



Universidad Virtual

Escuela de Graduados en Educación

**Efecto del razonamiento científico y actitudes para el aprendizaje
del enlace químico en estudiantes de bachillerato**

Tesis que para obtener el grado de:

Maestría en Educación

presenta:

Alejandra Hernández García

Asesor tutor:

Alma Rosa Gómez Serrato

Asesor titular:

Genaro Zavala Enríquez

Tepetzotlán, Estado de México, México

Enero, 2011

Hoja de firmas

Gracias a Dios que me brinda lo más grande que puedo tener, la vida. Y porque me ha concedido todo lo que he pedido: una familia, amor y ganas de triunfar.

Alejandro, gracias por estar a mi lado y ser el motivo que le da sentido a mi vida.

Dany y Adri, con todo mi amor, porque ustedes me impulsan a crecer como ser humano.

A mis padres, porque me han enseñado que todo lo que se hace con amor y dedicación te conduce al éxito. Y porque me han dado la mejor herencia que pueda recibir, su amor.

A mis hermanos y amigos por su comprensión y cariño para que yo siga en este proyecto.

Dr. Genaro Zavala y Mtra. Alma Rosa Gómez por contribuir con mi aprendizaje.

“Efecto del razonamiento científico y actitudes para el aprendizaje del enlace químico en estudiantes de bachillerato”

Resumen

La presente investigación tuvo como estudio el efecto del razonamiento científico y actitudes para el aprendizaje del enlace químico en estudiantes de bachillerato que cursan la asignatura de química I en cuarto semestre en una Preparatoria Oficial del Estado de México. La pregunta de investigación planteada es ¿Cómo influye el razonamiento científico en el aprendizaje del enlace químico en los estudiantes de bachillerato? de la cual se desprenden otras preguntas como: ¿Qué actitudes presentan los estudiantes de química ante la asignatura?, Cuál es el nivel de razonamiento científico que tienen los estudiantes durante el curso de química?, ¿Qué estrategias de aprendizaje manifiestan los estudiantes?, ¿Cómo afecta la implementación de estrategias didácticas en el aprendizaje significativo comparada con la de instrucción tradicional que reciben?, para lo cual se tuvo a un grupo control y un grupo experimental, ambos con 44 estudiantes cada uno. El grupo control recibió una instrucción tradicional en tanto que el grupo experimental se aplicó una unidad didáctica. La investigación siguió un diseño de tipo cuantitativo, se utilizó una pre-test y post-test para medir las concepciones de los estudiantes, además se aplicó pruebas para medir las actitudes de los estudiantes ante las ciencias y ante la asignatura, así mismo la prueba de razonamiento científico para ambos grupos. Los resultados de la investigación muestran que existe una mayor comprensión del enlace químico en estudiantes del grupo control que en el experimental, esto pudo deberse a la falta de experiencia del docente al aplicar la estrategia didáctica y a que los estudiantes no están acostumbrados al trabajo colaborativo.

Tabla de contenidos

Resumen.....	4
Tabla de contenidos.....	5
Contenido de tablas.....	7
Contenido de figuras.....	8
Capítulo 1. Planteamiento del problema.....	11
Antecedentes.....	11
Planteamiento del problema.....	14
Objetivos de la investigación.....	19
Justificación de la investigación.....	20
Limitaciones.....	21
Síntesis.....	22
Capítulo 2. Marco Teórico.....	23
El aprendizaje del enlace químico.....	23
El razonamiento científico.....	33
Algunas investigaciones relacionadas con el razonamiento	37

Síntesis.....	42
Capítulo 3. Metodología.....	44
Participantes.....	44
Instrumentos.....	46
Procedimientos.....	50
Estrategias de análisis de datos.....	55
Síntesis.....	58
Capítulo 4. Análisis de resultados.....	59
Presentación de resultados.....	59
Análisis e interpretación.....	105
Síntesis.....	118
Capítulo 5. Conclusiones.....	119
Discusión y conclusiones.....	119
Recomendaciones.....	123
Síntesis.....	124
Referencias.....	125
Anexos.....	132
Curriculum vitae.....	147

Contenido de tablas

Tabla 1. Semejanzas y equivalencias del pensar reflexivo y el razonamiento científico...	35
Tabla 2. Pregunta 1. Patrones de respuesta encontrados.....	61
Tabla 3. Pregunta 2. Patrones de respuesta encontrados.....	62
Tabla 4. Pregunta 3. Patrones de respuesta encontrados.....	64
Tabla 5. Pregunta 4. Patrones de respuesta encontrados.....	65
Tabla 6. Pregunta 5. Patrones de respuesta encontrados.....	67
Tabla 7. Pregunta 6. Patrones de respuesta encontrados.....	68
Tabla 8. Pregunta 7. Patrones de respuesta encontrados.....	69
Tabla 9. Pregunta 8. Patrones de respuesta encontrados.....	70
Tabla 10. Variable: Actitud hacia el área de las ciencias con la prueba de Likert.....	72
Tabla 11. Variable: Actitud hacia el área de las ciencias, diferencial semántico.....	74
Tabla 12. Número de alumnos en los diferentes niveles de razonamiento.....	77
Tabla 13. Parámetros estadísticos para la prueba de razonamiento.....	78
Tabla 14. Pregunta 1. Patrones de respuesta encontrados en el post-test.....	80
Tabla 15. Pregunta 2. Patrones de respuesta encontrados en el post-test.....	83
Tabla 16. Pregunta 3. Patrones de respuesta encontrados en el post-test.....	86
Tabla 17. Pregunta 4. Patrones de respuesta encontrados en el post-test.....	89
Tabla 18. Pregunta 5. Patrones de respuesta encontrados en el post-test.....	92
Tabla 19. Pregunta 6. Patrones de respuesta encontrados en el post-test.....	95
Tabla 20. Pregunta 7. Patrones de respuesta encontrados en el post-test.....	98
Tabla 21. Pregunta 8. Patrones de respuesta encontrados en el post-test.....	101
Tabla 22. Nivel de significancia obtenido para el grupo control en las pruebas.....	105
Tabla 23. Nivel de significancia obtenido para el grupo experimental en las pruebas....	106
Tabla 24. Coeficientes de correlación para el grupo control de ganancia vs.....	107
Tabla 25. Coeficientes de correlación para el grupo control de post-test vs.....	108
Tabla 26. Coeficientes de correlación para el grupo experimental de ganancia vs	109
Tabla 27. Coeficientes de correlación para el grupo experimental de ganancia vs.....	110
Tabla 28. Valores de regresión lineal múltiple.....	116

Contenido de figuras:

Figura 1. Muestra de los grupos control y experimental.....	60
Figura 2. Pregunta 1. Patrones de respuesta encontrados contra frecuencia.....	62
Figura 3. Pregunta 2. Patrones de respuesta encontrados contra frecuencia.....	63
Figura 4. Pregunta 3. Patrones de respuesta encontrados contra frecuencia.....	65
Figura 5. Pregunta 4. Patrones de respuesta encontrados contra frecuencia.....	66
Figura 6. Pregunta 5. Patrones de respuesta encontrados contra frecuencia.....	67
Figura 7. Pregunta 6. Patrones de respuesta encontrados contra frecuencia.....	69
Figura 8. Pregunta 7. Patrones de respuesta encontrados contra frecuencia.....	70
Figura 9. Pregunta 8. Patrones de respuesta encontrados contra frecuencia.....	71
Figura 10. Nivel de razonamiento del grupo control y experimental.....	73
Figura 11. Categorías obtenidas de la pregunta 1 para ambos grupos.....	74
Figura 12. Categorías obtenidas de la pregunta 2 para ambos grupos.....	79
Figura 13. Categorías obtenidas de la pregunta 3 para ambos grupos.....	81
Figura 14. Categorías obtenidas de la pregunta 4 para ambos grupos.....	82
Figura 15. Categorías obtenidas de la pregunta 5 para ambos grupos.....	82
Figura 16. Categorías obtenidas de la pregunta 6 para ambos grupos.....	83
Figura 17. Categorías obtenidas de la pregunta 7 para ambos grupos.....	84
Figura 18. Categorías obtenidas de la pregunta 8 para ambos grupos.....	85
Figura 19. Regresión lineal que presenta el grupo control de las variables actitud vs razonamiento.....	85
Figura 20. Regresión lineal que presenta el grupo experimental de las variables actitud vs razonamiento.....	86
Figura 21. Pregunta 3. Patrones de respuesta encontrados contra frecuencia.....	87
Figura 22. Pregunta 3. Categorías de mayor mención contra frecuencia en el pre-test y post-test.....	88
Figura 23. Pregunta 3. Categorías de mayor mención contra frecuencia en el pre-test y post-test.....	88
Figura 24. Pregunta 3. Ganancia entre el pre-test y post-test.....	89
Figura 25. Pregunta 4. Patrones de respuesta encontrados contra frecuencia.....	90

Figura 26. Pregunta 4. Categorías de mayor mención contra frecuencia en el pre-test y post-test.....	91
Figura 27. Pregunta 4. Categorías de mayor mención contra frecuencia en el pre-test y post-test.....	91
Figura 28. Pregunta 4. Ganancia entre el pre-test y post-test.....	92
Figura 29 Pregunta 5. Patrones de respuesta encontrados contra frecuencia.....	93
Figura 30. Pregunta 5. Categorías de mayor mención contra frecuencia en el pre-test y post-test	93
Figura 31. Pregunta 5. Categorías de mayor mención contra frecuencia en el pre-test y post-test.....	94
Figura 32. Pregunta 5. Ganancia entre el pre-test y post-test	94
Figura 33. Pregunta 6. Patrones de respuesta encontrados contra frecuencia.....	96
Figura 34. Pregunta 6. Categorías de mayor mención contra frecuencia en el pre-test y post-test.....	96
Figura 35. Pregunta 6. Categorías de mayor mención contra frecuencia en el pre-test y post-test.....	97
Figura 36. Pregunta 6. Ganancia entre el pre-test y post-test.....	97
Figura 37. Pregunta 7 Patrones de respuesta encontrados contra frecuencia.....	99
Figura 38. Pregunta7. Categorías de mayor mención contra frecuencia en el pre-test y post-test.....	99
Figura 39. Pregunta 7. Categorías de mayor mención contra frecuencia en el pre-test y post-test.....	100
Figura 40. Pregunta 7. Ganancia entre el pre-test y post-test.....	100
Figura 41. Pregunta 8. Patrones de respuesta encontrados contra frecuencia.....	102
Figura 42. Pregunta8. Categorías de mayor mención contra frecuencia en el pre-test y post-test.....	102
Figura 43. Pregunta 8. Categorías de mayor mención contra frecuencia en el pre-test y post-test.....	103
Figura 44. Pregunta 8. Ganancia entre el pre-test y post-test para ambos grupos.....	103
Figura 45. Resultados del grupo control entre el pre y post-test.....	111
Figura 46. Resultados del grupo experimental entre el pre y post-test.....	112

Figura 47. Ganancia entre el pre y el post-test para el grupo control y el grupo experimental.....	112
Figura 48. Número de estudiantes que obtuvieron respuesta correcta en el post-test en el grupo control y experimental.....	113

Capítulo 1. Planteamiento del problema

En el presente capítulo se aborda la dimensión y naturaleza del tema de investigación. Como primera parte se tiene el marco contextual en donde se describe el escenario y características en el que se desarrolló el estudio, así mismo se aborda los antecedentes históricos del tema y de la problemática a resolver. El planteamiento del problema está manifestado de tal forma que cubra con los objetivos planteados para dicha investigación, basados en hechos y supuestos que nos permiten plantear una hipótesis para el proyecto de investigación. En otro apartado más, se encuentra la justificación de la problemática a resolver haciendo énfasis en la importancia que tendrá este trabajo para la comunidad científica así como para los docentes involucrados en la mejora del aprendizaje del enlace químico en estudiantes de bachillerato. Así mismo se plantea las limitaciones y delimitaciones que presenta el estudio mencionado.

Antecedentes

El contexto educativo en el que se presenta la investigación es en una Escuela Preparatoria Oficial del Estado de México ubicada en el Municipio de Tepotzotlán. La escuela fue creada en el 2005 como una institución anexa a otra EPOEM localizada en el mismo municipio, ante la demanda de estudiantes interesados por cursar el bachillerato. Año y medio después, y debido al incremento de su matrícula estudiantil y a la necesidad de abrir el turno vespertino, se independizó de la antes mencionada preparatoria para formar parte del crecimiento de instituciones educativas del nivel medio superior en el Estado de México.

De acuerdo con el INEGI (2007) en la perspectiva estadística, en el Estado de México para el ciclo escolar 2007 – 2008 el nivel medio superior cuenta con 1272 planteles que atienden a más de 457 mil estudiantes entre los 16 y 19 años de edad, que representan el 84% de los egresados de secundaria que opta por continuar sus estudios en las opciones que ofrece el Estado como son el bachillerato general, el bachillerato

tecnológico o el bachillerato profesional técnico. Reportando una población de un 49.6 % de hombres y un 49.5% de mujeres en el Estado.

La institución ofrece bachillerato general de carácter público que tiene la misión de formar jóvenes estudiantes comprometidos con conocimientos de cultura general que le permitan acceder a nivel superior y campo laboral. Su visión es conformar una escuela con calidad y calidez humana en la formación del bachiller para establecer una forma de excelencia educativa.

Por otro lado, la institución está comprometida con la comunidad estudiantil para fomentar valores, lograr un nivel académico, y contar con profesores titulados y capacitados, que ofrezcan métodos de enseñanza que conduzcan al aprendizaje significativo, que estén dentro de los lineamientos y fines que marca la Reforma Integral para la Educación Media Superior (RIEMS).

La escuela está conformada por los laboratorios de ciencias, de idiomas y cómputo, así como 6 aulas, dos de ellas están equipadas con televisión y DVD, se tiene disponible un cañón de proyección para toda la comunidad estudiantil, una biblioteca, una explanada para ceremonias y una cancha deportiva.

El entorno socioeconómico de esta comunidad estudiantil es medio-bajo con pocas oportunidades para desenvolverse en un ambiente sociocultural, situación que la escuela ha procurado cubrir mediante eventos que contribuyan con los objetivos planteados por la institución y por los requerimientos en el desarrollo de competencias de la RIEMS.

La escuela atiende a una matrícula de 460 estudiantes en ambos turnos, de estos estudiantes 240 están en el turno matutino y 220 jóvenes en el turno vespertino. Del total de estudiantes 140 cursan el cuarto semestre y en el currículo atienden la asignatura de Química I. De acuerdo con el plan de estudios vigente se pretende

desarrollar las siguientes competencias disciplinares básicas en los estudiantes: establecer la interrelación entre la ciencia, la tecnología, la sociedad y el ambiente en contextos históricos y sociales; fundamentar opiniones sobre impactos de la ciencia y la tecnología en su vida cotidiana, asumiendo consideraciones éticas; y obtener, registrar y sistematizar la información para responder a preguntas de carácter científico.

La EPOEM como escuela de reciente creación no cuenta con antecedentes de investigaciones previas en ningún ámbito educativo, así mismo en las escuelas preparatorias oficiales, no se reporta ninguna investigación relacionada con el estudio del tema del aprendizaje del enlace químico y su relación con el razonamiento científico.

Sin embargo existen algunos trabajos realizados sobre la comprensión y aprendizaje del enlace químico en otros lugares. Uno de ellos es el que llevaron a cabo García y Garritz (2006), en él revelan, que es evidente, que después de la aplicación de la unidad didáctica, no hay un cambio en las concepciones del enlace químico que presentan los estudiantes. Los alumnos tienen la idea de que los modelos de enlace químico son explicaciones alternativas, sólo aplicables, a un tipo de sustancia, es decir, que no tienen elementos en común. Para establecer esto, utilizaron tres instrumentos de evaluación que son: un cuestionario antes y después de la estrategia, entrevista y observaciones realizadas en clase, aplicados a alumnos de bachillerato con edades entre los 15 y 16 años.

Otra investigación realizada por Matus, Benarroch y Perales (2009), sobre las imágenes del enlace químico usadas en los libros de texto de educación secundaria, muestra una escasa relación entre el texto y la imagen y un predominio del tipo del texto expositivo. Esta situación no favorece el aprendizaje del tema, sino que contribuye a la falta de interés de los estudiantes y por lo tanto la falta de conocimientos previos del tema cuando se enfrentan al nivel medio superior.

Riboldi, Pliego y Odetti (2004), estudiaron al enlace químico como una conceptualización poco comprendida entre estudiantes que ingresan a la universidad y en alumnos universitarios. Los resultados encontrados muestran distintas concepciones alternativas del tema, así como una deficiente comprensión sobre la estructura de los átomos al unirse y formar un enlace químico. Hay un uso incorrecto del concepto de molécula, existe una sobrevaloración del concepto de enlace iónico, aunque no hay una interpretación correcta de la estructura de las sustancias iónicas, ni de las razones que conducen a la formación de compuestos estables y una deficiencia en el enlace covalente.

Por otro lado Furio-Mas y Domínguez-Sales (2007), estudiaron los problemas y dificultades de la conceptualización de sustancia y compuesto químico en estudiantes de entre 15 y 18 años, los cuales mostraron dificultades de comprensión y plantearon semejanzas entre las ideas sobre la composición de la materia.

La motivación en los estudiantes que cursan la asignatura de química es importante para el aprendizaje y prueba de ello es la investigación de Valdés, Ramírez y Martín (2009), quienes estudiaron la motivación hacia el estudio de la Química en 134 estudiantes de bachillerato tecnológico, encontrando que en ninguno de los dos grupos (clasificados en estudiantes de alto y bajo rendimiento) de estudiantes se presenta una alta motivación de logro, lo que implica que éstos no esperan altos resultados en la materia y no se proponen enfrentar tareas.

Planteamiento del problema

La química describe aquello no perceptible a los ojos del ser humano, ya que conduce a un mundo microscópico en el que a la mayoría se le dificulta comprender y relacionarlo con todo aquello que lo rodea y que facilita la existencia. A pesar de los grandes beneficios que se obtienen de esta ciencia, se presentan algunas dificultades del aprendizaje de la química que están determinadas por la forma en la que aprenden los

alumnos y la forma en cómo estos se enfrentan a nuevos conceptos que a su vez presentan relación con otras materias y por las características propias de la asignatura (Gómez, 1996).

Aunado a estas dificultades de aprendizaje también se presentan actitudes de rebeldía en los estudiantes, para enfrentarse a nuevos conceptos debido a la imagen negativa que se ha manejado desde hace mucho tiempo sobre el estudio de las ciencias. De acuerdo con el Informe Español (OCDE, 2007) sobre la evaluación PISA (Programa para la evaluación Internacional de los Alumnos) realizada en el 2006, destinada a la evaluación de las ciencias, el número de alumnos que eligen alguna ciencia como carrera profesional va disminuyendo. Esta se manifiesta en estudios recientes sobre las habilidades y competencias que deberían presentar los estudiantes y que muestran que éstas no se han visto reflejadas en esta evaluación.

Sin embargo de acuerdo con el informe sobre esta prueba la demanda de empleo en la Unión Europea va creciendo para aquellos que tengan una formación científica y tecnológica. Así que las características fundamentales que han guiado el desarrollo del estudio PISA han sido no sólo la orientación política, sino además su innovador concepto de competencia básica que deja ver la capacidad de los estudiantes para extrapolar su conocimiento y aplicarlo ante nuevas circunstancias de su vida (OCDE, 2007).

Así en la espera de una educación de calidad y de acuerdo con el desarrollo de las competencias se extiende las expectativas de la UNESCO (1999), en su documento titulado “Declaración Mundial sobre la Educación Superior para el siglo XXI”, en donde se han venido presentando cambios significativos en los paradigmas del proceso de enseñanza-aprendizaje, implicando con ello, el nacimiento del sistema por competencias.

Debido a esto en México se desarrolló la “Reforma Integral de Educación Media Superior” (RIEMS). Esta reforma busca unificar la enseñanza en todos los subsistemas a

partir de lo que denomina “competencias y habilidades,” cuyo fin es el de formar a individuos que se incorporarán al mercado de trabajo nacional, en el marco de la llamada “globalización” (Macías, 2009). Por ello la Reforma tiene grandes retos, alcanzar la equidad en la educación y oportunidades para una mejor calidad de vida, contar con docentes altamente capacitados y que tengan desarrolladas ciertas competencias que exige el sistema y el mundo actual.

Así el Sistema Nacional de Bachillerato (SNB) en busca del logro de estos retos ha implementado la RIEMS en las todas Escuelas Preparatorias Oficiales del Estado de México (EPOEM). La Reforma, se desarrolló entre otras cosas para solucionar problemas que provocan la deserción escolar en el nivel medio superior. Cuenta con un programa de desarrollo para el docente, el cual pretende que este último, tenga el perfil idóneo requerido para la implementación de la citada Reforma Educativa, en las instituciones del nivel medio superior (Diario Oficial de la Federación, 2008).

La Reforma sustenta su teoría en el desarrollo de competencias entendiendo que una competencia es la integración de habilidades, conocimientos y actitudes en un contexto específico. Esta estructura reordena y enriquece los planes y programas de estudio existentes y se adapta a sus objetivos; no busca reemplazarlos, sino complementarlos y especificarlos. Además, define estándares compartidos que hacen más flexible y pertinente el currículo de la Educación Media Superior.

La SEP (2008), ha lanzado diversas iniciativas con el propósito de evaluar de forma integral el sistema educativo. Una de ellas es la prueba de Evaluación Nacional del Logro Académico en Centros Escolares (ENLACE) para el bachillerato que permitirá tener por primera vez indicadores del logro escolar para conocer el desempeño de los alumnos por subsistema. Por otra parte, el Instituto Nacional para la Evaluación de la Educación (INEE) realizó en el 2008 la primera aplicación de Exámenes para la Calidad y el Logro Educativos a nivel bachillerato. Sin duda, ambas pruebas proporcionaron elementos genéricos para valorar los resultados del aprendizaje de los estudiantes.

Por otro lado, existen pocos estudios centrados en temas cruciales para la química como lo es el de enlace químico, aun cuando se cree que es un tema imprescindible y valioso dentro de la química y que su desarrollo en los pasados 150 años ha sido uno de los grandes triunfos del intelecto humano (Pauling, 1992, p.521).

En el aprendizaje de la química, se debe considerar que la innovación en las estrategias de enseñanza es primordial para lograr no sólo el gusto por las ciencias, sino además, conseguir un aprendizaje significativo en los estudiantes, recordando que ellos presentan diversos canales, formas y razones de aprendizaje (Ormrod, 2005).

Haciendo énfasis en el desarrollo de competencias científicas, que incluya actitudes, valores, conocimientos y destrezas de acuerdo a la definición de la OCDE (2006), para competencia: “la capacidad de emplear el conocimiento científico para identificar problemas, adquirir nuevos conocimientos, explicar fenómenos científicos y extraer conclusiones basadas en pruebas sobre cuestiones relacionadas con la ciencia.”

La comprensión de las características que envuelven a las ciencias, en este caso a la química, es adquirir la habilidad de manejar el método del conocimiento y la investigación, percibir que la ciencia y la tecnología conforman nuestro entorno no sólo material, sino también forman parte del mundo intelectual, social y cultural que permite implicarnos en asuntos de la vida cotidiana como personas reflexivas y comprometidas, (OCDE, 2006).

Para el logro de la comprensión de la química, el aprendizaje y razonamiento son fundamentales, sin embargo los estudiantes no encuentran dificultades conceptuales, sino que también encuentran problemas con el uso de estrategias de razonamiento que les permita llegar a la solución de problemas (Pozo y Gómez, 2004).

Un país, como México, dentro de un mundo globalizado y con grandes planes de desarrollo, requiere incrementar su matrícula en el área científica, no sólo por pertenecer a la OCDE y estar dentro de su evaluación, sino porque necesita incrementar la demanda de empleo y oportunidades, desarrollando las competencias científicas que permitan emplear procesos cognitivos como el razonamiento, la resolución de problemas, la generalización, las analogías, las proporciones, probabilidades, entre otras, que conduzcan a un crecimiento intelectual orientado al desarrollo de las ciencias.

Aun cuando todo lo anterior está implicado en los objetivos que marca la RIEMS, se deben promover determinadas actividades que permitan medir las habilidades en razonamiento científico que están adquiriendo los estudiantes desde la implementación de la Reforma en su plan de estudio, así como nuevas investigaciones que permitan dar paso al análisis y reflexión del trabajo realizado.

En la EPOEM poco se ha abarcado sobre la evaluación de los resultados de las competencias tanto en estudiantes como en docentes, incluso antes de la implementación de la Reforma, por lo tanto tampoco hay énfasis en determinar las habilidades y razonamiento científico que tienen los estudiantes antes y después de cursar una asignatura de ciencias. Por consiguiente, este trabajo plantea la siguiente pregunta de investigación: ¿Cómo influye el razonamiento científico en el aprendizaje del enlace químico en los estudiantes de bachillerato?

Esta interrogante conlleva una serie de preguntas que van de la mano con la ya planteada, como: ¿Qué actitudes presentan los estudiantes de química ante la asignatura?, ¿Cuál es el nivel de razonamiento científico que tienen los estudiantes durante el curso de química?, ¿Qué estrategias de aprendizaje manifiestan los estudiantes?, ¿Cómo afecta la implementación de estrategias didácticas en el aprendizaje significativo comparada con la de instrucción tradicional que reciben?

Así, con apoyo de las respuestas a estas interrogantes se puede obtener resultados que permitan contribuir con el planteamiento del problema en la investigación y por ende también a un logro significativo en el aprendizaje de los estudiantes participantes, así como en la mejora de la práctica docente investigador sino también de todo aquel interesado.

Objetivos de la investigación

Los objetivos que guiaron a la investigación son:

Objetivo general

Identificar como influye el efecto del razonamiento científico, las actitudes y la respuesta a la implementación de una estrategia didáctica en la comprensión y aprendizaje del enlace químico en estudiantes del nivel medio superior de bachillerato general.

Objetivos específicos

Evaluar las concepciones que presentan los estudiantes antes de cursar el tema de enlace químico a través de un instrumento que permita obtener datos de partida.

Indagar sobre las actitudes que manifiestan los estudiantes ante la asignatura de acuerdo a sus experiencias y a sus expectativas por medio de un instrumento que identifique el nivel de interés personal por la adquisición del conocimiento científico.

Identificar el tipo de razonamiento científico que emplean los estudiantes para el aprendizaje del enlace químico.

Reconocer la forma de adquisición del aprendizaje de los estudiantes por medio de la implementación de estrategias didácticas encaminadas en los diversos canales de aprendizaje como son el kinestésico, el auditivo y el visual, que contribuyan al aprendizaje significativo de los estudiantes.

Evaluar las concepciones en los estudiantes sobre el enlace químico, una vez que hayan cursado el tema.

Justificación de la investigación

El razonamiento científico y el desarrollo de destrezas cognitivas son fundamentales para la comprensión de las ciencias, cuestión que se presenta difícil para esta comunidad, debido a resultados obtenidos en la evaluación de la OCDE en el 2006, la cual estuvo destinada primordialmente a la evaluación de competencias científicas, en la que México tuvo una calificación de 410 puntos, muy por debajo de la media calculada en 500 puntos (OCDE, 2007). Estos resultados dejan al descubierto las necesidades por cubrir en los jóvenes inmersos en un mundo, que requiere de científicos innovadores preparados para desarrollar nuevas tecnologías alternas.

Enseñar ciencia, no es tarea fácil y los retos se multiplican a pasos agigantados Jiménez (2007), ya que no es el avance en conocimientos sino además en la forma de transmitirlos, problemática en la que está inmersa México, dado que no ha logrado reflejar la adquisición de pensamiento científico en los estudiantes de 15 años, cuestión que ha puesto a las autoridades educativas a implementar estrategias para superar los resultados obtenidos en la evaluación PISA en el 2006.

Una de ellas es la implementación de la Reforma Integral para la Educación del Nivel Medio Superior (Acuerdo 442, 2008) la cual pretende desarrollar competencias en los estudiantes para la vida, involucrando el desarrollo de habilidades del pensamiento que permitan enfrentarse a diversos problemas de la vida cotidiana.

Sin embargo, pese a que se están diseñando estrategias de aprendizaje encaminadas al desarrollo de competencias, no se ha previsto aún, el tener un instrumento que permita evaluar el nivel de razonamiento científico que poseen los estudiantes antes de cursar una asignatura de ciencias y mucho menos una evaluación después, por tal motivo hay una importancia en realizar investigaciones que contribuyan con datos que permitan desarrollar las habilidades del pensamiento, para así obtener mejores resultados

en el aprendizaje significativo del estudiante, cuestión que podrá reflejarse en cualquier evaluación.

En el caso de la investigación, se pretende ver la influencia que tiene el razonamiento científico sobre el aprendizaje del enlace químico en los estudiantes, así mismo esto reflejará las actitudes que presentan ante la asignatura. En últimas fechas hay un olvido por parte de los investigadores de la ciencia, de una de las partes esenciales en la educación, que es la parte afectiva, como una razón de la cual depende el aprendizaje, así como un papel importante en el comportamiento y clima dentro del aula (Garritz, 2009).

Así las actitudes ante la química es un factor importante que se debe considerar en la investigación, si lo que se pretende es desarrollar habilidades y competencias en los estudiantes que les permita aplicar su razonamiento científico en el aprendizaje del enlace químico, considerando que quien proporciona un ambiente afectivo en el aula es el docente, logrando un mejor aprendizaje y gusto por las ciencias. Situación que hoy en día hay poco interés por desarrollar e investigar, Garritz, (2009).

Limitaciones

La investigación, presentó limitaciones como la falta de infraestructura, y espacios físicos adecuados. Se tiene un laboratorio de ciencias equipado con material de laboratorio pero carece de sustancias para realizar las prácticas correspondientes que apoyen el tema teórico. Se tiene acceso a libros de la biblioteca pero no al espacio físico. También faltan diversos materiales y recursos tecnológicos, como cañón, T.V, DVD, entre otros y el tiempo insuficiente para abordar todo el programa durante el semestre, el cual impide profundizar más en determinados temas, la cantidad de alumnos en cada grupo (entre 40 y 45 estudiantes por grupo) que dificulta el desarrollo de ciertas actividades así como la atención adecuada para todos en sesiones de 50 min. Otra

limitación para realizar la investigación fue la apatía que mostraron los estudiantes por responder, indagar, investigar, diseñar y crear.

Síntesis

En este capítulo, se presentó el contexto de la investigación sobre: ¿cómo influye el razonamiento científico en el aprendizaje del enlace químico?, el cual se realizó en una Escuela Preparatoria Oficial del Estado de México. Se encontró poca información de investigaciones hechas para el nivel medio superior en el tema de enlace químico, la mayoría está enfocada a concepciones que presentan los estudiantes sobre otros conceptos químicos así como en otros niveles educativos, así mismo están hechos en otros países. El objetivo general de la investigación fue: **Identificar como influye el efecto del razonamiento científico, las actitudes y la respuesta a la implementación de una estrategia didáctica en la comprensión y aprendizaje del enlace químico en estudiantes del nivel medio superior de bachillerato general.** Para cubrir con el objetivo se pretende tomar en algunos factores como el nivel de razonamiento antes y después del tema, las actitudes de los estudiantes ante la asignatura y la forma de adquirir el aprendizaje y hacerlo significativo. También se encuentra la justificación de la investigación y las limitaciones y delimitaciones para llevarla a cabo.

Capítulo 2. Marco teórico

En este capítulo, se abordará la información que permite conocer algunas investigaciones realizadas sobre el aprendizaje, concepciones, pre concepciones y concepciones alternativas, que presentan los estudiantes sobre el tema del enlace químico, de tal forma que permita comprender cómo se lleva a cabo el proceso de aprendizaje del enlace químico en estudiantes del nivel básico, nivel medio superior y superior. Estas investigaciones destacan el nivel de deserción, frustración y desinterés de los estudiantes de secundaria y bachillerato por aprender química, por lo que se sugieren una innovación en las estrategias didácticas cuya finalidad es que el estudiante construya su propio aprendizaje significativo. El constructo dos abarca la influencia del razonamiento científico en el aprendizaje de las ciencias en estudiantes de entre 15 y 18 años que cursan el bachillerato, resaltando también el desarrollo de este razonamiento desde la secundaria y su aplicación de estas habilidades conforme avanzan a un nivel superior. Así mismo, se presenta información sobre algunas investigaciones realizadas para la evaluación y desarrollo del razonamiento científico en el aprendizaje en el área de ciencias experimentales. Con estos datos se pretende tomar conciencia sobre los retos que se tienen, para estudiantes, docentes, y autoridades educativas sino para todos aquellos involucrados en una mejora de la educación. Finalmente se encuentra algunas investigaciones realizadas sobre la relación, desarrollo y aplicación del razonamiento científico en el aprendizaje de las ciencias.

El aprendizaje del enlace químico

El aprendizaje del ser humano ha sido un tema muy estudiado y explicado. Algunas de las ideas sobresalientes están las de Piaget y Vygotsky sobre las implicaciones educativas que se derivan de sus aportaciones, como la relación entre el desarrollo y el aprendizaje. Para Piaget e Inhelder (1969), el desarrollo precede al aprendizaje, así que se puede partir de lo que el estudiante ya conoce para que pueda guiar su aprendizaje, es decir se requiere que el estudiante tenga cierto nivel de

desarrollo para que pueda comprender la complejidad de los temas a su nivel de educación, mientras que para Vygotsky (2007) el aprendizaje precede al desarrollo, es decir que el aprendizaje puede impulsar o motivar a que haya un desarrollo cognitivo del estudiante. Así ambas ideas contrastadas permiten comprender como ambos procesos están íntimamente relacionados (Beltrán y Bueno, 1995).

Por otro lado, la teoría de Ausubel (1976), que plantea el aprendizaje significativo como el que se da una vez que se cumple con dos requisitos, uno de ellos es el que el estudiante relacione el nuevo aprendizaje con el conocimiento previo, una total integración de ambos, el segundo es que una vez que ya los adoptó e integró pueda tomar una actitud favorable para desempeñar cualquier tarea y dotarla de significado, así el estudiante puede eliminar los aprendizajes repetitivos y memorísticos (Martínez, 2008).

La concepción constructivista tiene un marco explicativo, que parte de la consideración social de la educación escolar y que lo integran una serie de principios constructivistas, con el que se puede diagnosticar, establecer juicios y tomar decisiones sobre la enseñanza. De esta forma, se requieren teorías que sirvan de referente para priorizar metas y finalidades y que provean de instrumentos de análisis y reflexión que permitan tener una educación de calidad, que cubra con las necesidades de cada estudiante, en donde se les pueda brindar un ambiente favorable para el aprendizaje, trabajo en equipo, compromiso, colaboración, planificación, toma de decisiones, compromiso para innovar, búsqueda de apoyo tanto de directivos como de la sociedad, etc. de tal forma que pueda cubrir los estándares de calidad (Coll, et al, 2007).

La búsqueda de la calidad educativa involucra la innovación de las estrategias didácticas de enseñanza para lograr un aprendizaje significativo, pero hablar del aprendizaje es tomar en cuenta a éste como un proceso del ser humano, es parte de su desarrollo natural que puede adoptar una gran variedad de formas, como apunta Ormrod (2005, p.4) “algunos son observables y otros son más sutiles, además las personas aprenden por razones muy diferentes.” Así la adquisición del conocimiento involucra hablar de las diversas formas en las que aprendemos (el cerebro comienza su desarrollo desde la etapa prenatal, continúa en la infancia, adolescencia y aun en la etapa

adulto hay algunos cambios) como parte importante, que se debe reconocer, ya que este nos permite adquirir nuevo conocimiento con la finalidad de adaptarnos y enfrentarnos a diversas situaciones de la vida. Por lo que también la edad de los estudiantes es importante dado que conforme cambia la edad de los alumnos, también cambian la forma del proceso por el cual aprenden (Beltrán y Bueno, 1995).

El proceso de aprendizaje de las ciencias, en los estudiantes comienza con el reconocimiento y familiarización de las ideas científicas fundamentales, que permiten el desenvolvimiento de los individuos dentro de un mundo complejo, así como la familiaridad que se tiene con los números, los porcentajes, etc. El segundo paso en la educación, se da en la escuela permitiendo al estudiante reconocer aquello que le suena familiar, de ahí la importancia de comenzar con el desarrollo de habilidades científicas a edad temprana, ya que van reconociendo la interacción de procedimientos y conceptos relacionados con la actividad científica para una etapa posterior (Harlen, 2007).

Así conforme avanzan en su estudio, las innovaciones en la enseñanza de la ciencia, pueden comenzar con un primer encuentro en el que el concepto tenga relación con lo cotidiano, que además sea útil, divertido y que se base en la investigación científica; es decir, se puede relacionar la casualidad para explicar fenómenos o hechos de la vida cotidiana, que conduzcan al estudiante a ser lo más objetivo posible. Algunos hechos de la cotidianidad permiten formular una serie de preguntas frecuentes en el área de la química como son: ¿por qué hay materiales más resistentes que otros? ¿cómo es la estructura de los plásticos?, ¿por qué hay tanta variedad de materiales?, ¿cómo está conformado lo que nos rodea?, etc. cuya respuesta es complicada de comprender a simple vista, sin embargo se requiere de cierto desarrollo en el estudiante que le permita obtener un aprendizaje cognitivo de acuerdo a su edad, Beltrán y Bueno (1995), de tal forma que logre comprender que la respuesta a todas estas interrogantes está en la forma de como sus átomos se encuentran químicamente unidos, y que dan forma a la estructura microscópica de la materia. (Ríos, 2007). Es decir; el enlace químico, es el encargado de la gran diversidad de materiales que tenemos.

El aprendizaje del tema de enlace químico en los estudiantes bachilleres es un fenómeno de estudio interesante, pues de él se desprende y se retoman una serie de conceptos fundamentales para la comprensión de la química, además la investigación puede arrojar datos valiosos para mejorar la práctica docente y asegurar un verdadero aprendizaje significativo en el estudiante, pues de acuerdo con Ormrod (2005), el aprendizaje es un cambio relativamente permanente en las asociaciones o representaciones mentales de acuerdo con la experiencia. De tal manera que es imprescindible retomar las bases teóricas y experiencias que el alumno tiene para lograr los fines.

Uno de los intereses de esta investigación se centra en buscar aquellos elementos que permiten comprender el aprendizaje del enlace químico en adolescentes entre 15 y 18 años que cursan la asignatura de química I en el bachillerato general. La idea de enfocarse al tema de enlace químico, se debe a la detección de un alto porcentaje de deserción en este nivel educativo y a las bajas calificaciones obtenidas por la falta de comprensión de los temas, lo que provoca desinterés por aprender y desmotivación para terminar satisfactoriamente la asignatura.

Algunas dificultades del aprendizaje de la química están determinadas por la forma en la que aprenden los alumnos y la forma en cómo estos se enfrentan a nuevos conceptos que a su vez presentan relación con otras materias y por otro lado las características propias de la asignatura, esta relación la expresa Gómez (1996), en donde señala que algunas dificultades se dan por la falta de comprensión de conceptos previos al tema a estudiar, así como a la magnitud de las moléculas, generalmente se tiende a visualizar lo macroscópico de la materia, se deja a un lado la imaginación, falta desarrollar analogías, un lenguaje simbólico, así como el desarrollo de la idea de causa y efecto.

La química describe aquello no perceptible a los ojos del ser humano, ya que conduce a un mundo microscópico en el que a la mayoría se le dificulta comprender y

relacionar con todo aquello que lo rodea en la vida cotidiana y que facilita la existencia. De hecho no todas las formas de la materia son tan conocidas o tan comunes de distinguir y comprender, sin embargo incontables experimentos de la química demuestran su existencia, permitiendo su entendimiento y su funcionamiento dentro de nuestro mundo (Brown, et al, 2004). De ahí la importancia de enfocarse a uno de estos conceptos que permite llegar a las respuestas que quieren los estudiantes de química. Ya que existen pocos estudios centrados en el tema de enlace químico que estudian las concepciones y pre concepciones que presentan los estudiantes sobre este tema, sus tipos y características, aún cuando se cree que es un tema imprescindible y valioso dentro de la química y que su desarrollo en los pasados 150 años ha sido uno de los grandes triunfos del intelecto humano. (Pauling, 1992, p.521).

Por ello el concepto de enlace químico suele tener su nivel de abstracción para el estudiante, ya que es indirecta la forma en la cual se le puede atribuir su representación con materiales. Gillespie (1997) concibe al enlace químico como una de las seis grandes ideas de la química. Por lo que para su comprensión es necesario que se apoye de conceptos previos no menos importantes que ayudan al entendimiento del enlace entre átomos.

De Posada (1999), plantea la problemática que presentan los alumnos para entender y explicar la naturaleza de las sustancias y más aún si lo vemos desde el punto de vista atómico. En su investigación menciona algunas otras dificultades que manifiestan los estudiantes ante el tema como la confusión, la deficiencia y la falta de comprensión del concepto. Además expone que los estudiantes desde los 12 años están inmersos en procesos en donde intervienen reacciones químicas aún sin comprender, además de conceptos tales como: unión de los compuestos, ruptura de los compuestos, su estructura interna, etc, y argumenta que los profesores dan por entendido todos aquellos conceptos, que sí, para el docente es claro y obvio, lo debe ser también para el adolescente que comienza a adentrarse en el mundo de la química. Un mundo en donde comienza a explorar con inquietudes, con miedos, con ideas confusas.

Otra investigación realizada por Ballesteros (2002), explica que el enlace químico es un tema fundamental, complejo y abstracto dentro del curso de química general, que presenta dificultades en los estudiantes que se van agudizando conforme avanzan a otros cursos de química, ya que concepto que no se comprende, genera más confusión, y esto genera deserción y frustración por la química, por esto es necesario una evaluación de diagnóstico que dé a conocer las pre concepciones de los estudiantes y las concepciones alternativas después de la instrucción de la actividad del tema.

Para lograr esto es fundamental considerar que el aprendizaje significativo requiere según Ausubel (1983), materiales de aprendizaje que por supuesto estén dentro de la planeación y del alcance del docente y alumnos, así como una disposición, actitudes y motivación para adquirir el aprendizaje y finalmente, una estructura cognitiva por parte del estudiante que permita ubicarlo en el centro del tema a tratar. Con base en esto el tema de enlace químico se presenta ante los estudiantes como un tema complejo, con concepciones equívocas y débiles debido a que les cuesta trabajo visualizar y relacionar el mundo macroscópico con el microscópico de la materia.

Dentro de las investigaciones hechas para el aprendizaje del enlace químico, se pueden mencionar algunos datos encontrados que resaltan nuevamente las deficiencias que presentan los estudiantes sobre dicho tema. Así mismo, se encuentran concepciones equívocas en otros conceptos previos al enlace químico y fundamental para su entendimiento, por tanto es preciso revisar a más profundidad estos detalles.

De Posada (1999), estudió las concepciones de los alumnos sobre el enlace químico, utilizó cuestionarios y grabaciones para la recolección de datos de forma inductiva y el análisis de estos datos fue semicualitativo e inductivo-deductivo. Los resultados que encontró en 175 estudiantes de entre 15 y 18 años es que aplican nociones macroscópicas en el mundo atómico, se les dificulta relacionar y a la vez identificar estos dos tamaños extremos, no comprenden la naturaleza de la unión de las moléculas gaseosas, la naturaleza del enlace covalente no es bien entendida, las fuerzas intermoleculares son menos

comprendidas que el enlace covalente, hay una confusión sobre el concepto de ión, cuya comprensión es importante para el tema.

Riboldi, et, al (2004) estudiaron al enlace químico como una conceptualización poco comprendida entre estudiantes que ingresan a la universidad y en alumnos universitarios. Realizaron su investigación en dos grupos de alumnos, uno de ingresantes a la universidad de 48 estudiantes y otro de 38 alumnos universitarios, para recolectar los datos utilizó un cuestionario escrito elaborado para la investigación, los resultados se analizaron con el programa SPSS 7.5 para Windows. Empleó tres tipos de prueba: la prueba de homogeneidad de proporciones, utilizada para examinar la evolución de las concepciones alternativas, la prueba de igualdad para varias proporciones y la prueba de independencia.

Los resultados encontrados muestran distintas concepciones alternativas del tema, así como una deficiente comprensión sobre la estructura de los átomos al unirse y formar un enlace químico, hay un uso incorrecto del concepto de molécula, existe una sobrevaloración del concepto de enlace iónico, aunque no hay una interpretación correcta de la estructura de las sustancias iónicas, ni de las razones que conducen a la formación de compuestos estables y una deficiencia en el enlace covalente.

García y Garritz (2006), revelan en su estudio sobre el desarrollo de una unidad didáctica: el estudio del enlace químico en el bachillerato, su estrategia didáctica se dirigió a dos grupos de primer año de bachillerato de entre 15 y 16 años, con una población de 29 y 33 alumnos respectivamente, la institución está incorporada a la Universidad Nacional Autónoma de México. Utilizaron tres instrumentos de evaluación que son: un cuestionario antes y después de la estrategia, entrevista semiestructurada a cuatro estudiantes de cada grupo y observaciones realizadas en clase, sus resultados fueron, es evidente, que después de la aplicación de la unidad didáctica, no hay un cambio en las concepciones del enlace químico que presentan los estudiantes, los alumnos no alcanzan a reunir una razón electrostática plausible para explicar los distintos modelos del enlace químico y este detalle no fue detectado a tiempo para incorporar y

reforzar en la unidad didáctica, así los alumnos tienen la idea de que los modelos de enlace químico son explicaciones alternativas, sólo aplicables, cada uno de ellos, a un tipo de sustancia, es decir, no tienen elementos en común.

Ballesteros (2002), indagó sobre la comprensión que presentan los estudiantes del enlace iónico y covalente, antes de realizar su investigación identificó los temas de mayor dificultad entre los que destacan la falta de reconocimiento del tipo de enlace químico, la estructura de Lewis, la nomenclatura, la polaridad y ecuaciones químicas. La investigación se llevó a cabo mediante un método cualitativo utilizando un estudio de casos analítico, se aplicó la entrevista como herramienta y se encontró que confunden el enlace iónico con el enlace covalente, presentan dificultad para integrar estos dos tipos de enlace, muestran tener una fuerte carencia de conceptos fundamentales que permiten comprender el tema y presentan pre concepciones y concepciones alternativas también para otros conceptos.

Izquierdo (2004), revela en su investigación sobre un nuevo enfoque de la enseñanza de la química, que la parte difícil de la química se deriva de un mal planteamiento de los conceptos, se está acostumbrados a una enseñanza tradicional que conduce a una mala interpretación de los conceptos, en el caso del tema de enlaces químicos se explica el cambio químico mediante átomos que cambian de sitio y enlaces que se redistribuyen por lo que se involucran fenómenos físicos, sin embargo, esto no justifica la razón de ser del enlace entre átomos, por lo que señala que lo que está mal planteado es la teoría atómica. Es necesario replantear currículos sobre los temas a tratar en las ciencias experimentales para evitar confusión y malos entendidos entre conceptos.

Así es preciso analizar que la inclusión de las ciencias experimentales como la física y la química desde los inicios de la educación básica se justifica porque esta área permite el desarrollo de capacidades y potencialidades (competencias) que contribuyen con un contexto social, cultural, económico al que se enfrenta el estudiante, con mucho mayor razón es un punto importante para que, en el nivel medio superior, esta área se

refuerce e incluso, se evalué el nivel de conocimientos científicos y tecnológicos encaminados a desarrollarlos dentro de una sociedad que reclama personal capacitado que tome participación y decisiones para el bienestar social.

Sin embargo, poco se conoce sobre los criterios que se establecen para determinar el currículo de la asignatura de química, sobre qué se debe enseñar, que aplicación presenta para el estudiante, considerando que los tiempos cambian, como lo menciona de Pro Bueno (2003), si se admite que el panorama de las disciplinas ha cambiado en los últimos cincuenta años, cabe preguntarse: ¿deben cambiar también los conocimientos científicos que se deben compartir con el alumnado en la educación obligatoria?; ¿debemos seguir enseñando los contenidos de siempre (en los que el profesorado se sienten más seguros)? ¿Responden los programas actuales a las necesidades formativas de los estudiantes que tendrán, como ciudadanos o como científicos, dentro de quince años? Sobre esto también se debe recapacitar antes de enfrentarnos al tema de enlace químico en el aula.

Las nuevas reformas en el sistema educativo, ha llevado a una revisión exhaustiva a partir del año 2000 del currículo de química incluso desde secundaria ya que esta es una asignatura obligatoria en este nivel y en bachillerato. Caamaño (2006), revela en un análisis de la situación actual de la enseñanza de las ciencias que los alumnos fracasan especialmente en las ciencias, porque ven complicados los contenidos de la asignatura y si a eso se le agrega que el docente lo hace más difícil, entonces se vuelven abstractos y alejados de los problemas reales y por supuesto de su cotidianidad. Por su parte, Atkins (2005), propone nueve ideas centrales para construir el currículum de química, dentro de los temas propuestos se encuentra el enlace químico, ya que si este concepto se abarca desde este nivel, favorece su comprensión en bachillerato, los temas son: La materia es atómica; los elementos presentan periodicidad en sus propiedades; los enlaces químicos se forman cuando se aparean los electrones; la forma de las moléculas; las fuerzas intermoleculares; la energía se conserva; la entropía tiende a aumentar; hay barreras energéticas para que tengan lugar las reacciones; únicamente existen cuatro tipos de

reacciones: transferencia de protones (reacciones ácido-base) , transferencia de electrones (reacciones redox), compartición de electrones (reacciones entre radicales) y compartición de pares de electrones (reacciones ácido-base de Lewis).

Así podemos ver que la enseñanza del tema de enlace químico busca ser comprendido, entendible, tangible, es decir; que tenga sentido para quien lo aprende y por lo tanto también para quien lo enseña, ya que después de todo este concepto es crucial para el entendimiento y comprensión de otros conceptos. Las actividades de los estudiantes encaminadas a hacer significativo este concepto deben ser motivadas y encaminadas con valores que promuevan la aplicación de este tema en ámbitos como el cuidado de su salud, preservación de las especies, protección del medio ambiente, contribución con los avances en la industria y que los conocimientos han de ser los necesarios para poder ejercer una responsabilidad compartida en un mundo que es ahora global, y que requiere intervenciones concretas para ser sostenible, en un entorno solidario y pacífico (Izquierdo, 2004).

De ahí que las actitudes hacia el aprendizaje de las ciencias, se van encaminando desde una edad temprana, esto depende del desarrollo de la creatividad y la imaginación que hagan visualizar al estudiante a la ciencia como parte de sus actividades humanas, como un punto que seguirá evolucionando al paso del tiempo y que requiere de la aplicación de conocimientos y razonamientos científicos que faciliten el hacer ciencia y no conocer sobre ciencia (Harlen, 2007).

A esto también Gómez (1996), señala que en definitiva, se conoce gran parte de las ideas que los alumnos poseen cuando se enfrentan al estudio de la química y cuál puede ser su origen, situación que está a favor de los docentes pues permite conocer y comprender las dificultades de aprendizaje que presenta esta materia.

De acuerdo al autor anterior, estas investigaciones se presentan como una buena base de partida para continuar con más estudios que encuentren la incidencia en el

aprendizaje y, sobre todo, para desarrollar e innovar estrategias didácticas que contribuyan con los alumnos a tender puentes entre sus ideas y teorías y las que presenta la ciencia formal.

El razonamiento científico

Todo docente espera que sus alumnos al finalizar su sesión de clases, sepan del tema estudiado, que sean capaces de razonar y aplicar los conocimientos después de recibir una buena educación científica, obteniendo frutos de este conocimiento adquirido en el aula, que puedan observar su cotidianeidad e identificar lo significativo de ella, y al explorar su mundo, puedan experimentar sus conocimientos, es decir: sean capaces de reflexionar, resolver, comunicar y entender todo proceso que los rodea desde el punto de vista científico, todo ello con una sola finalidad el preservar su entorno y así mismo. Todo esto se espera que aparezca durante la adolescencia, alcanzando un nivel más alto del desarrollo cognitivo. Que posean pensamientos e ideas más abstractas, en general que tengan las habilidades para las tareas científicas (Mayer, 2002).

De acuerdo con el autor, todas estas características se buscan en los estudiantes, y se pueden lograr si los docentes enfocan sus esfuerzos durante su formación en el nivel básico, reforzándolo en el nivel medio superior y superior, de tal forma que permita la adquisición y desarrollo de un razonamiento científico que les de herramientas suficientes para enfrentarse a grandes retos. Pero, ¿en qué consiste el desarrollar o despertar el razonamiento científico? El adquirir estas habilidades requiere de la reestructuración progresiva del conocimiento y de la reorganización de lo ya aprendido. Esto favorece el aprendizaje por acomodación, en donde el estudiante debe reemplazar o reorganizar sus conocimientos para adquirir las habilidades del razonamiento científico.

El razonamiento científico es equivalente a pensar en el método científico, tan mencionado en las clases de ciencias y tan poco practicado en el aula para desarrollarlo. Es el razonamiento mediante el cual sometemos nuestras ideas a la experiencia de los hechos. Así lo menciona Claxton (2005), con la premisa:

El pensamiento científico implica un trío indisoluble de aspectos: tener ideas, meditarlas a fondo y comprobarlas. Sin embargo el conocimiento cambia tan rápido que debemos ayudar a desarrollar mentes ágiles que les permita aprender aquello que les va a ser necesario para la vida, ya que nacemos con capacidades para aprender y razonar, pero estas se pueden desarrollar aún más.

Las ciencias experimentales marcan una preocupación por proteger y desarrollar la capacidad de los jóvenes para aprender. Claxton (2005, p.260) se refiere a esto como “una necesidad tan personal o social como económica, o probablemente más aun”. Para enfrentar esto las nuevas reformas educativas están intentando reparar los horarios, el currículo, los métodos de evaluación y los métodos de enseñanza para que los estudiantes no limiten el desarrollo de todas sus habilidades. Es decir; ayudar a los jóvenes a aprender a aprender.

De acuerdo con Mayer (2002), el razonamiento científico es la evaluación que el alumno realiza sistemáticamente sobre una hipótesis, este paso se desarrolla precisamente durante la adolescencia, etapa en la que se espera que los estudiantes demuestren un nivel cognitivo superior, que les permita la resolución y planteamientos de problemas, pensamientos abstractos, comparar analogías, obtener proporciones, probabilidades, etc, que son herramientas científicas para una labor de desempeño. Este razonamiento científico no le permite descartar hipótesis, sino además plantear o crear nuevas, cuando ya descartó anteriores y se ve en la necesidad de buscar alternativas de solución, cuestión en la que está basada el área experimental, como son la física y la química.

Reconociendo así el razonamiento científico de esta manera, Dewey (2004) abunda en consideraciones sobre el proceso educativo en el que se desarrolla el razonamiento científico como una parte en la que hay que reorganizar, reestructurar y transformar continuamente los conceptos empleados en esta área como son las semejanzas y equivalencias entre “los pasos” del pensar reflexivo y “los pasos” del

método (o razonamiento) científico. Se muestra en la tabla 1 dichas semejanzas y equivalencias.

Tabla 1.

Semejanzas y equivalencias del pensar reflexivo y el razonamiento científico.

PASO	PENSAR REFLEXIVO	MÉTODO CIENTÍFICO
1°	Necesidad o Dificultad Sentida.	Observación de hechos en el contexto de las teorías vigentes.
2°	Identificación-Definición de la necesidad en términos de problema.	Determinación del problema
3°	Ocurrencia de ideas sobre la solución posible del problema	Hipótesis
4°	Deducción de las consecuencias de cada idea con vistas a seleccionar la que parece más verosímil	Deducción de consecuencias posibles de la hipótesis y determinación de las condiciones para comprobarla
5°	Corroboración o puesta en práctica de la idea elegida	Verificación
6°	Generalización	Ley

Con esta tabla se puede ver como el pensar reflexivamente conduce a desarrollar y demostrar una capacidad que en muchas ocasiones se tiene pero da miedo o pereza ponerla en práctica, porque si a esto le ponemos el nombre de razonamiento científico nos trae a la mente confusión, miedo, frustración por la idea que se tiene sobre lo difícil y complicado que es este. De aquí se puede partir para que el profesor tenga una herramienta importante para el diseño y planeación de su clase, ya que planteando en el tema una problemática sencilla, el estudiante puede comenzar a utilizar sus

conocimientos, habilidades, creatividad, también va desarrollando e incrementando su habilidad para ejercer el método científico, para buscar una respuesta lo más acertada.

A este respecto, Castro (2003), sugiere que en cualquier circunstancia de la vida, como puede ser de trabajo, de un curso o sector de estudio, se puede y debe transformarse en una oportunidad para estimular el desarrollo de los procesos lógicos y metacognitivos que forman parte del proceso general del razonamiento científico.

Por tanto el razonamiento es una habilidad del pensamiento, basado en experiencias previas que conducen a la solución del problema o situación, en donde el ser humano puede combinar el razonamiento inductivo, que permite observar datos, reconocer patrones, y hacer generalizaciones basándose en patrones, y el razonamiento deductivo se basa en utiliza afirmaciones lógicas de acuerdo al tipo de situación (Ayala, 2001).

Acerca de este tipo de razonamiento Dávila (2006), explica que el razonamiento inductivo y deductivo permite establecer la unión entre la teoría y la observación y permite deducir fenómenos, agrupar y adquirir conocimientos. Y que para el desarrollo de la ciencia es indispensable utilizar estos dos tipos haciendo énfasis en el razonamiento inductivo, cuyos pasos son la observación, formulación de hipótesis, verificación, tesis, ley o teoría, a lo que llamamos comúnmente como método científico.

El aprendizaje y razonamiento en química son fundamentales, sin embargo los estudiantes no encuentran dificultades conceptuales, sino que también encuentran problemas con el uso de estrategias de razonamiento que les permita llegar a la solución de problemas (Pozo y Gómez, 2004).

Pozo y Gómez, (1996) puntualizan que existe una serie de dificultades que los estudiantes deben desarrollar y superar con sus conocimientos y razonamiento científico como: escasa generalización de los procedimientos adquiridos en otros contextos nuevos, el escaso significado que tiene para el alumno el resultado encontrado, el escaso control

metacognitivo alcanzado por el alumno sobre su propio proceso de solución, el escaso interés que los problemas despiertan en los alumnos. Situaciones en las que se debe enfatizar para lograr superarlas y romper con las ideas mal planteadas de la química. Estos autores, mencionan que la eficacia de la educación científica medirá que los estudiantes aprendan realmente, así que es necesario dirigir nuestras metas hacia la búsqueda de aprendizajes significativos en donde se logre el desarrollo de habilidades de razonamiento, habilidades cognitivas que enfrentan las nuevas demandas sociales y educativas.

El razonamiento es una parte fundamental para esta investigación sobre el enlace químico, así que es preciso analizar y detectar si está presente o se desarrolla esta habilidad en los estudiantes, por medio de algún instrumento que permita obtener datos relevantes.

Algunas investigaciones sobre el razonamiento científico en el aprendizaje

Hablar de razonamiento científico en las ciencias experimentales, resulta complejo, así como también es el caso de la química, sin embargo necesario ya que Garritz y Chamizo (2001), mencionan que en diversas ocasiones las explicaciones científicas van en contra de nuestro sentido común, por tal motivo el ser humano tiende a resistirse a aceptar que hoy en día la educación exige un desarrollo de habilidades que permitan comprender lo que la experiencia ha demostrado y que ha permitido el hallazgo de nuevos conocimientos e interpretaciones de los conceptos químicos que abundan en nuestra cotidianidad.

Para explicar mejor esto, estos mismos autores explican un claro ejemplo sobre la existencia de los átomos que reta asimismo al sentido común, ya que los cinco sentidos no muestran evidencia de que los objetos están compuestos de partículas y que la materia no es medio continuo, así es necesario la presencia del conocimiento científico que no conduce a verdades absolutas, pero sí a un progreso y bienestar del ser humano.

De tal forma, el hombre no se ha conformado con seguir un proceso de enseñanza tradicional en las ciencias experimentales y trabaja continuamente para tratar de comprender las dificultades sobre este tipo de aprendizaje, que provoca deserción y frustración de jóvenes estudiantes, sobre esto Garritz y Chamizo (2001, p.6), mencionan “en la ciencia, la última palabra no está dicha y lo más probable es que nunca lo esté, pero el saber, el conocimiento acumulado, es estrictamente necesario para continuar con la búsqueda”.

Así algunas investigaciones realizadas se encuentran las aportaciones de Tecpan (2009), que realizó su investigación sobre los factores que influyen en el aprendizaje al emplear analogías como estrategia didáctica en la asignatura de física en el nivel medio superior comparado con el aprendizaje al utilizar la estrategia didáctica basada en modelos matemáticos.

En la investigación utilizó un instrumento de evaluación para detectar la habilidad del alumnado para aplicar aspectos de razonamiento científico y matemático al analizar una situación para resolver un problema. En este instrumento analizó diversas categorías como los conceptos físicos, las proporciones, la comprensión de variables, la probabilidad, la capacidad de observación y la hipotética- deductiva. Los resultados que encontró para el nivel de razonamiento que manifiestan actualmente los estudiantes que cursan Física General son: el nivel de razonamiento de los alumnos tanto del grupo experimental como del grupo control es empírico inductivo, con una moda de un solo par correcto en el Test Lawson de razonamiento que cuenta con 12 pares posibles. El nivel empírico inductivo implica que la posibilidad del alumnado de aprender los conceptos físicos y de lograr aprendizaje conceptual es mínima. Con esta investigación aplicada al área de física puede ayudar a visualizar la condición de los estudiantes en toda el área experimental en donde cabe lugar para la química.

Otro estudio realizado relacionado con el tema de interés es el registrado por Andrade, Gómez y Zavala (2009), titulado el método de estudio de casos: una estrategia

para la enseñanza y el aprendizaje de la química en la escuela secundaria. En el trabajo expresan la crisis que existe dentro del área científica en este nivel educativo, aunque efectivamente esto se sigue y se intensifica aún más en el nivel medio superior, que propician el desinterés de los estudiantes por adquirir conocimiento científico. Pretenden encontrar mejores resultados al aplicar la metodología de casos y así ver la influencia de ésta en el desarrollo de habilidades cognitivas y de aprendizaje de los alumnos.

Encontraron resultados sobresalientes al emplear al inicio una encuesta para conocer las percepciones de los 60 estudiantes de secundaria sobre la clase de química, encontrando en general desagrado por las asignaturas de ciencia, situación que cambió después de emplear la metodología de casos en donde se aprecia que los estudiantes les agrada y le ven razón de ser a la asignatura, además desarrollan habilidades cognitivas como resolución de problemas, razonamiento, trabajo colaborativo, etc. En cuanto al aprovechamiento académico, realizaron una pre-prueba y una post-prueba, apoyándose para su análisis estadístico de medidas de tendencia central y medidas de variabilidad, encontrando que la metodología de casos es una estrategia didáctica que favorece el aprovechamiento de los estudiantes.

En la investigación se resalta la importancia de la capacidad de los estudiantes para desarrollar habilidades cognitivas, relacionadas a su vez con el razonamiento que los alumnos pueden presentar una vez envueltos en una estrategia o dinámica entusiasta y motivadora, lo cual deja un reto importante para el docente por implementar dentro del aula clases constructivistas y dejar atrás clases rutinarias y aburridas que dejan solo secuelas de desmotivación y de deserción en los estudiantes de secundaria sino además que llegan con esta misma idea a un nivel superior.

Gómez (2005), en su estudio sobre la E.A.O. (Enseñanza asistida por Ordenador) y enseñanza de los modelos microscópicos en química. Menciona con respecto a las concepciones que presentan los estudiantes sobre modelos microscópicos de la materia, que aceptan la existencia de partículas invisibles, pero les atribuyen propiedades

macroscópicas, lo que indica que no hay presencia de un razonamiento inductivo ni deductivo para manejar e imaginar las características y propiedades de lo muy pequeño. En su estudio sobre la E.A.O y enseñanza de los modelos microscópicos en química, investigó con 107 estudiantes de secundaria para medir el cambio conceptual de química, utilizando dos grupos, uno de ellos con instrucciones tradicionales y el otro grupo experimental trabaja en el aula de ordenadores con el apoyo del servicio EDUCAMADRID, un software de E.A.O. (Enseñanza Asistida por Ordenador). El experimento ha tenido lugar en tres fases: pre-test, instrucción, post-test. Los resultados obtenidos muestran un efecto significativo favorable en el cambio conceptual, cuando se cuenta con apoyos como las simulaciones que facilitan el aprendizaje de los modelos cinéticos, concepto importante para abordar el enlace químico.

Esta investigación abre una puerta de ideas y oportunidades para diseñar estrategias didácticas que favorezcan la aplicación o bien el desarrollo del razonamiento científico en los alumnos que cursan el bachillerato y que no llevan la asignatura de química, sino también otras áreas como física y matemáticas.

Diversos estudios se han realizado variando la estrategia didáctica de enseñanza de las ciencias, ya que estos revelan el incremento en la capacidad de análisis y razonamiento en los estudiantes de ciencias, así lo manifiesta Benegas (2007), como el resultado de una instrucción tradicional. Ya que la mayoría de los estudiantes reciben una enseñanza tradicional basada en la exposición del docente. Así que propone la implementación de métodos de enseñanza activa colocando al estudiante en el rol que debe desempeñar para que pueda construir su propio aprendizaje.

En su investigación, este autor, desarrolla una experiencia sobre el aprendizaje activo, con estudiantes de entre 16 y 17 años en escuelas secundarias y universidades con el tema de mecánica clásica, realizando un pre test de tutorial con 2 o 3 preguntas cualitativas sobre el concepto, el cual le permitió alertar a los estudiantes y obtener datos sobre las pre concepciones de los estudiantes. La dinámica por tutoriales, contribuyó a que los jóvenes estudiantes trabajarán en equipos colaborativos, permitiendo ir evaluando

los resultados del trabajo, el instrumento utilizado para la medición fue el “*Determining Interpreting Resistive Electric Circuits Concepts Test*” (DIRECT), que ha sido desarrollado en la Universidad de North Carolina por el grupo de investigación en enseñanza de la Física. Este instrumento consta de 29 preguntas de opción múltiple con cinco opciones cada uno y con distractores. Los resultados obtenidos fueron la generación de aprendizajes significativos superiores a los logrados en ambos niveles educativos que con la dinámica tradicional de enseñanza.

Cabe mencionar también estudios realizados por Gutiérrez (2008) sobre la evaluación de las competencias científicas en PISA: perfiles en los estudiantes iberoamericanos, en donde registra que los estudiantes con buenas condiciones socioeconómicas presentan mayor probabilidad de conceder un alto valor en el área de ciencias.

De esta forma se puede ver que este es un factor importante dentro de nuestra población de estudiantes que cursan el bachillerato y que el interés por la ciencia marca también la puerta de entrada a una carrera relacionada con éstas, donde según en el estudio de PISA 2006, el 93% de los estudiantes concibe la importancia de la ciencia para comprender la naturaleza así como un eslabón para mejorar la calidad de vida, sin embargo solo un 21 % opina que emprendería una carrera a fin (OCDE, 2007). Por lo que se repite lo antes ya visto por otros investigadores sobre el poco interés y deserción de los jóvenes hacia esta área.

Otro punto a considerar son las competencias científicas evaluadas por PISA 2006, éstas comprenden a los procesos cognitivos como el razonamiento inductivo, razonamiento deductivo, la representación de datos, la transformación, construcción de explicaciones, el pensamiento a partir de modelos y la utilización de herramientas matemáticas. (Fensham, 2000). Los niveles de alfabetización científica están determinados por valores, siendo nivel más alto el 6, y el 1 nivel más bajo. Además consideran un mínimo de alfabetización científica que es el nivel 2. Los resultados

encontrados son: Argentina y Brasil tienen los mayores porcentajes de rendimiento por debajo del nivel 1, y junto con México y Colombia tienen alrededor del 60% de los alumnos por debajo del nivel básico de alfabetización científica.

Se ubican en un segundo grupo Chile y Uruguay con la mayoría de alumnos en el nivel 2, y en el grupo mejor posicionado nuevamente encontramos a Portugal y España con la mayoría de los estudiantes en el nivel 3. Estos datos son alarmantes ya que demuestra de nuestros estudiantes no están preparados para reconocer temas científicos y mucho menos para desarrollar su razonamiento científico.

Por su lado Acevedo (2007), realizó una investigación sobre las actitudes relacionadas con la ciencia y la tecnología en el estudio PISA 2006, en el cual resalta que en el año 2006 la alfabetización científica fue el área principal a evaluar por esta prueba, en donde retoman la definición de ésta como: “La capacidad de emplear el conocimiento científico para identificar cuestiones y obtener conclusiones a partir de pruebas, con el fin de comprender y ayudar a tomar decisiones acerca del mundo natural y de los cambios artificiales que produce en él la actividad humana.” (OCDE, 2006, p.115). Dicha definición considera los conocimientos básicos que deben de poseer los estudiantes de 15 años para enfrentarse a nuevos retos de la vida cotidiana. Las evaluaciones externas de las capacidades de los estudiantes de bachillerato sin duda alguna deben contribuir a promover reformas, a tener profesores preparados para innovar en sus estrategias de enseñanza, así mismo el alertar a las autoridades educativas a promover y desarrollar el aprendizaje significativo en el área científica.

Síntesis

En el capítulo 2 denominado marco teórico, se presentó la información relevante sobre la importancia y dificultades que presenta el aprendizaje del enlace químico en estudiantes de nivel medio superior. Investigaciones revelan que la enseñanza tradicional de la química ha impuesto una serie de trabas, de dificultades, de limitaciones para el

interés y desarrollo de un razonamiento científico en los estudiantes. Por otro lado, han buscado la aplicación del razonamiento científico en las ciencias, empleando metodologías de enseñanza innovadora, creativas e interesantes para el estudiante, ya que estos conocimientos lo conducirán a enfrentarse a retos nuevos que requieren de personas capaces de superarlos. De esta forma el capítulo da a conocer los antecedentes de la investigación sobre el aprendizaje del enlace químico y el razonamiento científico en estudiantes de ciencias así como también un breve análisis de la postura de esta área dentro de la evaluación PISA, que conduce a un reto dentro de la educación.

Capítulo 3. Metodología

En el presente capítulo, se presenta la metodología para la investigación, que de acuerdo con el objetivo y el planteamiento del problema se seleccionó un paradigma cuantitativo de tipo experimental, de corto alcance con el cual se pretende reunir la información disponible y determinar si existe alguna influencia entre dos o más variables o factores. Para ello se aplica la técnica de un pre test y post test a dos grupos, uno de ellos el experimental y el otro de control, al grupo experimental se le asignará una unidad didáctica con la que se pretende estimular el aprendizaje y el desarrollo de habilidades del pensamiento como el razonamiento científico, en tanto que al grupo control se le dará la instrucción tradicional del tema, para posteriormente aplicarles una prueba de razonamiento científico a ambos. También se describe la población y la muestra, de tipo no probabilístico de acuerdo a las características de ésta. Otro punto que se desglosa del tema, son las categorías e indicadores que permiten explorar las interrogantes planteadas en la investigación, así como las fuentes de información para llevarla a cabo. Posteriormente se describe la técnica de recolección de datos que marca el cómo y la aplicación de la prueba piloto que arroja información valiosa para las modificaciones en los instrumentos a utilizar, durante el desarrollo de la aplicación de estas pruebas, así como la captura y reporte de los resultados obtenidos.

Participantes

El enfoque para la investigación, sobre los factores que influyen en el razonamiento científico en la comprensión del tema de enlace químico, se orientó epistemológicamente, hacia un paradigma cuantitativo de tipo exploratorio en un inicio, debido a que se conoce poco del tema y el contexto en el que se realizó la investigación fue diferente a lo que se encuentra en la literatura. Tendió a ser descriptiva pues buscó obtener información sobre el concepto y las variables del fenómeno a estudiar, someterlas a un análisis, y finalmente correlacional, ya que se pretendió descubrir durante el

experimento la relación entre las variables involucradas, es decir; se fueron induciendo de acuerdo con lo reportado por Hernández, Fernández y Baptista (2006).

Este paradigma utilizó la recolección de datos, la medición numérica y el conteo dentro de la estadística para realizar el análisis que dé respuesta a las preguntas planteadas en la investigación. Los métodos fueron totalmente estructurados o formales, empleando instrumentos como el cuestionario para recabar la información y datos necesarios sobre el tema de investigación, permitiendo explorar y entender las motivaciones y comportamientos de los estudiantes con respecto al razonamiento científico que presentan en la comprensión del tema de enlace químico. La metodología para la presente investigación fue experimental ya que permitió seguir el proceso secuencial y deductivamente, de acuerdo con los mismos autores, Hernández, et al.(2006).

Para llevar a cabo la investigación, se abarcó una serie de puntos como: la motivación de los estudiantes, la forma o canal de aprendizaje, el nivel de razonamiento que emplean, de tal forma que se obtenga la información requerida para dar respuesta a la interrogante, por lo cual se procedió a la elección del método cuantitativo de tipo experimental bajo un proceso de planeación, implementación y evaluación. (Gutiérrez, 2005).

Toda esta metodología se aplicó a una población de estudiantes, que de acuerdo con Hurtado (2000), es un conjunto de seres en los cuales se va a estudiar la variable o evento, y en el que comparten características comunes como, los criterios de inclusión. Así para el caso de la presente investigación, la población en la EPOEM es: 176 estudiantes que cursan el cuarto semestre y que llevan la asignatura de química, distribuidos en cuatro grupos con un promedio de 44 estudiantes cada uno, dos de ellos en turno matutino y los otros dos en el turno vespertino. La población se eligió de acuerdo a la homogeneidad de los estudiantes, es decir todos se encontraban en el momento de la investigación en cuarto semestre, las edades oscilan entre los 16 y 18 años de edad, su nivel socio económico es medio bajo. Otro factor, es el tiempo en el que

se llevó a cabo la experimentación de la investigación, la cual fue casi al finalizar el semestre que comenzó en febrero de 2010 y que terminó en julio de 2010, debido a que el tema de interés se ve en la tercera y última unidad del curso de Química I.

La muestra seleccionada que es un subgrupo de la población según Hernández et, al. (2006), el muestreo no probabilístico debido a que se tomó como criterio para su elección la accesibilidad del profesor investigador para llevar a cabo el manejo y manipulación de la unidad didáctica. La muestra estuvo constituida por los dos grupos del turno matutino, asignados para impartirles la asignatura, con una muestra de 88 estudiantes de los cuales 26 son hombres y 62 son mujeres. Un grupo se tomará como control y el otro como experimental.

Instrumentos

Para la recolección de datos, se tomó el cuestionario como uno de los instrumentos de evaluación, en la que el investigador aplicó la misma prueba y de la misma forma a los estudiantes participantes de acuerdo con lo establecido por Giroux y Tremblay (2004). El cuestionario es un instrumento que consiste en una serie de preguntas que pretende medir una o más variables, sus preguntas pueden ser cerradas o abiertas, en el caso de las cerradas presentan categorías o alternativas de respuesta que son delimitadas, dentro de sus ventajas es que son fáciles de codificar y de accesible manejo y poco esfuerzo para el respondiente, limitando su respuesta, en tanto que las abiertas tienen un alto número de categorías de respuesta, es decir; no delimitan la respuesta, éstas son útiles cuando se requiere de más información en la respuesta, como desventaja es que son más difíciles de codificar para su análisis (Hernández et, al, 2006).

Así el diseño de la presente investigación, basada en una metodología cuantitativa experimental, pretendió emplear este instrumento para obtener los datos requeridos. Se aplicó antes de cursar el tema, un pre test, según lo propuesto por Hernández, et, al.(2006), quienes mencionan que la aplicación de una prueba previa al estímulo o proceso experimental es óptimo para tener una referencia que indique un

punto de partida sobre el aprendizaje del enlace químico que se pretende medir. Este paso se aplicó a los dos grupos participantes, el grupo control y el experimental para cumplir con la validez de la prueba, ya que se requiere de al menos dos grupos de comparación; es decir a uno se le aplicó la instrucción tradicional y al otro grupo la unidad didáctica que permitirá apreciar, si éste desarrolla o manifiesta mejor el razonamiento científico en el aprendizaje del enlace químico.

El pre y post test es un cuestionario de preguntas abiertas, consta de 8 ítems y están diseñadas para obtener la mayor información posible que permita profundizar en el tema, el diseño del cuestionario fue tomado del estudio de Posada (1999) sobre las concepciones de los estudiantes de bachillerato sobre enlace químico y otra parte del publicado por García, Garritz y Chamizo (2008). Las preguntas fueron consideradas como elementos importantes para determinar o avanzar en las concepciones científicas que poseen los estudiantes para el tema de enlace químico, lo que permitirá conocer los conocimientos previos que posee el estudiante.

La prueba de pre y post-test se consideraron de pregunta abierta ya que se pretendía que los estudiantes describieran las concepciones e ideas que tenían sobre los conceptos fundamentales que permiten la comprensión del enlace químico, ya que los conceptos se manejan desde el nivel básico (secundaria) y algunos ya se introdujeron en el tema de tabla periódica que antecede al tema propuesto en la investigación, algunos conceptos son: átomo, ión, molécula, estructura de Lewis, estabilidad química, entre otros. Así los criterios que se emplearon para medir la prueba de pre y post-test de acuerdo a categorías están basados en las concepciones que presentaron los estudiantes sobre la estructura interna de la materia, la energía de enlace y el enlace químico de las sustancias.

De esta forma, de acuerdo con Posada (1999), los estudiantes traen consigo ciertos conceptos que son difíciles de asimilar y que se pueden detectar en este tipo de pruebas de tal forma que puedan trabajarse durante el tema y permita desarrollar las habilidades en el estudiante correspondientes para reestructurar su conocimiento.

Otro tipo de cuestionario que se aplicó fue para las actitudes generales y ante la química de preguntas cerradas, evaluado con la escala de Likert y del diferencial semántico, ambos tomados del estudio realizado por Espinosa y Galán (1998) para medir las actitudes de los estudiantes ante la asignatura.

La prueba para medir las actitudes con la escala de Likert está basada en el método de clases sumadas (*summated rating scale*), conocida como escala de Likert, presenta un alto grado de validez al ser traducida al castellano por Misiti y col. (1991). Esta prueba cuenta con 15 cuestiones de las 23 originales, desarrollado por Renis Likert a principios de los treinta, pero que sigue vigente y es muy popular (Hernández et, al., 2006).

En ella, el estudiante tuvo que indicar (prueba auto-administrada) su acuerdo o desacuerdo a ciertas situaciones o contextos encaminados al área científica, de tal forma que ésta describiera mejor su reacción o parecer, así marcaba en una escala de cinco puntos: totalmente de acuerdo (TA), de acuerdo (A), indeciso (N), en desacuerdo (D) y totalmente en desacuerdo (TD), su parecer sobre cada situación planteada, este cuestionario fue familiar para el estudiante y abarca la actitud a medir.

Para obtener las puntuaciones se aplicó la escala aditiva que consiste en sumar los valores que el estudiante marco en cada frase, considerando que TA = 5, A = 4, N = 3, D = 2 y TD = 1, para posteriormente determinar si la puntuación es alta o baja o bien favorable o desfavorable.

En cuanto a las actitudes ante la química se midió por medio de la escala de diferencial semántico (DS), que hoy en día consiste en una serie de adjetivos que califica al objeto de acuerdo con la actitud que refleja el estudiante, (Hernández et, al., 2006). Cuenta con 10 cuestiones que los estudiantes puntuaron de 0 a 10 (Espinosa y Galán, 1998). Entre las propiedades que se pueden medir están la dirección (positiva o negativa) e intensidad (alta o baja) (Hernández et, al., 2006).

La prueba fue auto-administrada y calificó las actitudes de los estudiantes por medio de una serie de adjetivos bipolares (extremos), en donde el participante tuvo que

marcar en una escala de 0 a 10 su parecer sobre cada uno, considerando que los extremos son 0 y 10 respectivamente, es decir; que 0 marca su desacuerdo o inconformidad y el 10 marca el gusto por, acuerdo o conformidad, en tanto que valores intermedios manifestaban que no están a favor pero tampoco en contra del adjetivo.

La escala final se obtuvo sumando las puntuaciones obtenidas en cada situación o par de adjetivos.

Finalmente el cuestionario para medir el razonamiento científico, consistió en una prueba de preguntas cerradas, de 24 ítems, en los que las preguntas están apareadas, ya que una propone la situación concreta y la otra pide la explicación de la respuesta con sustento teórico, así el indicador para el nivel de razonamiento se da de acuerdo a las preguntas correctas en: empírico-inductivo, transitorio o hipotético-deductivo, con las cuales se considera las siguientes categorías del razonamiento científico que son: a) conceptos físicos, b) proporciones, c) comprensión de variables, d) probabilidad, e) capacidad de observación e hipotéticas deductivas (Benfor y Lawson, 2001). La prueba fue auto-administrada, se les proporcionó a cada estudiante una hoja de respuestas en donde marcaban la respuesta correcta, posteriormente se calificó de acuerdo cada pregunta.

La unidad didáctica a emplear para el tema de enlace químico que se aplicó al grupo experimental estuvo diseñada con actividades de apertura (se considera sus conocimientos previos), con un desarrollo del tema y con la actividad de cierre, para este diseño se basó en la idea de planificación de unidades didácticas (UD) de Sánchez y Valcárcel (1993) la cual tiene 5 componentes: 1) análisis científico; para la estructuración de los contenidos de enseñanza y la actualización científica del docente. 2) análisis didáctico; para sus conocimientos previos y el nivel de desarrollo operatorio. 3) selección de objetivos, 4) selección de la estrategia didáctica; 5) selección de la estrategia de evaluación.

La unidad o estrategia didáctica consistió en el empleo de diversos materiales didácticos que manipulo el estudiante para generar un mejor ambiente de aprendizaje, además del uso de estrategias como lluvia de ideas, trabajo en equipo cooperativo,

realización de una parte experimental y realización de mapa conceptual, todo ello para abarcar los diversos canales de aprendizaje de los estudiantes.

Procedimiento

La aplicación de cada uno de los instrumentos de recolección de datos están de acuerdo a la metodología planteada, a continuación se describe el proceso de aplicación para cada uno.

El primer instrumento que se aplicó a los estudiantes participantes de ambos grupos, es el test para medir las actitudes ante el área de ciencias, que está integrado por 15 ítems y se midió con la escala de Likert, el cual contiene cinco categorías para cada una, en donde *TA* es totalmente de acuerdo, *A* es de acuerdo; *N* es, ni de acuerdo ni en desacuerdo; *D* es en desacuerdo; y *TD* es totalmente en desacuerdo.

La aplicación, se llevó a cabo durante la sesión de química de 50 minutos, se dio la instrucción a los alumnos por parte de la investigadora para que las condiciones del aula fueran las apropiadas, como el arreglo de butacas, la luz, el material a utilizar, así como las instrucciones generales de la prueba y un ejemplo de cómo contestarla. El tiempo de aplicación fue 30 minutos en promedio, cuestión que permitió continuar con la actividad programada para el día.

El segundo instrumento de aplicación fue el pre test, para determinar el nivel de conocimientos que tenían los estudiantes antes de comenzar con el tema de la investigación. La aplicación se llevó a cabo en ambos grupos de cuarto semestre del turno matutino, el mismo día y cada uno en su horario de clase de Química con una duración de 50 minutos.

El lugar fue en su aula, siguiendo las características de aplicación de la prueba (condiciones físicas y motivación del alumno) se apegaron lo más posible a lo

mencionado por Díaz y García (2004). Las instrucciones generales para toda la muestra fueron: guardar cierta distancia entre compañeros, leer cuidadosamente cada reactivo, contestar todas las cuestiones, colocar su nombre en el test, contestar con lápiz, que estuvieran acomodados por orden de lista, se les distribuyó a cada uno el cuestionario, además se les aclaró que esta no es parte de su calificación, sino más bien como parte de la dinámica de la clase por lo que su participación era muy importante.

Después de aplicar el pre test, el grupo control continuo con la instrucción tradicional, en tanto que al grupo experimental se le instruyó de acuerdo a la unidad didáctica que pretende que los estudiantes expliciten sus ideas, que escuchen las de otros, que valoren y que sean capaces de modificar si es necesario, es decir que sean metacognitivos y logren el cambio conceptual. Esta unidad didáctica (UD) se aplicará en 2 sesiones de 100 minutos y una de 50 minutos, considerando otros factores importantes, que se debía tener presentes dentro de la UD, que permitieron dar respuesta a las preguntas planteadas que conlleva al planteamiento del problema como: ¿qué actitudes presentan los estudiantes de química ante la asignatura?, ¿cuál es el nivel de razonamiento científico que tienen los estudiantes antes de iniciar el curso de química?, ¿qué tipo de aprendizaje manifiestan los estudiantes?, ¿cómo afecta la implementación de estrategias didácticas en el aprendizaje significativo comparada con la de instrucción que reciben?.

La secuencia de la unidad didáctica (UD) constó de los siguientes pasos: primero se dio una breve introducción sobre el tema a tratar, por medio del uso de imágenes de compuestos y materiales diversos. Acto seguido se les preguntó si tenían algún conocimiento sobre las propiedades que presentan los materiales y que éstas provienen de la manera en la que los átomos de los elementos se enlazan para formar nuevas sustancias y cómo esos agregados de átomos interactúan entre sí. Realizando una lluvia de ideas con los estudiantes, de tal forma que fueron identificando la relación que existe entre el enlace químico y las propiedades de la materia.

La lluvia de ideas se plasmó en una hoja de rotafolio en donde se describió la forma en que se había logrado una clasificación primaria de los enlaces entre los átomos. Toda la discusión se centró en la manera en cómo interactúan los núcleos atómicos con los electrones presentes, esencialmente con los más alejados de los núcleos, que son los que juegan el papel principal para lograr enlazar un átomo con otro (García y Garritz, 2008). Se dio la oportunidad para que los estudiantes fueran considerando y reestructurando sus ideas conforme se fue dando la participación de todos los integrantes del grupo.

No se debe olvidar, que otro punto importante que se investigó en el presente trabajo es la forma en la que los estudiantes aprendieron o hicieron suyo el conocimiento, esto pudo ser auditivo, kinestésico o visual por lo que esta UD pretendió utilizar diversas herramientas didácticas para favorecer la comprensión del tema en todos los estudiantes involucrados. Así en la siguiente actividad se formó equipos de 4 personas para que trabajaran experimentalmente el tema, por medio de trabajo colaborativo dando oportunidad a que el profesor escuchara más a los estudiantes y brindara más oportunidades para que los alumnos negociaran el significado del aprendizaje entre ellos mismos, es decir permitiendo que juntos reunieran información y que pensarán diferente que cuando estudian solos. Esto les permitió usar estrategias elaboradas y metacognitivas más frecuentemente y utilizar un nivel más alto de razonamiento (García y Garritz, 2008).

Esta idea del aprendizaje cooperativo es reforzada por Cooper (1995), cuando al trabajar en pequeños grupos se tienen ventajas como el que los estudiantes se responsabilicen de su propio aprendizaje y se vuelven activamente comprometidos, además desarrollan habilidades de pensamiento de alto nivel, incrementan la retención del concepto y se incrementa la satisfacción con la experiencia de aprendizaje, promueve actitudes positivas hacia el tema de la clase y se trabaja con valores y principios.

Por otro lado se promueve según Johnson y Johnson (1999) un trabajo con un aprendizaje competitivo, cooperativo e individualista, al presentarse los siguientes comportamientos en la dinámica en los equipos como: 1. Se envuelven en una lucha de perder–ganar hasta ver quién es mejor en completar la tarea (competitivo). 2. Trabajan independientemente hasta completar la tarea (individualista). 3. Trabajan juntos en pequeños grupos, asegurando que todos los miembros completen la tarea (cooperativo).

La parte experimental, en la cual se buscó que los estudiantes fueran construyendo sus propias explicaciones consistió en medir propiedades como la conductividad eléctrica, la solubilidad y el punto de fusión de diversas sustancias (ver anexo A), aunado con la práctica los estudiantes fueron tomando nota de sus resultados y contestaron una serie de seis preguntas (anexo B) relacionadas con el tema, el profesor tuvo a la mano material didáctico como diapositivas o láminas para ir aclarando las confusiones que se presentaron en la práctica.

Una vez concluida la práctica, se reforzó los conceptos que ellos ya manejaban por medio de una presentación en diapositivas que explicó los diversos modelos de enlace químico que hay y las características que se dan en cada compuesto de acuerdo al tipo de enlace, para apoyar el esfuerzo mental de los estudiantes por comprender el enlace químico y facilitar el desarrollo de estos procesos con la colaboración de los instrumentos cognitivos. Es decir, que los contenidos estuvieron organizados, estructurados y relacionados entre sí.

Para ello como una actividad de cierre de la UD, los estudiantes realizaron un mapa conceptual en donde con la ayuda de este recurso esquemático se representó los significados conceptuales del tema, los mapas conceptuales (Novak, Gowin y Johansen, 1983) buscan la relación entre la estructura del concepto que presenta el estudiante y su interrelación de forma progresiva e integradora. Este recurso además cubre una de las necesidades de comprender el tema con apoyo de imágenes y representaciones visuales. Se ha demostrado que el aprendizaje visual es uno de los mejores métodos para enseñar

las habilidades del pensamiento: las técnicas basadas en el aprendizaje visual, métodos gráficos de trabajar con ideas y de presentar la información enseñan a los estudiantes a pensar con claridad, a elaborar, organizar y priorizar la nueva información. Así como a estimular el pensamiento creativo y el crítico ya que en ellos depuran el pensamiento, refuerzan la comprensión, integran nuevo conocimiento e identifican errores conceptuales, por otro lado, permitió al profesor identificar las percepciones de los estudiantes ante el tema (Cañas, Novak y González, 2004).

En la fase de consolidación se pudo ver si el conocimiento que adquirieron los estudiantes podía ser aplicable en contextos diferentes, así como a la resolución de nuevos problemas, para ello se promovió la discusión de las ideas que presentaban de tal forma que se activara el proceso de conflicto cognitivo, que es gradual y complejo (García y Garritz, 2008).

Una vez concluida la secuencia de la UD, se procedió a la aplicación del test de razonamiento científico, con ello se esperaba detectar las habilidades que presentaran los estudiantes para desarrollar y aplicar el razonamiento científico en el análisis de una situación o problema. La aplicación se llevó a cabo en ambos grupos, tanto en el de control como en el experimental. La prueba tuvo una duración de aproximadamente 60 min, se les aplicó en una sesión de 100 minutos por lo que tuvieron tiempo suficiente para concluir la sin ningún contratiempo. La prueba se aplicó a la sexta sesión de haber comenzado con el tema, ya que dentro de la UD se incluyó una parte experimental.

Cabe mencionar que para los estudiantes esta prueba si tuvo valor para su escala estimativa, ya que se requiere de una constante evaluación de los estudiantes, por lo que tuvo doble finalidad para el profesor-investigador: por un lado obtener un valor para su calificación y por otro lado, datos que favorecieran a la presente investigación.

El siguiente instrumento aplicado, fue el de actitudes ante la asignatura de química con la escala de diferencial semántico, éste se aplicó en esta parte debido a que

se pretende medir su actitud ante la asignatura después de haber seguido una instrucción, esto permitió comparar entre los dos grupos, el de control y el experimental y ver si hubo alguna modificación en su actitud con la aplicación de una dinámica diferente de trabajo, las condiciones de aplicación fueron similares a las anteriores y el tiempo promedio fue de 30 minutos para ambos grupos. Así la actitud que presentaron los estudiantes ante la asignatura que cursan, es una predisposición aprendida para responder consistentemente de manera favorable o desfavorable a una situación (Hernández et, al., 2006), si bien es cierto que se enfrentaron ante un tema complejo, también es importante que mostraran interés, que se vea la motivación para adquirir un nuevo conocimiento. Espinosa y Galán (1997) señalan que este parámetro es difícil de cuantificar en el área de las ciencias experimentales y que además los resultados que se obtienen son dependientes de la técnica.

Finalmente se aplicó el post test, bajo las mismas características de las anteriores pruebas, en este caso se llevó menos tiempo debido a que ya conocían la prueba y en general se les facilitó más que la primera vez.

Estrategias de análisis de datos

En esta parte del cómo y con qué, se describen las técnicas e instrumentos que se emplearon para la recolección de los datos. Como instrumentos, se utilizó el cuestionario auto-administrado (Hernández et. al., 2006), para que los estudiantes pudieran seguir la instrucción del aplicador y así manifestaran sus respuestas.

Para su aplicación se debe considerar las características formales de la prueba propuestas por Díaz y García (2004), como son la actitud del aplicador, las condiciones físicas del lugar, la motivación, el tiempo de aplicación, la redacción de las instrucciones, etc.

Cada reactivo debe representar lo que se pretende medir, así como también debe permitir medir la validez, la fiabilidad, la objetividad, el grado de dificultad, la

discriminación, si es representativo, si está diseñado para evaluar lo enseñado, si se adecua al tiempo establecido y si es práctico en su aplicación para su posterior análisis (Ebel, 1977).

Los cuestionarios empleados fueron de preguntas abiertas para el caso del pre y post test, con los cuales una vez aplicados se llevó a cabo la codificación de las respuestas asignándole símbolos o valor numérico siguiendo el procedimiento de Rojas (2001). La prueba consistió en ocho ítems, estuvo diseñada de tal forma que se tomó una fracción de la prueba publicada por Posada (1999), en su estudio acerca de las concepciones sobre el enlace químico, esto debido a que dentro de los objetivos planteados en este estudio se pretendió obtener cuales son las concepciones más características o típicas de los alumnos antes de comenzar con el estudio, y otra fracción del cuestionario estuvo tomada del análisis científico que señala García, et al. (2008), en su estudio sobre la aplicación de la UD en el tema de enlace químico (Ver anexo C).

Los cuestionarios para medir la actitud, que se emplearon en esta investigación estuvieron tomados del trabajo de investigación realizado por Espinosa y Galán (1998) sobre la medida de las actitudes hacia las ciencias experimentales. Estos cuestionarios son de preguntas cerradas y están diseñados para ser evaluados por la escala de Likert y de diferencial semántico respectivamente (Hernández et al. 2006). Para el caso del cuestionario de actitudes generales ante el área de ciencias por medido con la escala de Likert se tiene la propuesta por Misiti (1991), ya que al ser traducida al castellano logró superar la validación transcultural (Mejías, 1988). Estos instrumentos de medición cumplen con la condición de validez y confiabilidad que les confiere el que son pruebas publicadas en revistas arbitradas (Ver anexo D y F).

El cuestionario utilizado para medir las habilidades del razonamiento científico, fueron de opción múltiple, con una serie de 24 ítems agrupados en doce pares que identifican patrones de razonamiento basados en los razonamientos: correlacional, probabilístico, proporcional, combinatorio, identificación de variables y prueba de

hipótesis. Este instrumento fue diseñado para medir el nivel de razonamiento del estudiante, en donde si el estudiante obtiene de cero a cuatro pares correctos está dentro del nivel de razonamiento empírico-inductivo, si obtiene entre cinco a ocho pares el nivel está entre inductivo e hipotético deductivo y finalmente se encuentra dentro de nueve y 12 pares su nivel es hipotético-deductivo, de acuerdo con Benfor y Lawson (2001). Ver anexo E.

Como parte empírica, se empleó con el grupo experimental la unidad didáctica, en ella se encuentran planeadas actividades que permitieron al investigador ir manejando los factores y condiciones de la clase de acuerdo a los canales de aprendizaje de los estudiantes, es decir; tuvo que ser observador para poder manipular esta variable, viéndose favorecidos los resultados que se esperaban obtener con la aplicación de dicha técnica en la hipótesis.

Una vez, aplicados los instrumentos para recabar los datos, se procedió a su análisis por medio de una codificación de las preguntas abiertas, (en el caso del pre y post-test) una vez que se contó con todas las respuestas de los sujetos evaluados, se obtuvieron así categorías que representan los resultados finales, dándoles nombres y número o símbolo a los patrones generales de respuesta (Hernández et, al., 2006).

La idea principal de las codificaciones es tener la recopilación de los datos obtenidos y prepararlos para el análisis en la matriz de datos apoyándose del software Excel para la realización de tablas y gráficas. Una vez realizado este paso, se efectuó el análisis cuantitativo, empleando pruebas de medida de tendencia central, para ubicar los datos dentro de una escala de medición, la del coeficiente de correlación de Pearson, para analizar la relación entre dos variables a partir de las puntuaciones obtenidas en una muestra en dos variables, relacionando las puntuaciones obtenidas de una variable con las puntuaciones obtenidas de otra variable, en los mismos sujetos. Así mismo, la regresión lineal con la cual se puede estimar el efecto de una variable sobre otra (Hernández et, al., 2006).

En cuanto a las pruebas de actitudes generales se obtiene sumando los valores obtenidos en cada cuestión o frase, debido a esto se le denomina escala aditiva, a veces se califica mediante la aplicación de una fórmula, PT/NT (donde PT es la puntuación total en la escala y NT es el número de afirmaciones) (Hernández et, al., 2006).

La prueba de diferencial semántico que sirvió para medir las actitudes ante la química, de acuerdo con los mismos autores se califica un conjunto de adjetivos bipolares, es decir; entre cada par de adjetivos se presenta una gama de opciones donde el estudiante marca aquélla que refleje su actitud, la escala esta de cero a diez en donde se puede hacer inclinaciones de acuerdo al valor que proporcione el sujeto, para obtener la calificación se puede obtener: puntuación total/ número de ítems.

El cuestionario del pre y post test, incluyó a los dos grupos, al que recibió la instrucción (grupo experimental) y el que siguió la instrucción tradicional (grupo control), así el pre test marcó el inicio y el post test indicó el efecto del tratamiento experimental.

Síntesis

El capítulo 3 de la presente investigación, abarca la metodología a emplear para llevar a cabo el estudio sobre cómo influye el razonamiento científico en la comprensión del tema de enlace químico en estudiantes de bachillerato. Dicha metodología describe el paradigma cuantitativo de forma exploratorio en el inicio, tendiendo a ser descriptiva más adelante y quizá correlacional debido a las características en las que se encuentra la investigación. Así mismo se describe a los participantes de acuerdo a las condiciones de trabajo de la investigación. Además se mencionan los instrumentos para medir las variables y los procedimientos para llevarlos a cabo. También se plantea las estrategias para el análisis de datos.

Capítulo 4. Análisis de resultados

En el presente capítulo se presentan los resultados obtenidos al aplicar diversos instrumentos de evaluación sobre el tema de enlace químico para medir las actitudes generales ante las ciencias y actitudes ante la química, los conocimientos previos y el razonamiento científico de los estudiantes de acuerdo con la metodología. Los resultados se presentan en la primera parte apoyándose de la estadística descriptiva mediante gráficas, tablas y cuadros así como del análisis de los resultados con la estadística inferencial. Primero se presentan los resultados obtenidos del pre-test de los grupos control y experimental sobre conocimientos previos de acuerdo con la categorización de las respuestas obtenidas de los estudiantes en las preguntas abiertas. Posteriormente se registran los resultados encontrados en la evaluación de las pruebas de actitudes que presentan los estudiantes ante el área de ciencia.

Enseguida se muestran los resultados de las actitudes ante la química medida por la escala de diferencial semántico. Así como las respuestas manifestadas a las preguntas en la prueba de razonamiento científico, que comprenden 24 ítems de acuerdo a la escala de Lawson para medir el nivel de razonamiento. Finalmente se encuentra los resultados de la prueba de pos-test que se aplicó a los estudiantes después de recibir la instrucción sobre el tema de enlace químico. La segunda parte comprende el análisis de los resultados por medio de la estadística inferencial, como la regresión lineal para las variables involucradas así como la regresión lineal múltiple.

Presentación de resultados

En esta etapa de la investigación, corresponde a la presentación e interpretación de los resultados, cuya finalidad es describir el fenómeno para comprender el sentido real del problema planteado, mediante el análisis de los datos.

Los datos se han procesado para obtener la estadística descriptiva (media, mediana, moda, desviación estándar y varianza) con el software estadístico Excel 2007. La muestra seleccionada estuvo conformada por 44 estudiantes en cada grupo, el experimental y el control. En el grupo uno (control) se cuenta con 33 mujeres y 11 hombres, el grupo dos presenta 29 mujeres y 15 hombres, como lo presenta la Figura 1.

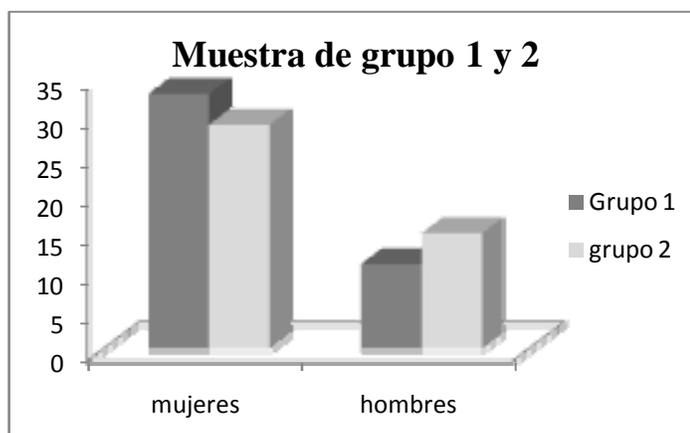


Figura 1. Distribución por sexo de los grupos control y experimental.

En ambos grupos se aplicó una prueba (pre-test) para determinar conocimientos previos, así como para medir la actitud por medio de dos escalas, la de Likert y la de diferencial semántico, para el razonamiento científico se aplicó la prueba de Lawson y finalmente la aplicación del post-test. En el grupo control se llevó a cabo la dinámica tradicional para impartir el tema de enlace químico, en tanto que en el grupo experimental se implementó la unidad didáctica (UD), se tomó en cuenta para las actividades el trabajo colaborativo así como el uso de diversos materiales didácticos para abarcar los tres canales de aprendizaje (auditivo, visual y kinestésico).

Pre test de enlace químico

El pre-test de enlace químico, se aplicó bajo las mismas condiciones en ambos grupos, siguiendo lo establecido en la sección de metodología, no teniendo ningún inconveniente para dicha aplicación. Con esta prueba se recabaron datos antes de recibir

la instrucción a cada grupo. La prueba estuvo conformada por ocho preguntas abiertas y su objetivo fue medir las concepciones que los estudiantes presentan sobre el tema de enlace químico, antes de cualquier instrucción, las cuales arrojaron la siguiente información.

La pregunta 1 fue ¿por qué se unen los átomos?, la interrogante buscó la razón principal de la unión de los átomos, al aplicársela a ambos grupos los patrones de respuesta encontrados fueron los que se muestran en la Tabla 2.

Tabla 2

Pregunta 1. Patrones de respuesta encontrados (Datos recabados por el autor)

Código	Categorías (patrones o respuestas con mayor frecuencia de mención)	Grupo control Frecuencia	Grupo experimental Frecuencia
PD	Formar compuestos en proporciones diferentes	22	18
EQ	Buscan estabilidad química	14	7
FA	Por fuerza de atracción	8	19

Las categorías de respuesta con mayor frecuencia de mención para la pregunta de ¿por qué se unen los átomos? fueron: PD que representa la respuesta de formar compuestos en proporciones diferentes, EQ que significa que los átomos se unen por que buscan estabilidad química y FA responde a que se unen por fuerzas de atracción.

Con este planteamiento de pregunta abierta se encontró como concepción fuerte para la categoría de: están unidos para formar compuestos en proporciones diferentes, con 22 estudiantes del grupo control (50%) y 18 estudiantes del grupo experimental (40%). La categoría que representa a la respuesta correcta es: buscan estabilidad química, en la que se registró a 14 estudiantes del grupo control (32%), que contestó con esta categoría y a 7 estudiantes del grupo experimental (16%). Así esta concepción es buena ya que los átomos de los elementos (a excepción de los átomos de los gases nobles) buscan una estabilidad química y ésta la logra uniéndose con otro(s) átomos mediante el enlace

químico, por lo tanto forman moléculas y compuestos. En tanto que la categoría: se unen por fuerza de atracción estuvo representada por 8 estudiantes del grupo control (18%) y 19 estudiantes % del grupo experimental (43%).

Como se aprecia en la Figura 2 los resultados de la pregunta 1 del pre-test muestran que el grupo control presenta una mejor concepción del por qué los átomos se unen para formar moléculas o compuestos.

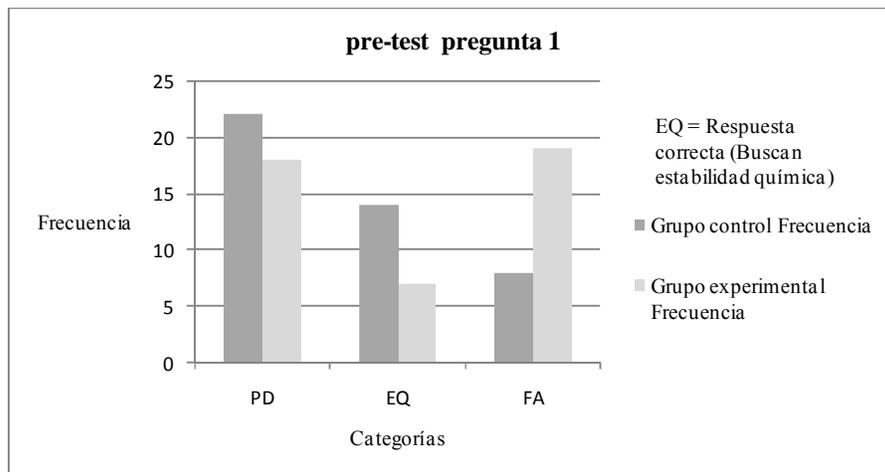


Figura 2 Pregunta 1. Patrones de respuesta encontrados contra frecuencia. (Datos recabados por el autor).

La pregunta dos del pre-test fue: ¿cómo pueden estar unidos los átomos?, la información recabada se presenta en la Tabla 3 para el grupo control y el experimental.

Tabla 3

Pregunta 2. Patrones de respuesta encontrados (Datos recabados por el autor)

Código	Categorías (patrones o respuestas con mayor frecuencia de mención)	Grupo control Frecuencia	Grupo experimental Frecuencia
DP	Depende de sus propiedades	14	12
NE	por sus niveles de energía	13	7
EN	Por enlaces químicos	17	25

En esta pregunta se encontró tres respuestas de mayor mención, las cuales se representan por las categorías: DP depende de sus propiedades, NE que representa, por sus niveles de energía y EN por sus enlaces químicos.

La categoría de respuesta correcta es: EN que responde que los átomos pueden estar unidos por enlaces químicos, con una frecuencia en el grupo control de 17 estudiantes (38.6%) y el grupo experimental con una frecuencia de 25 estudiantes (56.8%). En tanto que 27 estudiantes del grupo control que representa el 61.3% y 19 estudiantes del grupo experimental (43.1%) presentaron otras concepciones que son ajenas de la correcta. Sin embargo la categoría DP (dependen de sus propiedades) se presentó como una concepción fuerte ya que 14 estudiantes del grupo control y 12 del grupo experimental optaron por ella.

La pregunta dos del pre-test presentó a 17 estudiantes del grupo control (38.6%) que respondió correctamente y 25 estudiantes del grupo experimental (56.8%). Estos resultados se muestran en la Figura 3.

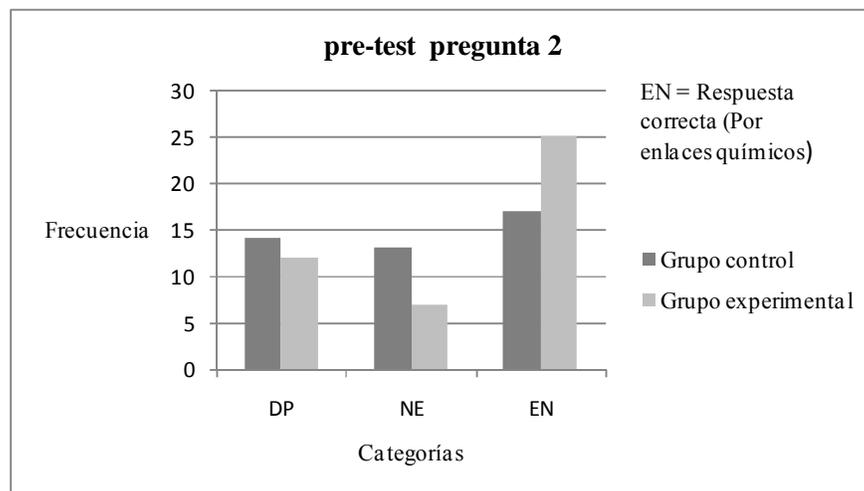


Figura 3 Pregunta 2. Patrones de respuesta encontrados contra frecuencia (Datos recabados por el autor).

La pregunta tres cuestionó ¿cómo se unen las moléculas?, siendo ésta una interrogante similar a la cuestión dos, ya que de alguna manera se tiene que tener claro el concepto de molécula para contestar acertadamente a la pregunta, los resultados de los

patrones con mayor frecuencia encontrados para ambos grupos, el control y el experimental se muestra en la Tabla 4.

Tabla 4
Pregunta 3. Patrones de respuesta encontrados. (Datos recabados por el autor)

Código	Categorías (patrones o respuestas con mayor frecuencia de mención)	Grupo control	Grupo experimental
		Frecuencia	Frecuencia
UA	Unión de dos átomos	24	22
AA	por atracción entre átomos	10	14
TE	a través de enlaces químicos	10	8

Los resultados encontrados de acuerdo a la mayor frecuencia de mención son: UA para la respuesta de las moléculas se unen por dos átomos, AA por atracción entre átomos y TE representa la respuesta correcta y es que se unen a través de enlaces químicos.

El grupo control tuvo 24 estudiantes (54.5%) que respondió que las moléculas se unen por medio de dos átomos y 22 estudiantes del grupo experimental también, lo cual dejó ver que es una concepción fuerte, pues la idea correcta es que las moléculas están formadas por dos átomos, sin embargo la forma en la que se unen es por medio de enlaces químicos, categoría que responde al código TE para lo cual lo respondieron 10 estudiantes del grupo control (22.7%) y 8 estudiantes del grupo experimental (18.1%). El resto de ambos grupos entran en la categoría de las moléculas se unen por atracciones entre átomos.

En la Figura 4 se aprecia el comportamiento del grupo control con respecto al grupo experimental, para la respuesta correcta a la cuestión, está representada por el código TE y se puede ver que el grupo control predomina en la respuesta con 10 estudiantes comparada con 8 estudiantes del grupo experimental.

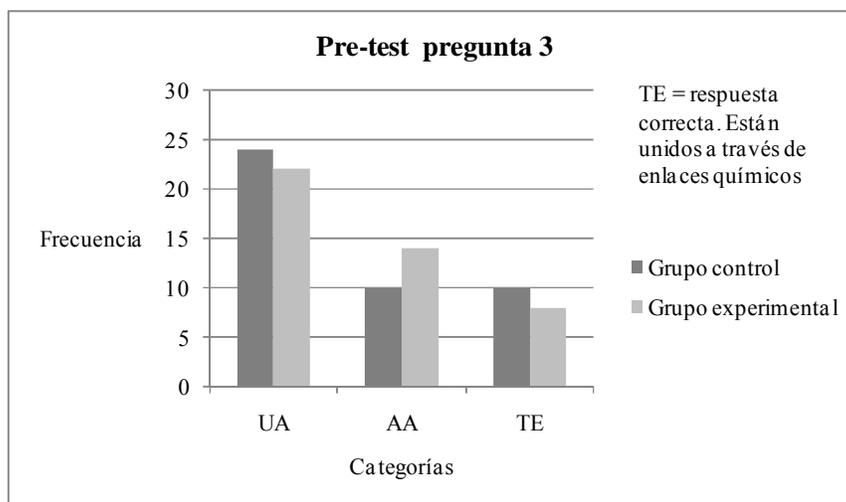


Figura 4 Pregunta 3. Patrones de respuesta encontrados contra frecuencia (Datos recabados por el autor).

En la pregunta cuatro, se planteó ¿en qué consiste el enlace químico?, cuestión que permitió tener un parámetro directo, de que tal se concibe este concepto en los estudiantes, los resultados se muestran en la Tabla 5.

Tabla 5

Pregunta 4. Patrones de respuesta encontrados (Datos recabados por el autor)

Código	Categorías (patrones o respuestas con mayor frecuencia de mención)	Grupo control Frecuencia	Grupo experimental Frecuencia
IE	Interacciones entre electrones	15	15
MU	Fuerza de atracción que mantiene unidos a los átomos	17	20
TD	Es la tendencia de los elementos	12	9

Las respuestas de mayor mención a la pregunta ¿en qué consiste el enlace químico? están codificadas como: IE interacción entre electrones, MU como respuesta correcta y representa a la fuerza de atracción que mantiene unidos a los átomos y TD es la tendencia de los elementos.

La concepción correcta estuvo representada por 17 estudiantes del grupo control y 20 estudiantes del grupo experimental (38.6% y 45.4% respectivamente) éstos

estudiantes tienen una idea clara en qué consiste en enlace químico, en tanto que las concepciones de que el enlace químico consiste en la interacción entre electrones, así como la respuesta: es la tendencia de los elementos, se mantienen como concepciones fuertes, por la cantidad de estudiantes que la representaron (27 estudiantes del grupo control y 24 del grupo experimental).

El grupo experimental para ésta cuestión se mantuvo con mayor número de estudiantes que respondieron correctamente (20 estudiantes, 45.4%), en tanto que el grupo control registró a 17 estudiantes dentro de la categoría. La Figura 5 presenta éstos resultados.

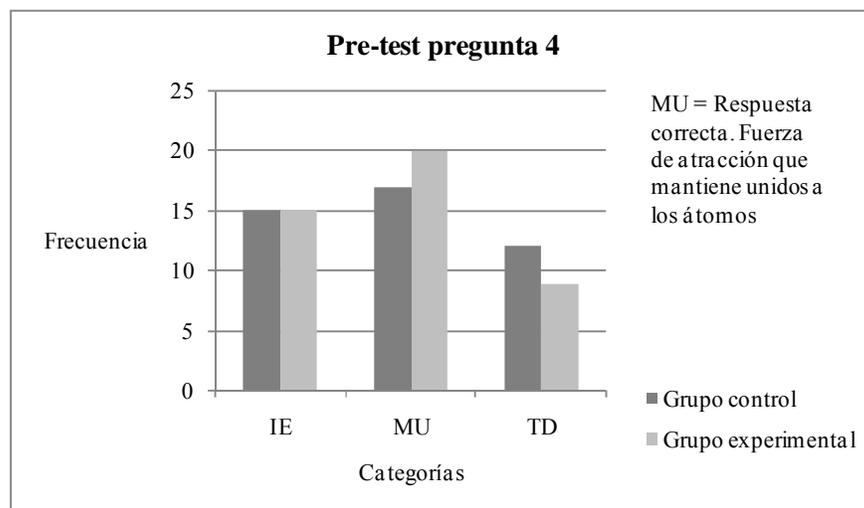


Figura 5 Pregunta 4. Patrones de respuesta encontrados contra frecuencia (Datos recabados por el autor).

La electronegatividad es un concepto clave en el tema de enlace químico y representó la pregunta cinco de la prueba, que dice: ¿qué es la electronegatividad?, las concepciones para el concepto obtenidas para el grupo control y experimental están en la Tabla 6.

Tabla 6

Pregunta 5. Patrones de respuesta encontrados (Datos recabados por el autor)

Código	Categorías (patrones o respuestas con mayor frecuencia de mención)	Grupo control Frecuencia	Grupo experimental Frecuencia
EV	Capacidad para atraer electrones de valencia	35	34
EA	Atracción de electricidad de un átomo	5	4
PN	Carga positiva o negativa de un ión	4	6

Las categorías de mayor mención fueron: EV para la capacidad de atraer electrones de valencia, siendo ésta la respuesta correcta, EA representó la atracción de electricidad de un átomo y PN la carga positiva de un ión.

El comportamiento de los grupos ante esta cuestión fue: para el grupo control se obtuvo que 35 estudiantes (79.5%) respondió correctamente a la interrogante y para el grupo experimental 34 estudiantes (77.2%). En tanto que 9 estudiantes del grupo control y 10 estudiantes del grupo experimental presentaron concepciones incorrectas. Esto se manifiesta en la Figura 6.

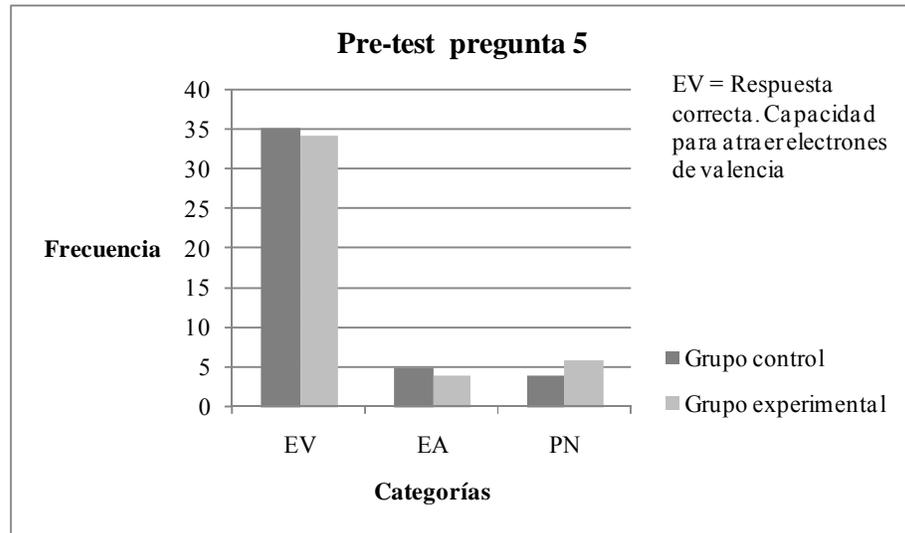


Figura 6. Pregunta 5. Patrones de respuesta encontrados contra frecuencia (Datos recabados por el autor).

La pregunta seis fue: ¿qué enlaces existen entre las moléculas de un sólido o de un líquido?, en ella se buscó la concepción del estudiante nuevamente sobre la naturaleza del enlace químico considerando el estado físico de agregación de la materia, esperando que con esto no confundiera el concepto de interés. Los resultados se presentan en la Tabla 7.

Tabla 7
Pregunta 6. Patrones de respuesta encontrados (Datos recabados por el autor)

Código	Categorías (patrones o respuestas con mayor frecuencia de mención)	Grupo control Frecuencia	Grupo experimental Frecuencia
FC	Fuerza de cohesión	21	11
PA	Por atracción	11	19
PQ	Enlaces químicos	12	14

Las tres respuestas más mencionadas se representan con las categorías: FC para la fuerza de cohesión entre sólidos y líquidos, PA es la atracción entre las moléculas de un sólido y un líquido y PQ como la respuesta correcta y representa a los enlaces químicos que hay entre las moléculas de un sólido y de un líquido.

En los resultados que se obtuvieron, manifiestan que efectivamente hubo confusión con respecto a la materia y su estado físico de agregación, el grupo control contó con 21 estudiantes en tanto que el grupo experimental con 11 estudiantes que respondieron con una concepción fuerte y errónea para la categoría FC, así mismo la categoría PA presenta a 11 estudiantes del grupo control y a 19 del grupo experimental con un concepto equivocado sobre los enlaces que hay entre la materia en diversos estados de agregación. La categoría correcta la presentaron 12 estudiantes (27.2%) del grupo control y el grupo experimental predominó con 14 estudiantes (31.8%). Ver Figura 7.

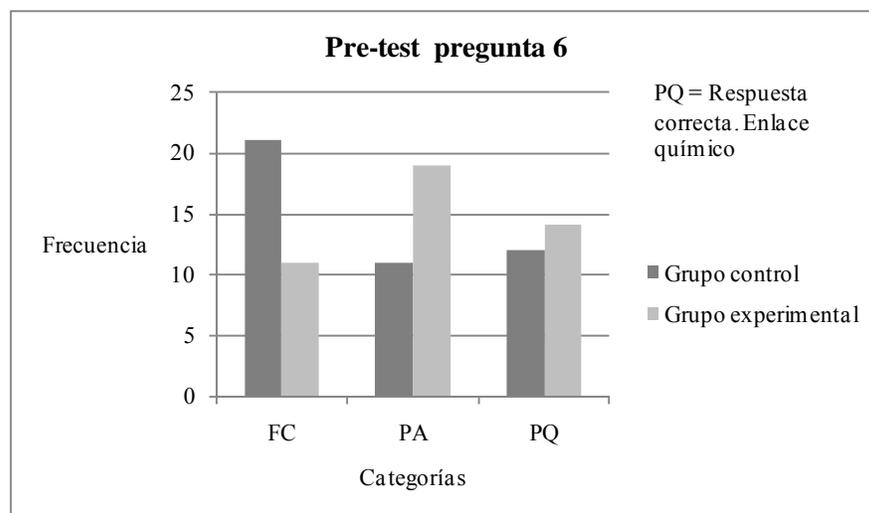


Figura 7 Pregunta 6. Patrones de respuesta encontrados contra frecuencia (Datos recabados por el autor).

La pregunta siete de la prueba consistió en indagar sobre la disociación o separación de las moléculas al presentarse el fenómeno de la solubilidad, la cuestión se planteó así: ¿a qué se debe la solubilidad de una sustancia en otra sustancia? Los resultados se presentan en la Tabla 8.

Tabla 8

Pregunta 7. Patrones de respuesta encontrados (Datos recabados por el autor)

Código	Categorías (patrones o respuestas con mayor frecuencia de mención)	Grupo control	Grupo experimental
		Frecuencia	Frecuencia
CD	A su capacidad de disociación de la molécula	22	20
EE	Para estar estables químicamente	13	15
SM	Separación de moléculas formando iones	9	9

Las tres categorías de respuesta con mayor mención para ésta pregunta fueron: CD la solubilidad de una sustancia en otra se debe a su capacidad de disociación de las moléculas que representa a la respuesta correcta, EE indica que se debe a la estabilidad química y SM es la separación de moléculas para formar iones.

El grupo control reportó a 22 estudiantes (50%) y el grupo experimental a 20 estudiantes (45.4%) que presentaron concepciones correctas generales de la solubilidad,

sin embargo la categoría EE indica que la solubilidad se debe a la estabilización química de las sustancias se presentó en 13 estudiantes (29.5%) del grupo control y en 15 estudiantes del grupo experimental (34%), indicando con ello una concepción equivocada fuerte. En la Figura 8 presenta los resultados.

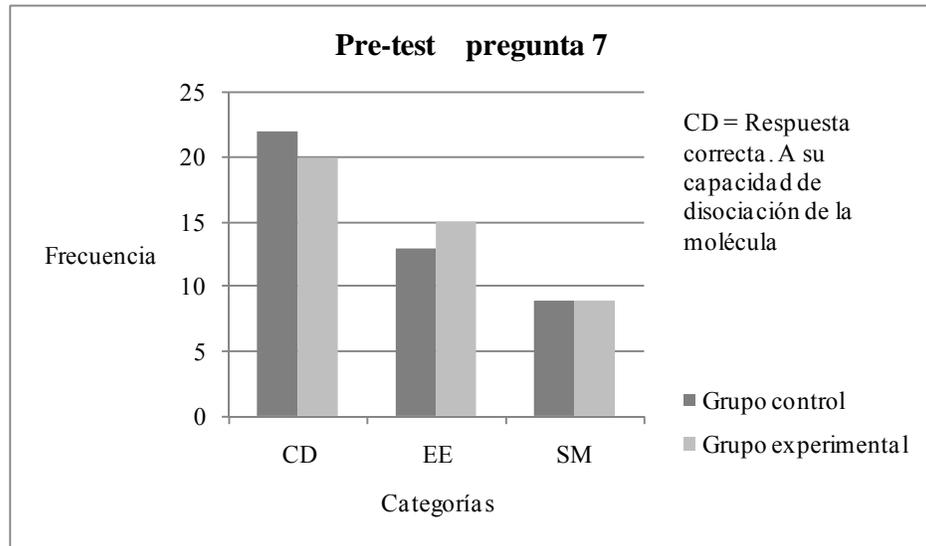


Figura 8. Pregunta 7. Patrones de respuesta encontrados contra frecuencia (Datos recabados por el autor).

Finalmente se presentó la cuestión ocho sobre ¿cuál es la diferencia entre ión y átomo? ya que dentro del tema de enlace químico la comprensión de ambos conceptos son fundamentales, así en la tabla 9 se muestran los resultados obtenidos.

Tabla 9

Pregunta 8. Patrones de respuesta encontrados (Datos recabados por el autor)

Código	Categorías (patrones o respuestas con mayor frecuencia de mención)	Grupo control Frecuencia	Grupo experimental Frecuencia
AC	El átomo tiene carga positiva y el ión carga negativa	11	3
IA	El ión pierde electrones y el átomo gana electrones	8	8
IC	El átomo es la partícula más pequeña y el ión tiene carga eléctrica	25	33

Las categorías de mayor mención que respondieron a la cuestión son: AC que representa, el átomo tiene carga positiva y el ión carga negativa. IA indica que el ión pierde electrones y el átomo gana los electrones.

Siendo el código IC el que representa a la concepción correcta, estuvo representada por el 56.8% de los estudiantes (25 estudiantes) del grupo control y por el 75% (33 estudiantes) del grupo experimental, esto mostró una concepción fuerte para el concepto. El tanto que el 43.1% de los estudiantes del grupo control (19 estudiantes) y el 25 % 11 estudiantes) manifestaron concepciones confusas y erróneas. El comportamiento de ambos grupos se presenta en la Figura 9.

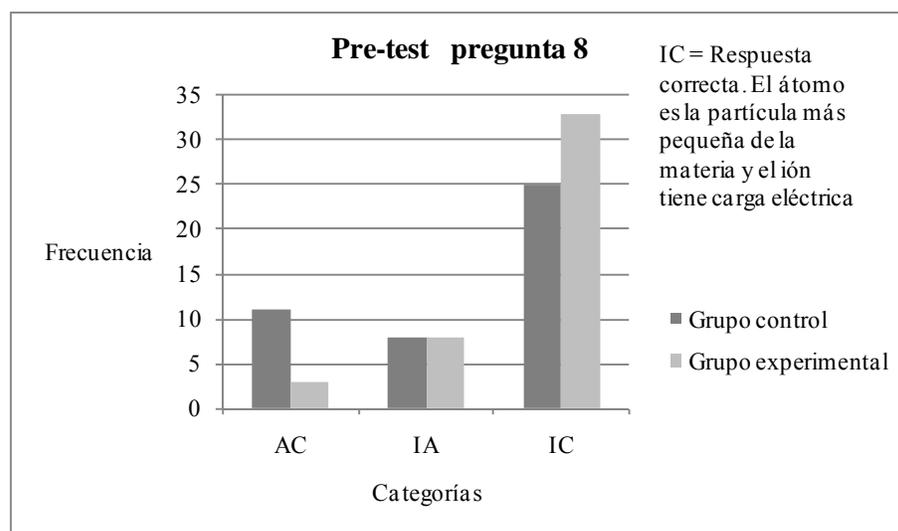


Figura 9. Pregunta 8. Patrones de respuesta encontrados contra frecuencia (Datos recabados por el autor).

Los resultados obtenidos en la prueba del pre-test permitieron obtener las concepciones previas de los estudiantes, de acuerdo con lo establecido por Hernández, et,al (2006), quienes señalan que la aplicación de una prueba previa al estímulo o proceso experimental es óptimo para tener una referencia que indique un punto de partida sobre el aprendizaje del enlace químico que se pretende medir. Así mismo García, Garritz y Chamizo (2008) consideraron que esta prueba permite tener elementos importantes para determinar o avanzar en las concepciones científicas que poseen los

estudiantes para el tema de enlace químico, lo que permitió conocer los conocimientos previos que posee el estudiante.

Prueba de actitudes generales ante las ciencias

Para medir la actitud que presentaron los estudiantes antes del estudio y comprensión del enlace químico, se tomó en cuenta como lo menciona Hernández, et al.(2006, p. 367), “ la actitud es como una semilla que bajo ciertas condiciones suele germinar en comportamiento” para ello se trabajó de forma distinta en ambos grupos procurando mejorar las condiciones de estudio como: espacio físico, material didáctico, bibliografía, material de laboratorio, entre otros. En el grupo control, el trabajo fue de forma tradicional y en el grupo experimental se aplicó la UD para predisponer al grupo, los resultados encontrados al aplicar la prueba de Likert con 15 preguntas y cinco valores para determinar el nivel en cada una: (1 (TD) = Totalmente de acuerdo, 2 (D) = Desacuerdo, 3 (N) = Ni en acuerdo, ni en desacuerdo, 4 (A) = De acuerdo, y 5 (TA) = Totalmente de acuerdo), se reportan en la Tabla 10 para ambos grupos.

Tabla 10
Tabla de la variable: Actitud hacia el área de ciencia (Datos recabados por el autor)

Parámetro	Grupo control	Grupo experimental
MODA	3.0	2.9
MEDIA (X)	2.6	2.9
MEDIANA	2.6	2.9
DESV. EST	0.3	0.4
Máximo	3	4
Mínimo	2	2
Rango	1	2

En el grupo control, la categoría que más se repitió fue 3 indicando que hay una inclinación ligera a una actitud favorable hacia el área de ciencias, el 50% de los estudiantes de este grupo está por encima del valor 2.6 y el otro 50% se sitúa por debajo

de este valor. El promedio del grupo se encuentra en 2.6 (entre desacuerdo y, ni de acuerdo, ni en desacuerdo), y se desvían de 2.6, en promedio 0.3 unidades de la escala. También se aprecia que ningún estudiante calificó del todo desfavorable su actitud a las ciencias (valor de 1), pero tampoco hubo un estudiante que manifestara una actitud totalmente favorable a ésta área, (valor de 5). Las puntuaciones se encuentran en valores intermedios.

La actitud que presentaron los estudiantes del grupo experimental fueron: la categoría que más se repitió se ubica en un valor de 3 al igual que el grupo control, lo que indicó una ligera inclinación a una situación favorable en actitud para el área de ciencias, el 50% de los estudiantes se encuentran por arriba del valor 2.9 y el otro 50% se ubica por debajo de este valor. En promedio el grupo experimental se encuentra en 2.9 lo que representó una situación en la que no están ni en acuerdo, pero tampoco en desacuerdo. La desviación de 2.9 es de 0.4 unidades de la escala. El valor mínimo registrado en la prueba fue de 2 y el valor máximo de 4.

La prueba de actitud para el área de ciencias se aplicó al inicio de la investigación a ambos grupos, tanto al grupo control y al experimental. El comportamiento entre ambos grupos se presenta en la Figura 10. Antes de haber iniciado la investigación el grupo experimental presentó una ligera ventaja (2.9 en promedio, comparada con 2.6 del grupo control) en los resultados, inclinándose a la posición en la que no estaban en desacuerdo ni en acuerdo con esta área.

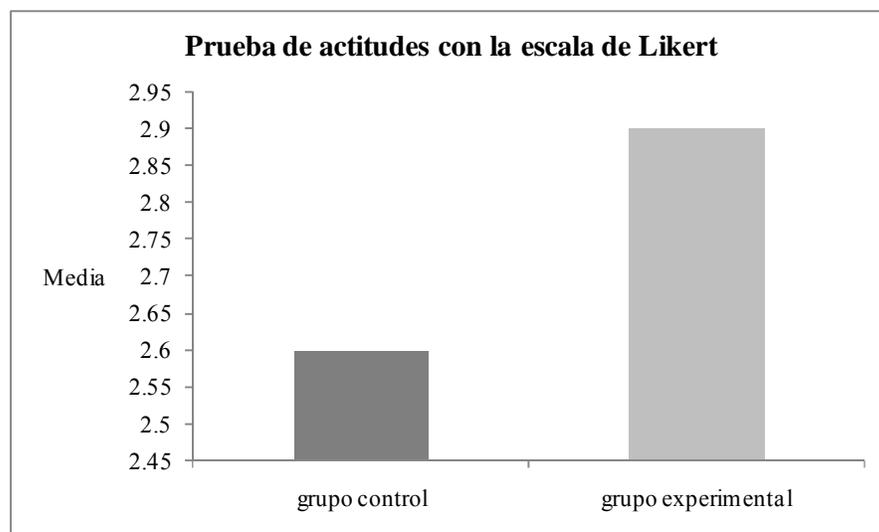


Figura 10. Comportamiento del grupo control y experimental en la prueba de actitudes para el área de las ciencias con la escala de Likert (Datos recabados por el autor).

Las actitudes que manifestaron los estudiantes con respecto al área científica, señalan que existe poca diferencia entre ambos grupos, partiendo de que esta prueba se aplicó antes de llevar a cabo la instrucción, con la finalidad de tener un parámetro sobre las actitudes con las que los estudiantes enfrentan a la asignatura y así poder sembrar una semillita de actitud positiva que pueda germinar, Hernández, et al.(2006, p. 367).

Sin embargo los resultados obtenidos para ambos grupos manifiestan que los estudiantes no se inclinan de forma considerable hacia una actitud favorable en el aprendizaje de las ciencias, ya que éstas se van encaminando desde una edad temprana, es decir; que los participantes no consideran a las ciencias como parte de sus actividades cotidianas (Harlen, 2007).

Prueba de actitudes ante la química con la escala de Diferencial Semántico

Las actitudes están relacionadas con el comportamiento y con las ideas que tenemos con respecto a lo que se está manejando, por ello se aplicó una prueba más para medir las actitudes que presentaban los estudiantes ante el área de ciencias (la prueba se enfocó a química) empleando la prueba de diferencial semántico. La prueba se llevó a cabo al término de la investigación con la finalidad de verificar si el proceso que

siguieron ambos grupos influyó en su actitud hacia la asignatura de acuerdo a sus experiencias. Éste se evaluó por medio de un conjunto de adjetivos bipolares, entre éstos se presentaron varias opciones que van de 0 a 10 de acuerdo a la inclinación del estudiante por la asignatura. Los resultados obtenidos para el grupo control y experimental se presentan en la Tabla 11.

Tabla 11
Actitud hacia el área de ciencia con la prueba de Diferencial Semántico (Datos recabados por el autor)

Parámetro	Grupo control	Grupo experimental
MODA	8.2	8.9
MEDIA (X)	7.9	8.0
MEDIANA	7.6	8.0
DESV. EST	1.1	0.6
Máximo	9	9
Mínimo	4	6
Rango	5	3

Los resultados de la prueba para el grupo control presentó como categoría que más se repitió el valor de 8 de la escala de 0 a 10, esto indica una actitud favorable, el 50 % de los estudiantes del grupo se encuentran sobre un valor de 7.9 y el otro 50% por debajo del éste valor. En promedio, los estudiantes se ubican en un valor de 7.6 para la prueba (inclinándose a la posición favorable en cuanto a actitud) y se desvían del valor 7.6, en promedio 1.1 unidades de la escala. El grupo control no presenta una posición desfavorable en su actitud (no hay valores por debajo de 4), siendo el valor mínimo de 4. El valor máximo es de 9, así los valores presentados se pueden ubicar en valores medios – altos.

El grupo experimental ubicó el valor de 9 como categoría que más se repitió, esto manifiesta su inclinación a valores que muestran una situación favorable para su actitud. El 50% de los estudiantes están sobre un valor de 8.0 (situación que favorece la prueba) y el otro 50% se ubica por debajo del valor. El grupo experimental mostró un valor

promedio de 8.0 (favorable). Asimismo, se desvían del valor 8.0 en 0.6 unidades de la escala (menos que el grupo control). El valor mínimo registrado es de 6 (no se presentó ningún valor desfavorable), y el valor máximo de 9, para dicha escala.

Los resultados en esta prueba para ambos grupos se manifiestan como favorables, en el sentido de la actitud que presentan ante la asignatura de Química. El grupo experimental dejó ver nuevamente una ligera ventaja en el promedio que fue de 8.0 comparado con el promedio que obtuvo el grupo control que fue de 7.6 en la prueba, una vez que terminó toda la instrucción. La Figura 11 presenta este comportamiento.

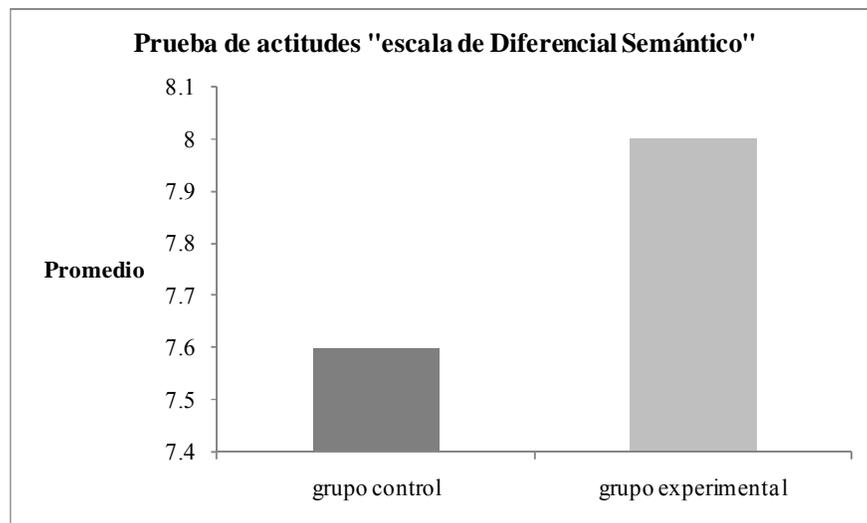


Figura 11. Comportamiento del grupo control y experimental en la prueba de actitudes ante la química con la escala de Diferencial Semántico (Datos recabados por el autor).

Nuevamente los resultados para ambos grupos, sobre las actitudes que presentan ante la asignatura de química se comportan de un forma similar a la prueba de actitudes ante las ciencias, situación que no mejora aún a pesar de que el grupo experimental recibió instrucciones diferentes por lo que de acuerdo a los datos registrados en la investigación y de acuerdo con Izquierdo (2004), se esperaba que las actividades que están encaminadas a contribuir con el aprendizaje significativo pudieran ser un punto de motivación para el estudiante, lo cual no se manifestó e incluso tampoco impacto el

hecho de que la actitud es como una semilla que bajo ciertas condiciones (instrucción diferente) puede llegar a germinar Hernández, et al.(2006, p. 367).

Nivel de razonamiento científico

La prueba para medir las habilidades que presentan los estudiantes para resolver problemas de acuerdo a su nivel de razonamiento científico en ambos grupos, tanto el control como el experimental, fue la propuesta por Benfor y Lawson (2001). La prueba presenta 24 preguntas las cuales están apareadas, es decir, una de ellas plantea una situación y la otra pide una explicación a la respuesta anterior. Para evaluarla se consideró a los 24 ítems planteados y tres niveles de razonamiento, en donde un puntaje menor a 8 aciertos indica un nivel de razonamiento de tipo empírico-inductivo, un valor menor a 16 aciertos representa un nivel transitorio y un puntaje igual o menor que 20 indica un nivel de razonamiento hipotético-deductivo.

El cuestionario fue contestado por 88 estudiantes, 44 participantes en cada grupo (control y experimental). Los resultados obtenidos para ambos grupos se aprecian en la Tabla 12, en donde se considera los tres niveles de razonamiento de acuerdo a la cantidad de aciertos obtenidos.

Tabla 12
Número de alumnos en los diferentes niveles de razonamiento para ambos grupos (Datos recabados por el autor)

<u>Grupo control</u>			
Nivel de razonamiento	empírico-inductivo	Transitorio	hipotético-deductivo
Cantidad de alumnos	28	16	0
% de alumnos	63.63%	36.36%	0%
<u>Grupo experimental</u>			
Nivel de razonamiento	empírico-inductivo	Transitorio	hipotético-deductivo
Cantidad de alumnos	2	41	1
% de alumnos	4.54%	93.18%	2.27%

Los resultados obtenidos muestran que el grupo control obtuvo 28 estudiantes (63.6%) con un razonamiento empírico-inductivo, en tanto que el grupo experimental presentó 2 estudiantes (4.5%) con éste mismo razonamiento. Para el razonamiento transitorio el grupo control registró a 16 estudiantes (36.3%) y el grupo experimental tubo a 41 estudiantes (93.18%) con el nivel de razonamiento transitorio. El incremento entre el grupo control y el grupo experimental en este nivel de razonamiento fue de 25 estudiantes más, es decir; el grupo experimental se encuentra con la mayoría de los estudiantes en un nivel de razonamiento que transita entre lo inductivo y lo deductivo en sus respuestas.

El nivel de razonamiento hipotético-deductivo lo alcanzó un estudiante del grupo experimental (2.27%) y el grupo control no presentó estudiantes en este nivel. Los resultados se pueden verificar con los parámetros estadísticos encontrados para ambos grupos, y se presentan en la Tabla 13.

Tabla 13
Parámetros estadísticos para la prueba de razonamiento (Datos recabados por el autor)

Parámetro	Grupo control	Grupo experimental
Moda	6.0	11.0
Media (X)	6.3	11.1
Mediana	7.0	11.0
Desviación estándar	2.0	2.3
Máximos	10.0	19.0
Mínimos	2.0	7.0
Rango	8.0	12.0

En el grupo control, el razonamiento que más se repitió fue el empírico-inductivo (valor de 6). El 50% del grupo se encontró por encima del valor 6.3 y el restante 50% estuvo por debajo de este valor. El promedio de los estudiantes fue de 7 y se desvían del valor de la media 6.3 en 2 unidades de la escala. En tanto que el grupo experimental presentó como razonamiento que más se repitió el transitorio (inductivo-deductivo) con un valor de 11. El 50% de los estudiantes estuvo por encima de 11 y el otro 50% por

debajo de este valor. El promedio que tuvo el grupo experimental fue de 11.1 (transitorio) y se desvían de la media (11.1) en 2.3 unidades.

Los resultados obtenidos para ambos grupos (control y experimental), en cuanto al número de estudiantes que están en los tres niveles de razonamiento científico: empírico-inductivo, transitorio y nivel inductivo-hipotético se presentan en la Figura 12.

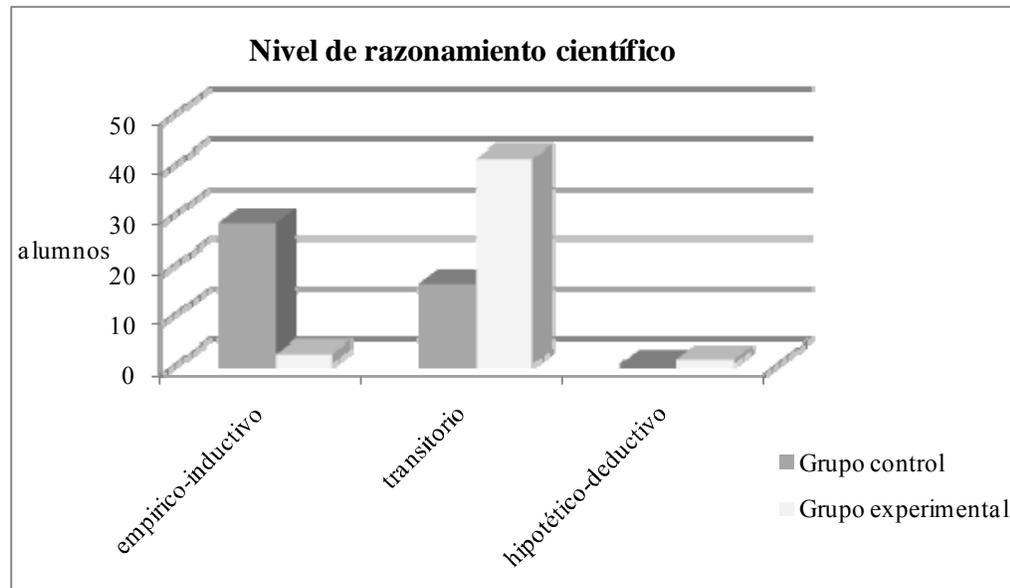


Figura 12. Nivel de razonamiento del grupo control y experimental (Datos recabados por el autor).

De esta forma se aprecia que el razonamiento empírico-inductivo tuvo una mayor influencia en el grupo control, es decir; que los estudiantes demostraron que pueden reconocer patrones y hacer generalizaciones, en tanto que el grupo experimental se inclinó los resultados hacia el razonamiento transitorio, es decir; emplearon más la lógica Ayala,(2001).

También de acuerdo con los resultados obtenidos por Tecpan (2009), el razonamiento empírico inductivo implica que, la posibilidad del alumnado de aprender los conceptos y de lograr aprendizaje conceptual es mínima. Por otro lado, Dewey (2004), abunda en consideraciones sobre el proceso educativo en el que se desarrolla el razonamiento científico como una parte en la que hay que reorganizar, reestructurar y

transformar continuamente los conceptos empleados en esta área, lo que significa que se debe implementar estrategias que favorezcan el desarrollo del razonamiento científico en los estudiantes para que ello pueda contribuir con una mejor comprensión del enlace químico. Situación que no vio favorecida en la investigación.

Pos- test de enlace químico.

El pos-test de enlace químico, el cuál contenía las mismas preguntas indicadas en el pre-test, se aplicó, bajo las mismas condiciones que el pre-test en ambos grupos, siguiendo lo establecido en la sección de metodología. Con esta prueba se recabaron datos después de haber recibido la instrucción a cada grupo. (el grupo experimental recibió la dinámica de la unidad didáctica). La prueba estuvo conformada por 8 preguntas abiertas, trato de medir las concepciones que los estudiantes presentan sobre el tema de enlace químico, una vez visto el tema, y la información que se obtuvo es la siguiente:

La pregunta uno es ¿por qué se unen los átomos?, los patrones de mayor mención en la respuesta son los que se muestran en la Tabla 14.

Tabla 14
Pregunta 1. Patrones de respuesta encontrados en el pos-test (Datos recabados por el autor)

		Grupo control	Grupo experimental
Código	Categorías (patrones o respuestas con mayor frecuencia de mención)	Frecuencia	Frecuencia
PD	Formar compuestos en proporciones diferentes	7	7
EQ	Buscan estabilidad química	26	28
FA	Por fuerza de atracción	11	9

Las categorías de respuesta se codificaron siguiendo el mismo patrón de respuesta que en el pre-test, así la mayor frecuencia de mención para la pregunta de ¿por qué se unen los átomos? fueron: PD que representa la respuesta de formar compuestos en

proporciones diferentes, EQ que significa que los átomos se unen por que buscan estabilidad química y FA responde a que se unen por fuerzas de atracción.

La respuesta correcta fue la codificada como EQ, en la que se aprecia en la Tabla 14 que una mayoría en ambos grupos la identificó como correcta, estuvo representada por 26 estudiantes (59%) del grupo control y por 28 estudiantes del grupo experimental (63.6%). Estos resultados obtenidos representaron que hubo una ganancia significativa entre los resultados del pre-test comparados con el post-test.

Para el grupo control 14 estudiantes (32%) estuvo dentro de la categoría correcta en el pre-test, y tuvo un incremento de 12 estudiantes más que lograron la comprensión del concepto en la prueba del post-test, esto representó el 27.2% de ganancia en los estudiantes. En tanto que el grupo experimental, en el pre-test registró a 7 estudiantes (16%) en la categoría correcta para la cuestión y en el post-test incremento a 28 estudiantes (63.6%), lo que significó una ganancia del 47.7% (21 estudiantes más). La Figura 13 muestra el comportamiento que presentaron ambos grupos para la pregunta 1.

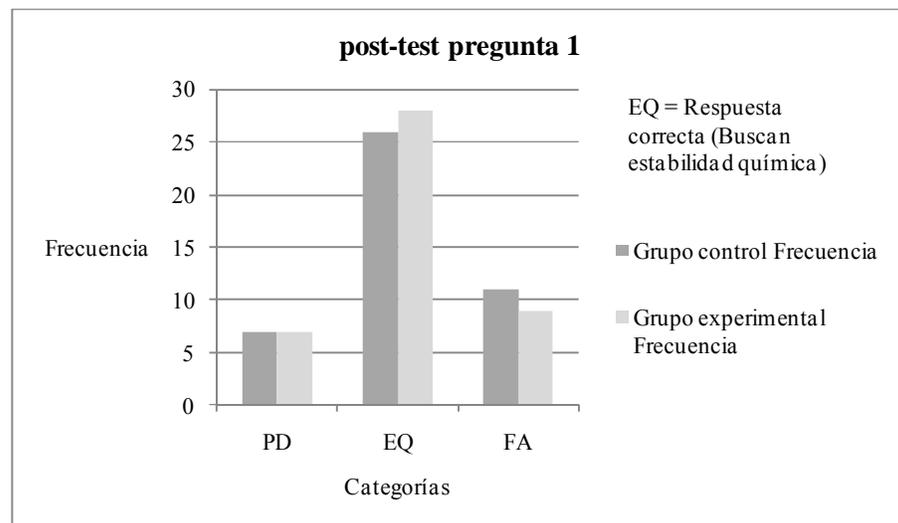


Figura 13 Pregunta 1. Patrones de respuesta encontrados contra frecuencia. (Datos recabados por el autor).

La ganancia que hubo en el grupo control, entre el pre-test y el post-test se presenta en la Figura 14. En ésta se aprecia que hubo una ganancia significativa de 12

estudiantes más en la categoría EQ que lograron comprender el concepto involucrado en la pregunta uno.

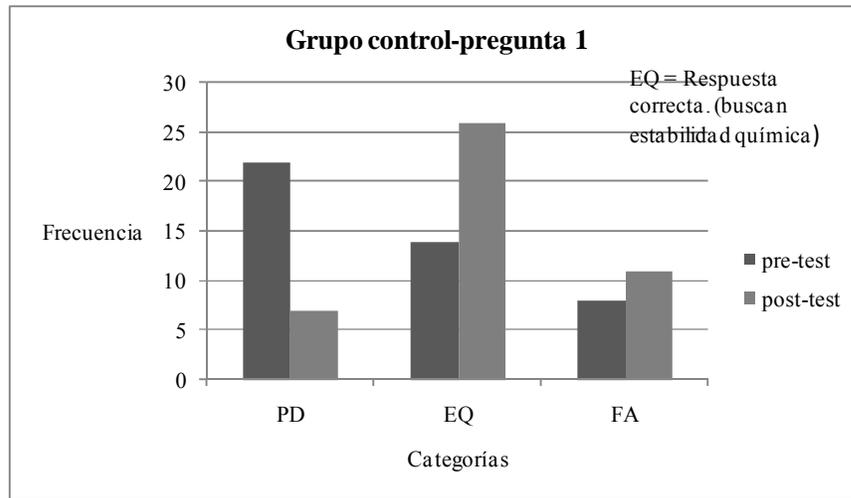


Figura 14 Pregunta 1. Categorías de mayor mención contra frecuencia en el pre-test y post-test (Datos recabados por el autor).

El grupo experimental presentó una ganancia de 21 estudiantes más, que lograron comprender el concepto y contestaron correctamente a la pregunta uno, éstos resultados se muestran en la Figura 15.

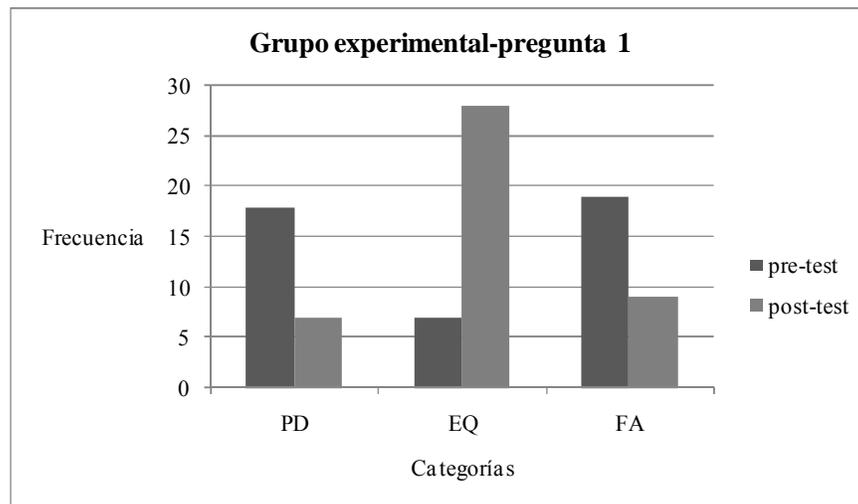


Figura 15 Pregunta 1. Categorías de mayor mención contra frecuencia en el pre-test y post-test (Datos recabados por el autor).

Al comparar la ganancia entre el pre y el post-test que hubo en ambos grupos, los resultados se aprecian en la Figura 16.

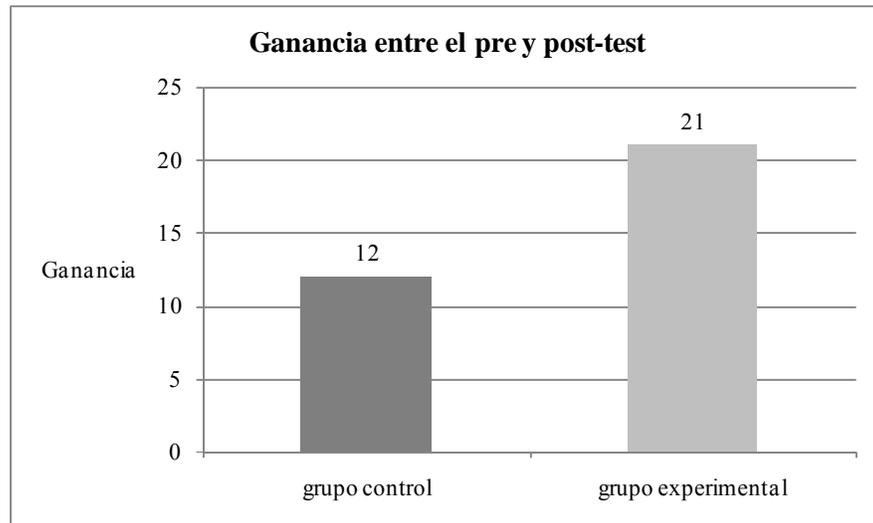


Figura 16 Pregunta 1. Ganancia entre el pre-test y post-test (Datos recabados por el autor).

La pregunta dos del post-test, fue ¿cómo pueden estar unidos los átomos?, la información recabada se presenta en la Tabla 15.

Tabla 15

Pregunta 2. Patrones de respuesta encontrados en el pos-test (Datos recabados por el autor)

Código	Categorías (patrones o respuestas con mayor frecuencia de mención)	Grupo control Frecuencia	Grupo experimental Frecuencia
DP	Depende de sus propiedades	18	20
NE	por sus niveles de energía	3	2
EN	Por enlaces químicos	23	22

Las categorías encontradas están asignadas con los mismos códigos del pre-test, en donde, DP significa que los átomos pueden estar unidos de acuerdo a sus propiedades, NE representa que están unidos por sus niveles de energía y EN por sus enlaces químicos (respuesta correcta).

Para esta pregunta se encontró en el post-test una concepción fuerte equívoca, esta codificada como DP, el grupo control tuvo a 18 estudiantes dentro de la categoría (40.9%) y el grupo experimental a 20 estudiantes, lo que representa el 45.5%.

En la respuesta correcta (EN) que responde a que los átomos pueden estar unidos por enlaces químicos. Se tuvo una frecuencia en el grupo control de 23 estudiantes (52.2%) y el grupo experimental con una frecuencia de 22 estudiantes (50%). Los datos obtenidos indican un aumento o ganancia en el grupo control, entre el pre y el post-test para éste concepto, éste incrementó de 17 a 23 estudiantes (13.6%) que comprendieron mejor el concepto durante toda la instrucción. En tanto que el grupo experimental presentó un decremento en la cantidad de estudiantes que lograron comprender el concepto, sus valores fueron de 25 estudiantes en el pre-test y 22 estudiantes en el post-test. La figura 17 presenta los resultados obtenidos.

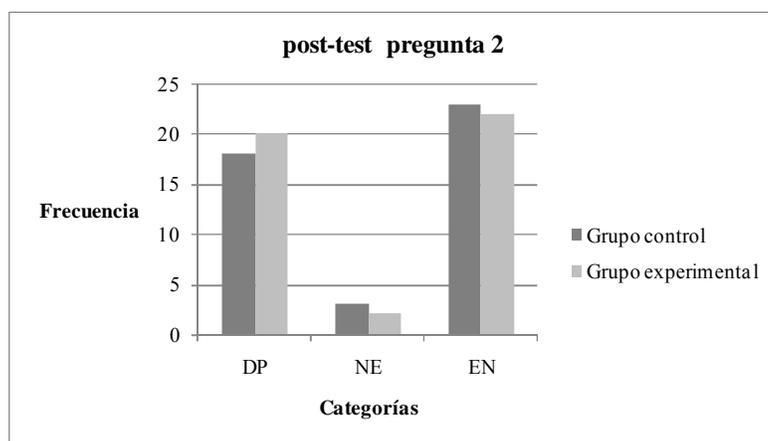


Figura 17 Pregunta 2. Patrones de respuesta encontrados contra frecuencia. (Datos recabados por el autor).

De acuerdo a la respuesta correcta para la cuestión dos, se presenta una ganancia en el grupo control entre el pre y el post-test de seis estudiantes más, que respondieron correctamente a la pregunta. La Figura 18 presenta éstos resultados.

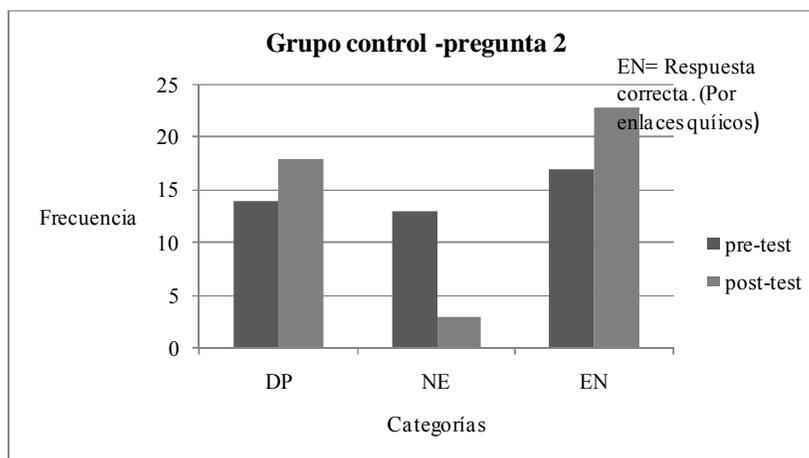


Figura 18 Pregunta 2. Categorías de mayor mención contra frecuencia en el pre-test y post-test (Datos recabados por el autor).

El grupo experimental en la categoría correcta presentó una pérdida en la cantidad de alumnos que respondieron correctamente la cuestión, ésta diferencia fue de tres estudiantes y éstos resultados se muestran en la Figura 19.

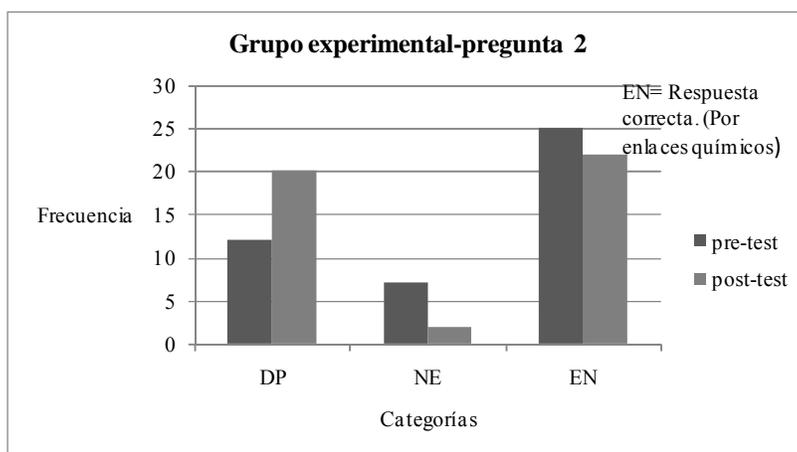


Figura 19 Pregunta 2. Categorías de mayor mención contra frecuencia en el pre-test y post-test (Datos recabados por el autor).

La Figura 20, muestra los resultados obtenidos en ambos grupos al comparar la ganancia o pérdida de la respuesta correcta para el pre y el post-test. El grupo control tuvo una ganancia de seis estudiantes y el grupo experimental una pérdida de 3 estudiantes.

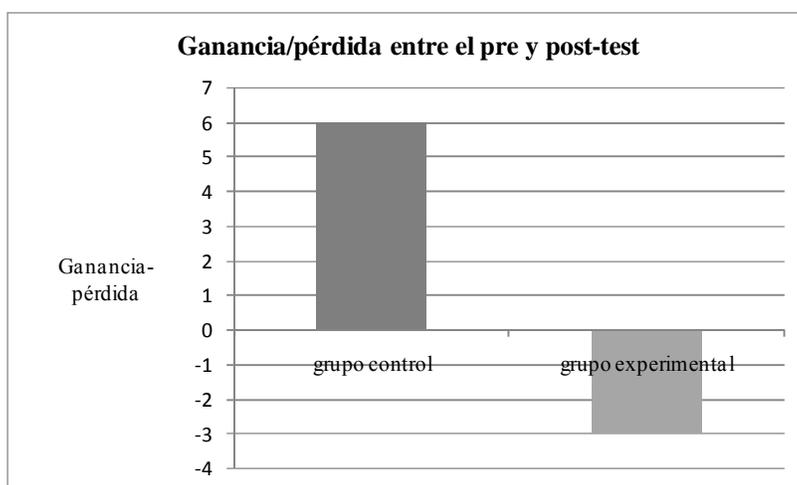


Figura 20 Pregunta 2. Ganancia entre el pre-test y post-test (Datos recabados por el autor).

La pregunta tres del post-test cuestionó: ¿cómo se unen las moléculas?, los resultados de los patrones encontrados en ambos grupos se presentan en la Tabla 16.

Tabla 16

Pregunta 3. Patrones de respuesta encontrados en el pos-test (Datos recabados por el autor)

		Grupo control	Grupo experimental
Código	Categorías (patrones o respuestas con mayor frecuencia de mención)	Frecuencia	Frecuencia
UA	Unión de dos átomos	10	13
AA	por atracción entre átomos	0	12
TE	a través de enlaces químicos	34	19

Las respuestas de mayor frecuencia para la pregunta tres del post-test se presentan bajo las siguientes categorías: UA para la respuesta de las moléculas se unen por dos átomos, AA por atracción entre átomos y TE se unen a través de enlaces químicos y representa la respuesta correcta.

El grupo control tuvo a 34 estudiantes dentro de la categoría TE lo que representa a un 77.2% del grupo que respondieron correctamente a la pregunta 3, en tanto que el grupo experimental tuvo a 19 estudiantes dentro de la misma categoría (43.1% de los

estudiantes). De acuerdo con el pre-tets, en el que se registraron para el grupo control a 10 estudiantes dentro de la categoría correcta (TE), hubo una ganancia en el post-test de 24 estudiantes (54.4%) y para el grupo experimental la ganancia fue de 11 estudiantes que representa el 25% del grupo (en el pre-test se registraron 8 estudiantes para esta categoría), éstos resultados indican que en ambos grupos presentaron mejoría en sus concepciones sobre el tema abordado en la cuestión. La Figura 21 presenta éstos resultados para ambos grupos.

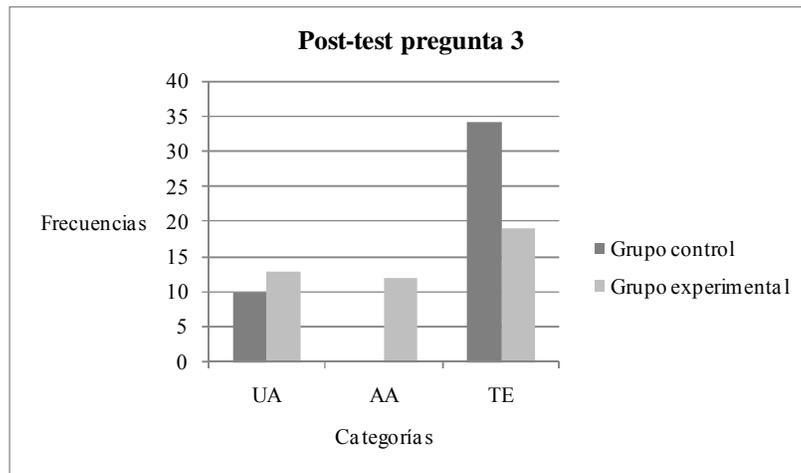


Figura 21 Pregunta 3. Patrones de respuesta encontrados contra frecuencia. (Datos recabados por el autor).

La ganancia que hubo para el grupo control entre el pre y post-test que fue de 24 estudiantes (54.4%), se aprecia en la Figura 22 en la que se presenta la comparación entre las categorías de mayor mención en ambos test.

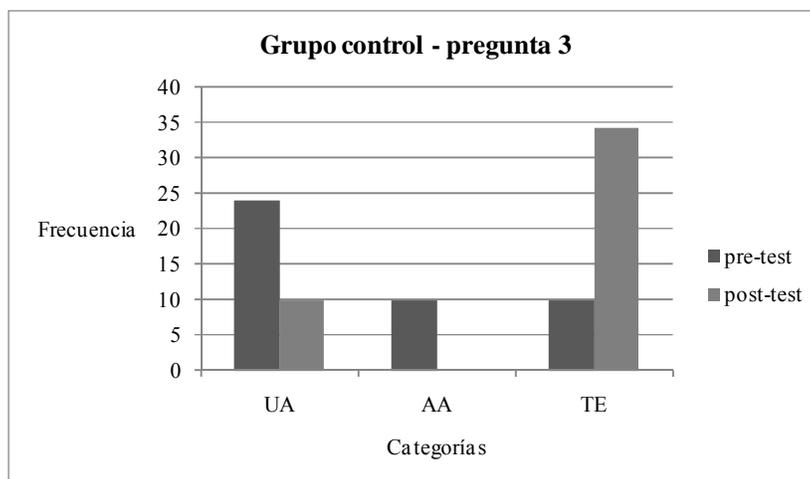


Figura 22 Pregunta 3. Categorías de mayor mención contra frecuencia en el pre-test y post-test (Datos recabados por el autor).

El grupo experimental también presentó una ganancia entre el pre y el post-test que fue de 11 estudiantes (25%). Los resultados para la pregunta tres se muestran en la Figura 23, en ella se aprecia el incremento en la categoría correcta (TE).

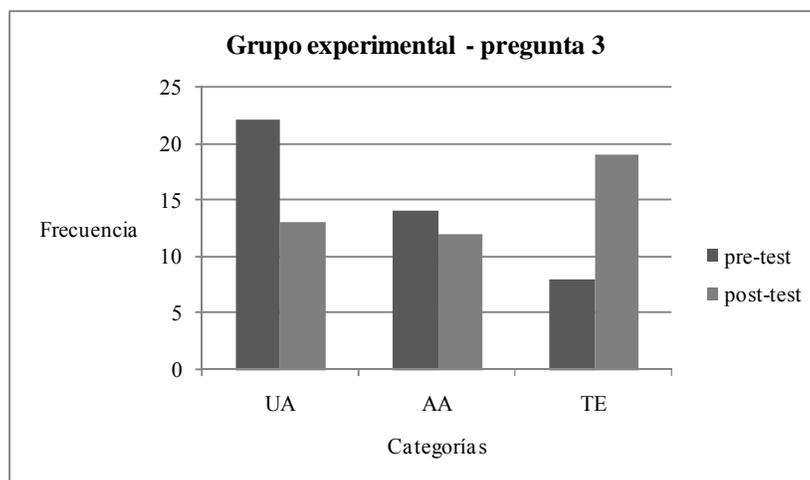


Figura 23 Pregunta 3. Categorías de mayor mención contra frecuencia en el pre-test y post-test (Datos recabados por el autor).

En la pregunta tres en ambos grupos hubo ganancia, los datos se aprecian en la Figura 24.

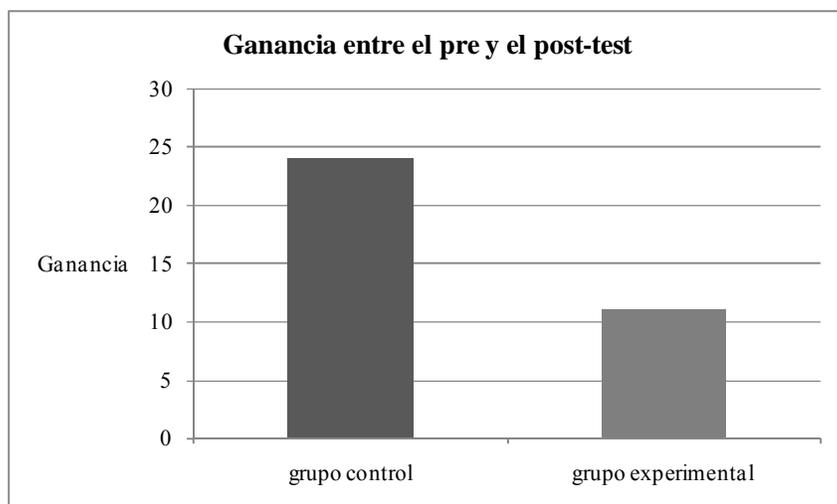


Figura 24 Pregunta 3. Ganancia entre el pre-test y post-test (Datos recabados por el autor).

La pregunta cuatro, fue ¿en qué consiste en enlace químico?, ésta permitió indagar directamente sobre lo que los estudiantes conciben del enlace químico. En la Tabla 17 se muestra las respuestas de mayor mención a la pregunta en el post-test para el grupo control y el experimental.

Tabla 17

Pregunta 4. Patrones de respuesta encontrados en el pos-test (Datos recabados por el autor)

Código	Categorías (patrones o respuestas con mayor frecuencia de mención)	Grupo control Frecuencia	Grupo experimental Frecuencia
IE	Interacciones entre electrones	8	10
MU	Fuerza de atracción que mantiene unidos a los átomos	20	22
TD	es la tendencia de los elementos	16	12

Las respuestas se codificaron de igual forma que en el pre-test de la siguiente manera: IE interacción entre electrones, MU fuerza de atracción que mantiene unidos a los átomos (respuesta correcta) y TD es la tendencia de los elementos.

El grupo control presentó a 20 estudiantes dentro de la concepción correcta (codificada como MU) que representa el 45.4% de los estudiantes, logrando una ganancia

de 3 estudiantes (6.8%) que respondieron correctamente la cuestión. El grupo experimental tuvo 22 estudiantes que respondieron correctamente, esto es el 50% de los estudiantes, comparado éste dato con el obtenido en el pre-test hubo un aumento de 2 estudiantes que estuvieron en la categoría correcta (4.5%). Los resultados se muestran en la Figura 25 para ambos grupos.

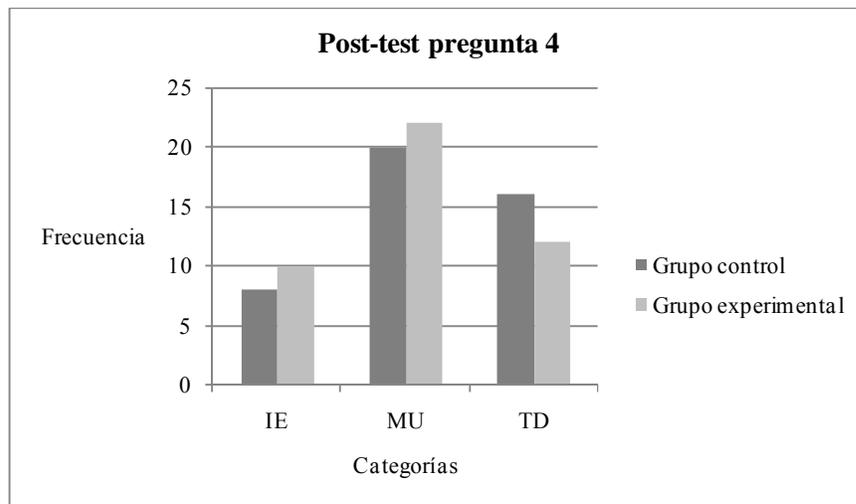


Figura 25 Pregunta 4. Patrones de respuesta encontrados contra frecuencia. (Datos recabados por el autor).

Para la pregunta cuatro el grupo control presentó una ganancia de 3 estudiantes que representa el 6.8%, entre el pre y el post-test, éstos resultados se aprecian en la Figura 26.

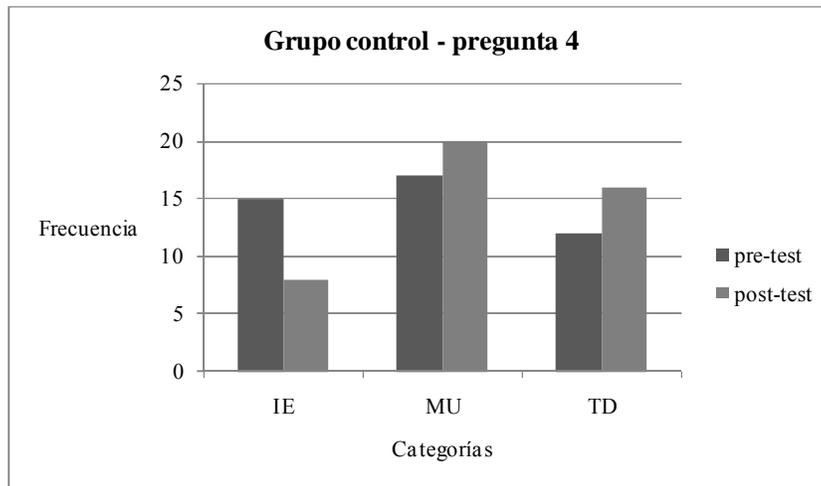


Figura 26 Pregunta 4. Categorías de mayor mención contra frecuencia en el pre-test y post-test (Datos recabados por el autor).

El grupo experimental también tuvo una ganancia entre el pre y el post-test, ésta fue de 2 estudiantes, es decir el 4.5%. Estos datos se aprecian en la Figura 27.

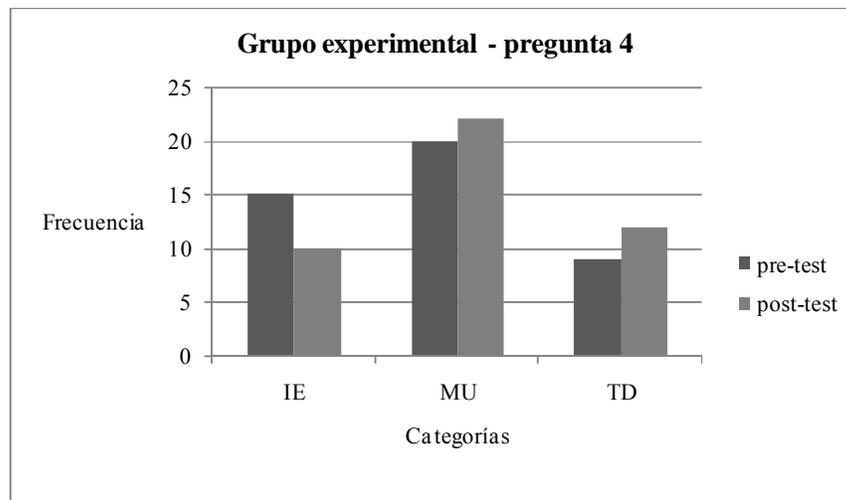


Figura 27. Pregunta 4. Categorías de mayor mención contra frecuencia en el pre-test y post-test (Datos recabados por el autor).

En la Figura 28 se presenta la comparación de la ganancia que hubo entre los resultados en el pre y el post-test en ambos grupos.

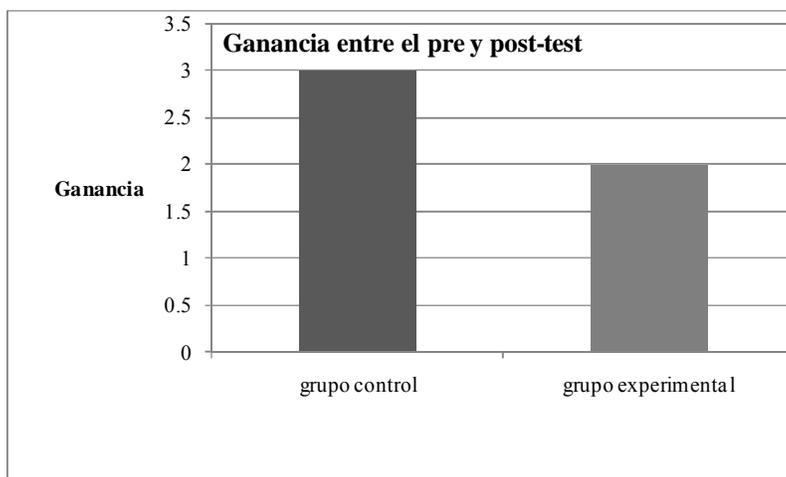


Figura 28 Pregunta 4. Ganancia entre el pre-test y post-test (Datos recabados por el autor).

La pregunta cinco estuvo representada por el concepto de la electronegatividad. ¿qué es la electronegatividad? Las respuestas de mayor incidencia tanto en el grupo control, como en el grupo experimental para la cuestión se muestran en la Tabla 18. Los códigos para las categorías o patrones de respuesta están representadas por: EV la capacidad de atraer electrones de valencia (respuesta correcta), EA es la atracción de electricidad de un átomo y PN la carga positiva de un ión.

Tabla 18

Pregunta 5. Patrones de respuesta encontrados (Datos recabados por el autor)

Código	Categorías (patrones o respuestas con mayor frecuencia de mención)	Grupo control Frecuencia	Grupo experimental Frecuencia
EV	Capacidad para atraer electrones de valencia	37	41
EA	Atracción de electricidad de un átomo	5	2
PN	carga positiva o negativa de un ión	2	1

La concepción correcta sobre el concepto de electronegatividad mejoro si consideramos los resultados obtenidos en el pre-test. En éste se tuvo que 35 estudiantes del grupo control (79.5%) y 34 estudiantes de grupo control (77.2%) respondieron correctamente a la cuestión, el resto de los estudiantes tienen una concepción equivocada.

En tanto que para el post-test el grupo control aumento a 37 estudiantes dentro de la categoría correcta y el grupo experimental subió a 41 estudiantes , esto representa el 4.5% y el 15.9% respectivamente de ganancia en cada grupo. Los resultados de la Tabla 18 se representan en la Figura 29.

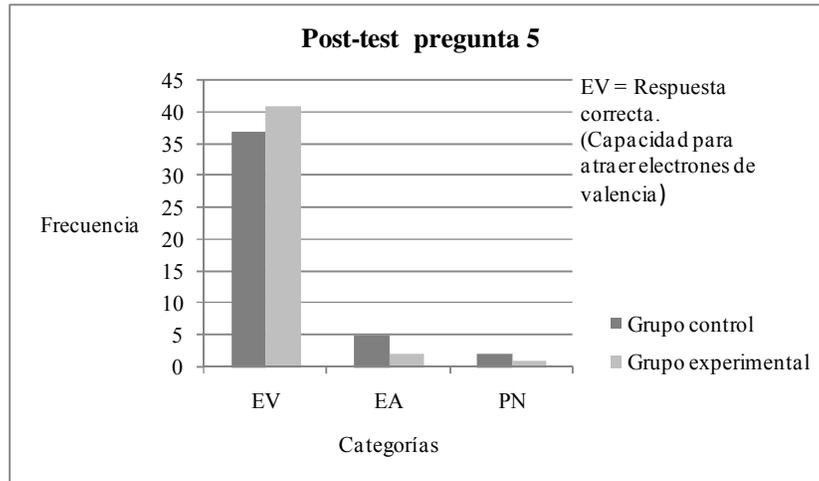


Figura 29 Pregunta 5. Patrones de respuesta encontrados contra frecuencia. (Datos recabados por el autor).

De acuerdo a lo anterior, se tuvo una ganancia para cada grupo. En la Figura 30 se presenta para el grupo control la ganancia del 4.5%, que representa a 2 estudiantes más, que lograron comprender el concepto correcto de electronegatividad, así en el post-test se tuvo a 37 estudiantes dentro de la respuesta adecuada.

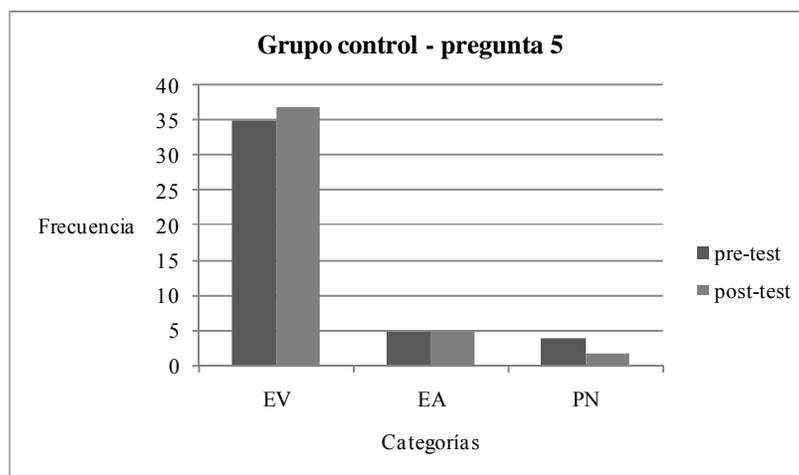


Figura 30. Pregunta 5. Categorías de mayor mención contra frecuencia en el pre-test y post-test (Datos recabados por el autor).

En tanto que el grupo experimental presentó una ganancia de 7 estudiantes más dentro de la categoría correcta, esto significa el 15.9% más del grupo que comprendió el concepto por lo que en total hubo 41 personas de las 44 del grupo. La Figura 31 muestra los datos obtenidos.

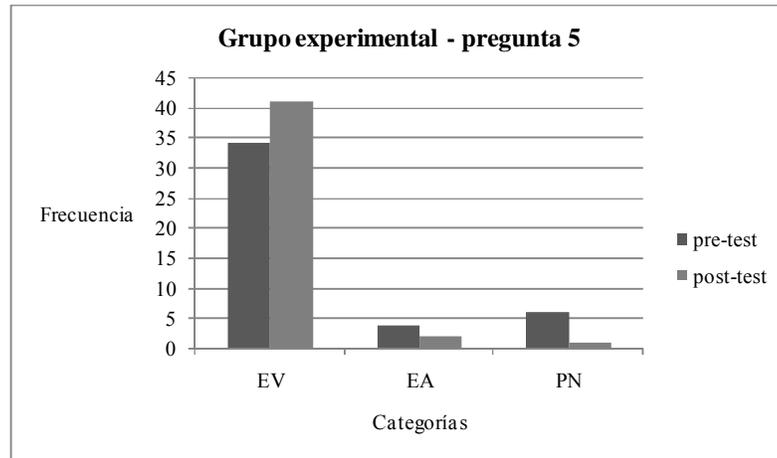


Figura 31. Pregunta 5. Categorías de mayor mención contra frecuencia en el pre-test y post-test (Datos recabados por el autor).

Así la ganancia que hubo para ambos grupos entre el pre y el post-test es de 4.5% (2 estudiantes) y el 15.9% (7 estudiantes) y la Figura 32 presenta el comportamiento tanto del grupo control como del experimental.

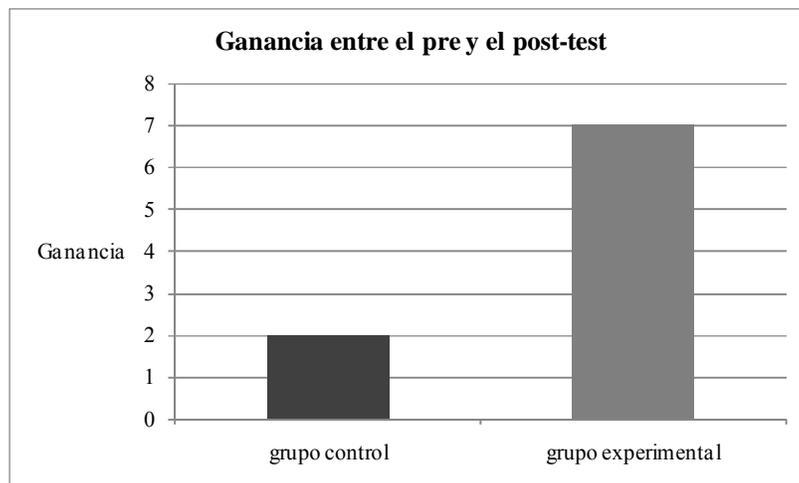


Figura 32 Pregunta 5. Ganancia entre el pre-test y post-test (Datos recabados por el autor).

Para la pregunta seis se obtuvieron los resultados que se reportan en la Tabla 19 para ambos grupos y corresponden a la cuestión ¿qué enlaces existen entre las moléculas de un sólido o de un líquido?.

Tabla 19.

Pregunta 6. Patrones de respuesta encontrados en el pos- test. (Datos recabados por el autor)

Código	Categorías (patrones o respuestas con mayor frecuencia de mención)	Grupo control Frecuencia	Grupo experimental Frecuencia
FC	Fuerza de cohesión	7	9
PA	Por atracción	13	8
PQ	Enlace químico	24	27

Las respuestas con más incidencia se codificaron de igual manera que el pre-test por lo que están representadas como FC fuerza de cohesión, PA representa que hay enlaces entre las moléculas por atracción entre ellas y PQ indica que los enlaces químicos son los que están presentes entre las moléculas de un sólido o de un líquido, respuesta que se considera correcta.

Los resultados obtenidos en el post-test muestran que ambos grupos mejoraron en cuanto a la cantidad de alumnos que lograron comprender el concepto de enlace químico y en dónde lo encontramos presente. El grupo control tuvo a 24 estudiantes dentro de la categoría correcta, lo que representa a un 27.2% de ganancia (12 personas), el grupo experimental muestra a 27 estudiantes en el post-test comparados con 14 en el pre-test, es decir; una ganancia del 29.5% (13 personas más). La Figura 33 indica el comportamiento de los resultados para ambos grupos, obtenidos para la cuestión.

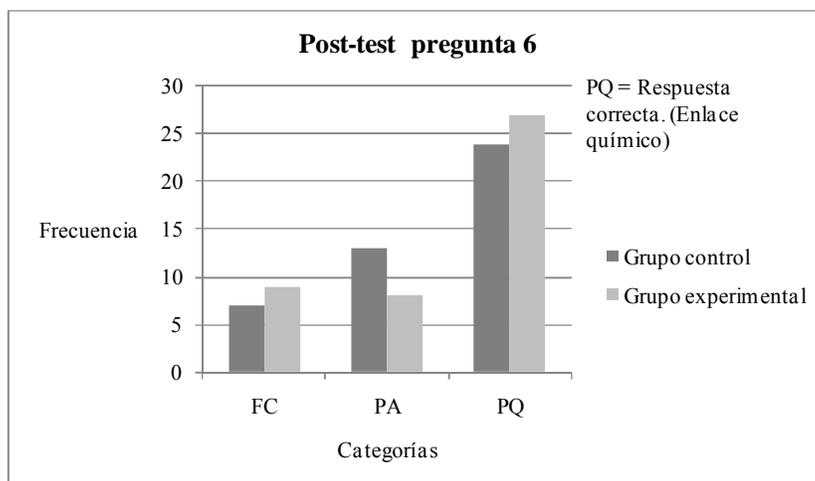


Figura 33 Pregunta 6. Patrones de respuesta encontrados contra frecuencia. (Datos recabados por el autor).

Para una mejor apreciación de la ganancia que hubo entre los resultados del pre y el post-test, la Figura 34 muestra el grupo control, con un aumento de 12 estudiantes más que en el pre-test, que logró la comprensión del concepto abordado en la cuestión. Esto representa a un 27.2% de ganancia de los 44 estudiantes o bien el 54.4% del grupo respondió correctamente.

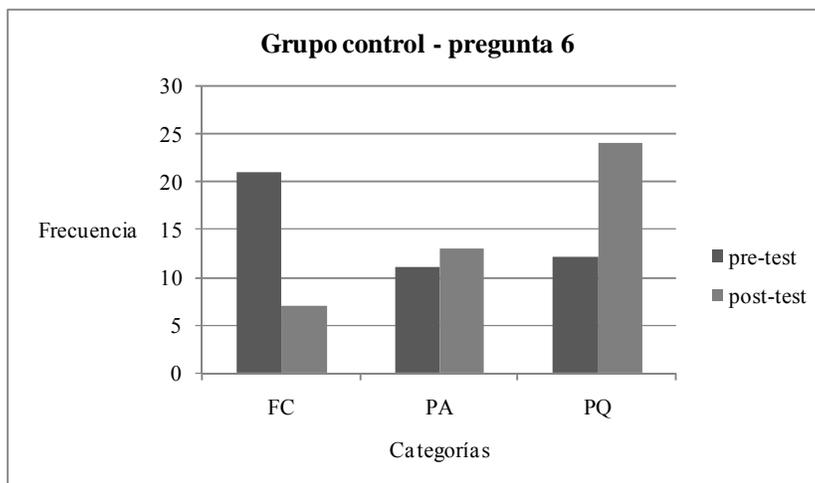


Figura 34. Pregunta 6. Categorías de mayor mención contra frecuencia en el pre-test y post-test (Datos recabados por el autor).

En tanto que el grupo experimental tuvo una ganancia superior, con un 29.5% más de estudiantes (13 personas) dentro de la categoría correcta. La Figura 35 presenta los resultados para el grupo.

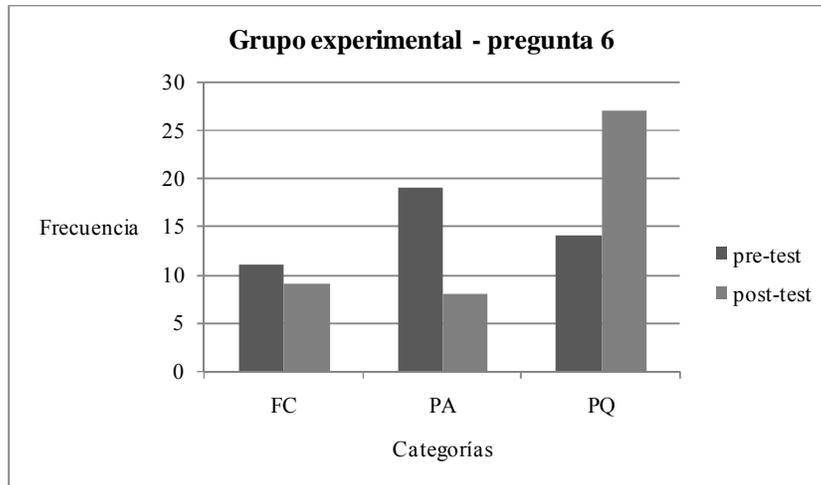


Figura 35. Pregunta 6. Categorías de mayor mención contra frecuencia en el pre-test y post-test (Datos recabados por el autor).

La ganancia para el grupo control y el experimental se presenta en la Figura 36. Para el grupo control hubo un aumento de 12 estudiantes (en total 24 personas en el post-test comparados con 12 en el pre-test) y para el grupo experimental un aumento de 13 estudiantes. (en total 27 personas para el post-test comparados con 14 en el pre-test).

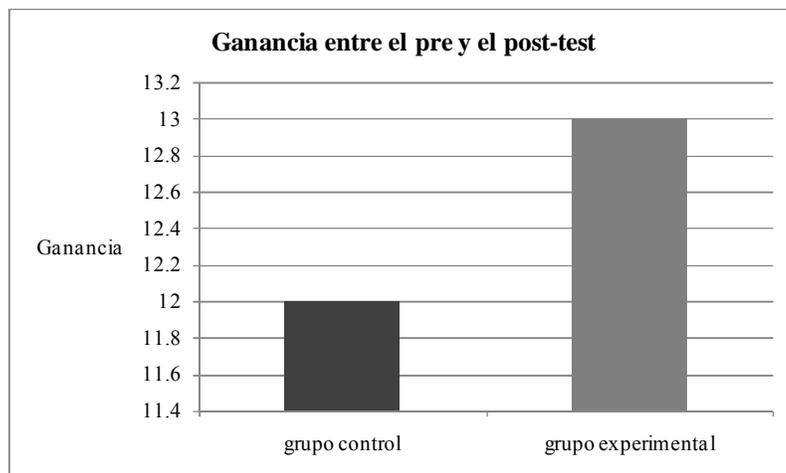


Figura 36 Pregunta 6. Ganancia entre el pre-test y post-test (Datos recabados por el autor).

La pregunta siete del pos-test cuestionó lo siguiente: ¿a qué se debe la solubilidad de una sustancia en otra sustancia? Los resultados obtenidos en la prueba se muestran en la Tabla 20 para ambos grupos.

Tabla 20.

Pregunta 7. Patrones de respuesta encontrados en el pos- test. (Datos recabados por el autor)

Código	Categorías (patrones o respuestas con mayor frecuencia de mención)	Grupo control Frecuencia	Grupo experimental Frecuencia
CD	A su capacidad de disociación de la molécula	22	23
EE	Para estar estables químicamente	7	10
SM	Separación de moléculas formando iones	15	11

Las categorías de respuesta que tuvieron mayor mención para la pregunta están codificadas de la siguiente manera: CD indica que la solubilidad de una sustancia en otra se debe a su capacidad de disociación de las moléculas y representa a la respuesta correcta, EE se debe a la estabilidad química y SM es la separación de moléculas para formar iones.

Los datos reportados para el grupo control en el código correcto son 22 estudiantes y 23 estudiantes para el grupo experimental. En el pre-test el grupo control también tuvo a 22 estudiantes, lo que indica que no hubo una ganancia entre ambas pruebas, en tanto que el grupo experimental tuvo un incremento de 3 estudiantes en el post-test (6.8%) Los resultados se muestran en la Figura 37 para ambos grupos.

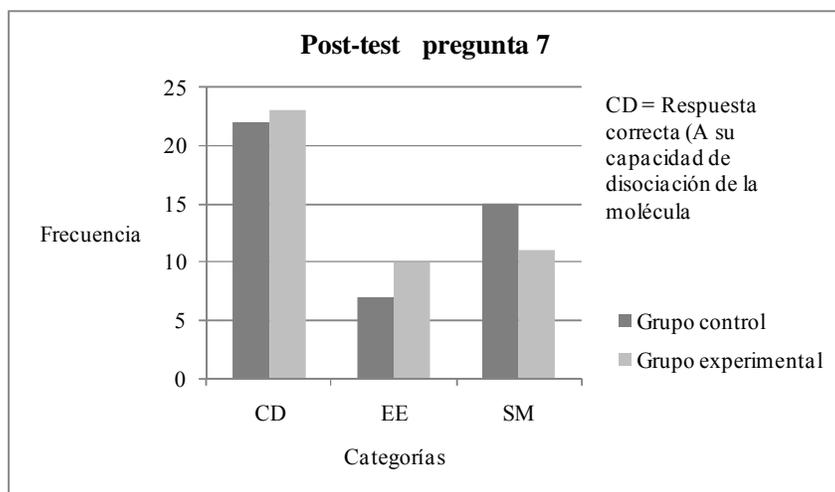


Figura 37 Pregunta 7 Patrones de respuesta encontrados contra frecuencia. (Datos recabados por el autor).

Los resultados obtenidos en el pre y en post-test para el grupo control, no fueron relevantes ya que no se presentó ganancia en cuanto al número de estudiantes que lograran una mejor comprensión del concepto implicado en la pregunta siete. Estos resultados se muestran en la Figura 38.

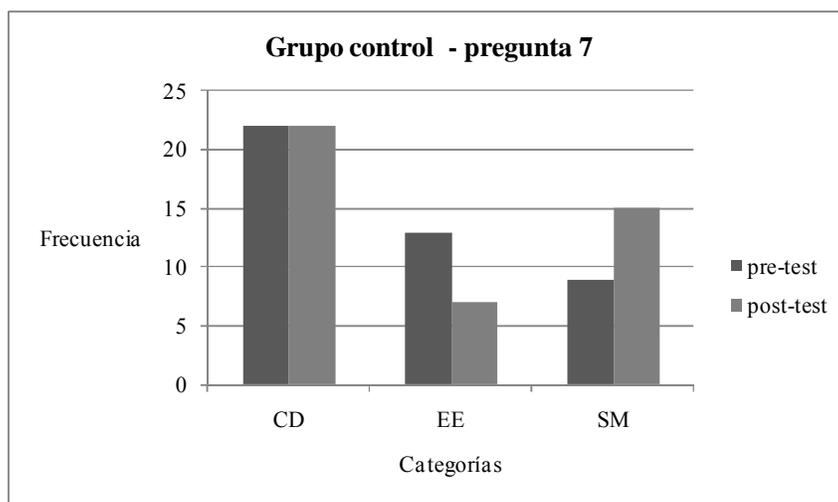


Figura 38. Pregunta 7. Categorías de mayor mención contra frecuencia en el pre-test y post-test (Datos recabados por el autor).

El grupo experimental tuvo una ganancia de 3 estudiantes en el post-test, es decir; un incremento del 6.8% comparado con el pre-test. Así en total hubo 23 personas que contestaron correctamente la cuestión y la Figura 39 representa el comportamiento del grupo.

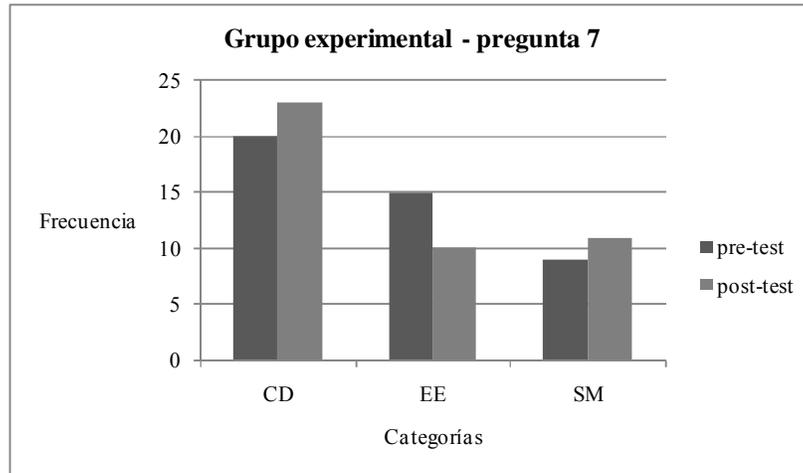


Figura 39. Pregunta 7. Categorías de mayor mención contra frecuencia en el pre-test y post-test (Datos recabados por el autor).

La Figura 40 muestra el comportamiento en cuanto a ganancia que hubo para ambos grupos, entre la prueba del pre y del post-test para la pregunta siete. El grupo control no tuvo incremento entre las dos pruebas y el grupo experimental tuvo a 3 estudiantes más que él en caso del pre-test.

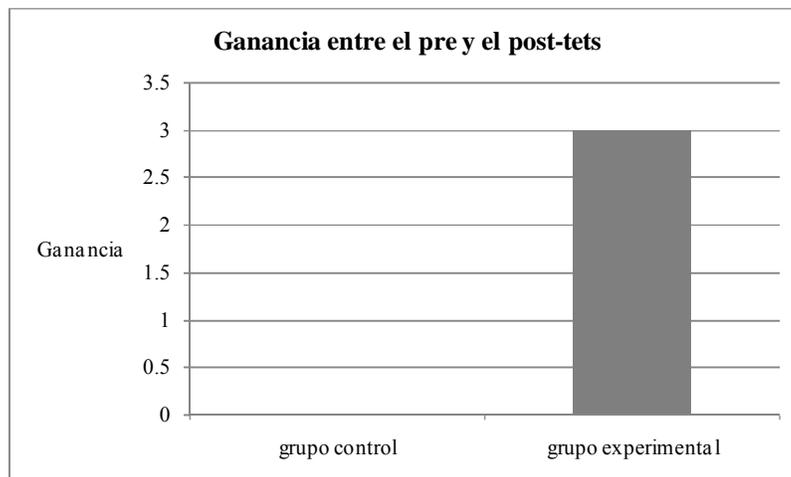


Figura 40 Pregunta 7. Ganancia entre el pre-test y post-test (Datos recabados por el autor).

Finalmente la pregunta ocho en la prueba del post-test fue ¿cuál es la diferencia entre ión y átomo? Los resultados obtenidos se presentan en la Tabla 21 para ambos grupos. Las repuestas de mayor mención de igual forma se codificaron que en el caso del pre-test y éstos son: AC indica que el átomo tiene carga positiva y el ión carga negativa (la cual en el caso del post-test no fue mencionada por ningún estudiante) IA representa que el ión pierde electrones y el átomo gana los electrones. IC es la categoría correcta y representa la respuesta de que el átomo es la partícula más pequeña de la materia y el ión es una partícula con carga eléctrica.

Tabla 21.

Pregunta 8. Patrones de respuesta encontrados en el pos- test. (Datos recabados por el autor)

		Grupo control	Grupo experimental
Código	Categorías (patrones o respuestas con mayor frecuencia de mención	Frecuencia	Frecuencia
AC	el átomo tiene carga positiva y el ión carga negativa	0	0
IA	El ión pierde electrones y el átomo gana electrones	7	5
IC	el átomo es la partícula más pequeña y el ión tiene carga eléctrica	37	39

Los resultados para la pregunta ocho fueron favorables para los dos grupos, mostrándose un incremento en la cantidad de alumnos que pudieron identificar y relacionar correctamente la definición de átomo y por otro lado lograron concebir que un ión es solo una partícula que posee carga eléctrica, conceptos fundamentales para el tema del enlace químico. Así el grupo control paso de 25 estudiantes dentro de la respuesta correcta en el pre-test a 37 estudiantes en el post-test en la misma categoría de respuesta, es decir hubo una ganancia del 27.2% (12 personas) y el grupo experimental incremento de 33 estudiantes a 39 en el post-test, lo que indica una ganancia del 13.6% más de los estudiantes. La figura 41 muestra éstos datos.

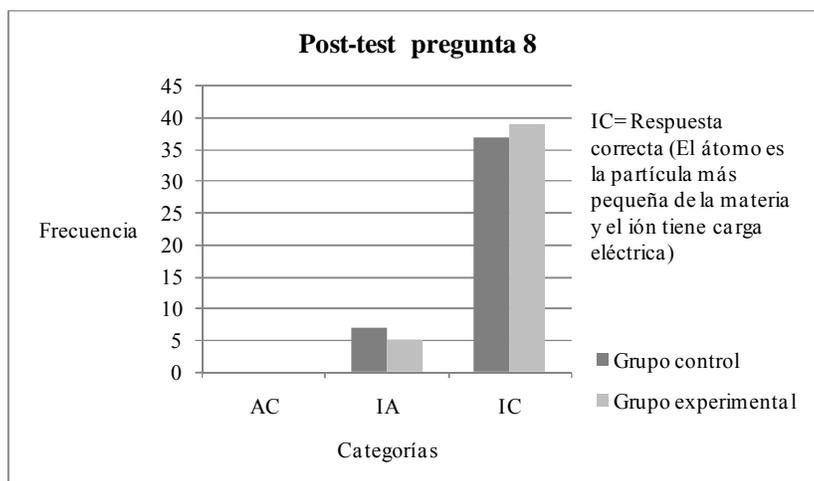


Figura 41 Pregunta 8. Patrones de respuesta encontrados contra frecuencia. (Datos recabados por el autor).

La ganancia que hay entre el pre y el post-test para el grupo control se muestra en la Figura 42. El grupo logró un incremento de 12 estudiantes más, que contestaron correctamente en la prueba que se aplicó una vez que se vio el tema de enlace químico. El incremento representa un 27.2% de estudiantes comparado con el pre-test.

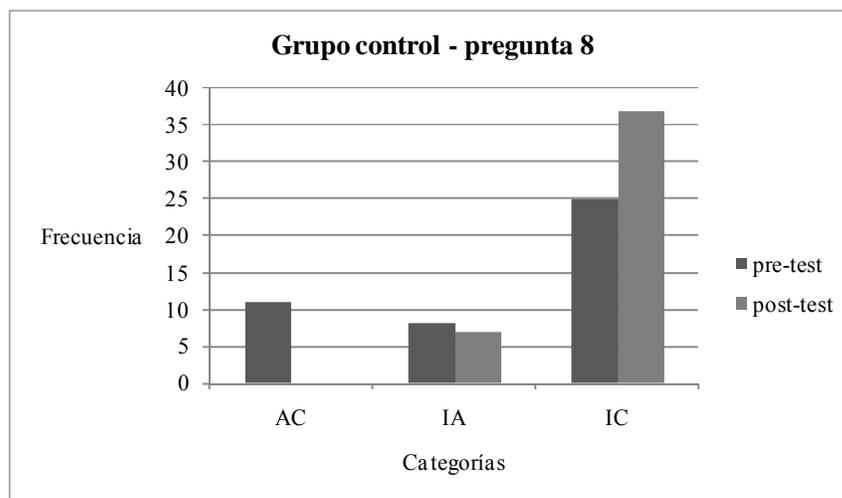


Figura 42. Pregunta 8. Categorías de mayor mención contra frecuencia en el pre-test y post-test (Datos recabados por el autor).

El grupo experimental tuvo una ganancia de 6 estudiantes (13.6%) que se hicieron participes dentro de la respuesta correcta logrando tener a 39 estudiantes en total de 44 que respondieron correctamente a la cuestión. Los resultados se pueden ver en la Figura 43.

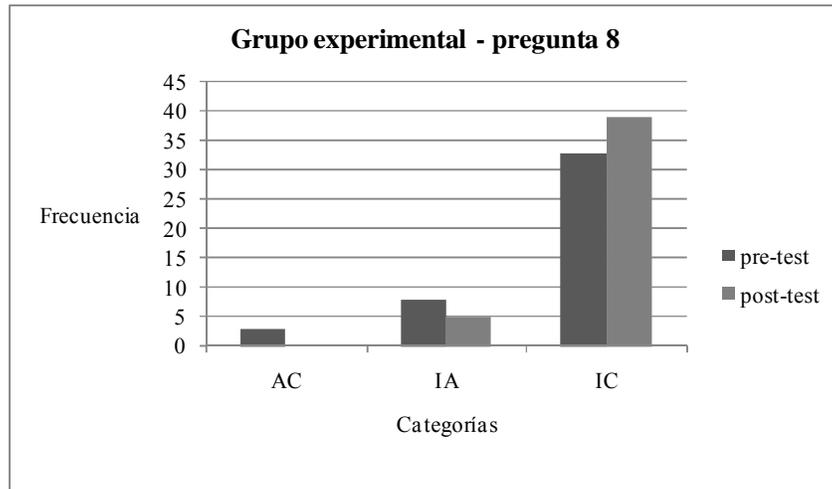


Figura 43. Pregunta 8. Categorías de mayor mención contra frecuencia en el pre-test y post-test (Datos recabados por el autor).

Finalmente la Figura 44 indica la ganancia lograda para ambos grupos al comparar los resultados de la prueba del pre contra los resultados del post-test. Siendo para el grupo control una ganancia de 12 estudiantes y para el grupo experimental un incremento de 6 estudiantes.

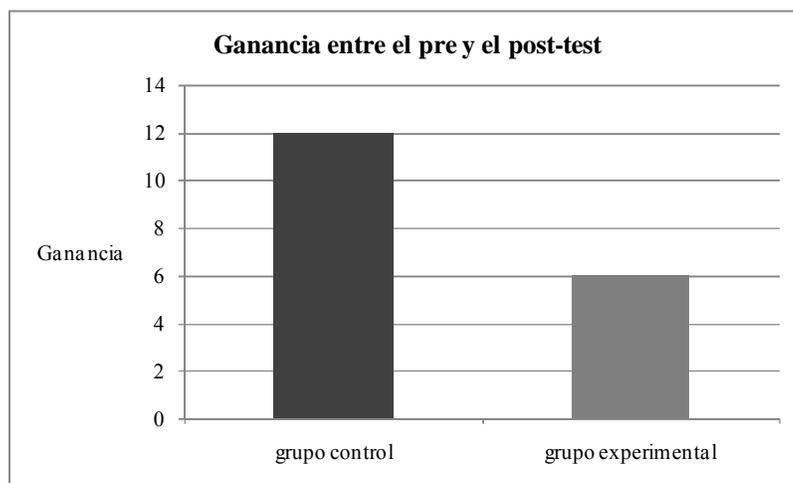


Figura 44 Pregunta 8. Ganancia entre el pre-test y post-test para ambos grupos (Datos recabados por el autor).

El post-test en general en ambos grupos muestra mejores resultados, situación que se obtiene a partir de la comparación entre el punto de referencia que fue el pre-test Hernández, et al.(2006). Los estudiantes del grupo control presentan una ganancia mayor en cuanto al número de estudiantes que lograron comprender mejor el concepto de enlace químico después de haber visto el tema, comparado con el grupo experimental, el cual tuvo ganancia aunque esta fue menor.

En general al hablar del enlace químico es referirse a la parte microscópica de la materia por lo que si los resultados obtenidos en el post-test los referimos de acuerdo con un estudio realizado por Gómez (2005), sobre la E.A.O. (Enseñanza asistida por Ordenador) y enseñanza de los modelos microscópicos en química, se puede decir que en general las concepciones que presentan los estudiantes sobre modelos microscópicos de la materia, que aceptan la existencia de partículas invisibles, pero les atribuyen propiedades macroscópicas, manifiestan que no hay una presencia de un razonamiento inductivo ni deductivo para manejar e imaginar las características y propiedades de lo muy pequeño.

De igual forma De Posada (1999), estudió las concepciones de los alumnos sobre el enlace químico, y revela que los estudiantes aplican nociones macroscópicas en el mundo atómico, se les dificulta relacionar y a la vez identificar estos dos tamaños extremos, así como comprender la naturaleza de la unión de las moléculas gaseosas, el enlace covalente, las fuerzas intermoleculares así como una confusión sobre el concepto de ión, cuya comprensión es importante para el tema.

Así mismo, Riboldi, et, al (2004) quienes estudiaron al enlace químico como una conceptualización poco comprendida, muestran distintas concepciones alternativas del tema, así como una deficiente comprensión sobre la estructura de los átomos al unirse y formar un enlace químico, hay un uso incorrecto del concepto de molécula, existe una sobrevaloración del concepto de enlace iónico. Situación que también se refleja en los resultados.

Es decir; que de acuerdo con los estudiantes el pre-test no es un determinante que influya sobre el aprendizaje del enlace químico, de tal forma, se puede decir que el razonamiento científico influyó de forma muy débil sobre el cambio de concepciones en los estudiantes de ambos grupos, aunque se ve un poco más reflejado en el grupo control.

Análisis e interpretación

Esta sección presenta las técnicas de estadística inferencial aplicadas a los resultados obtenidos y que se confrontan con los resultados que presenta la teoría consultada, así mismo se presenta una interpretación en base a la parte empírica de la investigación.

Nivel de significancia

De acuerdo con Hernández, et al. (2006), el nivel de significancia o nivel alfa (α) es la probabilidad de equivocarse y se fija antes de probar una hipótesis inferencial. Dicho de otra forma es un valor de certeza que el investigador fija a priori, respecto a no equivocarse, así la presente investigación considera un nivel de significancia de $\alpha = 0.05$ por lo que se procedió a comprobar con los datos obtenidos para cada prueba si la hipótesis sobre la media poblacional es aceptada o rechazada, encontrándose los valores que se muestran en la Tabla 22 para el grupo control.

Tabla 22.

Nivel de significancia obtenido para el grupo control para todas las pruebas. (Datos recabados por el autor).

	Pre-test	Post-test	Dif. semántico	Actitudes (Likert)	Razonamiento
Promedio	3.454	5.061	7.73	2.631	6.659
Nivel de significancia (α)	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
Media	3.4	5.102	7.642	2.612	6.316
Desviación estándar	1.561	1.822	1.143	0.341	2.045
Muestra	44	44	44	44	44
Desv. Est. Muestral	0.235	0.274	0.1723	0.051	0.308
puntuación z	-0.212	0.124	-0.51	-0.372	1.113
puntuación de z es 1.96 cuando $\alpha=0.05$					

Los datos de la puntuación de z para las pruebas del pre-test, post-test, actitudes con la escala de diferencial semántico, actitudes generales con la escala de Likert y razonamiento presentan un valor menor a la puntuación de z con un nivel de significancia de $\alpha 0.05$ que es de 1.96 por lo que se acepta la pruebas (el valor de z es obtenido de tablas de áreas bajo la curva normal).

Para el grupo experimental, los resultados de este análisis se muestran en la Tabla 23, en donde se aprecia una tendencia similar en el comportamiento de las pruebas antes mencionadas, con un nivel de significancia de $\alpha 0.05$ y la puntuación de z es 1.96 encontrándose que todas las pruebas presentan un valor de z menor a dicho valor, lo que indica que se aceptan las pruebas.

Tabla 23.
Nivel de significancia obtenido para el grupo experimental para todas las pruebas. (Datos recabados por el autor).

	Pre-test	Post-test	Dif. semántico	Actitudes (Likert)	Razonamiento
Promedio	3.659	5.022	8.07	2.92	11.31
Nivel de significancia (α)	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
Media	3.419	4.829	7.95	2.902	11.10
Desviación estándar	1.413	1.3891	0.6741	0.3501	2.2902
Muestra	44	44	44	44	44
Desv. Está. Muestral	0.213	0.209	0.101	0.052	0.345
puntuación z	1.126	0.923	1.188	-0.346	-0.617
puntuación de z es 1.96 cuando $\alpha=0.05$					

Coefficiente de correlación de Pearson

El coeficiente de correlación de Pearson, permite analizar y visualizar la relación entre dos variables a partir de las puntuaciones obtenidas en una muestra en dos variables, esto es, relacionar las puntuaciones obtenidas de una variable con las puntuaciones obtenidas de otra variable, en los mismos sujetos. Para el caso de la investigación se presenta como variables la ganancia vs pre-test, la actitud de los estudiantes ante la asignatura de química con la escala de diferencial semántico, las actitudes generales con la escala de Likert y el razonamiento científico. Esto significa que con esta prueba se pretende encontrar la relación que hay entre estas dos variables de acuerdo a los valores del coeficiente r de Pearson. Este valor puede variar desde -1 a +1 donde: -1 es una

correlación negativa perfecta (“a mayor X, menor Y”), 0.0 significa que no existe correlación alguna entre variables, y el valor de +1 es una correlación positiva perfecta (“a mayor X, mayor Y”) según Hernández, et al. (2006).

Dicho coeficiente se calculó a partir de las puntuaciones obtenidas por los estudiantes en las dos variables mencionadas. Los resultados para el grupo control se presentan en la Tabla 24, encontrándose que existe una correlación positiva débil entre la ganancia vs pre-test lo que podría indicar que los estudiantes están aprendiendo más conforme traen más conocimientos, la correlación entre ganancia vs actitudes ante la asignatura (escala de diferencial semántico) y la de ganancia vs actitudes generales (escala de Likert), ambas presentaron una correlación positiva débil, esto indica que las actitudes no están discriminando a los estudiantes, es decir; no señala que las actitudes que presentan los estudiantes ante las ciencias y ante la asignatura de química influyan sobre la comprensión del enlace químico.

En tanto que la correlación encontrada para la ganancia vs razonamiento presenta un coeficiente de correlación importante, se encuentra dentro de una correlación positiva considerable ya que esto manifiesta que los estudiantes que mejor razonamiento presentan están respondiendo mejor y por tanto adquieren un aprendizaje del tema de enlace químico.

Tabla 24.
Coefficientes de correlación encontrados para el grupo control entre las variables ganancia vs pre-test, actitudes y razonamiento. (Datos recabados por el autor).

	Coefficiente de correlación	Correlación
Ganancia vs pre-test	0.4363	positiva débil
Ganancia vs diferencial semántico	0.3802	positiva débil
Ganancia vs Actitudes generales (Likert)	0.4317	positiva débil
Ganancia vs Razonamiento	0.7355	positiva considerable

Estos resultados presentan que el razonamiento científico tuvo mayor influencia en la ganancia obtenida para el grupo control, sin embargo de acuerdo con Pozo y Gómez, (1996) manifiestan que existe una serie de dificultades que los estudiantes deben desarrollar y superar con sus conocimientos y razonamiento científico por lo que mencionan que la eficacia de la educación científica medirá que los estudiantes aprendan

realmente, así que, a pesar de que este grupo no siguió una instrucción motivadora es necesario dirigir nuestras metas hacia la búsqueda de aprendizajes significativos en donde se logre el desarrollo de habilidades de razonamiento, habilidades cognitivas que enfrentan las nuevas demandas sociales y educativas.

Otra correlación que se realizó fue para el post-test vs pre-test, la actitud de los estudiantes ante la asignatura de química con la escala de diferencial semántico, las actitudes generales con la escala de Likert y el razonamiento científico, los resultados de las correlaciones para el grupo control se presentan en la Tabla 25.

Tabla 25.

Coeficientes de correlación encontrados para el grupo control entre las variables post-test vs pre-test, actitudes y razonamiento. (Datos recabados por el autor).

	Coeficiente de correlación	Correlación
Post-test vs pre-test	0.814	positiva considerable
post-test vs diferencial semántico	0.4955	positiva débil
post-test vs Actitudes generales (Likert)	0.5022	positiva considerable moderada
Post-test vs Razonamiento	0.8592	positiva considerable

Los datos que arroja el grupo control para esta correlación del post-test contra pre-test fue positiva considerable, lo cual es normal ya que en general el grupo presento conceptos previos considerables lo que significa que en el post-test se esperaba lo mismo. En tanto que la correlación del post-test vs diferencial semántico la correlación es positiva débil, aunque igual que en el caso de la correlación entre la ganancia vs diferencial, muestra que esta prueba no está discriminando a los estudiantes. Para el caso de post-test vs actitudes generales (Likert) la correlación encontrada es positiva moderada, es decir; muestra una pequeña influencia las actitudes generales sobre los estudiantes y sus concepciones sobre el enlace químico.

Finalmente la correlación del post-test vs razonamiento muestra un dato interesante (al igual que en el caso anterior de ganancia vs razonamiento) su correlación fue positiva considerable, este dato también indica que a mayor razonamiento de los estudiantes logran contestar una mejor la prueba de acuerdo a sus concepciones.

Para el grupo experimental se encontraron correlaciones entre la ganancia vs pre-test, actitudes ante la asignatura (diferencial semántico), actitudes generales (escala de Likert) y razonamiento, en ellas, los datos para el coeficiente de correlación se presentaron negativos para el caso de la ganancia vs pre-test y ganancia vs actitudes generales, en tanto que para la ganancia vs diferencial semántico y ganancia vs razonamiento su correlación fue positiva débil (casi nula por su cercanía a cero). Estos resultados pueden deberse a la implementación de la estrategia, quizá esta no fue precisa en cuanto a las indicaciones, otro punto importante es la inexperiencia del docente con este tipo de estrategias y a las características del grupo al que se aplica, ya que son estudiantes que no están familiarizados con el trabajo cooperativo. Los resultados se presentan en la Tabla 26.

Tabla 26.

Coefficientes de correlación encontrados para el grupo experimental entre las variables ganancia vs pre-test, actitudes y razonamiento. (Datos recabados por el autor).

	Coeficiente de correlación	Correlación
Ganancia vs pre-test	-0.0906	negativa
Ganancia vs diferencial semántico	0.0437	positiva débil (casi nula)
Ganancia vs Actitudes generales (Likert)	-0.0424	negativa
Ganancia vs Razonamiento	0.0941	positiva débil (casi nula)

La correlación encontrada para el post-test vs pre-test, actitudes generales, actitudes ante la asignatura y razonamiento para el mismo grupo (experimental) se presentan en la Tabla 27. Muestra una correlación positiva considerable para el caso del post-test vs pre-test lo que indica que si los estudiantes traen consigo conceptos previos esto lo reflejan en el post-test. En tanto que las correlaciones del post-test vs actitudes su correlación fue positiva débil, indicando que estas pruebas no contribuyen a discriminar a los estudiantes.

La correlación entre post-test vs razonamiento también se mostro positiva moderada, es decir; señala que si los estudiantes presentan un mejor razonamiento lo manifiestan al contestar su prueba y demostrar sus concepciones por lo tanto su comprensión. Las grandes diferencias encontradas en el grupo experimental se puede deber a las causas antes mencionadas.

Tabla 27.

Coefficientes de correlación encontrados para el grupo experimental entre las variables post-test vs pre-test, actitudes y razonamiento. (Datos recabados por el autor).

	Coefficiente de correlación	Correlación
Post-test vs pre-test	0.7029	positiva considerable
post-test vs diferencial semántico	0.3066	positiva débil
post-test vs Actitudes generales (Likert)	0.482	positiva débil
Post-test vs Razonamiento	0.5894	positiva moderada

Los valores encontrados para el grupo experimental muestran que a pesar de que este grupo recibió una instrucción especial de acuerdo a la unidad didáctica los resultados no fueron los esperados ya que según Gómez (2005), en su estudio sobre la E.A.O. (Enseñanza asistida por Ordenador, si se muestran un efecto significativo favorable en el cambio conceptual, cuando se cuenta con apoyos como las simulaciones que facilitan el aprendizaje de los modelos cinéticos, concepto importante para abordar el enlace químico. Estos resultados en el grupo pueden deberse a diversos factores como la inexperiencia en el manejo de la unidad didáctica del docente, la prisa del docente por abarcar los contenidos del programa, entre otros.

Prueba de pre y post- test

En la prueba del pre y post test, aplicada a los dos grupos, se obtuvieron resultados que indicaron el cómo estaban las concepciones de los estudiantes antes del tema de enlace químico y con el post test los resultados indicaron el efecto de la parte experimental. El grupo control siguió una instrucción tradicional y el experimental recibió una instrucción basada en una unidad didáctica.

El grupo control presentó resultados favorables entre el pre y el post-test, es decir; hubo una ganancia entre las dos pruebas. El post-test indica que el grupo al terminar el tema de enlace químico logró la comprensión de varios conceptos, sólo en la pregunta siete, la cual fue: ¿a qué se debe la solubilidad de una sustancia en otra sustancia? que abarca el concepto de disociación de una molécula (rompimiento del enlace químico) hubo confusión por parte de los estudiantes ya que no se presentó ganancia entre el pre y

post-test. En el resto de las preguntas abordadas en la prueba, se tuvo un incremento en el número de estudiantes que al volver a contestar el post-test optaron por responder con una concepción correcta. Los resultados de ambas pruebas se presentan en la Figura 45 en donde se distingue la ganancia que hubo en el post-test.

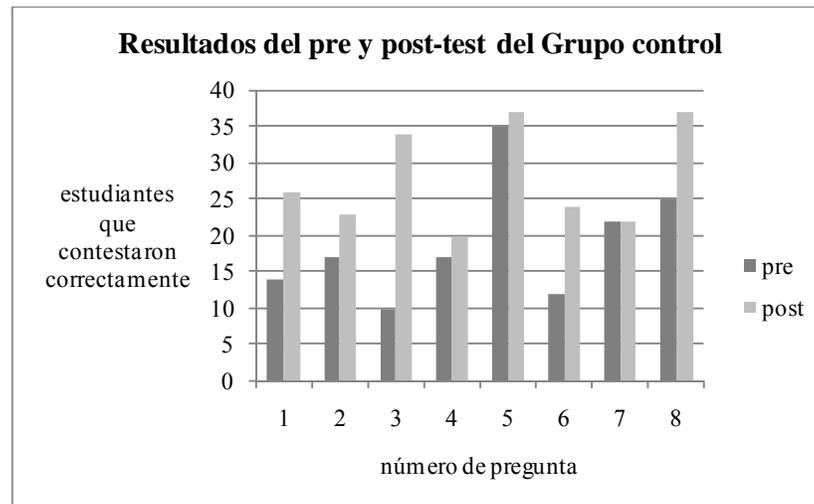


Figura 45. Resultados del grupo control entre el pre y post-test (Datos recabados por el autor).

El grupo experimental tuvo una tendencia similar a el grupo control, es decir; hubo un incremento en el número de estudiantes que lograron una concepción del concepto correcto después de haber cursado el tema de enlace químico con apoyo de la unidad didáctica. Sólo en la pregunta dos no se presentó ganancia, debido a que el concepto abarcado en la cuestión no quedó claro en la clase, esto creó confusión ya que hubo una disminución de tres estudiantes que en el pre-test habían contestado correctamente y en el post-test no confirmaron su respuesta. La pregunta fue ¿cómo pueden estar unidos los átomos? En donde se puede ver que quizá el concepto no se abordó de forma adecuada en la clase, éste parámetro puede ser de gran utilidad para hacer una modificación en la unidad didáctica que facilite la unión congruente del tema de átomo y enlace químico.

En el resto de las preguntas si hubo una ganancia en el número de estudiantes que lograron una concepción correcta del tema después del tema visto en clase. Los resultados se presentan en la Figura 46.

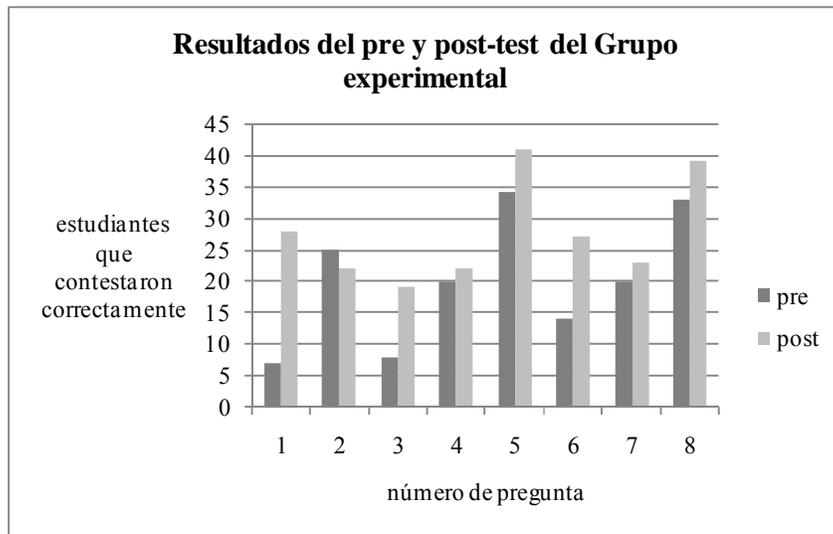


Figura 46. Resultados del grupo experimental entre el pre y post-test. (Datos recabados por el autor).

La ganancia que hubo en ambos grupos fue variada para cada pregunta, en preguntas como la 2, 3, 4 y 8 el grupo control tuvo mayor ganancia en estudiantes que respondieron correctamente y en preguntas como la 1, 5, 6 y 7 el grupo experimental predominó en el incremento de estudiantes dentro de la categoría correcta. Los datos de la ganancia entre el pre y el post-test para ambos grupos se muestra en la Figura 47.

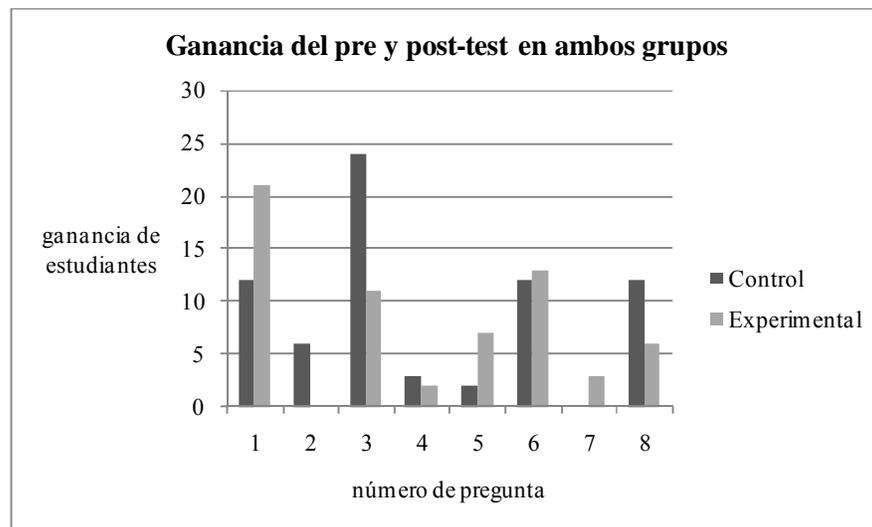


Figura 47. Ganancia entre el pre y el post-test para el grupo control y el grupo experimental (Datos recabados por el autor).

La prueba del pre y post-test permitieron ver que ambos grupos tuvieron un comportamiento similar en la ganancia de estudiantes en el post-test, después de haber cursado el tema de enlace químico, por lo que también dejó ver que a pesar de que el grupo experimental recibió una instrucción más dinámica y diseñada para que el estudiante estructurara su propio aprendizaje significativo tuvo una ganancia menor a la del grupo control, sin embargo esto se puede deber a que la forma de trabajo es nueva y diferente para el grupo. Finalmente el número de estudiantes que tuvieron una concepción correcta en la prueba del post-test para ambos grupos se muestra en la Figura 48.

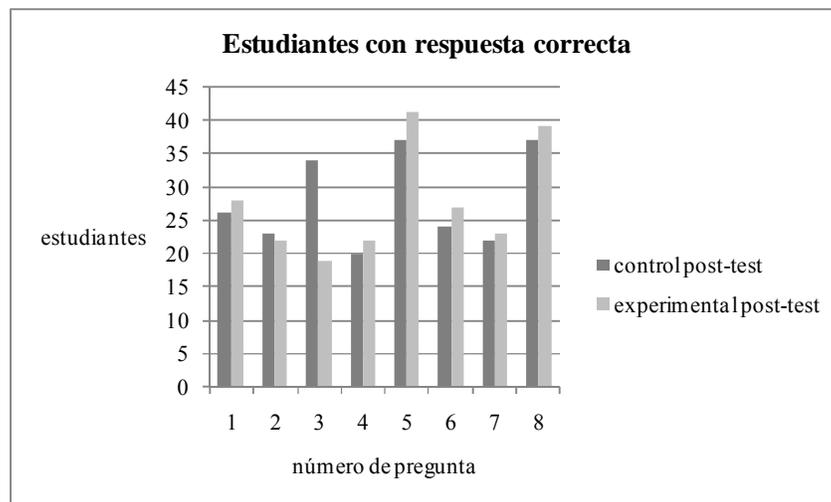


Figura 48. Número de estudiantes que obtuvieron respuesta correcta en el post-test en el grupo control y experimental (Datos recabados por el autor).

Estos resultados obtenidos del pre y post-test se ya se discutieron en la sección correspondiente, las gráficas muestran el comportamiento de la ganancia para ambos grupos.

Regresión lineal múltiple

Finalmente se realizó un análisis de regresión lineal múltiple con la finalidad de que ayude a visualizar cómo se influyen las variables independientes, en este caso la prueba

de actitudes ante el área de ciencias, las actitudes ante la asignatura de química y el razonamiento sobre la ganancia y el post-test, considerados como variables dependientes. Para el grupo control, se encontró al realizar la regresión lineal múltiple de ganancia vs actitudes generales ante las ciencias, actitudes ante la asignatura y razonamiento una ecuación de la regresión: $\text{ganancia} = 0.378 - 0.0910 \text{ Actitudes generales} - 0.0075 \text{ Actitud ante la química} + 0.286 \text{ Razonamiento}$.

Esta ecuación presenta los coeficientes que nos indican en qué grado influyen las variables independientes sobre la ganancia obtenida para el grupo. El Razonamiento presenta el mayor coeficiente lo que indica que tiene mayor influencia sobre la ganancia, es decir; cuando la ganancia aumenta en una unidad, el razonamiento de los estudiantes aumenta en 0.286 unidades. En tanto que las actitudes generales manifiestan una menor influencia sobre la ganancia ya que al aumentar la ganancia en una unidad la actitud solo presenta un aumento de -0.0910 unidades, para el caso de las actitudes ante la química su influencia se ve aún menor con un coeficiente de -0.0075 lo cual indica que solo aumenta este valor por cada unidad de aumento en la ganancia.

La desviación estándar “S” representa la distancia estándar que separa los valores de datos de la regresión, la cual fue para esta regresión de 0.1829 y la varianza fue de $R^2(\text{ajustado}) = 55.3\%$ lo que indica que los valores de la ganancia son explicados en un 55.3% de acuerdo a los resultados de las variables independientes (actitudes generales, actitudes ante la química y razonamiento).

Para este mismo grupo se realizó la regresión lineal múltiple de post-test vs actitudes generales, actitudes ante la química y razonamiento que permitió ver cómo influyeron las variables independientes sobre la variable dependiente. La ecuación encontrada para este análisis fue: $\text{post-test} = 1.56 - 0.050 \text{ Actitud ante la química} - 0.200 \text{ Actitudes generales} + 1.98 \text{ Razonamiento}$.

Estos valores indican como es la influencia de las variables independientes sobre la variable dependiente (post-test). El razonamiento presenta el mayor coeficiente, esto quiere decir que al aumentar en una unidad el post-test, aumenta 1.98 unidades el razonamiento (este comportamiento también se visualizó en el caso anterior, para este mismo grupo), las actitudes generales influyen con un -0.20 unidades cada vez que aumenta en una unidad el post-test y finalmente el aumento de las actitudes ante la química es de -0.050 unidades por unidad de aumento en la variable dependiente.

La regresión lineal arrojó una desviación estándar S de 0.9552 y la R^2 (ajustado) fue de 72.5%, valor que indica que en este porcentaje las variables independientes explican el comportamiento del post-test.

El grupo experimental presenta resultados menos favorables en la regresión lineal múltiple ya que las variables independientes no muestran una relación considerable con la variable dependiente (ganancia). La ecuación encontrada es: $\text{ganancia} = 0.066 - 0.0666 \text{ Actitudes ante la química} + 0.0854 \text{ Actitudes generales} + 0.0182 \text{ Razonamiento}$. Éstos coeficientes indican que las actitudes generales que presentan los estudiantes tienen mayor influencia sobre la ganancia, al aumentar una unidad la ganancia, aumenta 0.0854 unidades las actitudes generales, seguido esta la influencia del razonamiento ya que solo aumenta 0.0182 unidades por cada unidad de aumento en la ganancia del grupo experimental y las actitudes ante la química con un coeficiente de -0.066 cada vez que aumenta una unidad la ganancia.

Esta situación se ve reflejada en la varianza encontrada para la regresión línea múltiple que fue de R^2 (ajustada) de 0% y $R^2 = 3.4\%$ valores que manifiestan que el comportamiento de la variable dependiente (post-test) no se explican con el comportamiento de las variables independientes (actitudes generales, actitudes ante la química y razonamiento).

También se realizó la regresión lineal múltiple para el post-test vs actitudes generales, actitudes ante la química y razonamiento, la ecuación que representa esta regresión es: $\text{post-test} = 3.82 - 0.527 \text{ Actitudes ante la química} + 0.010 \text{ Actitudes generales} + 1.12 \text{ Razonamiento}$. Como se puede apreciar los coeficientes, el razonamiento es el que representa mayor influencia sobre los resultados del pos-test, cada vez que el post-test aumenta en una unidad, el razonamiento aumenta 1.12 unidades, seguido de esto, esta las actitudes generales con un aumento de 0.010 por cada unidad de aumento del post-test y las actitudes generales presentan la menor influencia con un -0.527 por cada unidad de aumento de la variable dependiente.

La desviación estándar para esta regresión fue de 1.13 unidades separados los valores de la regresión. La varianza $R^2(\text{ajustado}) = 33.5\%$ valor bajo que indica que las variables independientes no explican del todo el comportamiento del post-test (variable dependiente). Con estos resultados para ambas regresiones del grupo control se puede ver que no hay relaciones establecidas entre las variables involucradas, esto puede deberse a la estrategia aplicada para el tema de enlace químico, situación que más adelante se comenta.

Los datos de estos resultados para ambos grupos se presentan en la Tabla 28.

Tabla 28.

Valores de la regresión lineal múltiple para ganancia y post-test vs actitudes generales, actitudes ante la química y razonamiento. (Datos recabados por el autor).

Coeficientes	Grupo control		Grupo experimental	
	Ganancia vs	Post-test vs	Ganancia vs	Post-test vs
Actitudes generales	-0.091	-0.2	0.0854	0.01
Actitudes ante la química	-0.0075	-0.05	-0.0666	-0.5727
Razonamiento	0.286	1.98	0.0182	1.12
$R^2(\text{ajustado})$	55.30%	72.50%	0%	33.50%

En general en las regresiones lineales múltiples se aprecia que los estudiantes tuvieron una mayor influencia del razonamiento científico sobre la ganancia y sobre el post-test, aunque en el grupo control se refleja mejor este resultado, esto puede deberse, como ya antes se mencionó a que, el grupo experimental no estaba acostumbrado al

trabajo en equipo colaborativo y a la falta de experiencia del docente que implemento la unidad didáctica, situación que no favoreció los resultados esperados, por lo que este análisis demuestra que las actitudes de los estudiantes ante el área científica y ante la asignatura de química no influyen para que los estudiantes adquieran un nivel mayor de razonamiento científico que les permita una mejor comprensión del enlace químico.

Por otro lado que el nivel de razonamiento científico logrado en el grupo control presenta mayor influencia sobre la comprensión del enlace químico que el grupo experimental, aunque este no se manifiesta en su nivel más alto.

Parte experimental de la Unidad Didáctica

Considerando la parte experimental, apoyada de la implementación de la unidad didáctica aplicada al grupo experimental, se obtuvieron diversas observaciones sobre el trabajo del grupo, como la forma de trabajo en equipo que fue un poco complejo debido a que no están familiarizados con el trabajo colaborativo, esto dificultó el manejo de diversos materiales para la práctica, provocando en algunos estudiantes la falta de interés por participar activamente, otro aspecto fue el integrar a todo el grupo en las diversas actividades como la lluvia de ideas, la discusión para la resolución del cuestionario de la práctica y la elaboración del mapa conceptual en donde ellos demostrarán la estructura de los conceptos vistos en el tema de enlace químico, esto se debió en gran parte a que las personas que generalmente tienen disponibilidad para el trabajo, muestran responsabilidad y lo reflejan en calificaciones, éstos estudiantes preferían trabajar en equipos pequeños y solo con compañeros compatibles con ellos, por lo que lo planeado (la distribución de equipos) se complicó un poco, sin embargo se logró la integración y el grupo trabajo para ir obteniendo sus propias concepciones del tema y al final, como un resumen se les apoyo con algunas diapositivas para concretar algunas ideas del tema.

Estas observaciones generales de la implementación de la unidad didáctica, explican el resultado obtenido sobre las preguntas de: ¿Qué canales de aprendizaje

manifiestan los estudiantes?, ¿Cómo afecta la implementación de estrategias didácticas en el aprendizaje significativo comparada con la de instrucción tradicional que reciben? Para responder a dichas cuestiones el docente al implementar la unidad didáctica con el grupo experimental consideró los diversos canales de aprendizaje como el auditivo, el visual y el kinestésico así como una serie de actividades con la finalidad de favorecer el desarrollo del razonamiento científico y por lo tanto una mejor comprensión del enlace químico. Sin embargo los resultados no favorecieron esta premisa, que de acuerdo con Benegas (2007), la mayoría de los estudiantes reciben una implementación de métodos de enseñanza activa colocando al estudiante en el rol que debe desempeñar para que pueda construir su propio aprendizaje.

Síntesis

El capítulo presentó los resultados y su análisis de acuerdo a lo establecido en la metodología, para ello se basó en la codificación de las respuestas de las ocho preguntas que conformaron la prueba del pre y post-test, de donde se obtuvo la ganancia en número de estudiantes que lograron una concepción correcta del concepto abarcado en la cuestión sobre el tema de enlace químico una vez visto el tema. También abarco los resultados de las pruebas de actitudes ante la química y generales por medio de dos escalas, la de diferencial semántico y la de Likert así como la prueba de razonamiento científico, con éstos resultados se obtuvo la correlación existente entre las variables: ganancia y post-test vs actitudes ante la química y generales y razonamiento. Además también se abarca la ganancia obtenida por pregunta en la prueba del post-test para ambos grupo. Finalmente de se discutió sobre las observaciones realizadas durante la implementación de la unidad didáctica en el grupo experimental.

Capítulo 5. Conclusiones

El presente capítulo, muestra la discusión de los resultados que permiten dar respuesta a la pregunta planteada en la investigación la cual fue: ¿cuál es el efecto del razonamiento científico y actitudes para el aprendizaje del enlace químico en estudiantes de bachillerato?. También presenta las conclusiones de la investigación de acuerdo a los resultados encontrados con las diversas pruebas realizadas, así mismo contiene algunas recomendaciones derivadas la investigación y que permitirán a futuras investigaciones considerarlas para mejorar el estudio.

Discusión y conclusiones

Los resultados obtenidos de los instrumentos de evaluación empleados para esta investigación, muestran parámetros importantes que contribuyen a dar respuesta a las preguntas de la investigación. Esto permite además poder concluir con respecto a la investigación planteada y proponer algunas ideas para futuras investigaciones que permitan comprender mejor el fenómeno estudiado.

La pregunta crucial de la investigación fue: ¿cuál es el efecto del razonamiento científico y actitudes para el aprendizaje del enlace químico en estudiantes de bachillerato?. Esta pregunta dio origen a otras interrogantes que cuestionaban sobre los factores que pueden llegar a influir en el desarrollo del razonamiento científico de los estudiantes cuando intentan aprender y hacer significativo el tema de enlace químico y que de alguna manera dan respuesta a la pregunta inicial.

Entre ellos esta, la forma en cómo aprender los estudiantes para lo cual se considero la implementación de un unidad didáctica en la que se buscó trabajar con diversos materiales que abarcarán los tres canales de aprendizaje, como el auditivo, el visual y el kinestésico para contribuir con la adquisición del aprendizaje. La unidad

didáctica se aplicó al grupo experimental. Esto permite concluir más adelante los resultados encontrados.

La prueba del pre-test que se aplicó antes de recibir el tema de enlace químico, tuvo como finalidad el indagar sobre las concepciones que presentaban los estudiantes, con la cual se tuvo una referencia para realizar la comparación y obtener la ganancia de estudiantes que lograran una mejor comprensión del tema en la prueba del post-test.

Una vez aplicado el pre-test, se procedió a dar instrucciones diferentes a cada grupo. El grupo control curso el tema de forma tradicional, es decir; el profesor fue quien, en su mayor parte expuso el tema. En tanto que el grupo experimental siguió una secuencia didáctica planeada con actividades y diversos materiales que permitieran que el estudiante descubriera y adquiriera su propio aprendizaje. Estuvo basada en la participación activa en todo momento del estudiante, así como en el descubrimiento del conocimiento por medio de la práctica.

En las pruebas para medir las actitudes generales de los estudiantes ante las ciencias se encontró que el grupo experimental presentó ligeramente una tendencia mayor (una media de 2.9) que el grupo control (una media de 2.6), aunque este valor se encuentra dentro de la escala en un punto medio, es decir; no tienen nada en contra de las ciencias pero tampoco presentan un gusto por ellas. Aunque esta prueba no influyó en el desarrollo del razonamiento científico de los estudiantes de ambos grupos.

Esta misma tendencia se observó en el caso de las actitudes ante la química, en la que el grupo experimental está ligeramente por encima (media de 8.0) de la media del grupo control que presentó un valor de 7.6 dentro de una escala de 1 a 10. De igual forma las actitudes ante la química no se manifestaron en el desarrollo del razonamiento científico en los estudiantes, por lo tanto no contribuyeron con una mejor comprensión del enlace químico.

Otra prueba aplicada fue la de razonamiento científico, con ella se obtuvieron resultados que permiten ir dando respuesta a la cuestión de la investigación, estos datos permiten concluir que a pesar de que el grupo experimental presenta a la mayoría de los estudiantes en un razonamiento de nivel superior, no está relacionado con las actitudes que los estudiantes presentan ante las ciencias y ante la química, más bien que los procesos de aprendizaje que han seguido a lo largo de su enseñanza han contribuido a estos resultados en su razonamiento, más no las actitudes.

Entre la prueba de pre-test y post-test se obtuvo una ganancia en cuanto a la cantidad de estudiantes que lograron una mejor comprensión de los conceptos. Para el grupo control la ganancia fue de 12 estudiantes y para el grupo experimental fue de 6 estudiantes. Estos resultados permiten indicar que la unidad didáctica no influyó sobre el desarrollo del razonamiento científico así como a la adquisición de los conceptos en los estudiantes del grupo experimental, de lo contrario se hubiera esperado una mayor ganancia.

Las correlaciones para el grupo control entre la ganancia vs pre-test indican que éste influye de forma positiva aunque débilmente sobre la ganancia obtenida, la misma tendencia es para las pruebas de actitudes, la general ante las ciencias y ante la química con respecto a la ganancia y el razonamiento es el que mostro una mayor influencia sobre la ganancia con un coeficiente de correlación de Pearson de 0.735. En el caso del post-test vs actitudes generales y ante la química muestran una débil influencia sobre los resultados del post-test, en cambio el pre-test y el razonamiento presentan una influencia moderada sobre los resultados.

En tanto que las correlaciones para el grupo experimental, no se muestran tan favorables, ya que la ganancia vs pre-test y actitudes ante la química se muestran negativas (hay una ausencia de correlación) y la ganancia vs actitudes generales y razonamiento se presentan como una influencia débil (casi nula), por su valor muy cercano a cero. Para la correlación entre el post-test vs actitudes generales y ante la

química, ambas tienen una débil relación o influencia con los resultados del post-test, en tanto que el pre-test y el razonamiento presentaron una influencia moderada con los resultados obtenidos en la prueba.

De esta forma se puede apreciar que el grupo experimental aunque tuvo una instrucción diferente e innovadora para el tema de enlace químico, (ya antes mencionada) esto no influyó en los resultados, esto puede deberse a diversos factores como: el uso y/o manejo de la estrategia (unidad didáctica), que fue nueva tanto para los estudiantes como para el docente que la implementó, tampoco hubo experiencia en el docente para manejar la estrategia didáctica, no hubo preparación oportuna para ello, además tuvo que ver la nueva forma de trabajo para los estudiantes ya que aún no están familiarizados con el trabajo en equipos colaborativos.

Con estos resultados se puede considerar que el razonamiento científico y las actitudes que presentan los estudiantes, tanto para el área científica como para la asignatura de química, no son una determinante en la comprensión del tema de enlace químico. Aunque el grupo control presenta mejores resultados ante estas pruebas no logran una relación fuerte que permita concluir que puede influir sobre la comprensión del enlace químico.

Las estrategias y las formas de aprendizaje de los estudiantes (abarcar diversos materiales y recursos para todos los canales de aprendizaje como son el auditivo, visual y kinestésico) así como la secuencia didáctica diseñada e implementada por el profesor para lograr la atención e interés de los estudiantes para el tema, no influyeron en los estudiantes para que estos puedan encontrar, adquirir, desarrollar, habilitar y manifestar un razonamiento científico que les permita desenvolverse y lograr una comprensión de los conceptos involucrados en el tema de enlace químico que les facilite el aprendizaje significativo de éste.

Finalmente la investigación también permite ver que dentro de los programas de estudio existen una gran cantidad de contenido temático que se tiene que cubrir, sin embargo “el peor enemigo de la comprensión es la cobertura” (Biggs, 2005, p. 68). Lo que indica que los docentes están más preocupados por abarcar todo el contenido temático antes que lograr una comprensión y un desarrollo de habilidades cognitivas que favorezcan las condiciones y el ambiente apropiado para la adquisición del conocimiento científico. Así mismo, la actitud, el entusiasmo, el enfoque y las estrategias didácticas que emplea el docente contribuyen a generar las condiciones favorables (ambientes de aprendizaje) para la adquisición del conocimiento.

Recomendaciones

Los resultados obtenidos permiten abrir camino a nuevas interrogantes así mismo a diferentes metodologías a seguir para continuar en la búsqueda de respuestas sobre cómo desarrollar y evaluar el conocimiento científico que presentan los estudiantes en el aprendizaje de un tema. Por lo que se presentan las siguientes recomendaciones para continuar con la investigación.

- Realizar un estudio desde el inicio del curso de química I que permita observar, medir y analizar el nivel de razonamiento científico, las concepciones que tienen y que han desarrollado los estudiantes hasta ese momento de su preparación académica, así como la actitud que tienen para la asignatura.
- Implementar Unidades didácticas en las que además de incluir el contenido temático, se desarrolle las habilidades que permitan aumentar el nivel de razonamiento científico, generando un ambiente agradable (fomentar la actitud positiva) que permita sembrar la semilla que de resultados al finalizar el curso.

- Llevar a cabo una investigación de tipo cualitativo, con la finalidad de obtener datos más precisos sobre el proceso que siguen los estudiantes al ir desarrollando su razonamiento científico.
- Implementar unidades didácticas en las que el docente ya tenga experiencia en la implementación.

Para finalizar se recomienda hacer una reflexión sobre la labor docente que se desempeña en el aula, ya que el interés primordial del profesor está centrado en abarcar el contenido del programa, más que en lograr un nivel óptimo de comprensión y el desarrollo de habilidades del estudiante que le permita emplear sus capacidades y potencialidades (competencias) que contribuyan con su contexto social, cultural, político y económico al que se enfrentará.

Síntesis

El capítulo presentó la discusión y las conclusiones sobre los resultados obtenidos en las pruebas aplicadas al grupo control y al grupo experimental, así mismo presenta algunas recomendaciones para futuras investigaciones basadas en la pregunta de investigación, la cual fue: ¿cuál es el efecto del razonamiento científico y las actitudes de los estudiantes ante el aprendizaje del enlace químico en los estudiantes de bachillerato?. Dentro de algunas recomendaciones se propone realizar pruebas que permitan medir los diversos factores que pueden influir en el aprendizaje, pero desde el inicio del semestre por un mejor seguimiento, así mismo la implementación de secuencias didácticas que faciliten el desarrollo de habilidades y la adquisición de un aprendizaje significativo en los estudiantes y que el docente maneje con experiencia, entre otras. Finalmente se invita a una reflexión sobre el papel que juega el docente para desarrollar las habilidades y competencias en el área científica, desde edades tempranas y hasta el nivel medio superior, que les facilite a lo largo de sus estudios alcanzar un nivel de comprensión y de razonamiento científico propio a su edad.

Referencias

- Acevedo, J.A. (2007). Las actitudes relacionadas con la ciencia y la tecnología en el estudio PISA 2006. [Versión electrónica], *Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología y Sociedad*, 4(3), 394-416.
- Andrade, A.L., Gómez, A.R., Zavala, G.(2009, Enero). *El método de estudio de casos: una estrategia para la enseñanza y el aprendizaje de la química en la escuela secundaria*. Presentado en Congreso Internacional para la Investigación y Desarrollo Educativo. Colegio De Estudios De Posgrado De La Ciudad De México.
- Atkins, P.W. (2005). Skeletal chemistry. [Versión electrónica] *Advancing the Chemical Sciences*, 42(1), 20 y 25.
- Ayala, M. M. (2001). *Tipos de razonamiento y su aplicación estratégica en el aula*. ITESM Universidad Virtual. México: Trillas.
- Ausubel, D. P. (1976). *Psicología educativa. Un punto de vista cognoscitivo*. México: Trillas.
- Ballesteros, M.E. (2002). Comprensión de conceptos de química general. [Versión electrónica]. *Revista Focus, Universidad Interamericana de Puerto Rico*, 1(1), 17-20.
- Beltrán, L. J., Bueno, J.A. (1995). *Psicología de la educación*. Barcelona, España: Boixareu Marcombo.
- Benegas, J. (2007). Tutoriales para Física Introductoria: Una experiencia exitosa de Aprendizaje Activo de la Física. [Versión electrónica]. *Latin American Journal Of Physics Education*, 1(1), 32-38.
- Biggs, J. (2005). *Calidad del aprendizaje universitario*. Madrid, España: Narcea Ediciones.
- Brown, T.L., LeMay, H.E., Bursten, J. (2004). *Química. La ciencia central*. (9ª ed). Estado de México, México: Pearson Educación.
- Caamaño, A. (2006). Repensar el currículo de química en el bachillerato. Centro de Documentación y Experimentación en Ciencias y Tecnología. Barcelona, España. Recuperado de: <http://www.ub.edu/quimica/innovacio/presentacio.pdf>
- Cañas, A.J., Novak, J.D. González, F.M. (2004). *La potenciación de aprendizajes en un entorno T.I.C. Los mapas conceptuales como instrumento cognitivo y herramienta de aprendizaje visual*. España: Pamplona.

- Castro, S.E. (2003). Enfoque de la enseñanza de la ciencia en el nuevo currículum de la educación nacional. *Revista Extramuros de la Universidad Metropolitana de Ciencias de la Educación*, 2. 33-42
- Claxton, G. (2005). Aprendiendo a aprender: objetivo clave en el currículum del siglo XXI. [Versión electrónica]. *Cuadernos de Información y Comunicación*, 10. 259-265.
- Cooper, M. M. (1995). Cooperative learning. An approach for large enrollment courses, [Versión electrónica]. *Journal of Chemical Education*, 72(2), 162-164.
- Coll, C., Martín, E., Mauri, T., Miras, M., Ornuvia, J., Solé, I., Zavala, A. (2007). *El constructivismo en el aula*. (18ª ed). Barcelona, España: Gráo.
- Dávila, N.G.(2006). El razonamiento inductivo y deductivo en el proceso investigativo de ciencias experimentales y sociales. [Versión electrónica]. *Laurus, Revista de Educación*, 12. 180 – 205.
- De Posada. J.M. (1999). Concepciones de los alumnos sobre el enlace químico antes, durante y después de la enseñanza formal. Problemas de aprendizaje. [Versión electrónica]. *Enseñanza de la ciencias, Revista de Investigación y Experiencias Didácticas*, 17 (2), 227-245 227.
- De Pro, B.A. (2003). Algunas reflexiones sobre la enseñanza y el aprendizaje de la Física y de la Química. *Revista educar en el 2000. Dpto. Didáctica de las Ciencias Experimentales. Universidad de Murcia*. 12-17.
- Dewey, J. (2004). *Democracia y educación*. (6ª ed.) Madrid, España: Morata.
- Diario Oficial de la Federación (2008). *Acuerdo Núm. 442 por el que se establece el Sistema Nacional de Bachillerato en un marco de diversidad*.
- Díaz, A. F. García, G. J. J. (2004). *Características formales de las pruebas. Evaluación criterial del área de Matemáticas*.. Barcelona, España: Praxis.
- Díaz-Barriga, F. y Hernández, R. (2002). *Estrategias docentes para un aprendizaje significativo. Una interpretación constructivista*. (2ª. ed.). Distrito Federal, México: McGraw-Hill.
- Ebel, R. (1977). *Fundamentos de la medición educacional*. Buenos Aires, Argentina: Guadalupe.
- Espinosa, J., Román, T. (1991). Actitudes hacia la ciencia y asignaturas pendientes. Dos factores que afectan al rendimiento de las ciencias. [Versión electrónica]. *Enseñanza de las Ciencias*, 9(2), 151-155.

- Espinosa, G.J., Galán, R.T. (1998). La medida de las actitudes usando las técnicas de Likert y de diferencial semántico. [*Versión electrónica*]. *Enseñanza de las Ciencias*, 16(3), 477-484.
- Fensham, P.J. (2000). Time to change drivers for scientific literacy. [*Versión electrónica*]. *Journal of Science, Mathematics and Technology Education*, 2, 9-24.
- Furió-Mas, C., Domínguez-Sales, C. (2007). Problemas históricos y dificultades de los estudiantes en la conceptualización de sustancia y compuesto químico. [*Versión electrónica*]. *Enseñanza de las ciencias*, 25(2), 241–258 241.
- Galindo, L.J. (1998). Técnicas de investigación en sociedad, cultura y comunicación. Buenos Aires, Argentina: Paidós.
- García, F. A., Garritz, A., Chamizo, J.A. (2008). Enlace químico. Una aproximación constructivista a su enseñanza. (91-147). México: Universidad Autónoma de México.
- García, F. A., Garritz, A. (2006). Desarrollo de una unidad didáctica: El estudio del enlace químico en el bachillerato. [*Versión electrónica*]. *Enseñanza de las ciencias*, 24(1), 111 – 124.
- Garritz, R.A. (2009). La afectividad en la enseñanza de la ciencia. Distrito Federal, México: Facultad de Química, Universidad Nacional Autónoma de México.
- Garritz, A., Chamizo, J.A.(2001). *Tú y la química*. Distrito Federal, México: Pearson Educación.
- Gillespie, R.J. (1997). The great ideas of chemistry. [*Versión electrónica*]. *Journal of Chemical Education*, 74(7), pp.862-864.
- Giroux, S., Tremblay, G. (2004). *Metodología de las Ciencias Humanas*. Distrito Federal, México: Fondo de Cultura Económica.
- Gómez, M.A. (2005). E.A.O. y enseñanza de los modelos microscópicos en química. [*Versión electrónica*]. *Enseñanza de las Ciencias*. Número extra. VII Congreso. 1-4.
- Gómez, M.A.(1996). Ideas y dificultades en el aprendizaje de la química. [*Versión electrónica*]. *Revista Alambique, Didáctica de las ciencias experimentales*, 3(7). 37-44.

- Gutiérrez, A. (2008). La evaluación de las competencias científicas en PISA: perfiles en los estudiantes iberoamericanos. [Versión electrónica]. *Revista Alambique Didáctica de las Ciencias Experimentales*, 57. 23-31.
- Gutiérrez, A. (2005). *Introducción a la metodología experimental*. (2ª ed). Distrito Federal, México: Limusa.
- Harlen, W. (2007). *Enseñanza y aprendizaje de las ciencias*. (6ª. Ed.). Barcelona, España: Morata.
- Hernández, R., Fernández-Collado, C., Baptista, L. (2006). *Metodología de la investigación* (4ª. ed.). Distrito Federal, México: Mc-Graw Hill.
- Hurtado, D. B. J. (2000). *Metodología de la investigación*. (3ª. ed.). Caracas, Venezuela: Sypal.
- INEGI (2005) Censo de población y vivienda.
- INEGI (2007). *Perspectiva Estadística*. Estado de México.
- Izquierdo, A.M. (2004). Un nuevo enfoque de la enseñanza de la química: contextualizar y modelizar. [Versión electrónica]. *The Journal of the Argentine Chemical Society*, 92(4/6). 115-136.
- Jiménez, A.M., Caamaño, A., De Pro, A. (2003). *Enseñar ciencias*. (2ª. ed.). Barcelona, España: Gráo.
- Johnson, D. W. y Johnson, R. T. (1999). *Learning together and alone. Cooperative, Competitive and Individualistic Learning*. (5ª ed.). Boston, U.S.A: Allyn and Bacon.
- Likert, R. (1934). *Archives of Psychology*, 140, pp. 1-55.
- Macías, A. (2009). La RIEMS, un fracaso anunciado. *Odiseo, Revista Electrónica de Pedagogía*, 6, (12). Recuperado de <http://www.odiseo.com.mx/2009/6-12/pdf/macias-riems.pdf>
- Martínez, J.M. (2008). *El arte de aprender y enseñar*. Manual para docentes. Santa Cruz de la Sierra, Bolivia: La Hoguera.
- Martínez, M.M. (1999). *La investigación cualitativa etnográfica en educación*. Manual teórico-práctico. Distrito Federal, México: Trillas.
- Matus, L. L., Benarroch, B.A., Perales, P. F. (2009). Las imágenes sobre enlace químico usadas en los libros de texto de educación secundaria. Análisis desde los

- resultados de la investigación educativa. [Versión electrónica]. *Enseñanza de las Ciencias*, 26(2). 153-176.
- Mayer, E.R. (2002). *Psicología de la educación. El aprendizaje de las áreas del conocimiento*. Madrid, España: Pearson Education.
- Mejía, A.R., Sandoval, S.A. (2003). *Tras las vetas de la investigación cualitativa*. (3ª ed). Jalisco, México: Teso.
- Mejías, L.A. (1988). *Validation of a Spanish version of the Revised Science Attitude Scale for children with seventh grade students in Puerto Rico*. Tesis doctoral no publicada. The Pennsylvania State University.
- Misiti, F.L. (1991). *Cognitive dissonance and the effect of a counterattitudinal advocacy on improving science attitudes of middle school students*. Disertación doctoral no publicado. The Pennsylvania State University.
- Novak, J.D., Gowin, D.B. , Johansen, D. (1983). The Use of the Concept Mapping and Knowledge Vee Mapping with Junior High School Science Students. [Versión electrónica]. *Science Education*, 67(5), 625-645.
- OCDE (2006): *Assessing Scientific, Reading and Mathematical Literacy: A Framework for PISA 2006*. París. OECD.
- OCDE (2007): *PISA 2006: Science Competencies for Tomorrow's World*, Volume1: Analysis. París. OECD.
- OCDE (2006): *The PISA 2006 Assessment Framework. Science, Reading and Mathematics*. Paris, OECD. (edición en español: OCDE (2006): PISA 2006. Marco de la Evaluación. Conocimientos y habilidades en Ciencias, Matemáticas y Lectura. Madrid: Santillana.
- OCDE (2007).Informe Español de PISA 2006. Programa para la Evaluación Internacional de Alumnos de la OCDE. Secretaría General Técnica. ISBN: 978-84-369-4529-4
- Ormrod J. E. (2005). *Aprendizaje humano*. (4ª. ed). Madrid, España: Pearson Education.
- Pauling, L.,(1992) The nature of the chemical bond-1992. [Versión electrónica]. *Journal of Chemical Education*, 69(6), 519-521.
- Piaget, J. Inhelder, B. (1969). *Psicología del niño*. (17ª ed.). París, Francia: Morata.
- Pozo, J. I. y Gómez, M. A. (2004). *Aprender y enseñar ciencia. Del conocimiento cotidiano al conocimiento científico*. (4ª. Ed.). Madrid, España: Morata.

- Reid, Joy M. (1995). *Learning Styles: Issues and Answers. Learning Styles in the ESL/EFL Classroom*. Boston, U.S.A: Heinle & Heinle Publishers.
- Riboldi, L., Pliego, O., Odetti, H. (2004). El enlace químico: Una conceptualización poco comprendida. [Versión electrónica]. *Enseñanza de las ciencias*, 22(2), 195 – 212.
- Ríos, C. R. (2007). "¿Por qué se fracturan los materiales?" [Versión electrónica]. *Revista Ciencia y Desarrollo*, 33(213), 54-59.
- Sánchez, B., Valcárcel, M.V. (1993). Diseño de unidades didácticas en el área de ciencias experimentales. [Versión electrónica]. *Enseñanza de las Ciencias*, 11(1), 33-44.
- Secretaría de Educación Pública. (2009). *Reforma Integral de la Educación Media Superior*. Sistema Nacional de Bachillerato. Disco compacto interactivo. Información para docentes.
- Secretaría de Educación Pública (2008). *Programa de formación docente de Educación Media Superior*.
- Tecpan, F.S. (2009). *Factores que influyen en el aprendizaje al emplear analogías como estrategia didáctica en la asignatura de física en el nivel medio superior comparado con el aprendizaje al utilizar la estrategia didáctica basada en modelos matemáticos*. Tesis de maestría no publicada. ITESM. Universidad virtual.
- UNESCO. (1999). Conferencia Mundial Sobre la Educación Superior en el Siglo XXI: Visión y acción. Conferencia General 30ª reunión, París.
- Valdés, A.A., Ramírez, M.C., Martín, M. (2009). Motivación hacia el estudio de la Química en estudiantes de Bachillerato Tecnológico°
- Vygotsky, L. (2007). *Pensamiento y habla*. Buenos Aires, Argentina: Colihue Clásica.

Anexos

Anexo A. Parte experimental de la Unidad didáctica:

Exploremos las propiedades (conductividad eléctrica, solubilidad y punto de fusión)

Construye el dispositivo de la Figura No.1, que no es otra cosa más que un detector de conductividad eléctrica. Para probar que funciona pon en contacto las dos terminales: ¡el diodo debe encenderse!

Material:

Diodo emisor de luz (led) $\Omega = 1\ 200$ Ohms

Tubo de manguera negro

Carcaza de pluma de escribir

Pila de 1.5 V

Cable de Cu

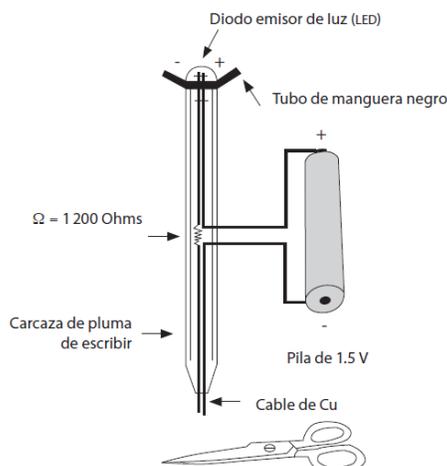


Figura 1. Conductividad eléctrica. Entre todos los elementos del aparato, la parte más cara es la pila.

- Investiga la conductividad eléctrica de las siguientes sustancias utilizando el aparato que acabas de construir. (Tu maestra o maestro puede proporcionarte otras sustancias de acuerdo a su disponibilidad)

Magnesio (Mg)

Naftaleno (C₁₀H₈)

Dióxido de silicio (SiO₂)

Cloruro de sodio (NaCl)

Sacarosa (C₁₂H₂₂O₁₁)

Hierro (Fe)

Azufre (S)

Bromuro de Calcio (CaBr₂)

Grafito (C)

- Investiga la solubilidad en agua de estas mismas sustancias y también la conducción eléctrica de la disolución (recuerda usar agua destilada para la prueba de conductividad).
- Agrupa las sustancias de acuerdo con las propiedades que presentaron.
- Construye una explicación de las razones por las cuales hay sustancias que conducen la electricidad y otras que no. Intenta explicar también por qué conducen la electricidad algunas de las disoluciones acuosas de las sustancias. Explica por qué algunas de estas sustancias son solubles en agua y otras no.

A continuación se presenta una lista de las temperaturas de fusión de las sustancias bajo estudio:

Magnesio (Mg)	650 °C
Naftaleno (C ₁₀ H ₈)	80 °C
Dióxido de silicio (SiO ₂)	1700 °C
Cloruro de sodio (NaCl)	801 °C
Sacarosa (C ₁₂ H ₂₂ O ₁₁)	170 °C
Hierro (Fe)	1540 °C
Azufre (S)	119 °C
Bromuro de Calcio (CaBr ₂)	730 °C
Grafito (C)	> 3500 °C

Investiga con el mismo dispositivo la conductividad eléctrica de los siguientes materiales:

madera

clavo

agua destilada (de la que se usa para añadir a las baterías de los autos)

sudor o saliva

gasolina o petróleo (cuidado con las chispas o el fuego cercano)

agua con bicarbonato de sodio o sal común disuelta

aceite o mantequilla

la mina de un lapicero

un objeto de metal

Sepáralos en dos grupos, aquéllos que condujeron la electricidad y aquéllos que no lo hicieron y trata de explicar los resultados pensando en la composición de estos materiales.

Anexo B. Preguntas para la práctica

Responde a las siguientes preguntas:

1. ¿A qué se deben las fuerzas que mantienen unidas a las partículas que componen las sustancias?
2. ¿Por qué existen sustancias, como el NaCl, que no conducen cuando están sólidas y sí lo hacen cuando están disueltas en agua?
3. ¿Por qué hay disoluciones de ciertas sustancias que conducen la electricidad y otras no?
4. ¿A qué se debe que algunas sustancias se disuelvan en agua y otras no?
5. ¿Será posible que una sustancia no conduzca la electricidad en estado sólido y sí cuando está fundida? ¿Por qué?
6. ¿A qué se debe que las sustancias tengan tan distintos puntos de fusión?

Anexo C. Pre y Post- Test de evaluación del tema de enlace químico

Nombre de alumno: _____ edad: _____

Escuela: _____ ciclo: _____

Instrucciones: Lee cuidadosamente cada pregunta, analiza y contesta de forma clara y precisa cada una de ellas. Utiliza bolígrafo.

1. ¿Por qué se unen los átomos?
2. ¿Cómo pueden estar unidos los átomos?
3. ¿Cómo se unen las moléculas?
4. ¿En qué consiste el enlace químico?
5. ¿Qué es la electronegatividad?
6. ¿Qué enlaces existen entre las moléculas en un sólido o un líquido?
7. ¿A qué se debe la solubilidad de las sustancias en otras sustancias?
8. ¿Qué diferencia hay entre átomo y ión?

Anexo D. Cuestionario de diferencial semántico

Este cuestionario está tomado del trabajo sobre la medida de las actitudes hacia las ciencias experimentales de Espinosa y Galán (1998).

CUESTIONARIO DE DIFERENCIAL SEMÁNTICO

El bachillerato general abarca asignaturas de ciencias que son fundamentales para tu formación integral.

A continuación se te expresan una serie de adjetivos o situaciones contrarias. Señala con una puntuación entre 0 y 10 cada una de ellas. Si crees que la cuestión se identifica con lo expuesto a la izquierda redondea el 10, si con la derecha el 0. Si es una situación intermedia, según su proximidad a una u otra situación, acércate más o menos en la puntuación a uno de los extremos.

Nombre de alumno: _____

Sexo: _____ Curso: _____ Edad: _____

1. INTERESANTE	10 9 8 7 6 5 4 3 2 1 0	ABURRIDO
2. CLARO	10 9 8 7 6 5 4 3 2 1 0	LIOSO
3. FÁCIL	10 9 8 7 6 5 4 3 2 1 0	DIFÍCIL
4. ME HA ACERCADO A LA NATURALEZA	10 9 8 7 6 5 4 3 2 1 0	¡NI EN BROMA!
5. PROBARÍA OTRA VEZ	10 9 8 7 6 5 4 3 2 1 0	JAMÁS
6. ASEQUIBLE	10 9 8 7 6 5 4 3 2 1 0	IMPOSIBLE
7. HE APRENDIDO	10 9 8 7 6 5 4 3 2 1 0	NADA
8. ME HA GUSTADO	10 9 8 7 6 5 4 3 2 1 0	NADA
9. ME HE DIVERTIDO	10 9 8 7 6 5 4 3 2 1 0	HE SUFRIDO
10. VALÍA LA PENA	10 9 8 7 6 5 4 3 2 1 0	TIEMPO PERDIDO

Anexo E. Test de Lawson de razonamiento científico

Nombre de alumno: _____ edad: _____

Escuela: _____ ciclo: _____

Instrucciones:

- Asegúrate de marcar bien tus respuestas.
- Llena completamente el círculo de tu respuesta.
- Borra con cuidado y no dejes manchones.
- Escribe tus datos de forma clara, completa y correcta. anteponiendo ceros si es necesario.
- No escribas en la hoja de respuestas salvo para marcar tus datos personales y tus respuestas.
- Igualmente, NO ESCRIBAS SOBRE ESTE EXAMEN.
- Por favor marca en la hoja de respuestas la mejor opción en cada pregunta. Si no estás completamente seguro de lo que se está preguntando por favor consulta al evaluador para cualquier aclaración

Instrucciones: La prueba tiene como finalidad el detectar tu habilidad para aplicar aspectos de razonamiento científico y matemático al analizar una situación para hacer una predicción o resolver un problema. Este examen nos ayuda a planear mejor las actividades de las clases de química para que te sean de mejor beneficio por lo que agradecemos lo contestes lo mejor que puedas.

Marca tu mejor opción en la hoja de respuesta.

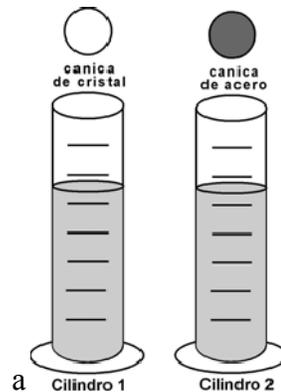
1. Tienes dos bolas de plastilina de igual forma y tamaño. Las dos bolas de plastilina pesan lo mismo. Una de ellas es aplastada en forma de galleta. *¿Cuál de las siguientes oraciones es correcta?*

- a) La pieza en forma de galleta pesa más que la pelota.
- b) Las dos piezas todavía pesan lo mismo.
- c) La pelota pesa más que la pieza en forma de galleta.

2. *debido a que:*

- a) la pieza aplastada cubre una mayor área.
- b) la bola empuja hacia abajo más en un sólo punto.
- c) cuando algo es aplastado pierde peso.
- d) no se ha agregado o quitado plastilina.
- e) cuando algo es aplastado gana peso.

3. En la ilustración se muestran dos vasos cilíndricos llenos al mismo nivel con agua. Los vasos son idénticos en tamaño y forma. También se muestran dos pequeñas esferas, una de vidrio y otra de acero. Las esferas tienen el mismo tamaño pero la de acero es mucho más pesada que la de vidrio. Cuando la esfera de vidrio se coloca en el cilindro 1, ésta desciende al fondo y el nivel de agua aumenta hasta la sexta marca.



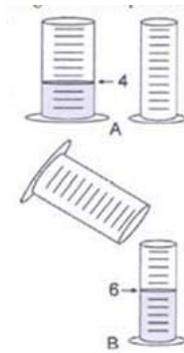
Si colocamos la esfera de acero en el vaso 2, el agua subirá:

- a) al mismo nivel que lo hizo en el vaso 1
- b) a un nivel superior que como lo hizo en el vaso 1
- c) a un nivel inferior que como lo hizo en el vaso 1

4. *debido a que:*

- a) la esfera de acero descenderá más rápido.
- b) las esferas están hechas de diferentes materiales.
- c) la esfera de acero es más pesada que la esfera de vidrio.
- d) la esfera de vidrio crea menos presión.
- e) las esferas tienen el mismo tamaño.

5. A la derecha se ilustran un vaso cilíndrico ancho y uno angosto. Los vasos tienen marcas igualmente espaciadas sobre ellos. Se vierte agua dentro del vaso ancho hasta la cuarta marca (ver A). El agua sube hasta la sexta marca cuando se vierte en el vaso angosto (ver B). Ambos vasos se vacían (no se muestra).



Ahora, agua es vertida en el vaso ancho hasta la sexta marca. *¿Qué tan alto podría subir el agua si fuese vertida en el vaso angosto vacío?*

- a) Alrededor de la marca 8
- b) Alrededor de la marca 9
- c) Alrededor de la marca 10
- d) Alrededor de la marca 12
- e) Ninguna de las respuestas anteriores es correcta

6. *debido a que:*

- a) la respuesta no puede ser determinada con la información dada.
 - b) subió 2 marcas en el caso anterior, así que subirá 2 nuevamente.
 - c) sube 3 marcas en el vaso angosto por cada 2 del ancho.
 - d) el segundo vaso es más angosto.
 - e) se debería realizar el experimento vertiendo el agua y observando para averiguar
- Esfera de vidrio Esfera de acero

7. Ahora, agua es vertida en el vaso angosto (descrito en la pregunta 5 arriba) hasta la marca 11. *¿Qué tal alto subirá esta agua si fuera vertida en el vaso ancho vacío?*

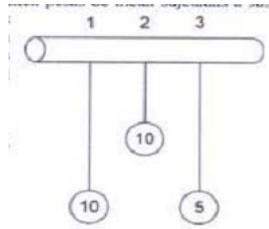
- a) Alrededor de $7 \frac{1}{2}$
- b) Alrededor de 9
- c) Alrededor de 8
- d) Alrededor de $7 \frac{1}{3}$
- e) Ninguna de las respuestas anteriores es correcta

8. *debido a que:*

- a) las razones deben permanecer iguales
- b) se debería realizar el experimento vertiendo el agua y observando para averiguar.
- c) la respuesta no puede ser determinada con la información dada.
- d) en el caso anterior disminuyó 2 así que será 2 menos nuevamente.
- e) sustrae 2 del ancho por cada 3 del angosto.

9. En la figura se encuentran 3 cuerdas colgando de una barra. Las 3 cuerdas tienen pesas de metal sujetadas a sus extremos. La cuerda 1 y la cuerda 3 tienen la misma longitud. La cuerda 2 es más corta. La cuerda 1 tiene una pesa de 10 unidades, la cuerda dos también

tiene una pesa de 10 unidades y la cuerda 3 tiene una de 5 unidades. Las cuerdas (con las pesas) pueden ser balanceadas hacia delante y hacia atrás y el tiempo que toman para dar un recorrido completo puede ser medido.



Supón que quieres averiguar si la longitud de la cuerda tiene un efecto sobre el tiempo que toma en balancearse hacia delante y hacia atrás. *¿Qué cuerda podría utilizarse para averiguarlo?*

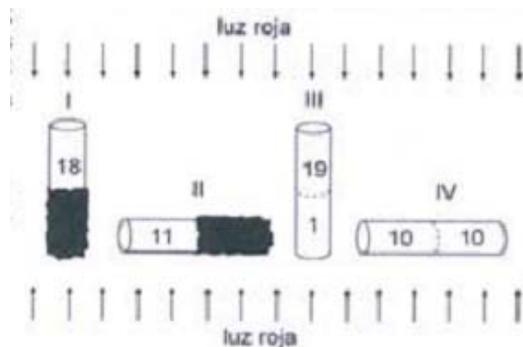
- a) Solamente una cuerda
- b) Las 3 cuerdas
- c) 2 y 3
- d) 1 y 3
- e) 1 y 2

10. *debido a que:*

- a) debes usar las cuerdas más largas.
- b) debes comparar cuerdas con pesas livianas y pesas pesadas.
- c) solamente las longitudes difieren.
- d) para hacer todas las comparaciones posibles.
- e) las pesas difieren.

11. Veinte moscas de fruta son colocadas en cada uno de los cuatro tubos de vidrio y posteriormente son sellados.

Los tubos I y II son parcialmente cubiertos con papel negro; los tubos III y IV no son cubiertos. Los tubos son colocados como se muestra en la figura y se exponen a luz roja por 5 minutos. El número de moscas en la parte descubierta de cada tubo se muestra en la ilustración.



Este experimento muestra que las moscas responden a:

(entiéndase por “responder” que se mueven hacia ó se alejan de)

- a) la luz roja pero no a la gravedad

- b) la gravedad pero no a la luz roja
- c) ambas la luz roja y a la gravedad
- d) ni a la luz roja ni a la gravedad

12. *debido a que:*

- a) la mayoría de las moscas están en el extremo superior del tubo III pero dispersas equitativamente en el tubo II.
- b) la mayoría de las moscas no bajaron al fondo de los tubos I y III.
- c) las moscas necesitan luz para ver y deben volar contra la gravedad.
- d) la inmensa mayoría de las moscas están en los extremos superiores y en los extremos iluminados de los tubos.
- e) algunas moscas están en ambos extremos de cada tubo.

13. En un segundo experimento, un tipo diferente de mosca y luz azul fueron utilizadas. Los resultados son mostrados en la ilustración.



Estos datos muestran que estas moscas responden a:

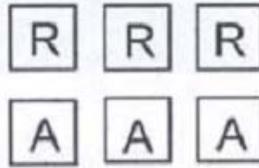
(entiéndase por “responder” que se mueven hacia ó se alejan de)

- a) la luz azul pero no a la gravedad
- b) la gravedad pero no a la luz azul
- c) la luz azul y a la gravedad
- d) ni a la luz azul ni a la gravedad

14. *debido a que:*

- a) algunas moscas están en ambos extremos de cada tubo
- b) las moscas necesitan luz para ver y deben volar contra la gravedad
- c) las moscas están distribuidas uniformemente en el tubo IV y en el extremo superior del tubo III.
- d) la mayoría de las moscas están en el extremo iluminado del tubo II pero no bajan en los tubos I y III.
- e) la mayoría de las moscas están en el extremo superior del tubo I y en el extremo iluminado del tubo II.

15. Se colocan seis piezas cuadradas de madera en una bolsa de tela oscura y se mezclan. Las seis piezas son idénticas en tamaño y forma, tres piezas son rojas (R) y tres amarillas (A). Suponga que alguien extrae una pieza de la bolsa (sin ver). *¿Qué posibilidad hay de que sea roja?*

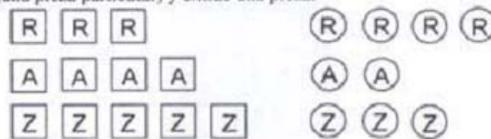


- a) 1 posibilidad de cada 6 eventos
- b) 1 posibilidad de cada 3 eventos
- c) 1 posibilidad de cada 2 eventos
- d) 1 posibilidad de cada 1 evento
- e) No puede ser determinado

16. *debido a que:*

- a) 3 de las 6 piezas son rojas.
- b) no hay manera de decir qué pieza será sacada.
- c) solamente una pieza de las 6 en la bolsa será extraída.
- d) las 6 piezas son idénticas en tamaño y forma.
- e) solamente una de las 3 piezas rojas puede ser extraída.

17. Se colocan tres piezas rojas (R) cuadradas de madera, cuatro piezas amarillas (A) cuadradas y cinco piezas azules (Z) cuadradas en una bolsa de tela oscura. Se colocan también cuatro piezas rojas redondas, dos amarillas redondas y tres azules redondas. Se mezclan todas las piezas. Supón que alguien introduce la mano en la bolsa (sin ver y sin distinguir con el tacto alguna pieza particular) y extrae una pieza.



¿Cuántas posibilidades hay de que la pieza sea roja redonda o azul redonda?

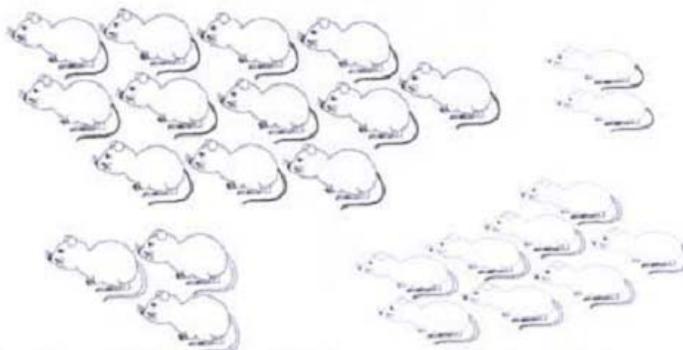
- a) No puede ser determinado
- b) 1 posibilidad de cada 3 eventos
- c) 1 posibilidad de cada 21 eventos
- d) 15 posibilidades de cada 21 eventos
- e) 1 posibilidad de cada 2 eventos

18. *debido a que:*

- a) 1 de las 2 formas es redonda.
- b) 15 de las 21 piezas son rojas o azules.
- c) no hay manera de predecir qué pieza será extraída
- d) solamente 1 de las 21 piezas será extraída de la bolsa
- e) 1 de cada 3 piezas es una pieza redonda roja o azul

19. El granjero Brown estuvo observando a los ratones que viven en su campo. Descubrió que todos eran flacos o gordos y que tenían colas blancas o negras. Esto lo hizo cuestionarse si habría relación entre el tamaño del ratón y el color de su cola. Así que capturó y observó a todos los ratones de una parte de su campo. Estos son los ratones

que capturó.



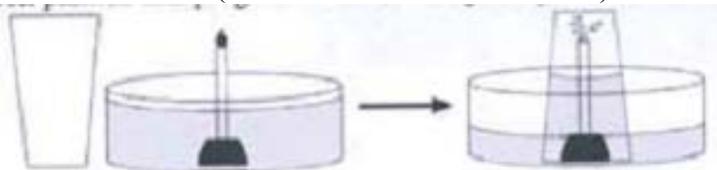
¿Piensas que hay alguna relación entre el tamaño de los ratones y el color de sus colas?

- a) Parece haber alguna relación
- b) Parece no haber relación
- c) No puede hacerse una suposición razonable

20. debido a que:

- a) hay varios ratones de cada tipo
- b) puede haber una relación genética entre el tamaño del ratón y el color de su cola
- c) no fueron capturados suficientes ratones
- d) la mayoría de los ratones gordos tienen colas negras mientras que la mayoría de los ratones flacos tienen colas blancas
- e) a medida que los ratones crecen más gordos, sus colas se tornan más oscuras

21. La figura de abajo a la izquierda muestra un vaso de vidrio y una vela de cumpleaños sostenida en un pequeño pedazo de plastilina en un recipiente con agua. Cuando el vaso se voltea boca abajo cubriendo la vela sobre el agua, la vela rápidamente se apaga y el nivel del agua sube dentro del vaso (como se muestra a la derecha).



Esta observación plantea una pregunta interesante: ¿Por qué el nivel del agua sube dentro del vaso? Aquí hay una explicación posible. La flama convierte el oxígeno en dióxido de carbono. Como el oxígeno no se disuelve rápidamente en el agua pero el dióxido de carbono sí, el dióxido de carbono recién formado al tapar la vela se disuelve rápidamente en el agua, disminuyendo la presión del aire dentro del vaso.

Supón que tienes los materiales mencionados arriba, algunos fósforos y un poco de hielo seco (el hielo seco es dióxido de carbono congelado). Usando algunos o todos los materiales, ¿cómo podrías probar esta posible explicación?

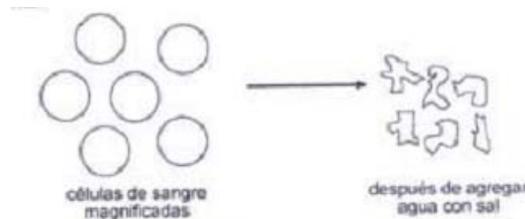
- a) Saturaría el agua con dióxido de carbono y repetiría el experimento notando el crecimiento del agua.
- b) El agua crece porque se consume oxígeno, así que repetiría el experimento en exactamente la misma forma para demostrar que el agua crece debido a la pérdida de oxígeno.

- c) Conduciría un experimento controlado variando solamente el número de velas para ver si esto puede producir una diferencia.
- d) La succión es responsable del crecimiento del agua, así que colocaría un globo sobre la superficie de un cilindro abierto por un extremo y lo colocaría sobre la vela ardiente.
- e) Repetiría el experimento, pero me aseguraría que es controlado colocando todas las variables independientes constantes; luego mediría el crecimiento del nivel del agua.

22. *¿Qué resultado de tu examen (mencionado arriba en la pregunta 21) podría demostrar que tu explicación es probablemente incorrecta?*

- a) el agua sube lo mismo que antes.
- b) el agua sube menos que antes.
- c) El globo se expande.
- d) El balón es succionado.

23. Un estudiante coloca una gota de sangre en el portaobjetos de un microscopio para luego observarla. Como se observa en el diagrama de abajo, las células de la gota roja magnificada lucen como pelotas redondas. Después de añadir unas cuantas gotas de agua con sal a la gota de sangre, el estudiante observa que las células parecen haberse hecho más pequeñas.



Esta observación plantea una pregunta interesante: ¿Por qué las células rojas de la sangre aparecen más pequeñas?

Aquí hay dos posibles explicaciones: **I.** Los iones de sal (Na^+ y Cl^-) empujan la membrana celular y hacen que la célula parezca más pequeña. **II.** Las moléculas de agua son atraídas a los iones de sal así que las moléculas de agua salen de las células y dejan más pequeñas a éstas.

Para probar estas explicaciones, los estudiantes utilizaron un poco de agua con sal, una balanza muy precisa y unas bolsas de plástico llenas de agua, y asumieron que el plástico se comporta justo como membranas de células de sangre. El experimento involucró pesar cuidadosamente una bolsa llena de agua en una solución salina durante 10 minutos y luego volviendo a pesar la bolsa.

¿Qué resultado del experimento podría demostrar mejor que la explicación I es probablemente incorrecta?

- a. La bolsa pierde peso
- b. La bolsa pesa lo mismo
- c. La bolsa parece estar más pequeña

24. *¿Qué resultado del experimento podría demostrar mejor que la explicación II es probablemente incorrecta?*

- a) La bolsa pierde peso

- b) La bolsa pesa lo mismo
- c) La bolsa parece estar más pequeña

Anexo F. Actitudes hacia las ciencias

El test esta tomado del trabajo sobre la medida de las actitudes hacia las ciencias experimentales de Espinosa y Galán (1998), empleando la escala de Likert.

CUESTIONARIO

El bachillerato general abarca asignaturas de ciencias que son fundamentales para tu formación integral.

Queremos conocer tus actitudes y opiniones hacia la ciencia. Por favor, completa el siguiente cuestionario, donde *TA* es «totalmente de acuerdo»; *A* es «de acuerdo»; *N* es «ni fu ni fa»; *D* es «en desacuerdo»; y *TD* es «totalmente en desacuerdo».

Nombre de alumno: _____
 Sexo: _____ Curso: _____ Edad: _____

- | | | | | | |
|---|----|---|---|---|----|
| | TA | A | N | D | TD |
| 1. Comprar libros de ciencias es pesadísimo - - - - - | TA | A | N | D | TD |
| 2. Odio pasar las notas de los experimentos al cuaderno - - - - - | TA | A | N | D | TD |
| 3. Las películas de ciencias me aburren mucho - - - - - | TA | A | N | D | TD |
| 4. Me gustaría que las clases de ciencias durasen todo el día - - - | TA | A | N | D | TD |
| 5. Odio las clases de ciencias - - - - - | TA | A | N | D | TD |
| 6. Me gustaría pertenecer a un club de ciencias que se reuniese después de las clases - - - - - | TA | A | N | D | TD |
| 7. Trabajar en el laboratorio no es mi idea de diversión - - - - - | TA | A | N | D | TD |
| 8. Me encuentro muy bien durante las clases de ciencias - - - - - | TA | A | N | D | TD |
| 9. Odio estudiar ciencias fuera de clase - - - - - | TA | A | N | D | TD |
| 10. No pienso hablar de ciencia con los amigos fuera de clase - - | TA | A | N | D | TD |
| 11. Disfruto usando las matemáticas en los experimentos de ciencias | TA | A | N | D | TD |
| 12. Hacer proyectos de ciencias en casa es estúpido - - - - - | TA | A | N | D | TD |

13. No me gustan los reportajes de ciencias en televisión - - - - -TA A N D TD
14. Aprender cosas de ciencias es pesadísimo - - - - - TA A N D TD
15. No tengo inconveniente en repetir un experimento varias veces para comprobar la respuesta TA A N D TD