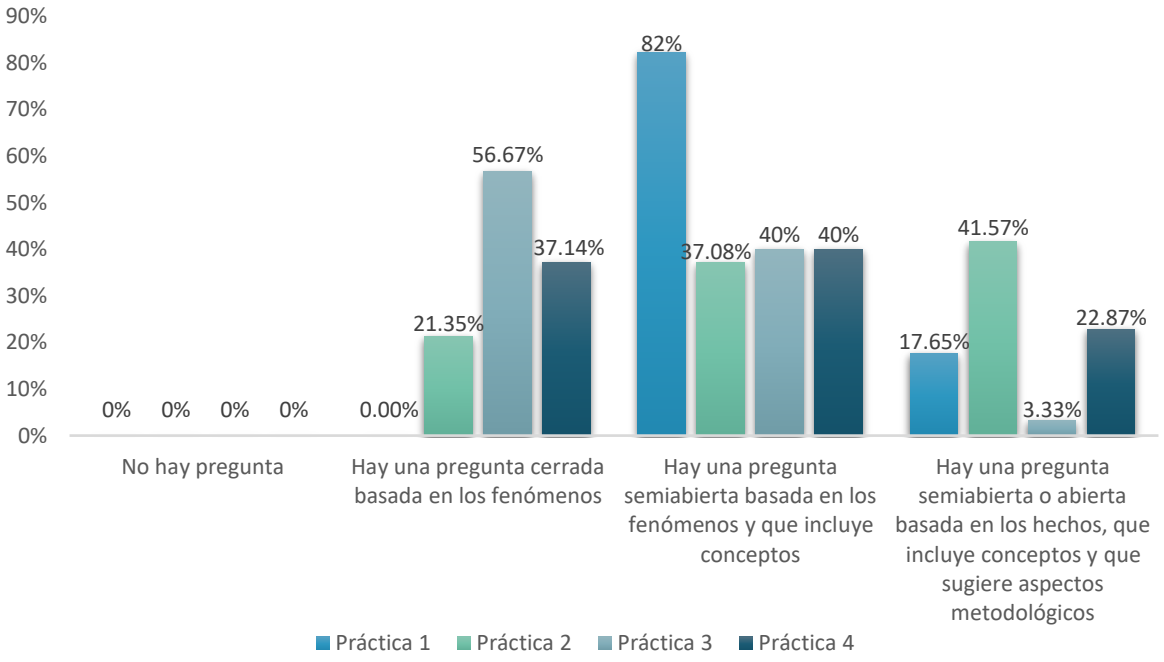


GRÁFICO 29.AVANCE DEL GRUPO B EN EL PLANTEAMIENTO DE PREGUNTA.

Planteamiento de hipótesis

Las hipótesis planteadas para esta práctica se analizaron con la rúbrica del diagrama heurístico, obteniendo así el gráfico 28. Y también se realizó una comparativa de los resultados de este trabajo práctico con los del primer trabajo que se realizó. Obteniendo así el gráfico 29.

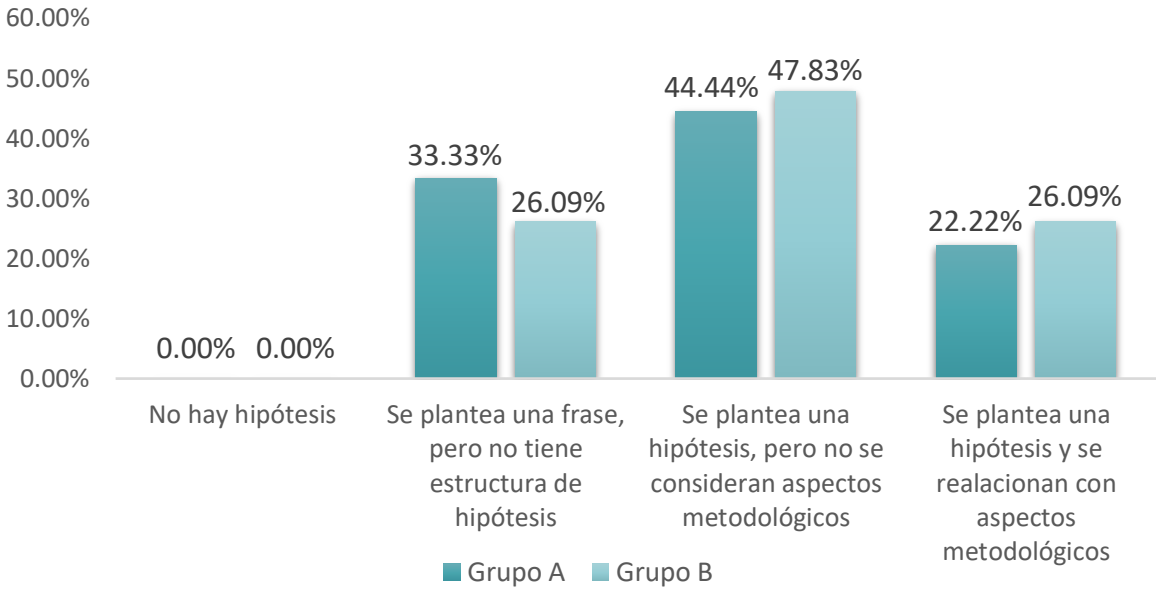


GRÁFICO 30. PORCENTAJE DEL ANÁLISIS DE LAS HIPÓTESIS PLANTEADAS. PRÁCTICA IV. POLÍMEROS

Esta comparación da una mejor perspectiva, si se desarrollaron o no, las habilidades desde el primer trabajo práctico hasta este último.

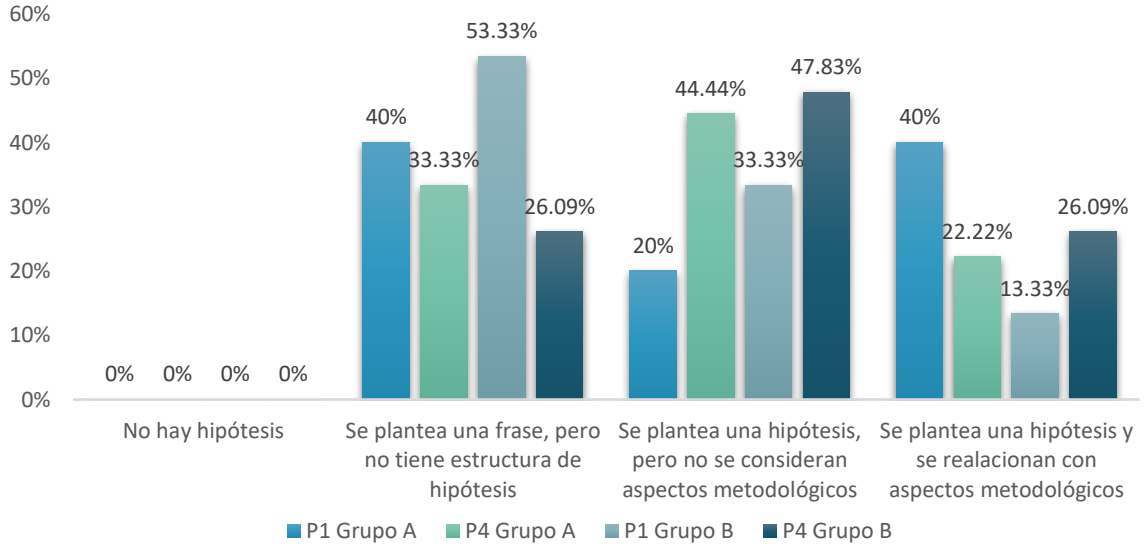


GRÁFICO 31.PORCENTAJE DE LA COMPARACIÓN DEL PLANTEAMIENTO DE HIPÓTESIS. PRÁCTICA 1 VS PRÁCTICA 4. . (P1: TRABAJO PRÁCTICO 1, P4: TRABAJO PRÁCTICO 4)

Con base en la comparación de los resultados del planteamiento de pregunta, que se observan en el gráfico 29, se puede decir que el grupo A tuvo una disminución del 13% en el planteamiento de sólo una frase, asimismo en el rubro de la hipótesis, sin considerar aspectos metodológicos, se observa un claro incremento de 24.44%; dicho incremento también se debe a que en el sector ideal al que se aspiraba que llegaran las habilidades de los alumnos disminuyó con respecto a la práctica 1, este descenso es un porcentaje de 22.22% muy considerable respecto a lo que se tenía en un principio.

En lo que respecta al grupo B, se observa una muy marcada disminución del 27.24% en el planteamiento de sólo una frase. Un aumento del 14.5% de hipótesis con estructura y, finalmente, un aumento del 12.76% en el campo más alto de la rúbrica; por lo que podemos asegurar que en el grupo B son más marcadas las mejoras en el desarrollo de la habilidad de planteamiento de hipótesis.

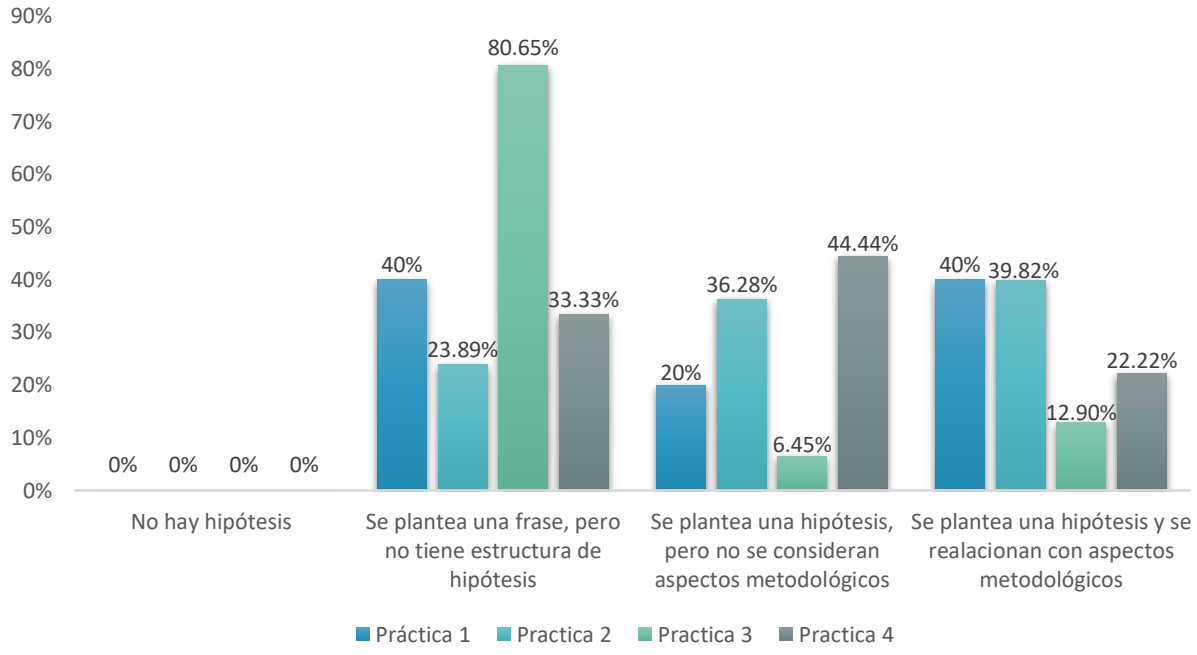


GRÁFICO 32. AVANCE DEL PLANTEAMIENTO DE LA HIPÓTESIS GRUPO A.

En el gráfico 32 observamos el avance completo del planteamiento de hipótesis del grupo A, notando que la práctica 3 tiene un 80.65% de sólo plantear una frase. Esto al igual que en el planteamiento de pregunta se puede atribuir a la cantidad de hipótesis planteadas.

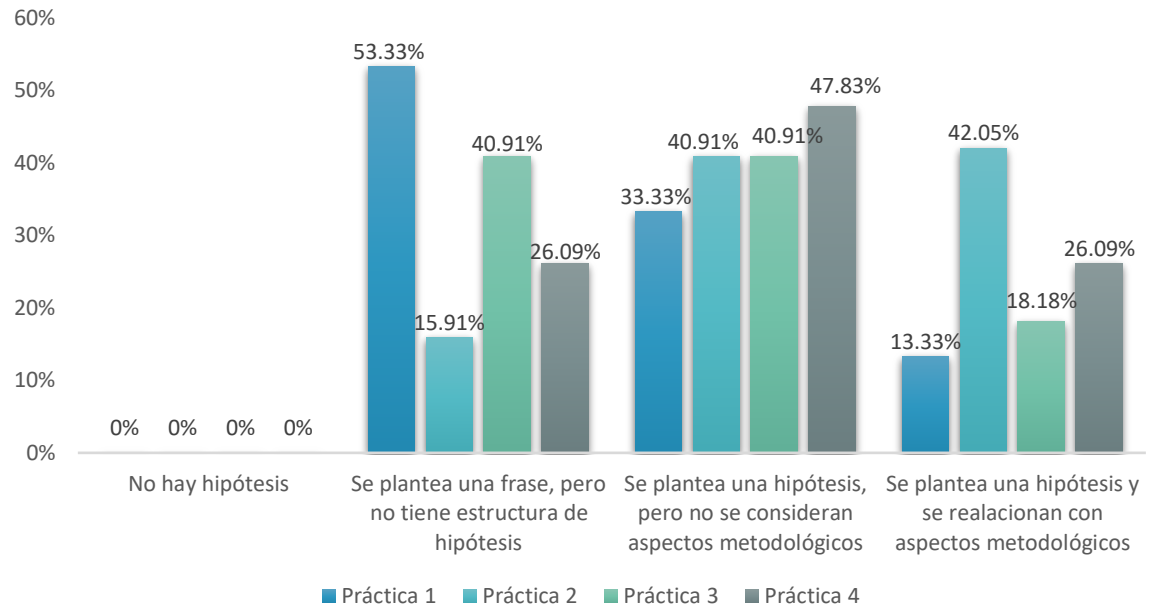


GRÁFICO 33.AVANCE DEL PLANTEAMIENTO DE HIPÓTESIS GRUPO B.

En el grafico 33 se observa el avance del planteamiento de hipótesis con base en la rúbrica del diagrama heurístico, observándose una disminución muy considerable del rubro 2 (solo se plantea una frase) del primer trabajo práctico con los demás. Asimismo, también se ve un aumento del rubro mas alto en el trabajo práctico II, siendo un factor considerable el número de hipótesis planteadas.

Diseño experimental

El diseño experimental en esta práctica también estuvo supervisado por el profesor. Pese a que no se tenía el mismo tiempo como en las prácticas anteriores, se optó por revisar los protocolos experimentales mediante la plataforma de Edmodo, de tal manera que en dicha plataforma se llevó a cabo la interacción con los alumnos,

hasta que su experimento fue aprobado por el profesor. Debido a lo anterior, se tuvo un éxito del 100% en ambos grupos a la hora de hacer el diseño experimental.

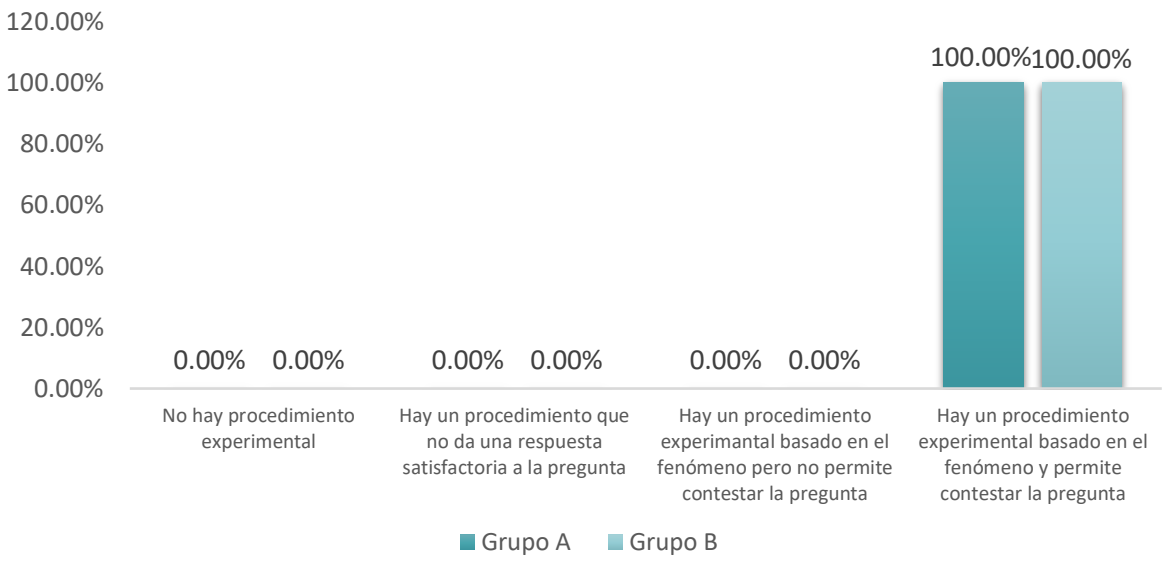


GRÁFICO 34. PORCENTAJE DEL ANÁLISIS DEL PLANTEAMIENTO DEL DISEÑO EXPERIMENTAL. PRÁCTICA IV. POLÍMEROS

Para este análisis se considera necesario realizar una gráfica comparativa con los resultados del trabajo práctico número I, ya que en ambos trabajos el 100% de los equipos logró plantear correctamente el experimento. Cabe destacar que esto no significa que todos lo hayan realizado con éxito, ya que algunos tuvieron problemas a la hora de llevarlo a cabo en el laboratorio, algunos se debieron a descuidos durante la experimentación.

Análisis de resultados

En lo que respecta al análisis de resultados, los resultados obtenidos al analizar los datos con la rúbrica se muestran en el gráfico 31. Para realizar un análisis más

completo acerca de los resultados del desarrollo de esta habilidad, se compararon con los resultados de la práctica 1, obteniendo así el gráfico de la figura 32.

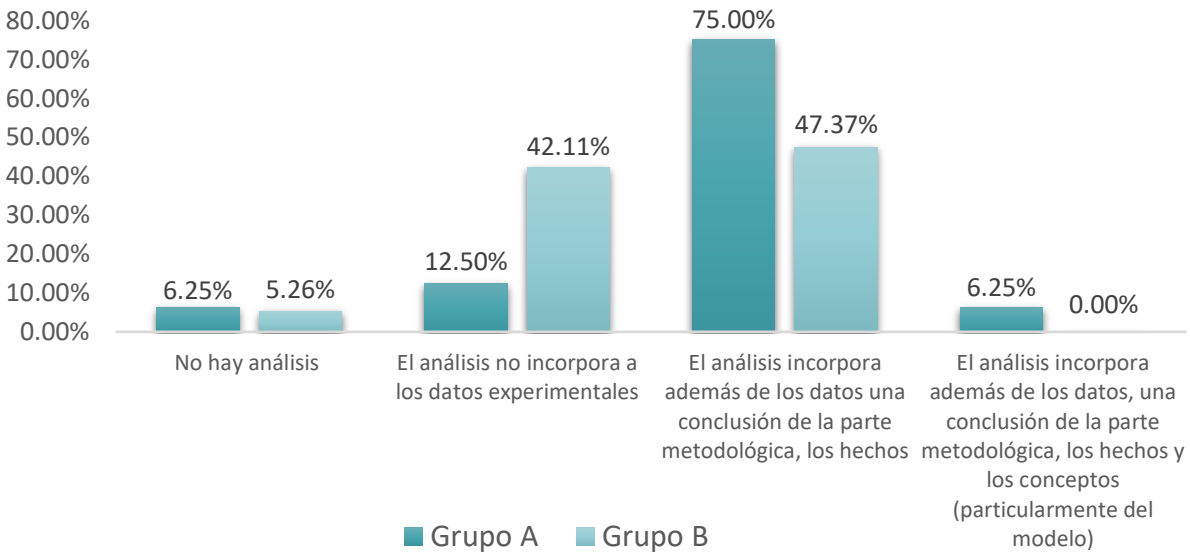


GRÁFICO 35.PORCENTAJE DEL ANÁLISIS DE RESULTADOS. PRÁCTICA IV. POLÍMEROS

Con base en el gráfico 35 se puede decir que el grupo A mejoró considerablemente al realizar el análisis de resultados, esto se observa claramente en el campo en donde se toma en cuenta la metodología, pasando de un 53.33% a un 75%. A pesar de esta mejora, el rubro de análisis en donde se involucran los conceptos y el modelo, el porcentaje disminuyó en 13.15%.

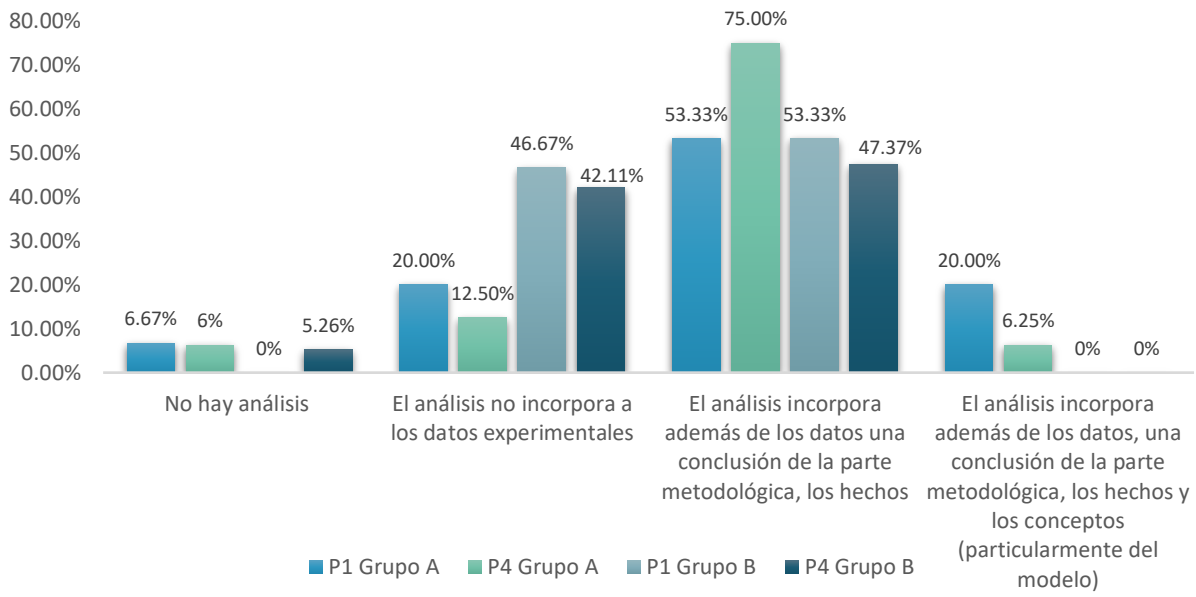


GRÁFICO 36.PORCENTAJES DE COMPARACIÓN DEL ANÁLISIS DE RESULTADOS. PRÁCTICA 1 VS PRÁCTICA 4. . (P1: TRABAJO PRÁCTICO 1, P4: TRABAJO PRÁCTICO 4)

En lo que respecta al grupo B, las tendencias en los porcentajes no varían mucho, pero es evidente una disminución, comenzando porque en esta última práctica no hay análisis de resultados en un 5.26%, mientras que en la primera práctica todos los alumnos realizaron el análisis de resultados. En los dos rubros que siguen también hubo una disminución de 4.56% y 5.96%, respectivamente. Comparando estos resultados con el grupo A es evidente que este grupo no logró el desarrollo de la habilidad que se esperaba, ni siquiera un porcentaje mínimo, ya que desde el primer trabajo práctico hasta el último los porcentajes de 0% son constantes.

Conclusiones

Asimismo, los resultados del análisis de las conclusiones planteadas en esta práctica, gráfico 37, también se compararon con los resultados del trabajo práctico I, dando como resultados el gráfico 34.

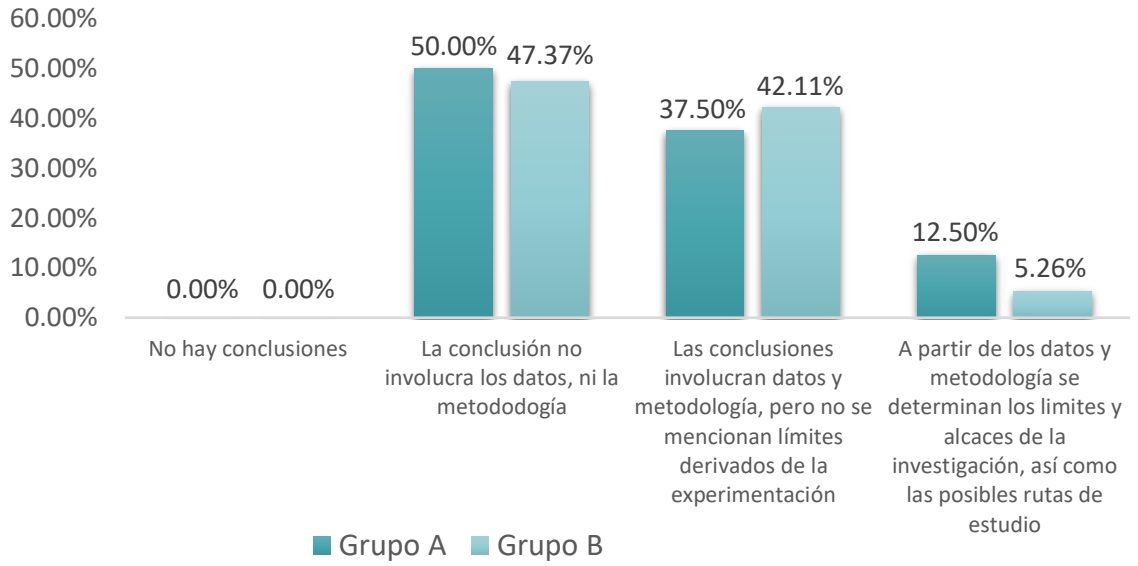


GRÁFICO 37.PORCENTAJES DEL ANÁLISIS DE LAS CONCLUSIONES. PRÁCTICA IV. POLÍMEROS

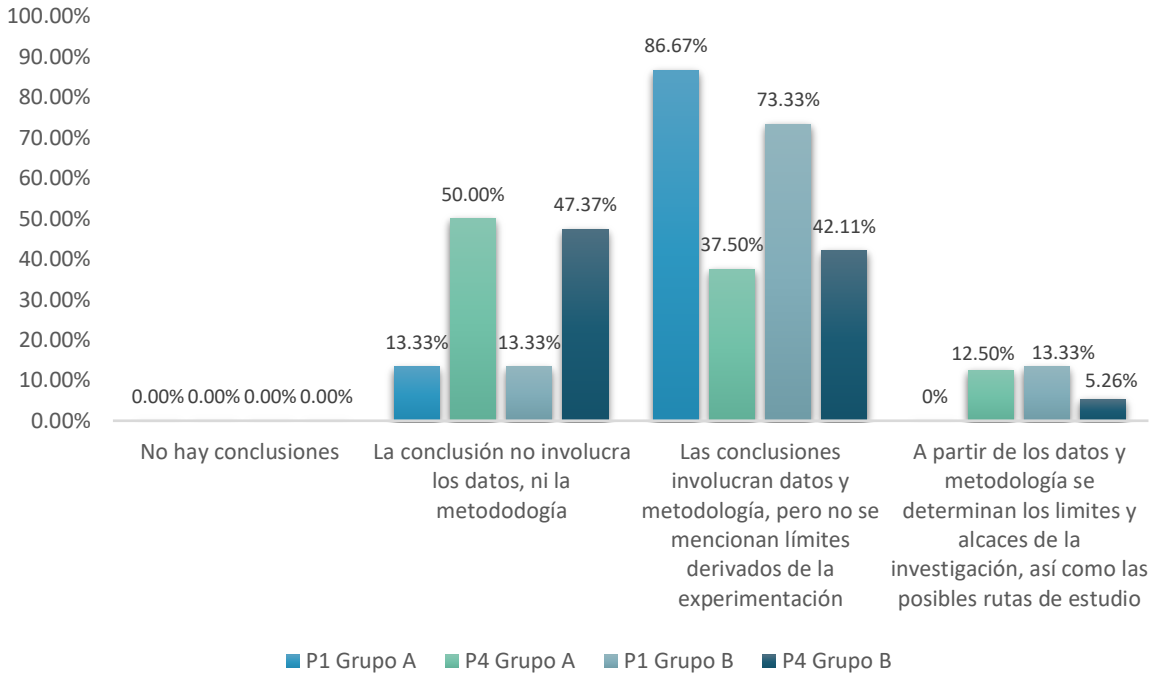


GRÁFICO 38. PORCENTAJE DE LA COMPARACIÓN DE LAS CONCLUSIONES. PRÁCTICA I VS PRÁCTICA IV. . (P1: TRABAJO PRÁCTICO 1, P4: TRABAJO PRÁCTICO 4)

En el gráfico se observa que los avances en el desarrollo de la habilidad de redactar conclusiones son muy bajos. Los resultados del grupo A muestran una tendencia clara al aumento de los porcentajes en el rubro en donde no se involucran los datos ni la metodología, con un aumento considerable de 36.67% lo que no da indicios positivos acerca del desarrollo de esta habilidad. Este aumento puede deberse a la disminución de incidencias en el rubro tres, en dónde no se mencionan los límites de la investigación, con un 49.17%.

Mientras que en el grupo B hubo una disminución de esta habilidad en un 34.04%, una disminución del 31.22% en el campo en donde las conclusiones involucran a los datos y también una disminución muy notoria del 8.07% en el ámbito más alto de la rúbrica.

e) Cuestionario final

Este cuestionario se aplicó a los dos grupos de trabajo y a un tercero que llamaremos grupo control. El tercer grupo (control) no realizó los trabajos prácticos con el enfoque de indagación, pero realizó los trabajos prácticos, con el mismo problema a resolver sin leer las recomendaciones para solucionarlo. El profesor que trabajó con este grupo sólo les daba el problema, sin pedirles el planteamiento de pregunta e hipótesis. Los reportes que los alumnos debían entregar tenían estructura de artículo científico y con esto se evaluaba su trabajo experimental.

El cuestionario tiene la finalidad de comparar el desarrollo de las habilidades de pensamiento científico en los alumnos que trabajaron con la indagación guiada y con alumnos que no trabajan con este eje didáctico en sus trabajos prácticos. Este cuestionario se planteó de tal manera que los alumnos evidenciaran las habilidades de pensamiento científico que lograron desarrollar. Dicho cuestionario está conformado por dos partes, y se puede consultar en el anexo VI. La primera parte, se conformaba del planteamiento del problema a resolver, y los alumnos tenían que plantear la(s) pregunta(s) e hipótesis que consideraban pertinentes, así como el planteamiento del diseño experimental.

En la segunda parte, se les proporcionó una tabla con resultados de pruebas que les ayudarían a resolver el problema. Con esta tabla los alumnos debían analizar los resultados y dar una conclusión.

Cabe resaltar que el cuestionario se evaluó con la rúbrica del diagrama heurístico y los resultados obtenidos al evaluar las habilidades de pensamiento científico, de interés, se muestran a continuación. Para este estudio se contó con N=19 para el grupo control, N=21 para el grupo A y N=20 para el grupo B. Asimismo, se siguió una forma de analizar similar a los trabajos prácticos de los grupos de trabajo.

Planteamiento de pregunta

Para poder tener evidencias del planteamiento de preguntas, se les pidió que leyeran el problema y a partir de este plantearan una pregunta que les ayudara a resolver el problema. Posteriormente dichas preguntas se analizaron con base en la rúbrica del diagrama heurístico, obteniendo así el gráfico 39 que se muestra a continuación.

Con base en los resultados del gráfico 39 se puede observar que los tres grupos logran plantear preguntas. Lo que nos hace decir con certeza que todos los alumnos tienen la habilidad de plantear preguntas, empero, no quiere decir que sean aptas para poder plantear un experimento.

Si bien es cierto que los tres grupos plantearon preguntas, hay un porcentaje muy significativo, 31.58%, del grupo control que planteó preguntas cerradas, mientras que los grupos de trabajo A y B en este rubro tienen porcentajes de 5% y 10% respectivamente, lo que nos da resultados favorables para la forma de trabajo que se implementó en este trabajo.

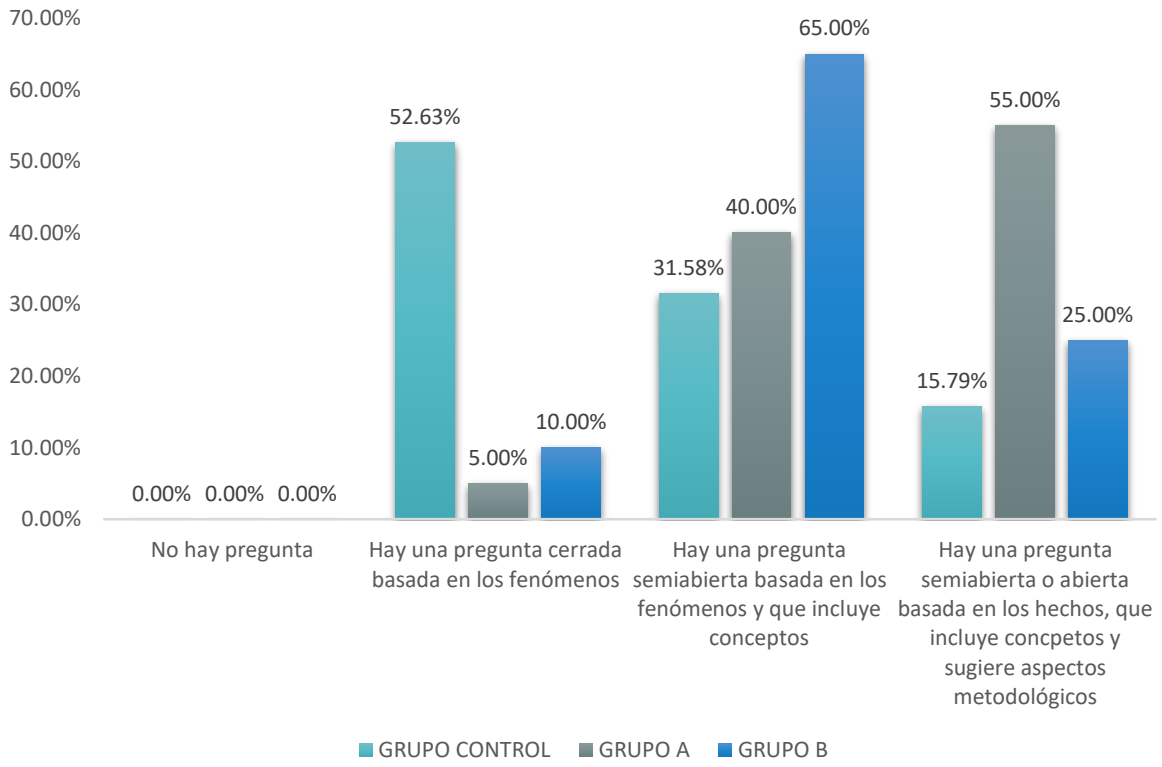


GRÁFICO 39. PORCENTAJE DEL ANÁLISIS DEL PLANTEAMIENTO DE PREGUNTA. CUESTIONARIO FINAL

Al analizar los dos rubros siguientes, encontramos que:

- Un 65% de los alumnos del grupo B logró plantear preguntas semiabiertas, un 40% del grupo A y un porcentaje significativo del 31.58% del grupo control que los alumnos independientemente de la forma de trabajo pueden plantear preguntas de este tipo. Tal vez esto tenga que ver con la práctica de esta habilidad en otras clases.
- Asimismo, el porcentaje de buenas preguntas (por preguntas buenas nos referimos a que alcancen el mayor puntaje de la rúbrica), comparando los resultados del grupo control con el grupo A, se ve una diferencia muy significativa del 39.21%; mientras que con el grupo B la diferencia es del 9.21%. Hay que resaltar que el planteamiento de preguntas durante todo el semestre fue algo complicado para el grupo B.

Las estadísticas nos muestran que los grupos que trabajaron con el modelo de indagación, en este caso el grupo A, logró avanzar en el desarrollo de la habilidad de plantear preguntas. Sin embargo, en el grupo B no todos lo lograron, aunque esta habilidad se haya promovido en cada trabajo práctico. En lo que respecta al grupo control, se manifiesta que al ser ésta una nueva experiencia para los alumnos, los resultados son desfavorables de manera significativa al tener porcentajes muy dispersos en los campos de la rúbrica y sobre todo porque en el campo más alto de la rúbrica supera por mucho a uno de los grupos de trabajo, obteniendo mayor porcentaje en las preguntas cerradas. Sin embargo, hay que decir que hacer preguntas es una habilidad que se practica desde siempre, por la simple curiosidad que causan los fenómenos que se presentan en la vida cotidiana y que para pulir está habilidad debe ser practicada constantemente.

Planteamiento de hipótesis

El análisis de las hipótesis planteadas se realizó con base en la rúbrica y los resultados se muestran en el gráfico 40.

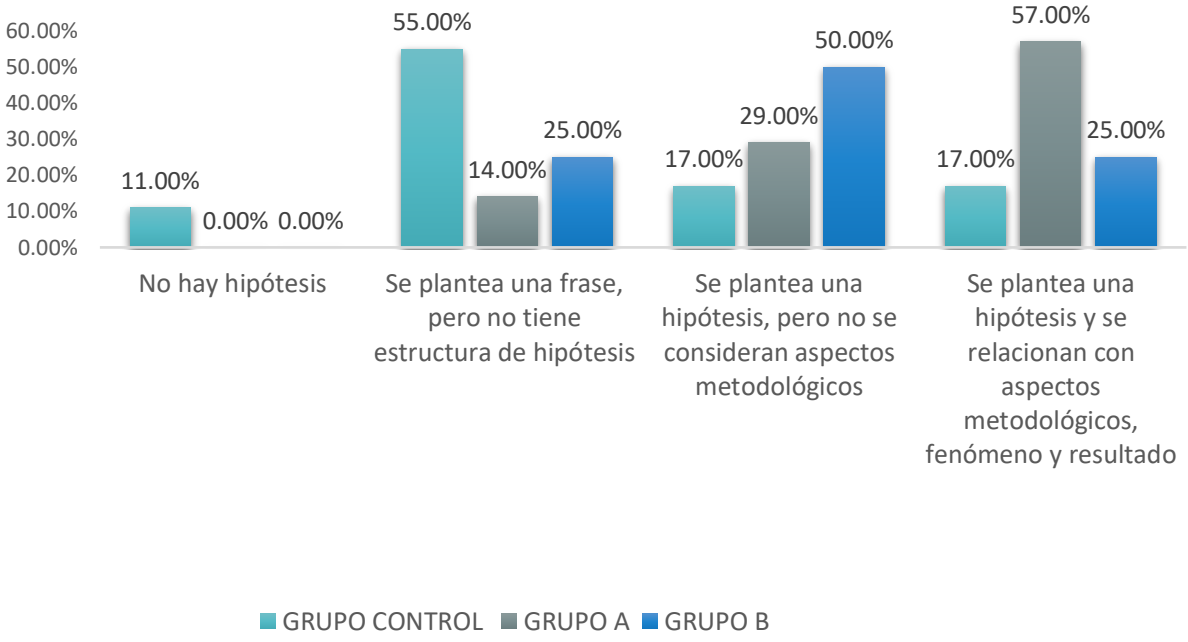


GRÁFICO 40. PORCENTAJE DEL ANÁLISIS DEL PLANTEAMIENTO DE LA HIPÓTESIS. CUESTIONARIO FINAL

En esta habilidad las diferencias están más marcadas. En el grupo control un 11% no planteó ni una frase, el 55% de los alumnos sólo plante una frase que no es una hipótesis y sólo el 17% plantea buenas hipótesis. Por lo que se afirma que en este grupo el realizar hipótesis no es una constante y, por lo tanto, dicha habilidad no está desarrollada de manera adecuada, ya que las hipótesis tienen una estructura y su papel principal es predecir con bases teóricas lo que sucederá en un experimento, por lo tanto, también se hace evidente la falta de relación que hacen entre el fenómeno y posibles metodologías experimentales.

En los grupos con los que se trabajó, las diferencias también están muy marcadas. Lo primero que hay que resaltar es que los alumnos en ambos grupos intentaron plantear una frase. Menos del 30%, en ambos grupos, sólo plantearon una frase sin estructura de hipótesis, lo que no se esperaba, ya que los alumnos ya tenían ideas previas de cómo es que se estructura una hipótesis.

Analizando el siguiente campo de la rúbrica, en donde sólo se plantean hipótesis sin considerar los aspectos metodológicos, un 29% del grupo A las plantea de esta forma y un 50% del grupo B, hecho que tampoco era de esperarse. Y, finalmente, para el ámbito más alto de la rúbrica, el 57% del grupo A llegó hasta él y un considerable 25% del grupo B. Dichas cifras dan buenos indicios de los resultados obtenidos al poner en práctica la indagación guiada durante todo el semestre en los trabajos prácticos. En especial para esta habilidad, los logros obtenidos son bastante aceptables, en comparación con el grupo que no trabajo con la indagación guiada.

Diseño experimental

El análisis de resultados del planteamiento experimental, en los trabajos prácticos con los grupos de trabajo, se estuvo evaluando en equipo, esto aplico de la misma

manera con el grupo control de acuerdo con su forma de trabajo. Sin embargo, para este cuestionario final se solicitó el diseño experimental de forma individual, estos serán los únicos resultados individuales para esta habilidad.

Por lo que, al analizar los datos, se obtuvo el gráfico 37. Al igual que en la habilidad anterior, la diferencia de los grupos de trabajo con indagación y el que no trabajó con este enfoque es muy marcada. Las estadísticas favorecen de nuevo a los grupos A y B. Un 56% del grupo control no planteó un procedimiento experimental. Solamente el 14% y 15%, del grupo A y B respectivamente, no plantearon un experimento. Las diferencias de los otros campos de la rúbrica también son muy evidentes para el grupo control, ya que un 22% no logró plantear un experimento satisfactorio. Mientras que un 48% del grupo A tampoco lo logró y en el grupo B un 20%. Hay que recalcar que los alumnos que están dentro de este rubro sólo planteaban entre una o dos pruebas, por lo que se consideró que su procedimiento no era satisfactorio para responder la pregunta y/o resolver el problema planteado.

Hay que resaltar que para el problema planteado los alumnos debían proponer por lo menos 4 pruebas experimentales para poder resolverlo. En promedio los alumnos de los dos grupos de trabajo planteaban entre 2 y 3 pruebas y se clasificaron en el campo de que hay procedimiento experimental basado en el fenómeno, pero no permite responder la pregunta. Los porcentajes correspondientes a este campo son del 5% para el grupo control, 14% para el grupo A y 35% para el grupo B.

En lo que respecta al rubro más alto que se podía alcanzar, las pruebas planteadas por los alumnos fueron entre 4 o más. Y aunque alumnos del grupo control lo lograron en un 17%, este porcentaje no superó a los grupos de trabajo. Estos grupos obtuvieron: grupo A 21% y el grupo B 30%. El éxito de que los grupos de trabajo tengan ventajas significativas con el grupo control se debe a que los alumnos, a pesar de haber planteado en equipo (durante todo el semestre) el diseño experimental, tenían más experiencia pensando en todas las implicaciones que se deben tomar en cuenta para el diseño, así como la discusión en equipo que les da perspectivas diferentes para que no sólo piensen en una prueba.

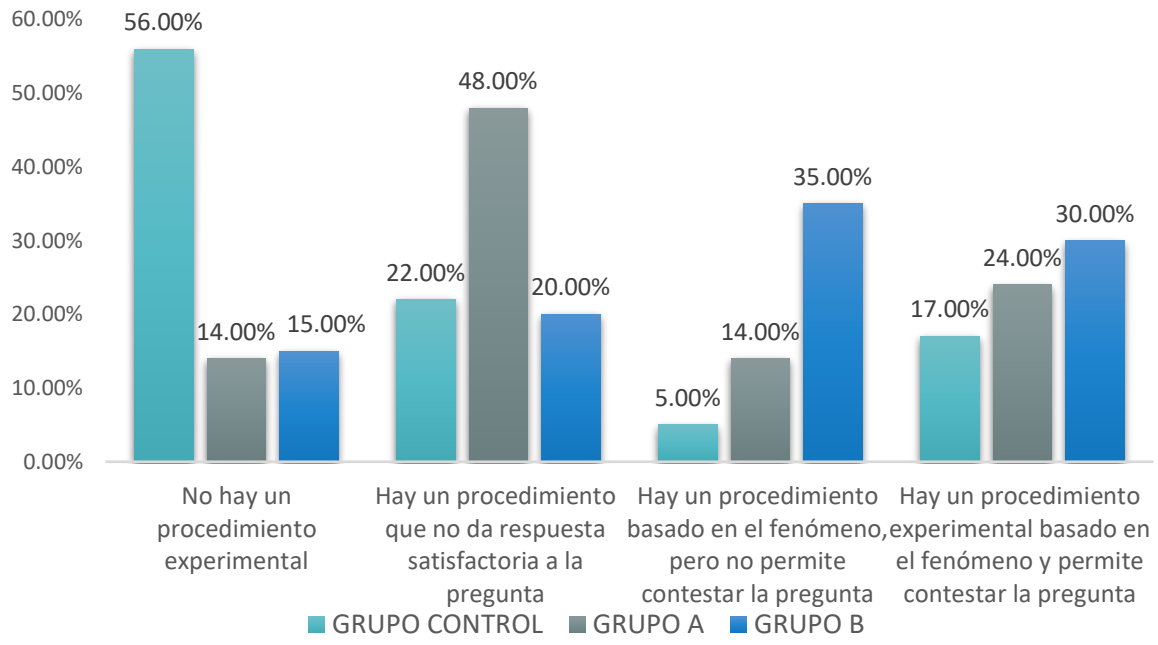


GRÁFICO 41. PORCENTAJE DEL ANÁLISIS DEL PLANTEAMIENTO DEL DISEÑO EXPERIMENTAL. CUESTIONARIO FINAL.

Análisis de resultados

La habilidad del análisis de resultados en los grupos de trabajo, como se ha observado, en los trabajos prácticos que se realizaron durante un semestre no se obtuvieron los estándares altos esperados. No obstante, los resultados al compararlos con el grupo control, favorecen a los grupos A y B. Esto lo podemos observar en el gráfico 38.

Con base en los datos del gráfico, los resultados son alentadores para esta investigación, ya que el grupo control no logró alcanzar los estándares más altos dentro de la rúbrica, pero a pesar de estos porcentajes bajos de los grupos de trabajo sí lo lograron con un 29% del grupo A y un 15% del grupo B. En general el gráfico nos muestra la tendencia de que en los tres grupos los alumnos pueden llegar a realizar análisis incorporando conclusiones de la parte metodológica, con porcentajes superiores al 60%.

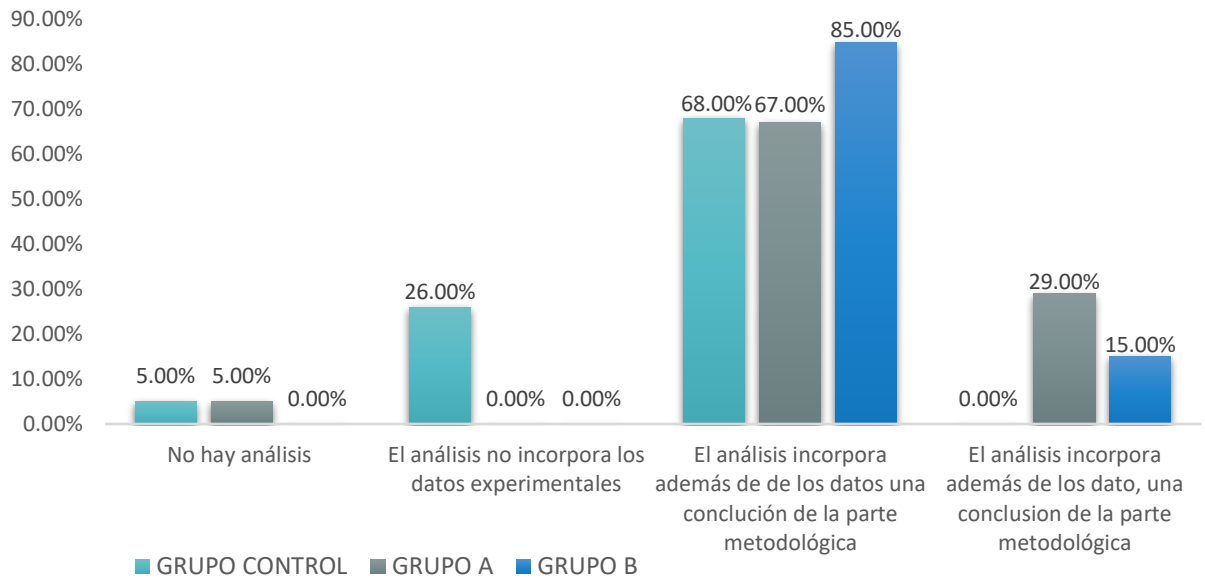


GRÁFICO 42. PORCENTAJE DEL ANÁLISIS DE RESULTADOS CON BASE. CUESTIONARIO FINAL

Conclusión

La habilidad de redactar conclusiones también es una de las habilidades que mayor trabajo cuesta a los estudiantes y en ocasiones suelen confundirse con el análisis de resultados. Aunque, en esta investigación no sucedió esto, pero se nota que esta habilidad se les dificulta a los alumnos. Empero, la indagación como eje didáctico funciona para tener considerables avances en el desarrollo de dicha habilidad. Esto se puede observar en el gráfico 39, se comparan resultados del grupo control y de los grupos de trabajo.

De acuerdo a los datos mostrados, no se esperaba que hubiera porcentajes en el ámbito de: “No hay conclusión”, pero el grupo A presenta 5%. Mientras que el grupo control y el grupo B tienen un porcentaje de 0%. A pesar de esto, el grupo control tiene un porcentaje alto, 47%, en el campo en donde las conclusiones no incorporan datos, mientras que tanto el grupo A y B tiene porcentajes de 24% y 20% respectivamente.

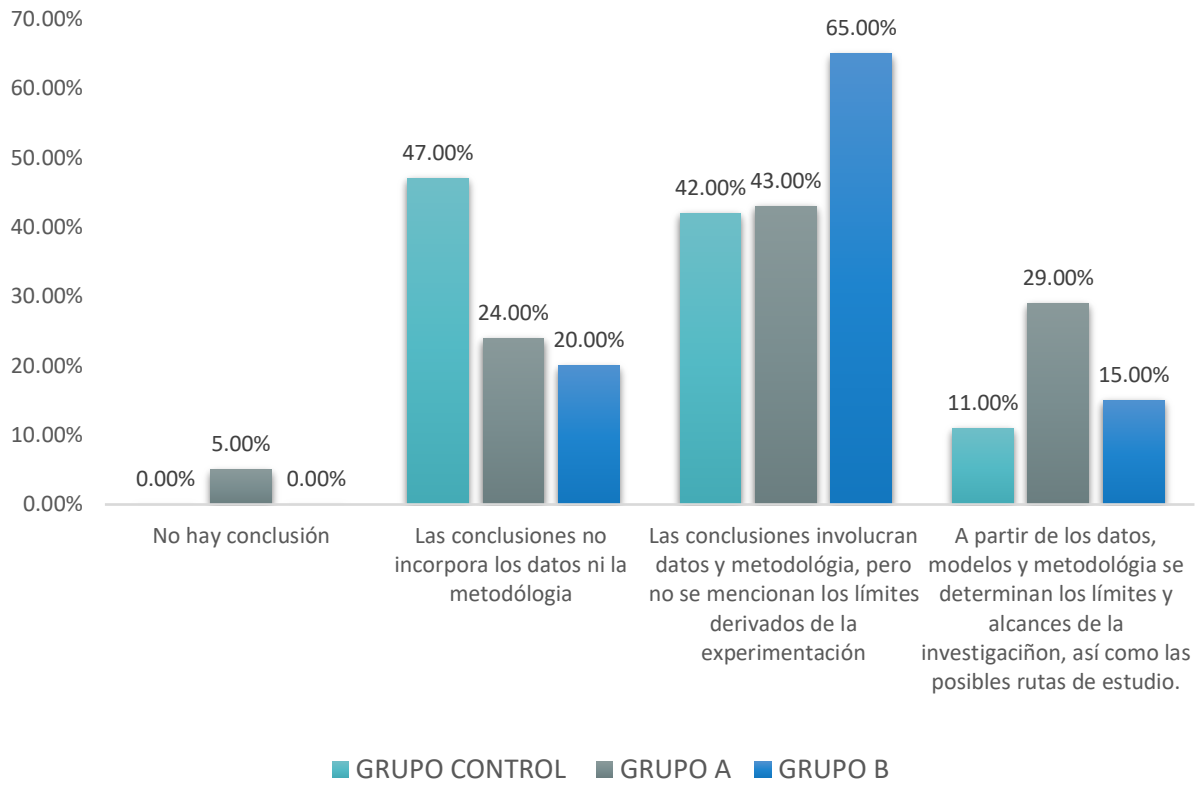


GRÁFICO 43. PORCENTAJE DEL ANÁLISIS LA CONCLUSIÓN. CUESTIONARIO FINAL

En el ámbito de la rúbrica en que se mencionan los aspectos metodológicos, pero no los límites de la experimentación, los porcentajes son muy similares en el grupo control y en el grupo A, 42% y 43% respectivamente, mientras que el grupo B el 65% de sus alumnos logró realizarlas, este porcentaje es el más alto de los cuatro rubros en dicho grupo.

Y, finalmente, para el campo más alto de la rúbrica, el grupo control tiene un porcentaje de 11%, mucho menor con respecto a los grupos de trabajo, pero la diferencia más marcada es con el grupo A con un 18%, mientras que con respecto al grupo B la diferencia es de 4%. Si bien el grupo B tiene porcentajes muy similares con respecto al grupo control esto no se esperaba, si bien es una habilidad que cuesta mucho trabajo en los alumnos se esperaría que con los trabajos prácticos

previos esta habilidad estuviera más desarrollada. El grupo A es el que logró de manera significativa aumentar sus porcentajes en este ámbito de la rúbrica.

f) Cuestionario de valoración

Este cuestionario, que consta de 10 preguntas, se aplicó con la finalidad de obtener información acerca de la aceptación de la estrategia de indagación aplicada a los trabajos prácticos. Dicho cuestionario fue contestado por los dos grupos de trabajo, Grupo A con 21 alumnos y Grupo B con 19 alumnos. El cuestionario completo se encuentra en el anexo VII.

A continuación, se muestran los resultados por pregunta:

1. Comparando con tus otros cursos de ciencias (Biología, Física y Química I y II) ¿Habías realizado trabajos prácticos en los que propusieras tu experimento?

Como se observa en el gráfico 40, casi el 80% de los alumnos de los dos grupos, nunca habían trabajado en la elaboración de sus propuestas experimentales en laboratorios previos. Este esquema de trabajo para la mayoría es nuevo y este mismo porcentaje de alumnos sólo ha trabajado con un enfoque tradicional, en el que plantear experimentos por ellos mismo no es una opción, sólo deben seguir una receta; lo que no es bueno para el desarrollo de las habilidades de pensamiento científico.

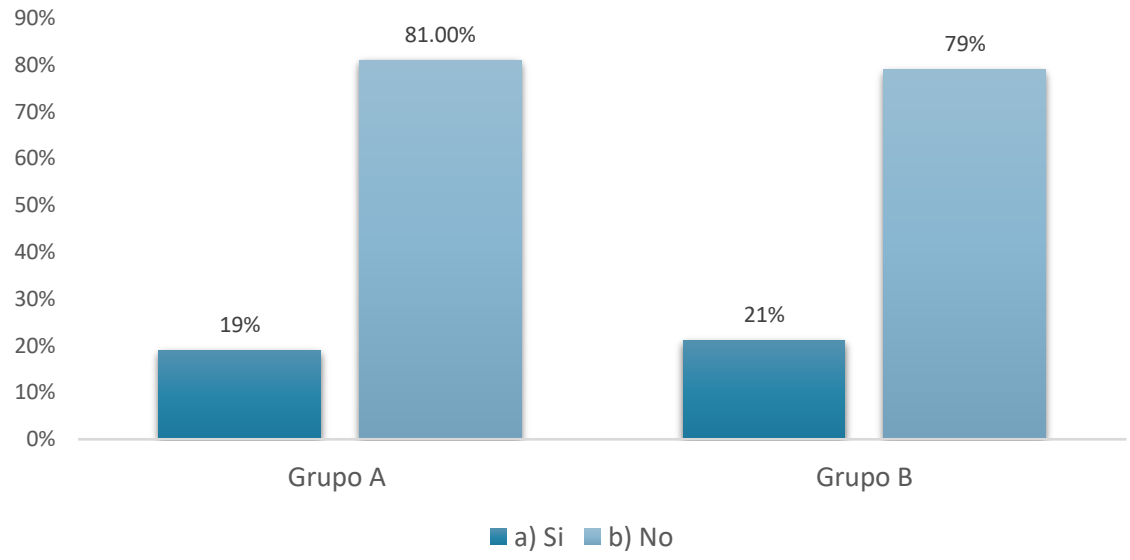


GRÁFICO 44. PORCENTAJE DE COMPARACIÓN DE ALUMNOS QUE SI HABÍAN TRABAJADO DE MANERA SIMILAR Y ALUMNOS QUE NO. CUESTIONARIO DE VALORACIÓN

2. Esta forma de trabajo experimental, en el contexto de tu aprendizaje, te pareció:

Si observamos los resultados de la pregunta anterior, los dos grupos consideran que su forma de trabajo fue entre buena y excelente. Si bien en los dos grupos los porcentajes son variables, en el grupo A 62% dice que fue bueno y el grupo B dice que fue excelente 63%, los alumnos perciben de buena manera esta forma de trabajo, ya que ninguno le parece regular o malo.

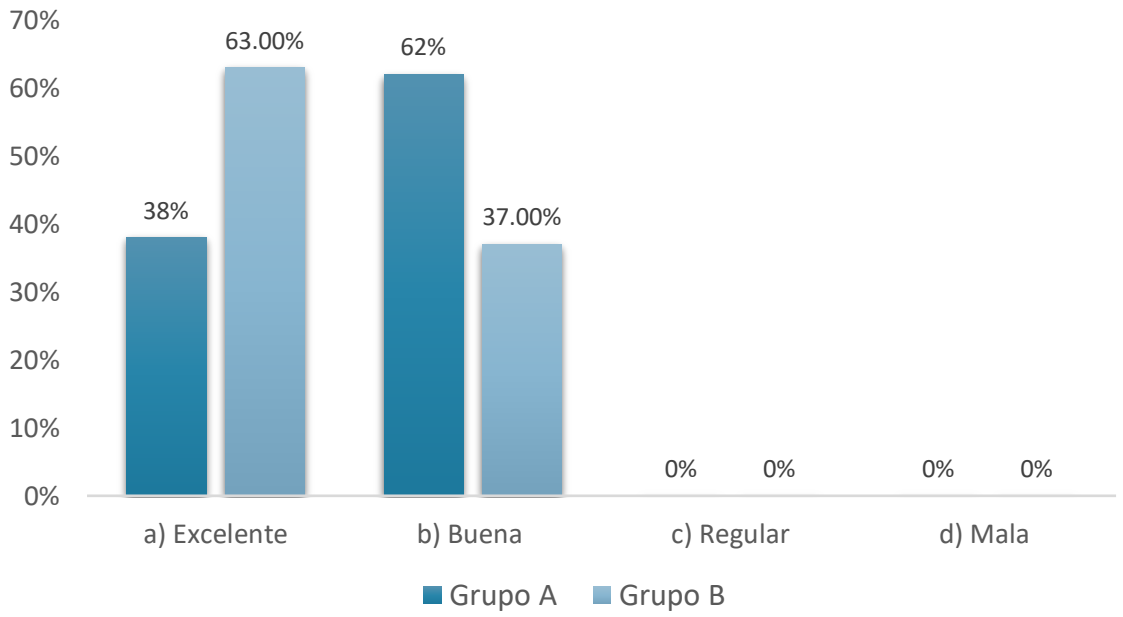


GRÁFICO 45. PORCENTAJE DE CÓMO, LOS ALUMNOS, PERCIBEN SU APRENDIZAJE. CUESTIONARIO DE VALORACIÓN.

3. Marca aquella opción del formato de prácticas con el que tuviste mayor dificultad. Describe brevemente el porqué

En lo que respecta al formato de las prácticas que más se les complicó a los alumnos, los resultados no son inclinados a uno sólo; es decir, los porcentajes son variados en ambos grupos.

Con base en la breve descripción que los alumnos realizaron en esta pregunta, el planteamiento de la pregunta e hipótesis fue algo que en un principio se les dificultó, sin embargo, conforme se avanzó en el curso, esto se les fue facilitando.

El diseño experimental se les hizo algo difícil, no porque no pudieran plantear un experimento, sino, porque a veces tenían que replantearlo o volverlo a estructurar porque no se contaba con el material o los reactivos que ellos en un principio proponían.

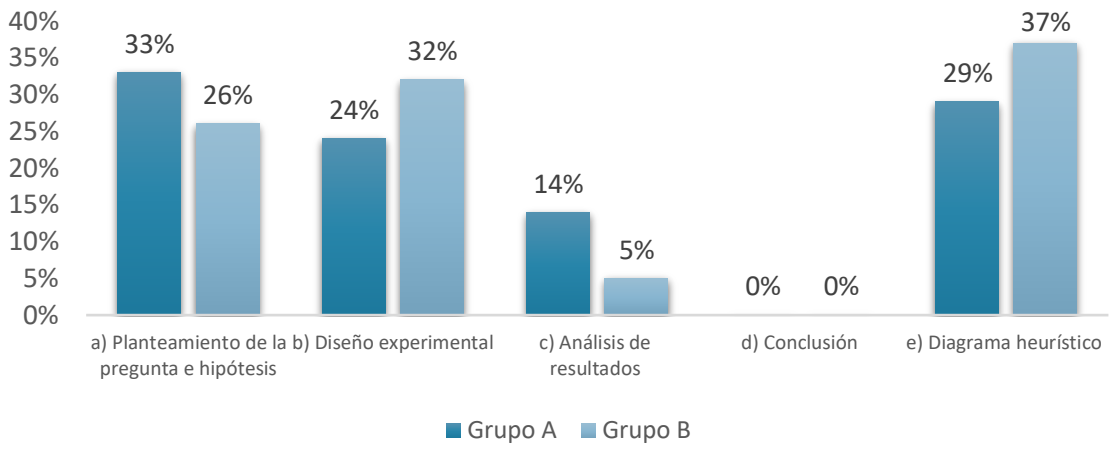


GRÁFICO 46. PORCENTAJES CORRESPONDIENTES AL FORMATO DE PRÁCTICAS QUE MÁS CAUSÓ DIFICULTAD EN LOS ALUMNOS. CUESTIONARIO DE VALORACIÓN

Y, en lo que respecta al diagrama heurístico, las dificultades que se presentaron tuvieron que ver con el llenado de éste. A pesar de que se les dio una clase en particular para que el llenado fuera más claro y un pequeño instructivo, se les complicaba al principio el sintetizar la información.

Otro aspecto importante que debe ser recalcado, es que los alumnos dicen que no les costó trabajo realizar conclusiones y un porcentaje muy bajo (19% de los dos grupos) aborda el análisis de resultados. Se puede notar que en el análisis de cada práctica fue una constante el no lograr realizar buenos análisis de resultados y las conclusiones. Lo que indica que los alumnos no lograron comprender cómo es que se formulan las conclusiones. Tienen una idea muy superficial, también nos indica que la rúbrica no fue tomada en cuenta.

4. Marca la opción del formato de prácticas que más te agradó. Justifica

En cuanto al formato que más agradó al alumnado, los porcentajes también son variados, sin embargo, en el Grupo A un 48% dice que el plantear el experimento es lo que más les agradó. En los comentarios que los alumnos dieron, aseguran que plantear el experimento les hace estar en constante búsqueda de información y al mismo tiempo verificar que ésta es válida, recurriendo a fuentes confiables.

En el grupo B el formato que más agradó fue el diagrama heurístico, a pesar de que al 37% no le agradó. Los comentarios del 32% de los alumnos, a los que les agradó, declaran que: es una herramienta útil para la síntesis de información, así como un recurso organizativo para poder llevar la investigación sin perderse en el proceso.

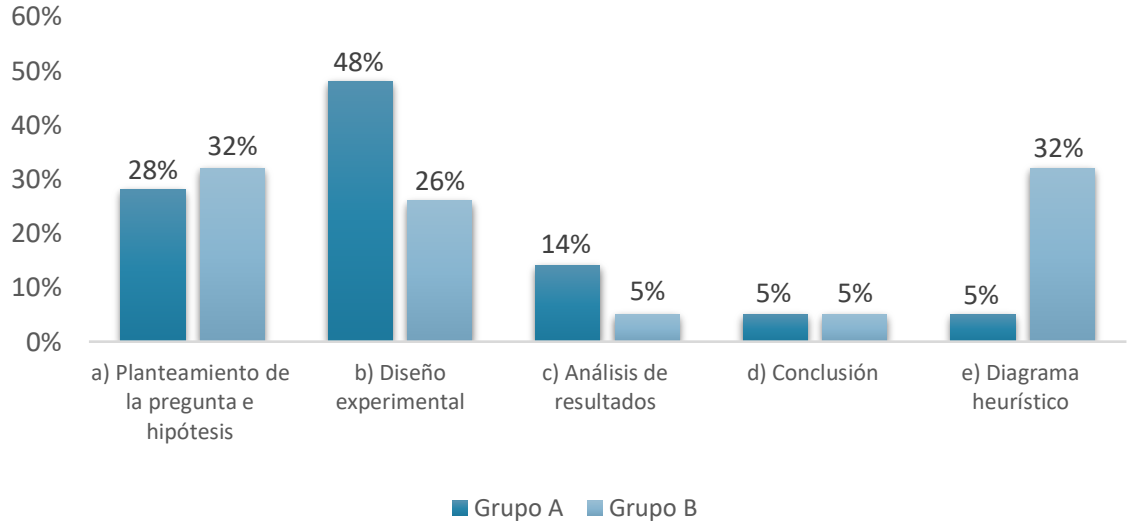


GRÁFICO 47. PORCENTAJES CORRESPONDIENTES AL FORMATO DE PRÁCTICAS QUE MÁS AGRADÓ A LOS ALUMNOS. CUESTIONARIO DE VALORACIÓN

En cuanto a los alumnos que les agradó el planteamiento de la pregunta e hipótesis, en ambos grupos, concuerdan que tanto el planteamiento de pregunta e hipótesis

son útiles para ver qué es lo que pretenden con el trabajo práctico, aseguran que plantearlas ayudan a ver hacia dónde quieren llegar con su experimento.

5. ¿Consideras que esta forma de trabajo fomenta habilidades para tu desarrollo académico? Si tu respuesta es sí: ¿Cuáles habilidades? ¿Podrías relacionar alguna con el quehacer científico?

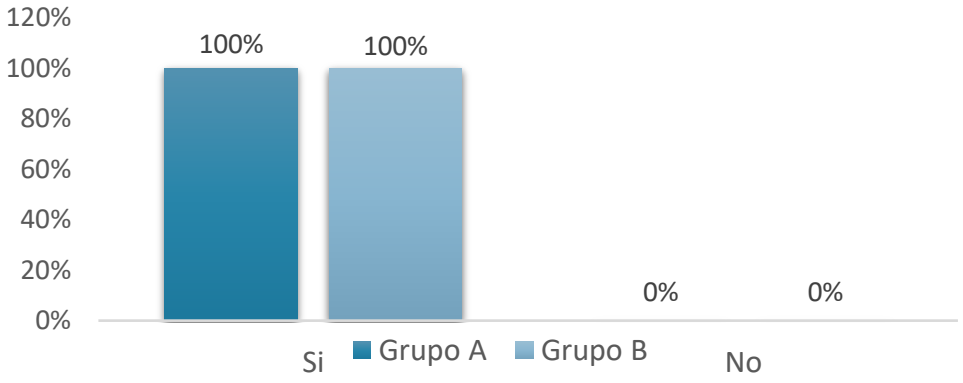


GRÁFICO 48. PORCENTAJES CORRESPONDIENTES A LA CONSIDERACIÓN DE LOS ALUMNOS EN EL DESARROLLO DE HABILIDADES. CUESTIONARIO DE VALORACIÓN

Ante los resultados de este gráfico, observando que en ambos grupos el 100% de los alumnos considera que se fomentan sus habilidades. Ellos enumeraron las siguientes, que se encuentran en la tabla 8. Como se observa, todas las enunciadas en general están relacionadas con el quehacer científico. Aunque ellos no las relacionan directamente con el pensamiento científico, sí creen que son importantes para su desarrollo académico.

6. Con el desarrollo de los trabajos experimentales, tu consideras que:

Con base en el gráfico 49, los alumnos en general consideran que los trabajos prácticos que realizaron tuvieron un aporte en lo que respecta a sus clases de teoría. Los dos grupos A y B consideran que se reforzó el tema visto en clase (50% y 84% respectivamente). Un porcentaje considerable del grupo A (35%) expone que se aclararon las dudas que se tenían acerca de los temas. Los alumnos entonces no

ven a los trabajos prácticos como una oportunidad de poner a prueba sus conocimientos y el desarrollo de sus habilidades.

TABLA 9. HABILIDADES QUE LOS ALUMNOS RELACIONAN CON EL QUEHACER CIENTÍFICO. CUESTIONARIO DE VALORACIÓN

Grupo A	Grupo B
• Trabajo independiente, aprender a aprender, autodidactas • Resolución y planteamiento de problemas (PROYECTOS) • Investigación • Razonamiento, creatividad, lógica, estrategia. • Análisis y procesamiento de la información • Trabajo en equipo • Planteamiento de preguntas	• Habilidades del quehacer científico • Habilidades de investigación • Trabajo en equipo • Autonomía en la forma de trabajar • Identificar problemas y solucionarlos • Habilidades de redacción y argumentación • Habilidades de indagación • Habilidades analíticas

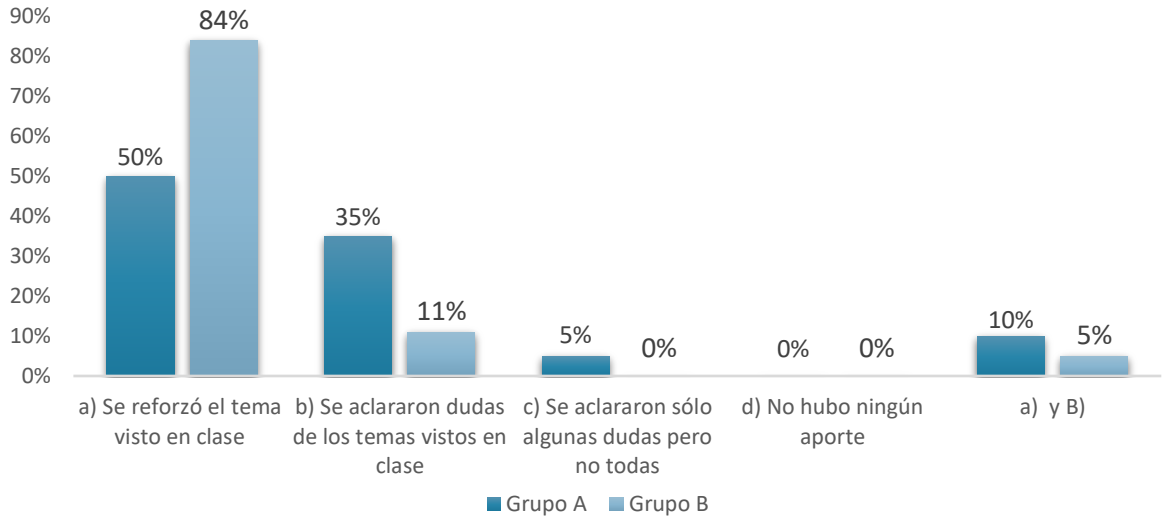


GRÁFICO 49. PORCENTAJES ACERCA DE LAS CONSIDERACIONES, DE LOS ESTUDIANTES, LO QUE LOS TRABAJOS PRÁCTICOS APORTARON A SU FORMACIÓN. CUESTIONARIO DE VALORACIÓN

7. De las siguientes habilidades marca aquellas que consideres importantes para tu desarrollo académico

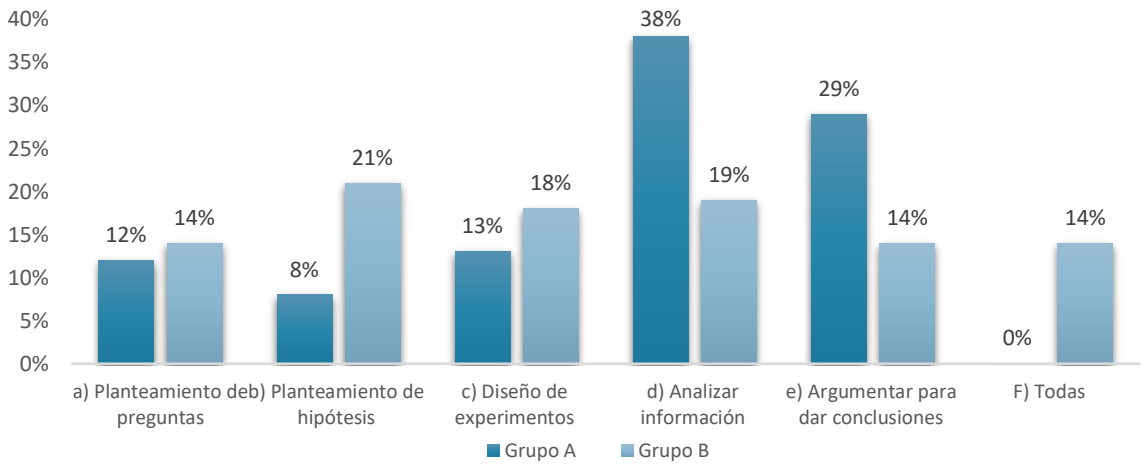


GRÁFICO 50. PORCENTAJES DE LAS HABILIDADES QUE LOS ALUMNOS CONSIDERAN DE MAYOR IMPORTANCIA PARA SU DESARROLLO ACADÉMICO. CUESTIONARIO DE VALORACIÓN

Si bien todas las habilidades de pensamiento científico son importantes para el desarrollo académico de los alumnos, sólo el 14% del grupo B lo considera así (lo que se observa en el grafico 50 en el inciso F). Y en general en este grupo, todas las habilidades tienen porcentajes similares en cuanto a importancia.

El grupo A considera dos habilidades de suma importancia: analizar información y argumentar para dar conclusiones, a pesar de que ambas son las que más se les dificultaron, ellos saben que son importantes no sólo para sus clases de ciencias.

8. De las habilidades mencionadas en la pregunta anterior ¿Consideras que desarrollaste alguna de ellas? Justifica

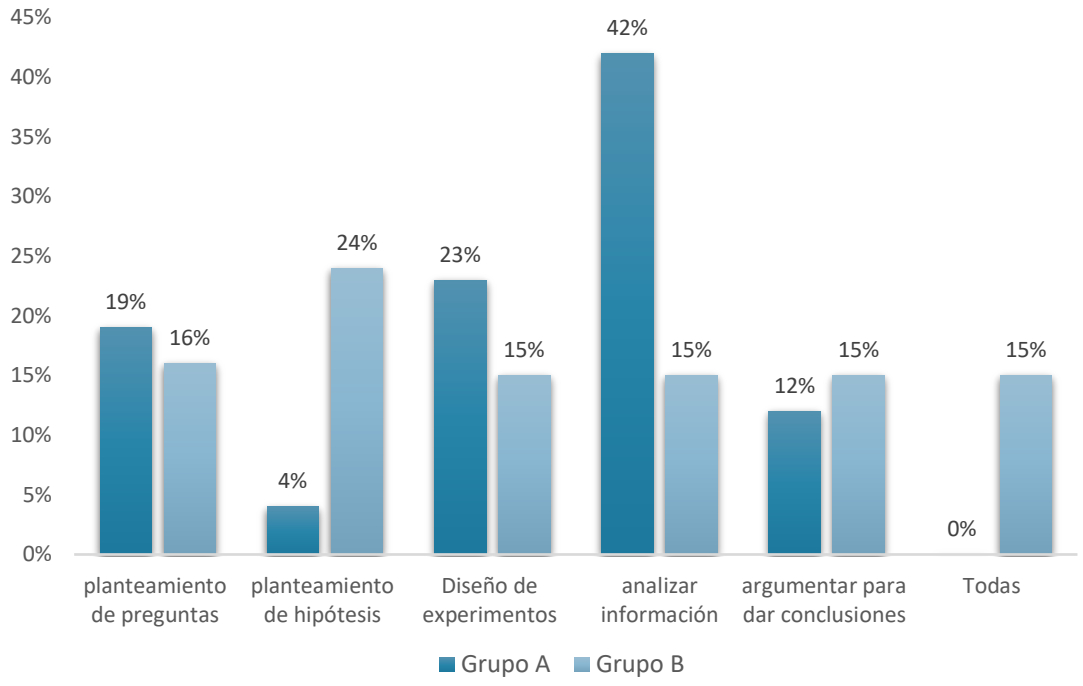


GRÁFICO 51. PORCENTAJE DE LAS HABILIDADES QUE LOS ALUMNOS CONSIDERAN QUE DESARROLLARON. CUESTIONARIO DE VALORACIÓN

Las respuestas a esta pregunta son muy importantes, estos resultados nos hacen ver que en el grupo A el 42% de los alumnos considera que logró analizar información, sin embargo, los diagramas heurísticos dicen lo contrario.

Mientras que en el grupo B, los porcentajes de habilidades que los alumnos consideran que desarrollaron, son muy homogéneas, sólo este grupo con un 15% considera que logró desarrollar todas las habilidades. (Véase gráfico 51)

9. ¿Cómo valorarías tu desempeño en el laboratorio? Justifica

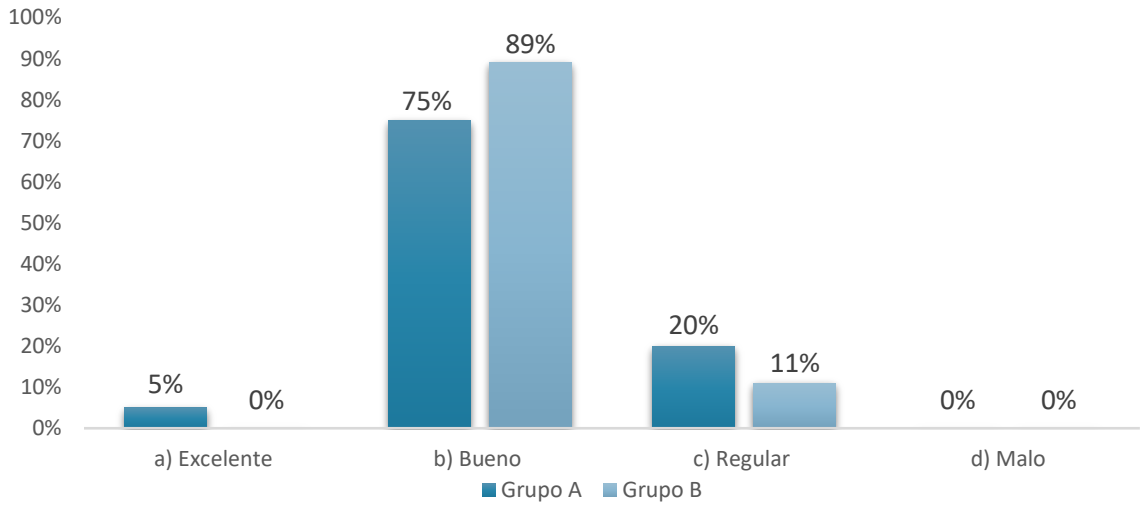


GRÁFICO 52. PORCENTAJES DE LAS CONSIDERACIONES DE LOS ALUMNOS DE SU DESEMPEÑO EN LOS TRABAJOS PRÁCTICOS. CUESTIONARIO DE VALORACIÓN

De acuerdo con el gráfico 52, los alumnos en ambos grupos de trabajo consideran que su desempeño a la hora de realizar trabajos prácticos con este enfoque es bueno. Lo que se notó a lo largo del semestre es que cada alumno, individualmente, logró mejorar la manera en que trabajan en el laboratorio.

Algunas de las justificaciones que los alumnos describen se encuentran a continuación:

"Conforme a un alumno de preparatoria, logre al final comprobar las hipótesis y responder mis preguntas experimentales, así que siento que si logre aprender" Alumno del Grupo A que considera excelente su desempeño

"Por que se manejar varios materiales de laboratorio, planteé un experimento y seguí las indicaciones de la hoja de seguridad" Alumno del Grupo B, que considera un desempeño bueno

por que no estaba familiarizada con realizar prácticas, y al principio me costo trabajo el diagrama por que no me sentía (a veces) muy hábil manejando el material de laboratorio" Alumno del Grupo B que considera un desempeño regular

10. ¿Qué fue lo que más te agradó de esta forma de trabajo? Justifica

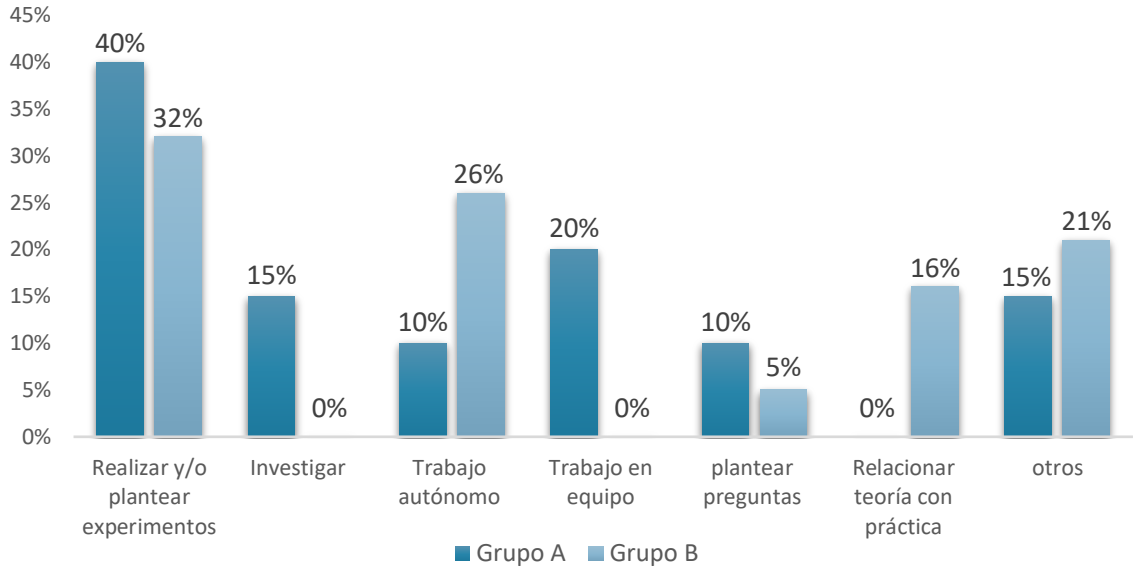


GRÁFICO 53.PORCENTAJES DE LO QUE MÁS AGRADÓ A LOS ALUMNOS DE LA FORMA DE TRABAJO. CUESTIONARIO DE VALORACIÓN

Lo que más agrada a los alumnos de esta forma de trabajo fue plantear y realizar los experimentos. Si bien esto contrasta con un porcentaje considerable (Grupo A 23% y Grupo B 15%) que no les gustó, en su justificación los alumnos argumentan que a pesar de que les costaba trabajo esta parte, ya que, por cuestiones de material o reactivos, debían plantear de nuevo sus experimentos; esto les ayudaba a intentar resolver el problema investigando en más y mejores fuentes.

Analizando por grupo los resultados, el grupo A señaló también que les agradó la parte de realizar investigación por su cuenta, también el trabajo en equipo es algo que valoraron de buena manera (20%) y un 15% remarcó otros aspectos que tenían que ver con la forma en que el profesor impartía estas clases y la forma de trabajo en general.

En el Grupo B un 26% remarcó que el trabajo que realizaba cada alumno era más autónomo, con mayor libertad para tomar decisiones que ayudarían a resolver el problema y que a pesar de que era un trabajo muy pesado les agradaba. En este grupo también consideraron que los trabajos prácticos realizados tenían relación con la teoría. Y, por último, un 21% señaló otros aspectos, en los que involucran la forma de llevar las sesiones, la dirección y ayuda del profesor.

11. ¿Qué fue lo que menos te agrado de esta forma de trabajo? Explica

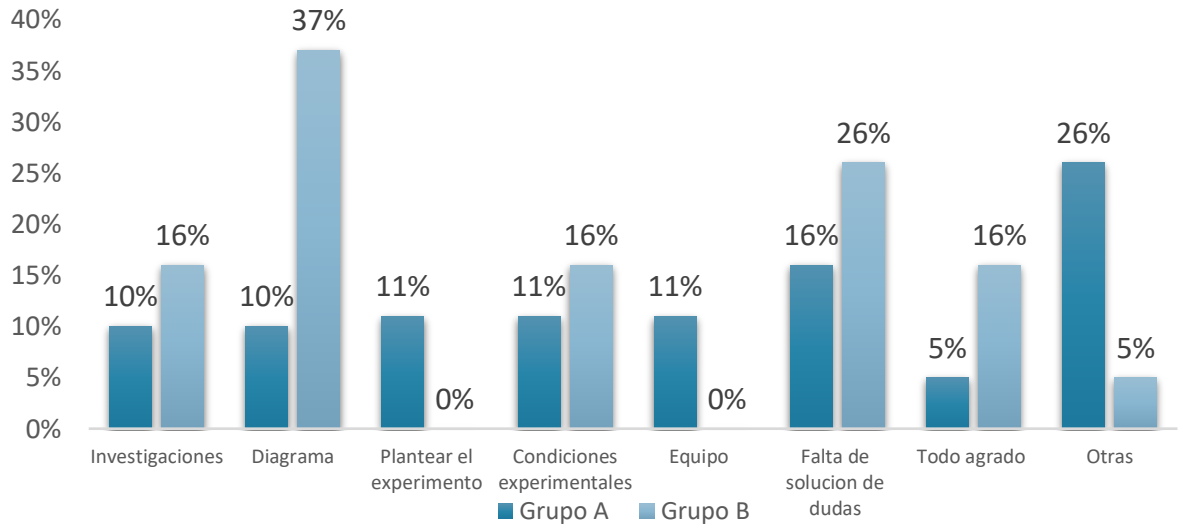


GRÁFICO 54. PORCENTAJES DE LO QUE MENOS AGRADÓ DE LA FORMA DE TRABAJO. CUESTIONARIO DE VALORACIÓN

Si bien en esta pregunta los porcentajes de las respuestas de los alumnos son muy variados en ambos grupos. A continuación, se analizan los resultados por grupo.

El grupo A enumeró con un 26% otras. Estas otras se refieren a que no les gustaba entregar el diagrama por internet, que se sentían muy presionados por realizar un buen trabajo y que en algunos casos siempre tenían que corregir sus protocolos. Seguido de éstas, se encuentran la “falta de solución de dudas” con un 16%. Los trabajos prácticos, al ser con indagación guiada, siempre se les daban consejos para que los alumnos recurrieran a bibliografía y/o buscaran más información sobre el tema, ya que no se les puede dar a los alumnos la respuesta de antemano. Seguidas las demás categorías con un porcentaje similar.

En el grupo B un 37% asegura que el diagrama heurístico fue lo que más les agradó, a pesar de que en el gráfico 54 resaltan que fue lo que más les costó trabajo. En los comentarios que los alumnos hacen se debe resaltar que, a pesar de que les costó trabajo el llenado del diagrama, les agradó porque sintetiza información y es una guía para poder llevar ordenadamente todo el proceso de trabajo práctico. Y seguida con un 26% la falta de solución de dudas, como en el grupo A.

12. Describe brevemente cómo fue tu experiencia con esta forma de trabajo experimental.

Aquí en esta pregunta se pretendía obtener una explicación más concisa en cuanto a la experiencia de cada alumno. No se obtuvo un gráfico porque las experiencias de cada alumno son distintas y encasillarlas en buenas sería muy subjetivo. Sin embargo, se muestran algunas opiniones de los alumnos que podemos observar a continuación:

"Buena, antes no había trabajado ni algo parecido y me parece que es una buena manera de trabajar y aprender." Alumno del Grupo A

"Siento que aprendí bastante, mucho más que en otras clases. Aprendí de tal manera que soy consciente de mis errores y ya sé como corregirlos." Alumno grupo A

"Me estresaba un poco el tener que realizar la experimentación, así como analizar los resultados pero me gustó bastante la forma de trabajo." Alumno del grupo A

"El comienzo fue complicado, parecía muy pesada la forma de trabajo por que nunca había trabajado así, pero poco a poco me acostumbre. Para quienes no tienen tantas aptitudes para el área de ciencias no es imposible ya que hay habilidades que todo alumno debe tener independientemente del área en la que se vayan a desarrollar." Alumno del grupo B

"Fue excelente, incluso te motiva a leer e investigar sobre el tema. Puedes hacer sugerencias y conocer ideas de los demás, te muestra otro panorama. No solo haces, sino piensas y reflexionas." Alumno del grupo B

"Difícil, el hecho de comparar información y comprobar que se a correcta, y los cuestionamientos del profesor solo me confundían." Alumno del grupo B

Aunque se observan tanto buenas y malas experiencias, en general los alumnos creen que la forma de trabajo les ayudó a desarrollar sus habilidades, así como generar actitudes de compañerismo y quitarse el miedo al error; algo que siempre tienen los alumnos. Esta forma de trabajo también es efectiva al hacer ver que los errores no son malos, sino que también son una oportunidad de aprendizaje.

VI. CONCLUSIONES

De acuerdo con los objetivos planteados al principio de esta investigación y con base en todos los datos recabados y presentados en los resultados, podemos decir que se logró plantear e implementar cuatro trabajos prácticos en la materia de Química IV con alumnos del CCH, específicamente en este trabajo en el Colegio de Ciencias y Humanidades Azcapotzalco.

Con lo gráficos mostrados en los resultados, sobre todo en el cuestionario final, se observó un desarrollo de las habilidades de pensamiento científico más significativo en los alumnos que trabajaron con el enfoque de indagación que con los alumnos que no trabajaron así. El éxito de que las habilidades de pensamiento científico se desarrollen, tienen que ver, en gran medida, con el nivel de apertura que se aplique en la indagación. En esta investigación, los trabajos prácticos que realizaron los alumnos se regían por una indagación guiada con un nivel de apertura 1 y 3, según Buck (tabla 3).

Si bien es cierto que en algunas habilidades como el planteamiento de hipótesis los alumnos del grupo control tienen buenos resultados debemos atribuir esto a que las habilidades de pensamiento de los alumnos no son nulas, sino que las han ido desarrollando conforme a su experiencia académica, de la cual no tenemos evidencias para atribuir su desarrollo a un curso y/o profesor. Hay que resaltar que en este grupo no se tenía una sesión específica para el planteamiento de hipótesis y pregunta y aun así se les pedía que en el informe que entregaban estuvieran presentes.

Si bien es cierto que el desarrollo de las habilidades de pensamiento científico se logró, hay que resaltar que la variabilidad de los resultados entre los grupos de trabajo es significativa. Esto se debe a que con el grupo A se tuvo mayor tiempo de trabajo. Un semestre anterior, los alumnos comenzaron a tener conocimiento con la indagación como forma de trabajo. Si bien no se logró concretar ningún trabajo practico, debido a cuestiones ajenas a esta investigación, ellos ya tenían una

aproximación con la forma de trabajo: el plantear preguntas e hipótesis y conocían en qué consistía el diagrama heurístico.

En lo que respecta a los resultados que arrojaron los trabajos prácticos realizados durante un semestre con los grupos de trabajo, podemos decir que, en las primeras prácticas, se tuvo más éxito con el desarrollo de las habilidades de pensamiento científico, y en las últimas dos se puede observar pequeños retrocesos en algunas de ellas. Esto puede atribuirse a que las últimas dos prácticas no tuvieron el mismo tiempo de realización (esto se observa en la tabla 7). Debido a la duración del semestre, no se pudo dar más tiempo a los trabajos prácticos porque también debe cubrirse un currículo y terminar en tiempo y forma. Asimismo, el contenido disciplinar en las últimas prácticas es más pesado y esto pudo haber repercutido en el entendimiento de los problemas a resolver.

También podemos afirmar, en el caso del planteamiento de las preguntas e hipótesis, que se ven favorecidas al no limitar a los alumnos a que planteen una sola pregunta o hipótesis, esto de acuerdo con el trabajo práctico II, en donde los alumnos recibieron la instrucción del profesor de plantear una pregunta y una hipótesis por cada una de las pruebas experimentales que se realizarían, obteniendo, así, mejores resultados en el rubro más alto de la rúbrica.

No hay que dejar de lado que también el éxito de que las habilidades de pensamiento científico se desarrollen tiene que ver con el compromiso que los alumnos tienen, de cuánto estén interesados en apropiarse del conocimiento; así como de sus habilidades metacognitivas. Además, debemos tener en cuenta de que el desarrollo de las habilidades en los alumnos no es el mismo, por lo que habrá alumnos que se vuelvan expertos en algunas habilidades y en otras no.

En cuanto a la aceptación de esta forma de trabajo, podemos afirmar que la mayoría de los alumnos la aprueban. Esto con base en el cuestionario de valoración que se aplicó a los grupos de trabajo. En general, los alumnos ven esta forma de trabajo más dinámica e interesante al ser partícipes activos durante la realización de los trabajos prácticos y se ven motivados a la hora de proponer sus experimentos,

aunque esto en ocasiones se les haya dificultado debido a que no se tenía el material y/o reactivos que en principio ellos habían planteado. A partir de este cuestionario (cuestionario de valoración), también hay que resaltar que, si bien los alumnos no saben mucho acerca de las habilidades de pensamiento científico, muchos de ellos las reconocen indirectamente y saben sobre su importancia, sin embargo, no las relacionan con el quehacer científico.

Hay que resaltar que una de las dificultades más marcadas por los alumnos fue el llenado del Diagrama Heurístico, y además dista mucho de uno de sus objetivos que es el de la autoevaluación, ya que ningún alumno hace referencia a ese campo del diagrama. Estas complicaciones pueden deberse a que es una nueva herramienta para ellos y acoplarse a esta es una tarea que requiere mucha práctica por el hecho de simplificar la información que debe colocarse en cada uno de los rubros. En lo que respecta a la autoevaluación, los resultados negativos de esto se deben a que los alumnos no toman en cuenta el porqué de ésta, sino que más bien ellos lo ven como un criterio de evaluación y no como un propósito para que puedan guiarse y mejorar.

En general, podemos decir que la indagación es un buen enfoque para la promoción del desarrollo de las habilidades de pensamiento científico. Sin embargo, los pros y contras que se llegan a presentar durante los trabajos prácticos tienen que ver tanto con los alumnos como con los profesores; ya que los alumnos son los que se tienen que apropiar del conocimiento con el avance de la indagación, pero los docentes tienen el papel de guía para que los alumnos logren este objetivo.

Y finalmente, en lo que respecta al contenido disciplinar para fines de está investigación no se evaluó ya que los objetivos principales tienen que ver con el desarrollo de habilidades de pensamiento científico. Esto no quiere decir que no sea importante sino, todo lo contrario, el contenido disciplinar es el principal eje del planteamiento de los problemas, es una de las razones por lo que los trabajos prácticos no pueden ser completamente abiertos ya que se toma en cuenta para poder planear dichos trabajos.

RECOMENDACIONES

Se recomienda que los profesores que opten por hacer que la indagación sea su forma de trabajo, no sólo estén preparado con el conocimiento curricular; sino que debe tener conocimientos acerca de lo que y el papel de guía que debe desempeñar. Deben además estar dispuestos a ceder más responsabilidades a los alumnos y estar atentos durante todo el proceso, ya que es fundamental que los profesores identifiquen las principales dificultades de los alumnos para poder orientarlos y ayudarlos para que puedan construir su propio conocimiento.

Asimismo, se recomienda planear los trabajos prácticos con tiempo, recordando que este tipo de didácticas siempre llevan más tiempo de realización. Pensar bien los problemas que se formulen, no dejando de lado el material y sustancias con las que se cuentan en el laboratorio para que no terminen siendo una limitante para los alumnos.

También es recomendable que los profesores estén familiarizados con el Diagrama Heurístico para que puedan guiar de la mejor manera a los alumnos en cuanto a su llenado, asimismo que les expliquen bien la rúbrica y los objetivos principales de la autoevaluación.

Con base en los observado en los resultados de este trabajo sobre los avances de desarrollo de las habilidades de pensamiento científico de los alumnos; es deseable que, para mejores resultados, no sólo se maneje un laboratorio con esta didáctica, sino que en lo posible implementar el mismo enfoque en otros laboratorios, no sólo en el de química, ya que así podrán verse reflejados mayores avances en el desarrollo de las habilidades de pensamiento científico en los alumnos. Como Zimmerman (2007) lo menciona, hay que propiciar el ambiente adecuado para que estás habilidades se desarrollen ya que no se ven favorecidas en ambientes de trabajo rutinarios/tradicionales.

Por último, es importante que en futuras investigaciones se logre evaluar de mejor manera el aprendizaje de los alumnos de los temas abordados en los trabajos prácticos, ya que en este trabajo no podemos dar conclusiones precisas de qué tanto los alumnos saben los temas.

VII. BIBLIOGRAFÍA

Balderrama J., Padilla K. (2019). **Developing scientific thinking trough teaching chemical reaction with inquiry based teaching**. Educación Química. Vol. 30, 93-110.

Bunter T., Lee K., Ng L. K. J., Srikoon S., Vangpoomyai P, Rattanavongsa J., Rachahoon G. (2014) **Do Different Levels of Inquiry Lead to Different Learning Outcomes? A comparison between guided and structured inquiry.** International Journal of Science Education, 36:12, 1937-1959, DOI: 10.1080/09500693.2014.886347

Bevins S. y Price G. (2016). **Reconceptualising inquiry in science education**. Intermational Jounal of siciene education. Vol. 38. NO. 1, 17-29.

Caamaño A., Oñorbe A., Jiménez A. M. P., Pedrinaci E., De Pro A. (2003). Cap. 5. **Los trabajos prácticos en ciencias. Enseñar Ciencias**. (p. 95-118). Barcelona España: Editoral GRAÓ

Chamizo J. A. (2012). **Habilidades de pensamiento científico. Los diagramas heurísticos**, México Coyoacan,Cuidad de México. Universidad Nacional Autónoma de México.

Chamizo J. A., Izquierdo M. (2007). **Evaluación de las competencias de pensamiento científico.** Alambique Didacta de las Ciencias Experimentales. 51, 9-19.

Chen C., She H. (2015). **The effectiveness of scientific inquiry with/without integration of scientific reasoning**. International Journal of Science and Mathematics Education. 20, 1-20.

De Jong O. (1998). **Los experimentos que plantean problemas en las aulas de química: Dilemas y soluciones**. Enseñanza de las ciencias. 16 (2), 305-124.

Espinoza F. E. (2018). **La hipótesis en la investigación**. MENDIVE. Vol. 16 No. 1, 122-139.

García G. M. S., Furman M. G. (2014). **Categorización de preguntas formuladas antes y después de la enseñanza por indagación.** Praxis & Saber. VoL. 5, Núm. 10, 75-91.

Garritz A. (2010). **Indagación: las habilidades para desarrollar y promover el aprendizaje**. Educación Química. 21(2), 106-110.

Herranen J., Aksela M.(2019) **Student-question- based inquiry in science education, Studies in Science Education**, 55:1, 1-36, DOI: 10.1080/03057267.2019.1658059

Harrison C. (2014). **Assesment of Inquiry Skills in the SAILS Project. Science Education International.** Vol. 25, 112-122.

Hofstein A., Navon O., Kinpnis M., Mamlok-Naaman R. (2005). **Developing stundents´Ability to Ask More and Better Questions Resulting from Inquiry-Type Chemistry Laboratories.** Journal Of Research in Science Teaching, Vol. 42, No. 7, 791-806.

Katchevich D., Hosftein A., Mamnok-Naaman R. (2013). **Argumentation in the Chemistry Laboratory: Inquiry and Confimation Experiments**. Res Sci Educ., 43, 317-345.

Marzo M. A., Monferre P. L (2012). **Pregúntate, indaga y a la vez trabaja algunas competencias.** Revista Eureka. Sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias. 12(1), 1989-211.

Nieto A. P. (2017). **Implementación de trabajos experimentales con un enfoque de indagación en el laboratorio de Física**. Tesis de licenciatura. Universidad Nacional Autónoma de México.

Padilla K., Alfaro F. R., Avilés M. P., Castro B. R. A., Cosio C. C., Flores M. M. T., González A. M. A., Ortega Z. R., Rivera T. F. **Experimentos para la enseñanza de la Física con un enfoque de Indagación.** Cuidad Universitaria, Delegación Coyoacán. México. Universidad Nacional Autónoma de México.

Pérez C. Y., Chamizo G. J. A. (2013). **El ABP y el diagrama heurístico como herramienta para desarrollar la argumentación escolar en las asignaturas de ciencias**. Ciênc. Educ. Baruru, v. 19, n. 3, p. 499-516.

Reyes F., Padilla K. (2012). **La indagación y la enseñanza de las ciencias**. Educación Química. 23, 415-421.

Ural E. (2016). **The Effect of Guided-Inquiry Laboratory Experiments on Science Education Students´ Chemistry Laboratory, Anxiety and Achievement.** Journal Of Education and Training Studies. Vol 4, No 4, 217-227.

Zimbardi K., Bugarcic A., Colthorpe K., Good J. P., Lluka L. J. (2013). **A set of vertically integade inquiry-bases practical curricula that develop scientific thinking skills for large cohorts of undergraduate students**. Adv Physiol Educ, 37, 303-315.

Zimmerman C. (2007). **The development of scientific thinking in elementary and middle school**. Developmental Review. 27, 172-223.

VIII. ANEXOS

ANEXO I. DIAGRAMA HEURÍSTICO

Integrante:		Pts.
A)¿Cuáles son las preguntas que me interesa responder?		
B)¿Cuál (es) es la hipótesis que me ayudarán a responder mi pregunta?		
C)CONCEPTOS	**D) METODOLOGÍA**	
C1)¿Qué conceptos me ayudarán a comprender el fenómeno?	**D1)¿Qué procedimiento experimental me ayudará a contestar mi(s) pregunta(s)?**	
C2)¿Qué otros fenómenos puedo comprender con estos conceptos? (Aplicaciones)	**D2)¿Cómo proceso mis datos experimentales?**	
C3) ¿Es posible construir un modelo con lo que encontré de mis datos experimentales? ¿Por qué? ¿Cuál? ¿Es posible relacionar mis datos experimentales con algún modelo teórico? ¿Cuál?¿Por qué? ¿Es posible partir de un modelo teórico que me ayude a contestar mis preguntas y plantear mi procedimiento experimental?	**D3) ¿Cuál es el análisis que puedo obtener derivado de los datos experimentales?**	
E)¿Cuáles son mis conclusiones?		
F)¿Cuál es la respuesta (as) a mi (s) pregunta (s)?		
G)Referencias bibliográficas.		
Autoevaluación (Total de puntos) /33 puntos posibles		

DIAGRAMA HEURÍSTICO

El diagrama heurístico es una nueva herramienta que te ayudará durante el desarrollo de tu proyecto. Sabemos que esta herramienta es nueva para ti, por eso a continuación te proporcionamos algunas recomendaciones que podrás seguir para ir construyendo tu diagrama heurístico y al mismo tiempo poder llevar de manera ordenada el desarrollo de tu proyecto, asimismo te servirá para poder planear mejor tu cronograma de actividades.

- **Inciso A).** Deberás platearte preguntas que te ayudarán a contestar y/o solucionar tu problema. Recuerda que el tipo de preguntas que formules es importante, y trata de proponer preguntas del tipo abierto y semiabierto.
- **Inciso B).** Ayúdate de las preguntas para poder plantear la hipótesis. Recuerda que una hipótesis es una proposición que puede ser una solución al problema que se planteó.
- **Inciso C), C1).** Enlista los conceptos que están involucrados en el problema, esto te facilitará ver mediciones que necesitas incluir en tu diseño experimental.

C2) y C3). Al reconocer los conceptos podrás relacionarlos con otros fenómenos, y, asimismo, lograrás reconocer los modelos (Físicos y/o matemáticos) que te permitirán dar solución al problema.

- **Inciso D), D1).** Con el punto anterior, te será más fácil plantear tu diseño experimental. Concéntrate en analizar los modelos e identificar a partir de estos, las variables que involucran, así como de cuáles de estas debes hacer mediciones para obtener datos.

Teniendo ya las variables que vas a medir ahora debes tomar en cuenta el material de laboratorio que hay. Ayúdate de tu profesor para que te asesore que materiales hay en el laboratorio.

D2). Se te recomienda que para que se te facilite recabar lo datos, seas ordenado y te ayudes de tablas.

D3). Con los resultados obtenidos, realiza tu análisis. Ayúdate de las siguientes preguntas: ¿Los resultados ayudan a contestar mis preguntas?, ¿El resultado es favorable? ¿Sí, no? ¿Po qué?.

- **Inciso E).** En cuanto a la conclusión respecta debes asegurarte que este basada en la hipótesis planteada, es decir, si tus resultados sustentan tu hipótesis y por qué, de igual forma si no la sustentan y el por qué no.
- **Inciso F).** En esta parte, sólo debes colocar las respuestas a las preguntas que te planteaste en el inciso A.
- **Inciso G).** Debes colocar tus fuentes bibliográficas que consultaste. Si tienes dudas de sobre cómo citar, consulta la pagina bibliotecas UNAM; a continuación te dejamos el link: http://dgb.unam.mx/index.php/guias-y-consejos-de-busqueda/como-citar#publicaciones-periódicas

TABLA 10. RÚBRICA DEL DIAGRAMA HEURÍSTICO

Puntos	Características
	A) PREGUNTA
0	No hay pregunta
1	Hay una pregunta cerrada basada en los fenómenos
2	Hay una pregunta semiabierta basada en los fenómenos y que incluye conceptos
3	Hay una pregunta semiabierta o abierta basada en los hechos, que incluye conceptos y que sugiere aspectos metodológicos
	B) HIPÓTESIS
0	No hay hipótesis
1	Se plantea una frase, pero no tiene estructura de hipótesis
2	Se plantea una hipótesis, pero no considera aspectos metodológicos
3	Se plantean hipótesis y se relacionan con aspectos metodológicos, fenómeno y resultado.
	C1) CONCEPTOS,
0	No hay conceptos
1	Se presenta un solo concepto
2	Se presentan dos o más conceptos
	C2) APLICACIONES
0	No hay aplicaciones
1	Se identifican las aplicaciones
2	Se identifican las aplicaciones y el lenguaje
	C3) MODELOS
0	No se especifica ningún modelo
1	Se identifica el lenguaje
2	Se identifican el lenguaje y el o los modelos capaces de explicar la pregunta
	D1) PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL
0	No hay procedimiento experimental
1	Hay un procedimiento que no da una respuesta satisfactoria a la pregunta

2	Hay un procedimiento experimental basado en el fenómeno y pero no permite contestar la pregunta
3	Hay un procedimiento experimental basado en el fenómeno y permite contestar la pregunta
	D2) PROCESAMIENTO DE DATOS
0	No hay procesamiento de datos
1	Los datos son procesados de forma incorrecta
2	Los datos son procesados, ya sea a través de tablas y/o gráficas, pero sin especificar su procedencia
3	Los datos son procesados, ya sea a través de tablas y/o gráficas y es claro cómo fueron procesados y de dónde vienen.
	D3) ANÁLISIS DERIVADO DE LOS DATOS
0	No hay análisis
1	El análisis no incorpora a los datos experimentales
2	El análisis incorpora además de los datos una conclusión de la parte metodológica, los hechos
3	El análisis incorpora además de los datos, una conclusión de la parte metodológica, los hechos y los conceptos (particularmente el modelo)
	E) CONCLUSIONES
0	No hay conclusiones
1	Las conclusiones no involucran los datos, ni la metodología
2	Las conclusiones involucran datos y metodología, pero no se mencionan los límites derivados de la experimentación.
3	A partir de los datos, modelos y metodología se determinan los límites y alcances de la investigación, así como las posibles rutas de estudio.
	F) RESPUESTA EN LUGAR DE RESULTADO
0	No hay respuesta
1	Hay respuesta y se identifican los errores
2	Hay respuesta y se identifican y explican los errores
3	Hay respuesta y se identifican y explican los errores y se propone una alternativa razonable de solución
	G) REFERENCIAS
0	No hay referencias
1	Hay referencias únicamente de los hechos, o de los conceptos o de la metodología
2	Hay referencias de los hechos y de los conceptos o de la metodología
3	Hay referencias de los hechos de los conceptos y de la metodología

ANEXO II. GUIÓN TRABAJO PRÁCTICO I

TRABAJO PRÁCTICO REACTIVIDAD

Se te asignara una muestra de dos hidrocarburos gaseosos (butano y etino). Al ser estas sustancias gases incoloros deberás identificar a cada una de ellas en hidrocarburo saturado e insaturado respectivamente.

RECOMENDACIONES PARA RESOLVER EL PROBLEMA

- Ayúdate de las características de los compuestos que tienes y comparar sus propiedades tanto físicas y químicas
- ¿Qué propiedad física o química podría ayudarte a identificar a las sustancias que tienes?
- ¿Podrías identificarlos mediante su reactividad?¿Si?¿No?¿Por qué?
- Es importante tomar en cuenta el material de laboratorio y el estado de agregación en la que se encuentran tus muestras para proponer el experimento.
- Ya que hayas realizado un análisis de las propiedades ayúdate de las reacciones que investigaste para poder pensar mejor una solución para el problema
- Puedes ayudarte de las reacciones que investigaste. ¿Alguna de ellas nos puede dar algún indicio para identificar a las sustancias? ¿Qué caracteriza a la reacción que escogiste?
- **OJO: Antes de llevar a cabo el diseño experimental, debes tener la aprobación de tu profesor. También antes de realizar el experimento debes conocer los peligros de las sustancias con las que vas a**

trabajar, por lo que debes buscar las hojas de seguridad para tener los cuidados necesarios a la hora de trabajar con ellas.

ANEXO III. GUIÓN TRABAJO PRÁCTICO II

TRABAJO PRÁCTICO GRUPOS FUNCIONALES

❖ Problema

Imagina que eres un químico que acaba de entrar a trabajar a una farmacéutica. El primer día de tu trabajo es algo abrumador ya que, la empresa que surte la materia prima entregó un pedido de tres sustancias orgánicas sin etiquetar.

Por lo que, primero te comunicas con el proveedor para ver si pueden resolver el problema, pero sólo te da la información siguiente:

-Son tres sustancias diferentes, líquidas e incoloras

-Las tres tienen en común que su grupo funcional al menos está constituido por un oxígeno

❖ Sugerencias para resolver el problema

- Te sugerimos que antes analices el problema, léelo las veces que sea necesario, y a partir de ahí comiences a plantear preguntas que te ayuden a resolver el problema, recuerda que las preguntas que plantees deben darte la pauta para que plantees un experimento
- Asimismo, con lo que ya conoces acerca de los grupos funcionales plantea una hipótesis. Recuerda que una hipótesis es una posible respuesta a tu pregunta
- Ahora que ya lograste plantear tu pregunta e hipótesis, enfócate en cómo vas a comprobarla. Por lo que te sugerimos lo siguiente:

- Analiza con tu equipo las propiedades físicas de las sustancias que identificaron, es decir, las que contienen oxígeno en su grupo funcional.
- Analiza las propiedades físicas que encontraste ¿Alguna de ellas podría ayudarte a identificar que te es? Justifica
- Te sugerimos que vayas realizando anotaciones en lista y/o un diagrama de flujo para que cuando esté listo el planteamiento te sea fácil seguir la experimentación

- **OJO: Antes de llevar a cabo el diseño experimental, debes tener la aprobación de tu profesor. También antes de realizar el experimento debes conocer los peligros de las sustancias con las que vas a trabajar, por lo que debes buscar las hojas de seguridad para tener los cuidados necesarios a la hora de trabajar con ellas.**

❖ Bibliografía

McMurry, J. (2008). *Química orgánica*. México: CENGAGE Learning

Wade, L G., (2004) *Química orgánica.* Pearson Educación

ANEXO III GUIÓN TRABAJO PRÁCTICO III

TRABAJO PRÁCTICO ÉSTERES

- **Problema**

En estos días la farmacéutica en la que trabajas desarrolló un jarabe pediátrico, que se encarga de expulsar las flemas y contrarrestar los efectos de la fiebre.

Tus compañeros de trabajo han estado abrumados ya que, el jarabe no termina de convencer al jefe, debido a que no tiene un olor agradable. Ellos han estado trabajando en el desarrollo de diversas sustancias que ayuden a contrarrestar el olor, sin embargo, no han tenido éxito.

Ante la problemática, tu jefe te contacta y te pide que ayudes a tus compañeros, ya que está situación ha estado retrasando la salida al mercado del producto.

Nota: Tus compañeros ya han gastado muchos reactivos y los únicos que quedan en el almacén son los siguientes:

- 2-propanol
- Etanol
- Metanol
- Octanol
- 3-metil-1-butanol
- Ácido acético
- Ácido fórmico

- **Sugerencias para resolver el problema**

- Te sugerimos que antes analices el problema, léelo las veces que sea necesario, y a partir de ahí comiences a plantear preguntas que te ayuden a resolver el problema, recuerda que las preguntas que plantees deben darte la pauta para que plantees un experimento
- A partir de tus conocimientos de los temas anteriores ¿Qué sustancias conoces que tengan olores agradables?
- Si no conoces la estructura de las sustancias que se te presentan, indaga sobre estas y si es necesario busca las hojas de seguridad
- A partir de los reactivos que se te dan, plantea las reacciones que se pueden llevar a cabo
- Tomando en cuenta las reacciones que planteaste, elige una reacción con la que trabajarás. Y a partir de dicha reacción plantea una hipótesis. Recuerda que una hipótesis es una posible respuesta a tu pregunta
- Ahora que ya lograste plantear tu pregunta e hipótesis, enfócate en cómo vas a comprobarla. Por lo que te sugerimos lo siguiente:
- Analiza la reacción ¿Qué tipo de reacción orgánica es?
- Para poder realizar en el laboratorio la síntesis de la sustancia ¿Qué condiciones de reacción son las adecuadas?, ¿Es posible propiciar dichas circunstancias en el laboratorio?, ¿Qué necesitarías para ello? ¿Vas a utilizar alguna otra sustancia?, ¿Cuál?
- ¿Qué material de laboratorio es necesario para el procedimiento experimental?
- ¿Cómo podrías asegurar que obtuviste el producto deseado? ¿Qué evidencias vas a tomar en cuenta?
- Te sugerimos que vayas realizando anotaciones en lista y/o un diagrama de flujo para que cuando lo realices te sea de ayuda

- **OJO: Antes de llevar a cabo el diseño experimental, debes tener la aprobación de tu profesor. También antes de realizar el experimento debes conocer los peligros de las sustancias con las que vas a trabajar,**

por lo que debes buscar las hojas de seguridad para tener los cuidados necesarios a la hora de trabajar con ellas.

❖ Bibliografía

Devore, G. (1978). Química Orgánica. México. Publs. Cultural.

McMurry, J. (2008). *Química orgánica*. México: CENGAGE Learning

Wade, L G., (2004) *Química orgánica.* Pearson Educación

ANEXO IV GUIÓN PRÁCTICA IV

TRABAJO PRÁCTICO POLÍMEROS

Hemos llegado al final de tu curso de química, esperamos que hayas aprendido más acerca de la química y que tus trabajos prácticos hayan sido de tu agrado. Por lo que ahora el problema a resolver es: obtener un polímero partiendo de las siguientes sustancias:

-peróxido de benzoilo

-estireno

-metacrilato de metilo

-NaOH

-octametilendiamida

-formaldehído

-fenol

-anhidrido taflico

-acetato de sodio

-H_2SO_4

- **OJO: Antes de llevar a cabo el diseño experimental, debes tener la aprobación de tu profesor. También antes de realizar el experimento debes conocer los peligros de las sustancias con las que vas a trabajar, por lo que debes buscar las hojas de seguridad para tener los cuidados necesarios a la hora de trabajar con ellas.**

ANEXO V. CUESTIONARIO FINAL

Cuestionario final

Problema

Tienes muestras de diferentes polímeros: A, B, C, D y E. Tú misión ahora es identificarlos. Para poder llegar a una solución de problema debes:

1. Plantear una pregunta que te ayude a solucionar el problema
2. A partir de tus conocimientos de identificación de polímeros, plantea una hipótesis
3. ¿Podrías diseñar un experimento para poder identificar a los polímeros? ¿Sí? Plantéalo, ¿No? Justifica

Por cuestiones de tiempo, tú no pudiste realizar las pruebas para la identificación de los polímeros, sin embargo, alguien más lo hizo. Y registró en la siguiente tabla los resultados:

Tabla 1. Resultados de las pruebas a los polímeros desconocidos

Polímero **Prueba**	**Densidad (g/mL)**	**Prueba de Beilsten**	**Combustión**	**Olor del humo**	**Color del humo**	**Solubilidad en acetona**
A	1.35	Negativa	Continúa ardiendo después de retirarlo de la llama	Parafina	Negro hollín	No
B	1.05	Negativa	Continúa ardiendo después de retirarlo de la llama	Gas/intenso	Negro	Sí
C	1.2-1.35	Positiva	Llama auto extinguible	Picante/gas	Blanco	Sí (lento)
D	0.905	Negativa	Continúa ardiendo después de retirarlo de la llama	Intenso a vela recién apagada	Sin humo	No

4. Realiza un análisis de los resultados que se encuentran en la tabla anterior
5. Redacta una conclusión
6. De acuerdo con los datos proporcionados ¿Puedes responder tu pregunta? ¿Sí? Escribe la respuesta, ¿No? Explica por qué

ANEXO VI. CUESTIONARIO DE VALORACIÓN

Cuestionario de valoración

1. Comparado con tus otros cursos de Ciencias (Biología, Física y Química I y II) ¿Habías realizado trabajos prácticos en los que propusieras el experimento?

a) Si
b) No

2. Está nueva forma de trabajo experimental, en el contexto de tú aprendizaje te pareció:

a) Excelente
b) Buena
c) Regular
d) Mala

3. Marca aquella opción en el formato de prácticas en el que tuviste mayor dificultad. Describe brevemente el por qué

a) Planteamiento de la pregunta e hipótesis
b) Diseño experimental
c) Análisis de resultados
d) Conclusión
e) Diagrama heurístico

4. Marca la opción del formato de prácticas que más te agradó

a) Planteamiento de la pregunta e hipótesis
b) Diseño experimental
c) Análisis de resultados
d) Conclusión
e) Diagrama heurístico

5. Con el desarrollo de los trabajos experimentales tu consideras que:

a) Se reforzó el tema visto en clase
b) Se aclararon dudas de los temas vistos clase

c) Se aclararon sólo algunas dudas, pero no todas
d) No hubo ningún aporte

6. De las siguientes habilidades marca aquellas que consideres importantes para tu desarrollo académico

a) Planteamiento de preguntas
b) Planteamiento de hipótesis
c) Diseño de experimentos
d) Analizar información
e) Argumentar para dar conclusiones

7. De las habilidades mencionadas en la pregunta anterior ¿Consideras que desarrollaste alguna de ellas? Justifica
8. ¿Cómo valorarías tu desempeño en el laboratorio? Justifica

a) Excelente
b) Bueno
c) Regular
d) Malo

9. ¿Qué fue lo que más te agrado de está forma de trabajo?
10. ¿Qué fue lo que menos te agrado de esta forma de trabajo?