

UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL
DOCTORADO INTERINSTITUCIONAL DE EDUCACIÓN

ANÁLISIS COMPARATIVO EN EL LOGRO DE APRENDIZAJE, LAS ACTITUDES
Y LA PERMANENCIA DE LOS APRENDIZAJES DE TRES ESTRATEGIAS
DIDÁCTICAS DE ENSEÑANZA DE LA QUÍMICA Y SU INTERACCIÓN CON EL
ESTILO COGNITIVO EN LA DIMENSIÓN DEPENDENCIA-INDEPENDENCIA DE
CAMPO DIC

Tesis Doctoral Presentada Por

GLADYS ELENA HURTADO OSORIO

Director: Dr. Christian Hederich M. Ph.D.

JURADOS: Dr. Alvaro García

Dra. Yolanda Ladino

Dr. Pedro Nel Zapata

AGRADECIMIENTOS


Empiezo agradeciendo a Dios todo poderoso por darme la voluntad y las capacidades para llevar a cabo esta meta personal. A mis padres por su apoyo desde siempre, aunque no estén ahora conmigo, sé que me acompañan y fortalecen.

A mis hijos, Luisa Fernanda, Christian David y Ángel Nicolás, y a William por su comprensión y apoyo, especialmente en los momentos más difíciles y por ser el motor que me impulsa para seguir adelante.

Un agradecimiento especial al doctor Christian Hederich y la doctora Ángela Camargo por su acompañamiento y orientación en mi proceso formativo y durante la ejecución de la investigación que llevó a culminar esta tesis.

A mis profesores, especialmente el doctor Mario Quintanilla de la Universidad Pontificia Católica de Chile y compañeros de la Universidad Pedagógica Nacional que de alguna manera colaboraron durante mi proceso de formación doctoral y durante la investigación.

Finalmente agradezco a los profesores, alumnos y directivas del Colegio Pablo de Tarso que participaron en esta investigación por su apoyo incondicional, colaboración y dedicación dado que sin su ayuda no hubiera sido posible.

 UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL <i>Excellence in Education</i>	FORMATO	
	RESUMEN ANALÍTICO EN EDUCACIÓN - RAE	
Código: FOR020GIB	Versión: 01	
Fecha de Aprobación: 10-10-2012	Página 4 de 387	

1. Información General	
Tipo de documento	Tesis doctoral
Acceso al documento	Universidad Pedagógica Nacional. Biblioteca Central
Título del documento	Análisis comparativo en el logro de aprendizaje, las actitudes y la permanencia de los aprendizajes de tres estrategias didácticas de enseñanza de la química y su interacción con el estilo cognitivo en la dimensión dependencia-independencia de campo DIC.
Autor(es)	Hurtado Osorio, Gladys Elena
Director	Hederich, Christian
Publicación	Bogotá, Universidad Pedagógica Nacional, 2017, 387p.
Unidad Patrocinante	
Palabras Claves	Estrategia didáctica, logro de aprendizaje, actitudes, permanencia del aprendizaje, estilo cognitivo.

2. Descripción

En la tesis doctoral se estudia los efectos diferenciales de tres estrategias didácticas activas: aprendizaje por descubrimiento guiado, enseñanza para la comprensión y aprendizaje basado en problemas en el logro de aprendizaje medido en la habilidad para resolver problemas, en las actitudes y en la permanencia de los aprendizajes y cómo incide el estilo cognitivo en la dimensión dependencia- independencia de campo DIC en estos procesos.

3. Fuentes

Alfieri, L., Brooks, P. J., Aldrich, N. J., & Tenenbaum, H. R. (2011). Does discovery-based instruction enhance learning? *Journal Of Educational Psychology*, 103(1), 1-18.

Álvarez, G. (2011). *Símbolos, fórmulas, imágenes y palabras: sus implicaciones en la enseñanza y el aprendizaje de la estequiometría*. Universidad Nacional de Colombia. Medellín. Recuperado de: <http://www.bdigital.unal.edu.co/5871/1/71658095.2012.pdf> [consulta: 19/02/15].

Anteliz, A. (2008). El aprendizaje en las ciencias naturales un problema de lenguaje. *Memorias IIEC 2008*, 2 (3). Págs. 67-75. Recuperado de: http://portalweb.ucatolica.edu.co/easyWeb2/files/44_204_v2-n3anteliz.pdf [consulta: 11/5/15].

Arellano, M. (2005). *La enseñanza para la comprensión en el aprendizaje de la fonética y fonología inglesa en el ámbito de la formación docente*. Universidad Nacional de San Luis. San Luis.

Barrón, A. (1993). Aprendizaje por descubrimiento: principios y aplicaciones inadecuadas. *Investigación y Experiencias Didácticas. Enseñanza de las Ciencia*, 11 (1). Págs. 3-11. Recuperado de: <http://www.raco.cat/index.php/ensenanza/article/viewFile/39770/93221> [consulta: 17/3/15].

Clavel, M. y Torres, J. (2010). Acceso y permanencia en una educación de calidad. La

enseñanza para la comprensión como marco conceptual para el mejoramiento de la calidad educativa: la estrategia de la evaluación integrativa. Congreso Iberoamericano de Educación 2021, Argentina. Recuperado de: http://www.chubut.edu.ar/descargas/secundaria/congreso/ACCESO/R1857_Torres.pdf [consulta: 3/09/13]

Del Valle, W. (2012). Enseñanza de la Estequiometría con un enfoque sistemático. Universidad Nacional de Colombia, Medellín. Recuperado de: <http://www.bdigital.unal.edu.co/8377/1/98521107.2012.pdf> [consulta: 19/02/15].

Díaz, C. (2012). *Prácticas de laboratorio a partir de materiales de la vida cotidiana como alternativa en el proceso de enseñanza- aprendizaje de la química*. Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Ciencias naturales y exactas. Manizales. Recuperado de: <http://www.bdigital.unal.edu.co/9499/1/8411005.2013.pdf> [consulta: 11/5/15].

Floré, E. y Leymonié, J. (2007). *Planificaciones de aula que promueven la comprensión*. Didáctica Práctica para Enseñanza Media y Superior. Grupo Magro. Montevideo. Recuperado de: http://maristas.org.mx/gestion/web/articulos/planificaciones_aula_promueven_comprensio_n.pdf [consulta: 14/02/15].

Furió, C., Calatayud, M. y Bárcenas, S.(s.f.) Deficiencias epistemológicas en la enseñanza de las reacciones ácido-base y dificultades de aprendizaje. *Red Académica*. Recuperado de: http://www.pedagogica.edu.co/storage/ted/articulos/ted07_03arti.pdf [consulta: 12/08/15].

Galagovsky, L. Rodríguez, M. Stamati, N y Morales, L. (2003). Representaciones mentales, lenguajes y códigos en la enseñanza de ciencias naturales. Un ejemplo para el aprendizaje del concepto de reacción química a partir del concepto de mezcla. *Enseñanza de las Ciencias*.21 (1). Pág.107-211.

Hederich, C. (2004). *Estilo cognitivo en la dimensión de independencia-dependencia de campo. Influencias culturales e implicaciones Para la educación*. Universitat Autònoma de Barcelona. Bellaterra, España.

Hederich, C. (2010) Acerca de la noción general de estilo en la educación –Pertinencia,

importancia y especificidad-. En Actualidades Pedagógicas, No. 55, pp. 13-21.

Hederich, C. (2013) Estilística Educativa. En Revista Colombiana de Educación, No. 64, pp. 21-56. DOI: 10.17227/1203916.rce6421

Hederich, C. & Camargo, A. (2001). Estilo cognitivo y logro académico en la ciudad de Bogotá. En Revista Colombiana de Educación, no. 40-41, pp. 147-172.

Hederich, C. & Camargo, A. (2015a) Cognitive style and educational performance. The case of public schools in Bogotá, Colombia. Educational Psychology, 36(4), 719-737. DOI: 10.1080/01443410.2015.1091916

Hederich, C. & Camargo, A. (2015b) Estilística educativa –un campo de investigación en educación y pedagogía-. Revista Latinoamericana de Estudios Educativos, 11 (2): 134-167.

Herrera, E. (2012). La uve de gowin como instrumento de aprendizaje y evaluación de habilidades de indagación en la unidad de fuerza y movimiento. *Paradigma*. 33(2). Recuperado de: http://www.scielo.org/ve/scielo.php?pid=S1011-22512012000200006&script=sci_arttext [consulta: 12/5/15].

Ibargüengoitia, M. (2012). Influencia de algunos factores en el aprendizaje de la Química. Resultados de una investigación. México. D.F. Recuperado de: http://virtual.cudi.edu.mx:8080/access/content/group/6c6fbbea-1742-4cba-9417-d29b08ed91b6/2012_01_27/martha_ibarguengoitia.pdf [consulta: 9/5/15].

Izquierdo, M. (1994). La V de Gowin, un instrumento para aprender a aprender (y a pensar). *Alambique*, 1. Págs. 114-124.

Moncaleano, H., Furió, C., Hernández, J. y Calatayud, M. (2003). Comprensión del equilibrio químico y dificultades en su aprendizaje. *Enseñanza de las ciencias*. Número extra. Págs. 111-118.

Montagut, P. (2010). Los procesos de enseñanza y aprendizaje del lenguaje de la química en

estudiantes universitarios. *Educación química. Universidad Nacional Autónoma de México*. 21 (2).

Morales, P. (2006). *La dimensión Emocional en el Aprendizaje y sus efectos*. Módulo ocho. Universidad Rafael Landívar. Editores Bankengruppe KfW. Guatemala. Págs. 3-53. Recuperado de: <http://biblio3.url.edu.gt/PROFASR/Modulo-Formacion/08.pdf> [consulta: 13/3/15].

Morales, P. y Landa, V. (2004). Aprendizaje basado en problemas. *Theoria*, 13. Pág. 145-157.

Muñoz, O. et al. (2013). Actitudes que propician el aprendizaje de la Química en estudiantes universitarios conforme avanzan en la carrera. *Educación Química*. 24, número extraordinario 2. Págs. 529-437.

Noy, J. (2008). Aprendizaje significativo de conceptos de estequiometría inorgánica a partir de una unidad didáctica basada en la resolución de problemas. *Memorias IIEC*, 2 (3), Págs. 105-114. Recuperado de: http://portalweb.ucatolica.edu.co/easyWeb2/files/44_209_v2n3noy.pdf [consulta: 19/02/15].

Obando, S. (2013). *Implementación de estrategias didácticas para la enseñanza de la estequiometría en estudiantes del grado once de enseñanza media*. Maestría en enseñanza de las Ciencias Exactas y Naturales. Universidad Nacional de Colombia. Medellín. Recuperado de: <http://www.bdigital.unal.edu.co/10308/1/36758490.2013.pdf> [consulta: 19/02/15].

Pogré, P. (2001). Enseñanza para la comprensión. Un marco para innovar en la intervención didáctica. Escuelas del futuro II. Capítulo 3, como planifican las escuelas que innovan. *Editorial Papers*. Pág. 2. Recuperado de: <http://www.latitud-nodosur.org/IMG/pdf/Pogre-EpC- Un marco para innovar.pdf>

Pozo, J. y Gómez, M. (2009). Aprender y enseñar ciencia. Del conocimiento cotidiano al conocimiento científico. Ediciones Morata, S.L. 1º edición. Madrid. Págs. 330.

Pozo, J., Gómez, M., Limón, M., Sanz, M.(1991), Procesos cognitivos en la comprensión de la ciencia : las ideas de los adolescentes sobre la química, C.I.D.E., Colección Investigación, No. 65, Madrid, Pág. 215, 350.

Pozo, J., Postigo Y. y Gómez, M. (1995). Aprendizaje de estrategias para la solución de problemas en ciencias. La resolución de problemas. Alambique, 5. Págs. 16-26.

Sierra, J. (1994). *Estilos cognitivos en niños sordos dependencia independencia de campo (DIC): implicaciones educativas*. Facultad de Educación. Universidad Complutense de Madrid. Madrid. Recuperado de: <http://biblioteca.ucm.es/tesis/19911996/S/5/S5006301.pdf> [consulta: 16/3/15].

Stone, M. (1999). *La enseñanza para la comprensión*. Editorial Paidós. Buenos Aires. Pág. 450.

Tinajero, C. y Páramo, M. (2013). El estilo cognitivo dependencia independencia en el proceso de enseñanza aprendizaje. *Revista Colombiana de Educación*. 64. Págs. 57-78.

Vilches, A. y Furió, C. (1999). *Ciencia, tecnología, sociedad: implicaciones en la educación científica para el siglo XXI*. I Congreso Internacional "Didáctica de las Ciencias" y VI Taller Internacional sobre la Enseñanza de la Física "La Enseñanza de las Ciencias a las puertas del siglo XXI". Recuperado de: <http://www.oei.es/salactsi/ctseduccion.htm> [consulta: 14/3/15].

4. Contenidos

El documento está dividido en capítulos. En el primer capítulo se presenta el problema de investigación, los objetivos y la pertinencia pedagógica y educativa de este estudio. En el segundo capítulo se expone el marco conceptual respecto a las tres estrategias didácticas ABP, EPC y ADG, al estilo cognitivo DIC y a las actitudes. En el tercer capítulo se presenta la metodología seguida durante el estudio, en el cuarto capítulo se muestran los resultados y el análisis correspondientes para las pruebas de entrada, pruebas de finalización, preinformes e informes de laboratorio, prueba de permanencia de aprendizaje y pruebas de actitudes, en el quinto capítulo se presentan las conclusiones y recomendaciones derivadas de los resultados obtenidos y finalmente en el sexto capítulo las referencias tenidas en cuenta en esta investigación.

5. Metodología

El diseño de la investigación fue cuasi experimental pre y post test. En la investigación se siguió un diseño de medidas repetidas en tres grupos formados naturalmente. Esto consiste en la aplicación repetida de una serie de pruebas que indican los niveles de la variable dependiente en tres grupos de estudiantes de grado 10. Las estrategias didácticas ABP, ADG y EPC fueron aplicadas en tres momentos continuos que corresponden a tres unidades didácticas 1: estequiometría química, 2: equilibrio químico y 3: soluciones y heterodispersos. Las pruebas aplicadas fueron: el test EFT aplicado una vez, pruebas de inicio para cada unidad didáctica, pruebas de finalización para cada unidad didáctica, pruebas de actitudes para cada aplicación de las estrategias didácticas y prueba de permanencia aplicada una vez.

6. Conclusiones

Los resultados permitieron concluir que el estilo cognitivo DIC no interactúa con las estrategias didácticas de estudio, no hubo un estilo en particular privilegiado por una estrategia didáctica.

Al comparar los efectos en el aprendizaje de la resolución de problemas de las tres estrategias didácticas se obtuvo que la estrategia didáctica aprendizaje basado en problemas (ABP) genera los mejores resultados de aprendizaje debido a la oportunidad que tienen los estudiantes en esta estrategia didáctica de indagar, consultar, reflexionar, seleccionar información y discutirla, asumiendo responsablemente su proceso de auto aprendizaje en un ambiente cooperativo donde cada integrante del grupo asume un rol aportando a la construcción de conocimiento que inciden en la forma como se asumen y abordan los problemas.

En segundo lugar está la estrategia didáctica enseñanza para la comprensión (EPC). El hecho de no atiborrar al estudiante con información poco relevante hace que el alumno se concentre en aquellos aspectos del conocimiento que son necesarios para alcanzar las metas de comprensión y logre establecer conexiones entre sus conocimientos previos y la nueva información facilitando su comprensión. De esta manera construye un aprendizaje significativo que puede usar de forma novedosa en sus desempeños de comprensión y a su vez lo prepara para interpretar

información, discutirla y llegar a conclusiones aspectos que son necesarios durante la solución de un problema de química.

En tercer lugar está la estrategia didáctica aprendizaje por descubrimiento guiado (ADG) que presento un efecto decreciente en el logro de aprendizaje de la resolución de problemas, esto a causa de que la estrategia didáctica requiere más etapas de razonamiento para interpretar datos en comparación con los pasos de razonamiento requeridos durante la interpretación clásica, por ejemplo, la observación exige notar y reconocer una característica o aspecto específico o comparar ciertos detalles que deberán ser interpretados por el estudiante lo cual no resulta obvio para él, además de esto se suma para algunos alumnos sus dificultades para realizar interpretación de cálculos, la toma de datos y expresar conclusiones.

Respecto a cuál de las estrategias didácticas abordadas en este estudio es la más conveniente. Se concluye que esto depende de la complejidad de los temas a tratar. Sin embargo, la estrategia didáctica ABP fue la que resultó más versátil en este estudio.

Elaborado por:	Gladys Elena Hurtado Osorio
Revisado por:	Christian Hederich

Fecha de elaboración del Resumen:	8	04	2017
--	---	----	------

Tabla de Contenido

AGRADECIMIENTOS.....	3
RESUMEN ANALÍTICO EN EDUCACIÓN - RAE.....	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
TABLA DE CONTENIDO	12
INTRODUCCIÓN.....	15
CAPITULO 1. EL PROYECTO.	20
1.1 CONTEXTO SOCIAL DE LA INVESTIGACION.....	20
1.2 PROBLEMA	24
1.3 OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN.....	27
1.3.1 <i>Objetivo general</i>	27
1.3.2 <i>Objetivos específicos</i>	28
1.4. PERTINENCIA PEDAGÓGICA Y EDUCATIVA DEL ESTUDIO	28
CAPÍTULO 2. MARCO CONCEPTUAL.....	32
2.1. ESTRATEGIA DIDÁCTICA DE APRENDIZAJE BASADO EN PROBLEMAS (ABP)	32
2.1.1. <i>Definición</i>	32
2.1.2. <i>Historia</i>	32
2.1.3. <i>Descripción de la estrategia didáctica</i>	33
2.1.4. <i>Características del ABP</i>	35
2.1.5. <i>Investigaciones previas sobre ABP</i>	36
2.2. ESTRATEGIA DIDÁCTICA ENSEÑANZA PARA LA COMPRENSIÓN (EPC)	45
2.2.1. <i>Definición</i>	45
2.2.2. <i>Historia</i>	45
2.2.3. <i>Descripción de la estrategia didáctica</i>	46
2.2.4. <i>Características de la EPC</i>	49
2.2.5. <i>Investigaciones previas sobre EPC</i>	50
2.3. ESTRATEGIA DIDÁCTICA DE APRENDIZAJE POR DESCUBRIMIENTO GUIADO (ADG).....	57
2.3.1. <i>Definición</i>	57
2.3.2. <i>Historia</i>	57
2.3.3. <i>Descripción de la estrategia didáctica</i>	59
2.3.4. <i>Características del ADG</i>	62
2.3.5. <i>Investigaciones previas sobre ADG</i>	63
2.4. ESTILO COGNITIVO DEPENDENCIA INDEPENDENCIA DE CAMPO (DIC)	72
2.4.1. <i>Efecto del estilo cognitivo DIC en el proceso enseñanza- aprendizaje</i>	76
2.4.2. <i>Efecto de las estrategias didácticas</i>	78
2.5. ACTITUDES.....	79
2.5.1. <i>Definición</i>	79
2.5.2. <i>Dimensiones</i>	79
2.5.3. <i>Características</i>	80
2.5.4. <i>Elementos de las actitudes</i>	81
2.5.5. <i>Medición de las actitudes</i>	82
2.5.6. <i>Efecto de las estrategias didácticas en las actitudes hacia el aprendizaje de las Ciencias Experimentales</i>	82
CAPÍTULO 3. METODOLOGÍA.....	87

3.1.	DISEÑO	87
3.1.1	<i>Proceso de aplicación de las estrategias didácticas</i>	90
3.2	POBLACIÓN Y MUESTRA	90
3.3	VARIABLES	92
3.4	INSTRUMENTOS	93
3.4.1	<i>Logro de aprendizaje en la habilidad para resolver problemas</i>	93
3.4.2	<i>Estilo cognitivo</i>	99
3.4.3	<i>Actitud hacia el aprendizaje de la química</i>	100
3.4.4	<i>Permanencia de los aprendizajes</i>	101
3.5	PROCEDIMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN	102
3.5.1	<i>Fase preparatoria</i>	102
3.5.2	<i>Fase experimental</i>	103
3.5.3	<i>Fase de análisis</i>	113
CAPÍTULO 4. RESULTADOS Y ANÁLISIS		115
4.1.	APRENDIZAJE DE CONTENIDOS	115
4.1.1.	<i>Unidad 1. Estequiometría</i>	117
4.1.2.	<i>Unidad 2. Equilibrio químico</i>	141
4.1.3.	<i>Unidad 3. Heterodispersos y soluciones</i>	170
4.1.4.	<i>Una visión general de las tres unidades</i>	198
4.2.	PERMANENCIA DE LOS CONTENIDOS DE LA UNIDAD 1	212
4.2.1.	<i>Evaluación de permanencia</i>	212
4.3.	ACTITUDES	216
4.3.1.	<i>Descriptivos univariados</i>	216
4.3.2.	<i>Variaciones entre las pruebas</i>	219
4.3.3.	<i>Apreciación de todo el proceso</i>	231
4.3.4.	<i>Correlaciones entre logro de aprendizaje de la resolución de problemas y las actitudes</i>	232
CAPÍTULO 5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES		237
5.1	LOGRO DE APRENDIZAJE DE LA RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS	237
5.2	COMPARACIÓN DEL EFECTO DE LAS TRES ESTRATEGIAS DIDÁCTICAS EN EL LOGRO DE APRENDIZAJE DE LA RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS	248
5.3	EFECTO DEL ESTILO COGNITIVO DIC EN LA INTERACCIÓN ESTRATEGIA DIDÁCTICA LOGRO DE APRENDIZAJE DE LA RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS	252
5.4	LOGRO DE APRENDIZAJE DETERMINADO EN LOS PREINFORME E INFORMES DE LABORATORIO	253
5.5	PERMANENCIA DE LOS APRENDIZAJES DE LA UNIDAD DIDÁCTICA ESTEQUIOMETRÍA	261
5.6	LOGRO DE APRENDIZAJE DE LA RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS Y LAS ACTITUDES	263
CAPÍTULO 6. REFERENCIAS		266
ANEXOS		293
	ANEXO 1	293
	ANEXO 2	295
	ANEXO 3	299
	ANEXO 4	304
	ANEXO 5	308
	ANEXO 6	321
	ANEXO 7	339
	ANEXO 8	363

ANEXO 9.....	368
ANEXO 10.....	374
ANEXO 11.....	382
ANEXO 12.....	383
ANEXO 13.....	386

INTRODUCCIÓN

Nos encontramos en una sociedad que cambia vertiginosamente. Las nuevas tecnologías y herramientas de comunicación generan cambios en el modo de concebir el mundo en distintos niveles como; el social, político, económico y cultural. La educación no ha sido ajena a esto y en consecuencia ha cambiado la manera como aborda el conocimiento en el colegio. En el nuevo entorno, el estudiante debe estar en capacidad de aplicar los conocimientos que construye de forma global, a situaciones problemáticas de la cotidianidad.

En el aula de clase, se observa que los estudiantes perciben el conocimiento producido como un conocimiento aislado y poco o nada articulado con la realidad (Ledesma y Conde, 2004). En el caso de la asignatura química, la percepción macroscópica de la materia que poseen los estudiantes les dificulta comprender los fenómenos a nivel microscópico debido a que les resultan abstractos y esto conlleva a que el estudiante no le encuentre aplicabilidad al conocimiento escolar.

Por otra parte, el docente adapta diversas estrategias didácticas de enseñanza que han sido probadas y documentadas (Cruz, 2003; Fernández, 2006; Mazaíro, Mazaíro y Lavin, sf), especialmente en el área de ciencias en la educación media, para tratar de mejorar el aprendizaje. A pesar de sus esfuerzos, no logra motivar a todos sus estudiantes; por el contrario, se observa la apatía, falta de atención, baja comprensión de las temáticas, bajo rendimiento académico y ausentismo. Esto se plasma en la poca habilidad para resolver problemas, más aún cuando estos son integradores y complejos.

Del mismo modo, las estrategias didácticas usadas por el profesor no suelen tener en cuenta aspectos de la individualidad de sus estudiantes, como por ejemplo su estilo cognitivo. El docente no logra generar expectativas y motivar a todos los educandos. Se observan entonces las actitudes negativas hacia el aprendizaje de la química, el bajo nivel de permanencia de los aprendizajes y, por ende, bajos logros, lo cual se ve reflejado en la inhabilidad para resolver problemas relacionados con el campo de estudio de esta ciencia.

Estos problemas pueden estar asociados también a las estrategias didácticas de enseñanza dado que algunas de éstas no permiten que el estudiante se esfuerce por proponer, por analizar los fenómenos, por discutir la información que leen y que escuchan de su profesor, por hacer sus propias interpretaciones de la información y por descubrir el conocimiento.

Generalmente estas estrategias didácticas le otorgan al estudiante un papel pasivo al no tener que buscar la información él mismo. Además, el docente usa estas estrategias didácticas para seguir linealmente los programas curriculares sin dar la oportunidad a los estudiantes de realizar una construcción de conocimiento a partir de sus propias necesidades o requerimientos determinados por una situación o problema específicos. Al respecto Mallart (2000) indica cómo desventaja del uso de estas estrategias didácticas la falta de contextualización de los contenidos y la excesiva teorización que conducen a un aprendizaje poco significativo.

En oposición a las anteriores se encuentran otras estrategias didácticas que asumen una predisposición casi innata en los estudiantes para proponer y para resolver situaciones prácticas desconociendo las limitaciones cognitivas de los alumnos y por ende su incapacidad para proponer sobre lo desconocido, ocasionando el desinterés y bajo logro de aprendizaje en los estudiantes. Lo anterior hace ver la importancia del efecto de las estrategias didácticas de enseñanza en el logro de aprendizaje. Marín y Cárdenas (2011) hacen al respecto una reflexión sobre cómo la enseñanza de las ciencias han seguido un modelo cognitivo del alumno, mostrando las falencias de esta concepción en tres modelos de enseñanza: modelo de las concepciones alternativas, modelo del cambio conceptual y el modelo enseñanza por investigación.

Todo lo mencionado anteriormente, deja ver la necesidad de analizar la incidencia de las estrategias didácticas de enseñanza en el proceso de aprendizaje de la química indicado por la capacidad de resolución de problemas. Para esto, se compararon tres estrategias didácticas activas de enseñanza que son de las más usadas e investigadas; la primera de ellas aprendizaje basado en problemas, la segunda aprendizaje por descubrimiento guiado y la tercera estrategia didáctica en el marco de la enseñanza para la comprensión, para las cuales se evaluó los efectos diferenciales, en la construcción de actitudes hacia el aprendizaje de la química, el logro de aprendizaje y la permanencia de los aprendizajes.

Para lograr lo anterior se aplicaron simultáneamente las tres estrategias didácticas en tres grupos de educación media pública de estratos

socioeconómicos 1 y 2 de grado 10° en tres ocasiones consecutivas para tres unidades didácticas (estequiometría, equilibrio químico, y heterodispersos y soluciones). En la investigación se aplicaron pruebas diagnósticas antes de cada unidad didáctica y pruebas que median el manejo del contenido a través de la resolución de problemas al terminar cada unidad a fin de comparar y determinar si se presentaban cambios significativos con la aplicación de las estrategias didácticas y evaluar sus efectos diferenciales.

Teniendo en cuenta lo mencionado se presenta en el capítulo 1 de este documento el contexto social de la investigación, el problema de investigación, los objetivos que se pretendían alcanzar con el estudio, y la pertinencia pedagógica y educativa de este estudio. En el capítulo 2 se muestra el marco teórico de las tres estrategias didácticas aprendizaje basado en problemas (ABP), enseñanza para la comprensión (EPC) y aprendizaje por descubrimiento guiado (ADG), al respecto se indica su definición, historia, descripción de la estrategia didáctica, características y los resultados obtenidos previamente en algunos trabajos de campo llevados a cabo por otros investigadores.

Como las tres estrategias didácticas comparadas fueron evaluadas respecto a las actitudes, el logro de aprendizaje, la permanencia de los aprendizajes y cómo interactúan los estilos cognitivos en la dimensión DIC en ese proceso; se presenta en este mismo capítulo el marco teórico respecto al estilo cognitivo en la dimensión dependencia – independencia de campo “DIC”, y las actitudes.

En el capítulo 3 se describe el procedimiento metodológico seguido en la investigación. Se indica la clase de estudio realizado, las características de la muestra de estudio y se describen los instrumentos utilizados.

En el capítulo 4 se describen los resultados obtenidos y el análisis correspondiente. Este apartado inicia con los resultados obtenidos en las pruebas de entrada y finalización en sus tres aplicaciones donde se comparan los resultados obtenidos en el logro de la resolución de problemas con cada estrategia didáctica, se analizan los resultados en el aprendizaje obtenidos con el preinforme e informe de laboratorio que realizaron los estudiantes, uno por cada unidad didáctica, se analizan los resultados de la prueba de permanencia del aprendizaje. y finalmente se comparan los resultados de las pruebas de actitudes. Además, se analizó la interacción del estilo cognitivo DIC en las actitudes, el logro de aprendizaje de la resolución de problemas y en la permanencia de los aprendizajes.

En el capítulo 5 se presentan las conclusiones y algunas recomendaciones derivadas de los resultados de este estudio y finalmente en el capítulo 6 se describen las referencias que se mencionan en el estudio.

Capítulo 1. El proyecto.

1.1 Contexto social de la investigación

En la Institución Educativa Distrital Pablo de Tarso la estrategia didáctica antes de 1999 pretendía ser la elaboración de pequeños proyectos por parte de cada docente, que debían ser solucionados en clase. Se suponía que estos proyectos asumían la resolución de un problema específico relacionado con el contenido de la materia, que al menos correspondía a lo que se debía presentar en el papel. Pero esto no era así en la realidad, pues en las asignaturas de ciencias, y en la de química en particular, se seguía un modelo donde el profesor explicaba las temáticas y la participación de los estudiantes se limitaba al desarrollo de guías, talleres o prácticas.

En el año 1999, como parte de su construcción curricular regular, la institución realizó un diagnóstico de su labor, el cual se apoyó en los análisis de una encuesta aplicada a toda la comunidad educativa, incluidos estudiantes, padres de familia, administrativos, egresados y entidades externas vinculadas con la institución. El cuestionario contenía cinco preguntas abiertas, a saber: 1] ¿cómo veo mi institución y qué misión cumplo en ella? 2] ¿Para qué enseño, aprendo y evalúo?; 3] ¿qué enseño, qué aprendo?; 4] ¿cómo enseño, cómo aprendo?; 5] ¿qué y cómo evalúo?.

Los resultados de este proceso de diagnóstico mostraron multitud de dificultades. Entre ellas pueden mencionarse una profunda desarticulación entre los contenidos y la práctica de lo que se enseñaba, así como una honda fragmentación entre las áreas del conocimiento que no lograban generar

proyectos integradores. Como resultado de esta situación era evidente la apatía, el desinterés y el “facilismo” presente en la conducta de los estudiantes frente al aprendizaje. Los docentes, por su parte, mostraban gran resistencia a cambiar su estrategia didáctica de enseñanza. Aunado a lo anterior, la interacción social en la institución mostraba profundos vacíos de comunicación entre estudiantes, profesores y administrativos, al igual que grandes dificultades para la resolución de conflictos entre los escolares.

Dentro de las propuestas de solución a esta situación se decide optar por el marco conceptual llamado “Enseñanza para la comprensión” (EPC). Este marco, propuesto por la escuela de postgrado de la Universidad de Harvard en los años 60, debe conducir a la ejecución de un proyecto de síntesis que consiste en un macro-proyecto a ser resuelto en un tiempo no inferior a seis meses, el cual es abordado en todas las áreas y debe facilitar la integración entre las mismas.

A pesar de la adopción formal de este planteamiento, la enseñanza para la comprensión no fue seguida estrictamente, tal y como lo planteaban sus autores. Por el contrario, se optó por elaborar una adaptación del enfoque, el cual consistía en que cada docente, al interior de su materia, proponía un pequeño proyecto a ser desarrollado en el transcurso del periodo académico. Tal y como se observa, el resultado de la decisión fue, después de poner un nuevo nombre a la estrategia didáctica, seguir haciendo exactamente lo mismo. Los resultados, como no es de extrañar, muestran las mismas dificultades y los mismos problemas que se examinaban hace más de 10 años.

Por su parte, en la asignatura de química, que constituye el interés principal de este proyecto, la estrategia didáctica se cristalizó en el planteamiento de guías de trabajo. A partir de lo consignado en estas guías el docente refuerza y profundiza lo allí planteado, usualmente a través de alguna actividad lúdica. Finalmente se llega a una práctica de laboratorio en la que se procede a la elaboración de un producto de uso cotidiano. Este producto es el que se entendería como “proyecto final de síntesis”, que, en teoría, se derivaría del macro-proyecto inicial, planteado en el marco de la *enseñanza para la comprensión*.

Todas las fallas mencionadas anteriormente en la aplicación de esta estrategia didáctica conllevan a que el marco de la EPC funcione para algunos estudiantes pero para otros no. La construcción de aprendizajes significativos es escasa, lo cual se ve reflejado en el bajo rendimiento académico. En efecto, de acuerdo con las estadísticas de la coordinación académica del colegio, la asignatura de química ocupa el primer lugar en número de estudiantes reprobados. Tal y como se observa en la Tabla 1, la asignatura supera incluso a la de matemáticas, considerada tradicionalmente como la de mayor mortalidad académica en cuanto a número de estudiantes reprobados se refiere.

Tabla 1

Porcentaje de estudiantes reprobados al tercer periodo académico de 2012.

I.E.D. Pablo de Tarso.

Asignatura	% Estudiantes reprobados
Química	37,0
Matemáticas	36,2
Física	27,7
C. Sociales	27,5
Gestión	26,4
Castellano	25,8
Biología	24,3
Inglés	24,3
C. Políticas	22,3
Informática	17,6
Ética	16,2
Religión	11,9
Artes	10,3
E. Física	9,7
Filosofía	6,6
Diseño	3,4

Fuente: Archivo estadístico del Colegio Pablo de Tarso I.E.D.

Además de los problemas relacionados con el rendimiento académico también se ha observado un problema relacionado con la baja permanencia de los aprendizajes. Esto hace necesario que, en la mayoría de las ocasiones, la docente deba realizar constantes repasos y refuerzos a fin de que los estudiantes recuerden aquellos aspectos necesarios para continuar con nuevas temáticas.

Al problema del escaso rendimiento y de la baja permanencia, se le suma la apatía y las actitudes negativas frente al aprendizaje de la química. Este problema, evidenciado por la constante evasión a clases y por los numerosos retardos, puede verse objetivado mediante estadísticas obtenidas de la oficina de orientación del colegio. De acuerdo con ellas, solamente el 3,3% de los estudiantes del grado undécimo (11°) para el año 2011 escogieron carreras relacionadas con el aprendizaje de la química tales como ingeniería química,

química farmacéutica, licenciatura en química, química industrial, ingeniería de alimentos, entre otras.

Los resultados de este estudio podrían tenerse en cuenta en un futuro para proponer una estrategia didáctica de enseñanza que permita afrontar dicho problema. Una estrategia didáctica que pueda generar cambios positivos en las actitudes hacia el aprendizaje de la química, incremente el logro y la permanencia del aprendizaje y desarrolle la habilidad para la resolución de problemas y como consecuencia, mejore el rendimiento académico de los estudiantes.

1.2 Problema

Históricamente la enseñanza y el aprendizaje de la química han sido considerados muy difíciles, tanto para docentes como para estudiantes (Furió y Furió, 2000; Rocha, García, Fernández y Domínguez, 2000; Valdez y Guevara, 2004). Las razones que explican esta falta de comprensión de los modelos que se manejan en la química, estriba en que éstos son muy lejanos a la experiencia cotidiana del sujeto. Por ejemplo, conceptos como “átomo” permanecen abstractos y lejanos del estudiante.

En la búsqueda de soluciones a esta dificultad, repetidas veces se ha emprendido el diseño de nuevas y mejores estrategias didácticas para la enseñanza de la química, las cuales, enmarcadas en diferentes corrientes psicopedagógicas, han tratado de hacer que el lenguaje del conocimiento científico sea más accesible a los estudiantes. Sin embargo, los resultados observados en la realidad del aula escolar demuestran que no todos los

estudiantes responden satisfactoriamente a estas expectativas. Específicamente, se observa que los aprendizajes que parecían haberse logrado en períodos anteriores desaparecen a la hora de requerirlos para fundamentar los nuevos. Esta situación obliga al docente a realizar continuos repasos del conocimiento.

Un segundo aspecto en el que se observan dificultades es el relacionado con la escasa transferencia del conocimiento aprendido a nuevas situaciones. En el caso de la estequiometría, por ejemplo, después de haber estudiado las temáticas correspondientes, los estudiantes se muestran incapaces de aplicarlo a la determinación del rendimiento en la producción de un colorante para alimentos, actividad que resulta como parte del proyecto de síntesis que deben ejecutar los estudiantes en el marco de la enseñanza para la comprensión —EPC—.

Otro de los elementos problemáticos que se observan es el del funcionamiento diferencial de muchas de las estrategias didácticas ensayadas. En efecto, dependiendo de la estrategia didáctica a ser implementada, siempre se destaca por su relativo logro un pequeño grupo de estudiantes entre los cuales el proceso de aprendizaje parece haber sido exitoso. Mientras tanto, a la sombra de los primeros permanece oculto otro grupo en donde los logros mínimos no fueron cumplidos. En este segundo conjunto aparecen claras señales de apatía y graves problemas de actitud hacia la materia. Los anteriores aspectos llevan a la generación de actitudes negativas en los estudiantes frente al aprendizaje de la química, llevándolos a considerarla como una materia difícil de aprender y poco o nada útil, a la evasión de clase y el bajo rendimiento académico.

A fin de tener una lectura general comparativa, simultánea y precisa de las principales propuestas didácticas para la enseñanza de la química, ésta investigación presenta la implementación y el análisis comparado de tres estrategias didácticas: la primera, que se viene aplicando en el colegio Pablo de Tarso, es la llamada “enseñanza para la comprensión”, en la versión adoptada por la institución antes descrita. El aprendizaje por descubrimiento guiado y el aprendizaje basado en problemas son las otras dos estrategias didácticas que se compararon con la primera.

Por lo anterior, el problema que se pretendía resolver en este proyecto era ¿Cuál es el efecto de tres estrategias didácticas activas para la enseñanza de la química, en varias dimensiones: los logros en el aprendizaje al terminar la estrategia didáctica, la permanencia de los aprendizajes en el tiempo y las actitudes de los alumnos hacia la materia, cuáles son los posibles efectos diferenciales de cada estrategia didáctica y cómo interactúa el estilo cognitivo en la dimensión DIC en ese proceso?. El análisis comparativo de estas estrategias didácticas, bajo estos criterios, permitirá en un futuro tomar decisiones en torno a la selección de un método más acorde a las características particulares de los estudiantes.

A continuación se definen aquellos términos que pueden dar lugar a confusión y que se encontrarán en el documento.

Partiendo del concepto de didáctica como ciencia de la educación que estudia y experimenta en el proceso de enseñanza (Mallart, 2001) y el concepto

de estrategia como el conjunto de actividades, técnicas, medios y prácticas pedagógicas que se siguen para alcanzar el objetivo de aprendizaje (Velasco y Mosquera, s.f.), se entenderá entonces la “estrategia didáctica de enseñanza” como los métodos, técnicas, procedimientos y recursos organizados, estructurados y formalizados que utiliza el profesor en forma reflexiva para facilitar en el estudiante el aprendizaje (Velasco y Mosquera, s.f.).

Teniendo en cuenta la definición dada por el Ministerio de Educación Nacional de Colombia (2013), como un ejercicio y posible modelo que se propone al docente para explorar nuevas formas de enseñanza, cuyo propósito es ayudar al docente en la planeación y ejecución de las sesiones de clase. Se entenderá para este estudio como secuencia didáctica, los procedimientos intencionados que se siguieron teniendo en cuenta las pautas metodológicas de cada estrategia didáctica.

Finalmente, se entenderá unidad didáctica como los núcleos temáticos en química que fueron abordados durante la aplicación de las estrategias didácticas.

1.3 Objetivos de la investigación

1.3.1 Objetivo general

- Identificar los efectos, de tres estrategias didácticas de enseñanza (estrategia en el marco conceptual de la EPC, aprendizaje por descubrimiento guiado ADG y aprendizaje basado en problemas ABP) en el logro de aprendizaje de la química y las actitudes hacia la materia y su relación con el estilo cognitivo.

1.3.2 Objetivos específicos

- Diseñar e implementar tres secuencias didácticas sobre la base de tres estrategias didácticas (EPC, ABP Y ADG).
- Examinar el estilo cognitivo en la dimensión DIC, los aprendizajes previos indicados por la capacidad para resolver problemas y las actitudes iniciales mediante pruebas pretest.
- Examinar comparativamente los efectos sobre el aprendizaje inmediato –indicado por la capacidad de resolución de problemas, elaboración de preinformes e informes de laboratorio- al aplicar las tres estrategias didácticas de enseñanza EPC, ABP y ADG.
- Examinar comparativamente los efectos de la aplicación de las tres estrategias didácticas de enseñanza EPC, ABP y ADG sobre las actitudes hacia la materia.
- Examinar la interacción del estilo cognitivo en la dimensión DIC en la aplicación de las tres estrategias didácticas (EPC, ABP y ADG).
- Examinar comparativamente la permanencia de los aprendizajes en la resolución de problemas después de *tres* meses de finalizar el tema.
- Examinar, comparativamente, la posible presencia de efectos diferenciales producidos por las estrategias didácticas de enseñanza EPC, ABP y ADG

1.4. Pertinencia pedagógica y educativa del estudio

Existe una variedad de estrategias didácticas activas que se han investigado de manera independiente, por ejemplo, la estrategia didáctica de

aprendizaje colaborativo (Cabrera, s.f.; Coll, Mauri y Onrubia, 2006), la estrategia didáctica del método de proyectos (Chavez, 2003; Nuñez y Acevedo, s.f.), la estrategia didáctica de aprendizaje basado en problemas (Aguirre, 2004 y Rodríguez, Lugo y Restrepo, 2005) o la estrategia didáctica de aprendizaje por descubrimiento (González, 2013; Salinas, s.f.), entre otras.

En cada una de las estrategias didácticas activas se han estudiado sus efectos en el aprendizaje (Afanador y Mosquera, 2012) y en la motivación (Assmann, 2005). De igual forma se han examinado estas estrategias en los diferentes niveles educativos (Restrepo, 2005) o en el aprendizaje de diversas disciplinas (Arellano, 2005). No han faltado análisis en la permanencia de los aprendizajes y en la motivación (Acurio y Chirán, 2014), en el desarrollo de habilidades y de competencias (Fernández, 2006) o el efecto entre estudiantes novatos, pares y expertos. Pero solo algunos de estos estudios tratan de comparar las estrategias didácticas activas con estrategias didácticas de corte directivo tradicional, y son mucho menos los estudios que dan cuenta del efecto comparado entre estrategias didácticas activas.

Entonces, es necesario construir conocimiento teórico que permita dar cuenta sobre que estrategia didáctica resulta más conveniente usar en determinado contexto académico, para obtener los mejores resultados de aprendizaje.

Lo anterior hace ver la importancia de reflexionar sobre los principios generales que pueden estar incidiendo en los resultados de la aplicación de las

estrategias didácticas activas. ¿Que ventajas o desventajas para el aprendizaje o para la enseñanza, pueden estar determinados por el hecho de que la aplicación de la estrategia didáctica activa implique la formación o no de grupos de trabajo?, ¿Que incidencia tiene los tiempos de aplicación de las estrategias activas en el desarrollo de habilidades o competencias, teniendo en cuenta que cada estrategia didáctica activa implica unos tiempos de ejecución diferentes?, ¿Que efecto tiene en la comprensión de contenidos el uso de determinados artefactos didácticos necesarios para la aplicación de ciertas estrategias didácticas?, ¿Que efectos en la formación de valores y habilidades sociales producen los roles que desempeñan estudiantes y docente con la aplicación de determinada estrategia didáctica? Estas son las preguntas que pueden ser respondidas en un estudio como el presente.

El siguiente aspecto poco estudiado es el efecto comparado de las estrategias didácticas activas en variables que tienen incidencia en los procesos de aprendizaje como las actitudes, la permanencia de los aprendizajes, en los procesos cognitivos, en el curriculum, a pesar de ser aspectos ampliamente estudiados de manera independiente.

Los aspectos mencionados permiten valorar la pertinencia de comparar el efecto de las tres estrategias didácticas activas del estudio en las variables logro de aprendizaje, las actitudes y la permanencia de los aprendizajes y como el estilo cognitivo DIC interactúa si es que lo hace en ese proceso, de manera que se aporte conocimiento teórico al respecto que pueda ser usado posteriormente por

los docentes y también sirva como abre bocas para futuras investigaciones sobre el tema.

Capítulo 2. Marco conceptual

A continuación se expone cada una de las estrategias didácticas que fueron objeto de este estudio.

2.1. Estrategia Didáctica de Aprendizaje Basado en Problemas (ABP)

2.1.1. Definición

La estrategia didáctica de aprendizaje basado en problemas es definida como el análisis de situaciones problemáticas reales que permiten activar el conocimiento previo para resolverlo desde diferentes perspectivas y al buscar información adecuada construir conocimiento (Guillamet, 2011).

2.1.2. Historia

El aprendizaje basado en problemas (ABP) tiene su origen en el programa de medicina de la Universidad de Case Western Reserve a mediados de la década de 1950. El modelo inicial consistía en una mezcla de aprendizaje basado en problemas y la estrategia didáctica tradicional. El ABP ganó popularidad en los años 60 con los estudios de Harold Barrows educador médico de la Universidad de Mc Master quien observó e investigó la capacidad de razonamiento tanto en estudiantes como en profesionales expertos llegando a la conclusión de que los estudiantes presentaban dificultades en el entorno clínico por falta de preparación práctica (Pijl, 2006).

Con el propósito de reducir la brecha entre la teoría y la práctica propuso una estrategia didáctica centrada en el estudiante, en la que los alumnos recabaran información aumentando las habilidades de razonamiento clínico,

Barrow afirmaba que los estudiantes aprendían con mayor eficacia y adquirirían mayores habilidades para tratar a los pacientes a través de situaciones problemáticas y no memorizando hechos (Pijl, 2006).

Para 1969 el ABP era la estrategia didáctica utilizada en toda la Universidad de Mc Master y desde entonces muchas escuelas de medicina en todo el mundo la han implementado. Su campo de aplicación actual se ha ampliado a las ciencias sociales, humanas, arquitectura, ingenierías entre otras, en el contexto presencial y no presencial, y continua su investigación en diversos aspectos de la educación (Pijl, 2006)

2.1.3. Descripción de la estrategia didáctica

La estrategia didáctica de ABP consiste en la elaboración cuidadosa de uno o más problemas por el profesor que son presentados a pequeños grupos de estudiantes para su solución. El problema debe estar elaborado en un lenguaje simple sobre hechos o situaciones reales que representen un reto para los alumnos. La función del grupo es entonces discutir el problema y plantear posibles soluciones fundamentadas en principios, procesos, leyes o mecanismos (Castañeira, 2014; D.I.D.E., 2004).

Hay dos variables que determinan la forma de aplicación del ABP, la primera, *el grado de estructuración del problema*, consiste en que los problemas pueden ser rígidos y bien estructurados hasta problemas abiertos y mal estructurados y el *grado de dirección del profesor*, se encuentra desde el profesor que controla todo el flujo de la información hasta el que orienta solamente los

procesos de reflexión y selección de información que deben ir explorando los estudiantes (Vizcarro y Juárez, 2008).

En diferentes estudios previos se exponen variados pasos para la ejecución de la estrategia didáctica de ABP (Castañeira, 2014; Guillamet, 2011; Herrera, 2013; Morales y Landa, 2004). Sin embargo, se encontró en todos ellos en común el seguimiento de siete pasos mínimo para resolver el problema.

1. Identificación de términos: consiste en indagar los posibles términos del texto del problema que sean desconocidos.
2. Definir el problema: Es un primer intento por tratar de explicar lo que se debe resolver del problema.
3. Análisis del problema: los estudiantes aportan todos los conocimientos para resolver el problema sin ser necesariamente veraz la información (lluvia de ideas).
4. Resumen sistemático: Se sistematizan y organizan las explicaciones dadas en el punto anterior tratando de establecer las relaciones que existen entre ellas.
5. Formular objetivos de aprendizaje: los estudiantes deciden qué aspectos del problema requieren ser consultados y comprendidos, y se constituirán en los objetivos de aprendizaje.
6. Búsqueda de información: los estudiantes buscan y estudian la información de los objetivos de aprendizaje.

7. elaboración del informe: La información captada es discutida, contrastada y presentada a modo de conclusiones pertinentes para el problema (Guillamet, 2011; Moust, Bouhuijs y Schmidt, 2007).

A partir del problema puede surgir uno nuevo o se puede plantear uno diferente y continua en forma cíclica la estrategia didáctica. La Figura 3 representa los pasos básicos de la estrategia didáctica.

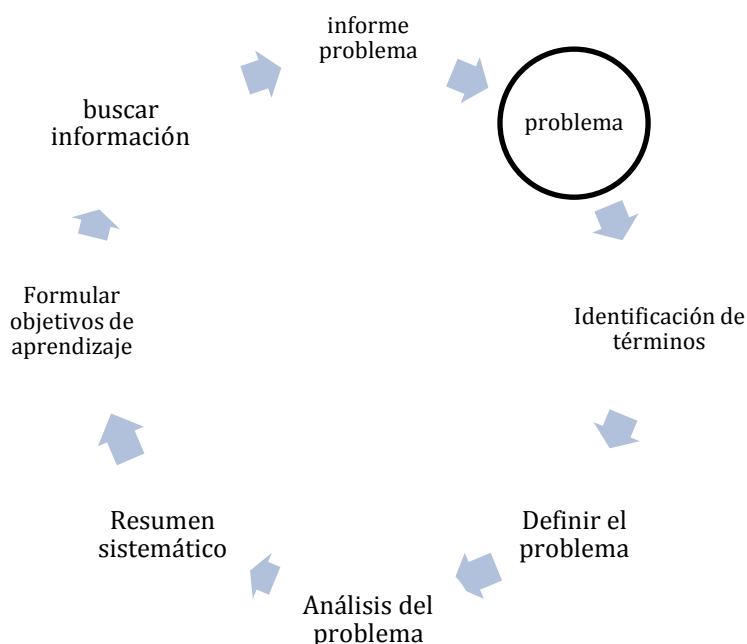


Figura 3. Pasos de la estrategia didáctica ABP

2.1.4. Características del ABP

La estrategia didáctica de aprendizaje basado en problemas ABP se caracteriza por centrar el aprendizaje en el estudiante, es decir, es el mismo estudiante quien es responsable de su aprendizaje y el docente actúa como un asesor cuando el estudiante así lo requiere. Es el estudiante, entonces quien

determina que necesita, cómo y cuándo para comprender el problema y darle solución en cooperación con sus compañeros de grupo (Morales y Landa, 2004).

Lo anterior lleva a la segunda característica del ABP, promueve el trabajo cooperativo donde cada integrante del grupo desempeña unos roles pero además maneja la información de todos, está dispuesto a dejarse ayudar y colabora activamente en la solución del problema. En esta propuesta de aprendizaje auto dirigido los estudiantes trabajan juntos, averiguan, indagan, reflexionan, discuten y llegan a acuerdos durante toda su aplicación (Morales y Landa, 2004).

Esto implica que el problema debe estar relacionado con la realidad del alumno de tal manera que el estudiante logre asociar los diferentes temas dándole sentido al conocimiento favoreciendo así un aprendizaje significativo que podrá aplicar en futuras situaciones (Morales y Landa, 2004).

La siguiente característica está relacionada con el rol del docente como asesor que se encarga, a través de pequeños interrogantes, de permitir que los integrantes del grupo se cuestionen para que puedan comprender y encuentren la ruta más viable para resolver el problema, esta estrategia la denominan Morales y Landa (2004) como comunicación metacognitiva dado que hace reflexionar al estudiante sobre sus propias acciones y decisiones (Morales y Landa, 2004).

2.1.5. Investigaciones previas sobre ABP

A continuación se mostraran algunos estudios comparativos entre estrategias didácticas, donde una de ellas es ABP.

La investigación de Rosenberg y Donald (1995) a pesar de no ser la más reciente describe como la aplicación de esta estrategia didáctica fomenta las destrezas en la búsqueda de información de calidad a la hora de resolver un problema. Estos investigadores aplicaron la estrategia didáctica de ABP para mejorar la calidad y uso de la información que obtenían los estudiantes de diferente nivel en la carrera de medicina. Para lograr esto, redujeron la intensidad de horas del énfasis teórico y a cambio incrementaron las prácticas clínicas convirtiendo estas prácticas en problemas, que nominaron evidencia basada en medicina. Esta evidencia o problemas fueron organizados sistemáticamente por los estudiantes. Los estudiantes resolvían los problemas usando investigaciones recientes basadas en decisiones clínicas. La información bibliográfica la sistematizaron y desarrollaron un software que les permitía la rápida localización de evidencia relevante. Esto hizo que los practicantes hicieran el mejor uso de la información publicada, apreciaran críticamente las evidencias y determinaran su validez y aplicabilidad al usar esa información para tomar decisiones clínicas. Los investigadores concluyen que el ABP en medicina puede mejorar los niveles de investigación y las prácticas en clínica además de promover el auto aprendizaje y mejorar la calidad de los profesionales que se gradúan.

En el siguiente estudio Oliver y Omari (1999) aplicaron el ABP en un curso en línea de pregrado. Mediante cuestionarios y entrevista obtuvieron las percepciones de los estudiantes, obteniendo como resultado respuestas muy positivas del ambiente de aprendizaje a pesar de que demandó para ellos mayor cantidad de tiempo al hacer cosas diferentes a las que estaban acostumbrados.

Los estudiantes indicaron que las actividades de aprendizaje basado en problemas contribuyeron sustancialmente a su aprendizaje y disfrute del curso. También expusieron la importancia del seguimiento del docente como aspecto relevante en el ABP.

Anderson (2007) al aplicar el ABP y compararlo con la estrategia tradicional expositiva del docente en un programa de agricultura urbana en estudiantes de secundaria examinó tres aspectos: la eficacia de la estrategia para mejorar la adquisición y retención de contenidos; en la motivación y en la capacidad de pensamiento crítico, que significa la capacidad para gestionar recursos, adquirir y utilizar la información y comprender los sistemas complejos.

El diseño de la investigación fue pre post test. La muestra ABP estuvo formada por 54 estudiantes y el grupo control por 56 estudiantes. El perfil motivacional mostro una alta motivación extrínseca para ambas muestras y una moderada motivación intrínseca respecto a la motivación del estudiante para asistir al colegio. El perfil motivacional también mostró una relación significativa entre la estrategia didáctica y la motivación para asistir al colegio. El análisis de covarianza indicó un efecto en la adquisición de conocimientos y en su retención pero no en la capacidad de pensamiento crítico.

Finalmente, el investigador indica que los estudiantes del grupo control obtuvieron puntuaciones más altas en las pruebas de contenidos en comparación con los de ABP. Pero los estudiantes ABP obtuvieron puntuaciones más altas en las pruebas de permanencia del conocimiento.

En la siguiente investigación Strobel y Barneveld (2009) realizaron un estudio de meta-análisis para dar respuesta de la eficacia del ABP. Para esto compararon la estrategia didáctica ABP y la tradicional expositiva del docente analizando 8 reportes previos sobre la permanencia de los aprendizajes a través del tiempo y el desarrollo de habilidades para resolver problemas. Los resultados mostraron que las clases tradicionales eran más eficaces en el corto plazo en la retención del conocimiento pero fueron mejores para el ABP en el largo plazo, así como el desarrollo de habilidades en la resolución de problemas y como aspecto adicional indicaron que se obtuvo mejores actitudes.

MacMath, Wallace y Chi (2009) presentan un estudio de caso llevado a cabo con estudiantes de grado sexto en Ontario donde aplicaron el ABP al abordar un problema real relacionado con las multiplicaciones y porcentaje en matemáticas. La docente a cargo del grupo partió de invitar a sus estudiantes a pensar como gestores de un equipo de hockey y para esto formaron grupos de cinco alumnos quienes debieron seguir una serie de facetas de solución del problema. Algunos de los aspectos observados por la profesora fueron el empeño que mostraron durante la solución del problema y la variedad de soluciones que presentaron los estudiantes. Sin embargo, esto dejó al descubierto la imposibilidad de los estudiantes para resolver el problema, a pesar de que en ocasiones previas habían resultado correctamente ejercicios de porcentaje. Las entrevistas realizadas a los estudiantes mostraron que la raíz del problema era la falta de contexto cuando se resolvían los ejercicios y por lo tanto no sabían cuando se debían aplicar las operaciones. Finalmente concluyen que es necesario que el docente aplique el

ABP en contextos reales, que haya una planificación rigurosa donde todos los integrantes del grupo puedan participar en su propio aprendizaje y donde el profesor no pierda su rol de facilitador. Los investigadores concluyen que la aplicación del ABP permitió a los alumnos resolver en manera creativa el problema.

La siguiente investigación realizada por Sindelar (2010) consistió en la aplicación de la estrategia didáctica de ABP en un grupo de 18 estudiantes de ciencia de la tierra y el espacio. Estos estudiantes presentaron pruebas pre y post test y fueron comparados con un grupo de 16 estudiantes que siguieron la estrategia tradicional expositiva del docente. Durante la aplicación de la estrategia didáctica algunos estudiantes mostraron desagrado con la estrategia didáctica y se les dificultó completar por sí mismos las tareas propuestas por el profesor, mientras que otros estudiantes trataron casi todo el tiempo de hacer las cosas por si mismos buscando su auto aprendizaje. Durante el año que duró la investigación tanto el grupo de estudio como el control ganaron conocimiento. Sin embargo, el grupo experimental estuvo más ocupado debido a la aplicación de la estrategia didáctica de ABP. Sindelar concluye que el ABP es una estrategia didáctica efectiva en cuanto a la participación de los estudiantes.

El propósito de la siguiente investigación realizada por Sulaiman (2011) fue examinar el efecto en el pensamiento creativo y el pensamiento crítico al aplicar la estrategia didáctica de ABP en un curso en línea de Física moderna. Además se estudiaron las percepciones y adaptaciones al ABP de los estudiantes en línea. El modelo de ABP que se implemento fue basado en el modelo de la Universidad de

Mc master que contiene tres etapas: 1. problema, 2. búsqueda de información y 3. discusión y aplicación del conocimiento en la solución de problema en grupo.

El estudio fue cuasi-experimental de medidas repetidas entre sujetos. En el estudio se comparó la estrategia didáctica ABP con la estrategia tradicional expositiva del docente (grupo control). La muestra estuvo formada por 102 estudiantes, 61 del ABP y 41 en el control. Para determinar el pensamiento creativo se utilizó el test de pensamiento creativo (TICT) que mide la fluidez, flexibilidad, originalidad y elaboración y el test de pensamiento crítico de Watson Glaser (WGCT) que mide el grado de inferencia, suposición, la deducción, la interpretación y el argumento.

Los resultados mostraron diferencias significativas a favor del grupo ABP en el pensamiento creativo, la flexibilidad, originalidad y la elaboración. No se observaron diferencias estadísticamente significativas entre ambos grupos en el pensamiento crítico. Sin embargo, se encontró diferencias estadísticamente significativas a favor del ABP en el nivel de inferencia, y a favor del control en el nivel de suposición.

La siguiente investigación realizada por Hung (2012) con 24 estudiantes de segundo año de enfermería en China pretendía determinar empíricamente los efectos del ABP en el desarrollo de habilidades de pensamiento de orden superior en enfermería. Para esto llevó a cabo un estudio cuasi experimental pre- post test con grupo control (en una estrategia no ABP). La estrategia ABP fue aplicada durante 14 semanas durante los cuales se aplicaron cuestionarios epistemológicos,

cuestionarios de procesos de estudio y estrategias de motivación y cuestionarios relacionados con las áreas cognitivas y metacognitivas, estos junto con diarios de reflexión y entrevistas que se centraron en el aprendizaje conceptual y la comprensión. El análisis estadístico mostró que los estudiantes del grupo de estudio presentaron cambios en las habilidades de pensamiento superior en términos de adaptación de estilos de aprendizaje, fueron más reflexivos y mejoraron sus capacidades cognitivas pero no hubo diferencias estadísticamente significativas en los demás aspectos evaluados entre el ABP y los no ABP.

En la siguiente investigación Almasoudi (2012) examina el logro de aprendizaje del ABP al compararlo con la estrategia tradicional de conferencia del docente en un curso de terapia respiratoria. Para esto aplicó la estrategia de ABP en un grupo de 15 estudiantes y lo comparó con un grupo control de 24 estudiantes en el nivel cognitivo de desarrollo de habilidades en el tema “la ventilación mecánica”. En la investigación siguió un análisis pre- post test donde ambos grupos resolvieron 10 preguntas de opción múltiple. Los resultados mostraron diferencias significativas entre el pre y post test para ambos grupos. Pero no se observaron diferencias significativas entre los post- test para ambos grupos. Concluyendo que el ABP no es significativamente más eficaz que la estrategia didáctica tradicional en cuanto a los resultados en pruebas objetivas.

En la siguiente investigación Boyd (2013) Implemento un módulo basado en la estrategia didáctica de ABP en un curso de fisioterapia de tercer nivel formado por 28 estudiantes. Para la aplicación del modulo los estudiantes fueron divididos en cuatro grupos. Los estudiantes discutieron y realizaron un estudio

independiente de temas seleccionados fuera de las sesiones de grupo a partir de dos problemas propuestos. Los temas eran posteriormente compartidos y aplicados en los grupos de trabajo. Para evaluar el proceso se utilizó el modelo de evaluación (CIPP) que significa contexto, entrada, proceso y producto. Los resultados mostraron un reconocimiento y retroalimentación positiva tanto del docente como de los estudiantes. Boyd finalmente recomienda una aplicación gradual de la estrategia para obtener mejores resultados.

Como elementos comunes favorables en los estudios previos se menciona que el ABP fomenta en los estudiantes un proceso de auto aprendizaje a medida que indagan información pertinente para resolver el problema. Esto va desarrollando en ellos la habilidad para buscar información relevante. El ABP a su vez genera un ambiente de aprendizaje que motiva a los estudiantes a realizar las actividades mejorando los resultados académicos y de aprendizaje, además, los problemas al estar contextualizados permiten que el estudiante reflexione sobre la importancia de los contenidos en la solución de problemas cotidianos.

Como desventajas se menciona la necesidad de tiempo para su correcta aplicación, no se puede abarcar todos los contenidos con un solo problema por lo que el aprendizaje de contenidos esta restringido a aquellos que pueden ser abordados para resolver el problema, esto demanda una planeación rigurosa por parte del profesor para alcanzar los objetivos de aprendizaje.

Aunque la cantidad de contenido que puede ser aprendido por el estudiante es similar al obtenido con la estrategia tradicional de conferencia, la retención de los aprendizajes logra ser mayor en los estudiantes ABP.

A modo de conclusión de este apartado se puede indicar que la estrategia didáctica ABP permite mejorar las destrezas y habilidades en la resolución de problemas, los estudiantes aprenden a seleccionar información de calidad, es una estrategia que requiere mayor tiempo y dedicación, y una aplicación en contextos reales. Respecto al logro de aprendizaje presenta un menor efecto al corto plazo en comparación con la estrategia tradicional de conferencia docente pero hay mayor permanencia de los aprendizajes, los estudiantes pueden desarrollar habilidades de pensamiento superior en términos de adaptación de sus estilos de aprendizaje, ser más reflexivos y mejorar sus capacidades cognitivas. Sin embargo, al compararla con la estrategia tradicional de conferencia del docente parece no tener un efecto significativo en la capacidad de pensamiento crítico y ejerce un menor efecto en el aprendizaje de conceptos.

Como se pudo observar las investigaciones previas han consistido en estudios comparativos entre el ABP y la estrategia tradicional pero no se encontraron estudios que den cuenta del efecto comparativo entre estrategias activas, aspecto que justifica esta investigación.

2.2. Estrategia Didáctica Enseñanza para la Comprensión (EPC)

2.2.1. Definición

La enseñanza para la comprensión es un enfoque pedagógico que pretende mejorar la enseñanza del profesor y la comprensión del estudiante mediante un proceso continuo de construcción y resignificación del conocimiento a través de la reflexión que realizan tanto docente como estudiantes sobre sus acciones educativas (Arellano, 2005). En este contexto Goodman define la *comprensión* como la capacidad que tiene el estudiante para ejecutar una tarea o desempeño, demostrando que se ha captado un tópico al usar el conocimiento en diversas situaciones de manera novedosa (Puentes, 2001).

2.2.2. Historia

El proyecto Zero surge en el año 1967 en la escuela de postgrados de la Universidad de Harvard debido a la necesidad de mejorar la creatividad en los estudiantes de artes debido a que se observaba en ellos la dificultad para reelaborar los aprendizajes, para aplicarlos a nuevas situaciones y para explicarlos a otros. Lo anterior llevó a que su objeto de trabajo se centrara en la investigación de la inteligencia, la creatividad y el aprendizaje (Perkins, 2010).

Al interior del proyecto Zero financiado por la fundación Spencer surge la Enseñanza para la comprensión (EPC) como un programa de investigación a desarrollarse durante 5 años a fin de probar una pedagogía para la comprensión. El proyecto estuvo dirigido inicialmente a las escuelas intermedias y secundarias

en las asignaturas de inglés, historia, matemáticas, ciencias y estudios interdisciplinarios.

El proyecto contó con la colaboración de profesores de primaria y secundaria para diseñar estrategias didácticas que permitieran el desarrollo de un aprendizaje comprensivo. Desde ese tiempo han investigado cómo se comprende y han desarrollado un enfoque de enseñanza para la comprensión que ha sido aplicado en diversas ocasiones en el aula teniendo como logro la implementación de planes de estudio (Perkins y Blythe, 1994). Actualmente continúa la aplicación e investigación en diversos campos del saber y se ha extendido su alcance a ambientes de aprendizaje externos a la escuela como museos y parques interactivos (Rubiales, 2013).

2.2.3. Descripción de la estrategia didáctica

En este enfoque comprender implicar ir más allá de repetir el conocimiento visto en clase, es además poder reinterpretar el conocimiento, poder explicarlo a otro, poder darle una visión y una perspectiva diferente y esto lo demuestra el estudiante a través de los desempeños de comprensión. Perkins y Blythe (1994) definen la comprensión como

“poder realizar una serie de actividades que requieren pensamiento respecto a un tema”

La estrategia didáctica de EPC al ser una estrategia activa requiere que el profesor parta de los conocimientos previos del estudiante mediante una indagación que debe necesariamente estar relacionada con aspectos cotidianos

de manera que el alumno demuestre el nivel de comprensión alcanzado y pueda mejorarlo.

Para lograr mejorar las comprensiones en el estudiante la enseñanza para la comprensión EPC trata de que el profesor mejore sus procesos de enseñanza partiendo de la reflexión que sigue para resolver cuatro interrogantes, los cuales Perkins denomina pilares de la comprensión Perkins y Blythe (1994):

¿Qué debemos enseñar? El cual lleva a plantear el primer elemento de la estrategia los *tópicos generativos* que son todos aquellos aspectos temáticos que el docente requiere que sus estudiantes comprendan.

¿Qué vale la pena comprender? Dentro de todo lo que se aborda en clase hay ciertos aspectos que son claves en el aprendizaje, esto lleva a que el profesor y los estudiantes planeen en conjunto el segundo elemento de la estrategia didáctica de EPC, las *metas de comprensión* que son los enunciados o preguntas que expresan lo más importante a ser comprendido por los alumnos.

¿Cómo debemos enseñar para comprender? Rutinariamente los estudiantes realizan una serie de actividades planeadas por el docente a fin de afianzar el conocimiento tratado en clase. Pero algunas de esas actividades requieren que el estudiante despliegue su creatividad, mostrando dominio del tema, esa serie de actividades que ejecutan los estudiantes constituyen el tercer elemento de la enseñanza para la comprensión denominado los *desempeños de comprensión* los cuales le permiten al docente valorar el nivel de comprensión que

han alcanzado sus estudiantes respecto a las metas de comprensión que se han fijado al aplicar el conocimiento en forma novedosa (Stone, 1999).

¿Cómo pueden saber estudiantes y docentes lo que comprenden los estudiantes y como pueden desarrollar una comprensión más profunda? Al dar respuesta a este interrogante surge el cuarto elemento de la EPC la *evaluación diagnóstica continua* que permite dar cuenta no solo de los progresos de los alumnos sino que además promueve la retroalimentación de los desempeños de comprensión del alumno a fin de mejorarlos. Como recurso para mantener una prueba constante de los desempeños de los estudiantes y observar los avances respecto a las comprensiones se proponen llevar folios. (Clavel y Tórres, 2010).

Entonces se puede indicar que la estrategia didáctica de EPC tiene los siguientes pasos:

- La reflexión que realiza el profesor sobre los tópicos generativos que serán abordados partiendo de los conocimientos previos de sus alumnos.
- Establecer conjuntamente estudiantes y profesor las metas de comprensión.
- Planeación intencionada por parte del profesor de los desempeños de comprensión para que los estudiantes demuestren sus comprensiones.
- Realizar una evaluación diagnóstica continua.
- Todo este trabajo va a ser consolidado en un *proyecto de síntesis* que consiste en una obra, experimento, creación, solución de un problema complejo, etc. sobre el cual los estudiantes van poco a poco trabajando

durante toda la aplicación de la estrategia didáctica y que finalmente es evidencia del nivel de comprensión de los estudiantes.

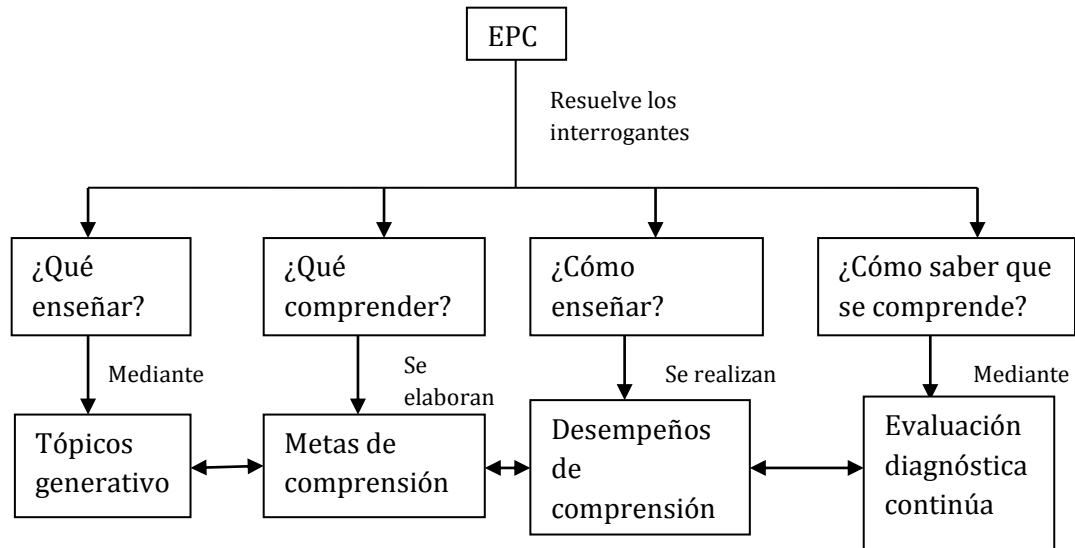


Figura 4. Pasos de la estrategia EPC

El esquema de la Figura 4 resume lo mencionado previamente. Se observa que en esta estrategia didáctica los cuatro elementos de la comprensión: tópicos generativos, metas de comprensión, desempeños de comprensión y evaluación están en el mismo nivel y están relacionados entre sí. Por ejemplo, la evaluación se hace sobre los tópicos generativos para dar cuenta de hasta donde se han alcanzado las metas de comprensión y se demuestra ese nivel alcanzado de las metas en los desempeños de comprensión.

2.2.4. Características de la EPC

La EPC permite dar cuenta del proceso de aprendizaje y de las variables que intervienen en esa comprensión mediante el proceso de evaluación constante que llevan estudiante y docente. Cuando ambos hacen consciente los avances en

las comprensiones y se concentran en superar las dificultades el objetivo de aprendizaje es posible (Pogré, 2001).

Hace posible que el estudiante comprenda aquello que se le desea enseñar al establecer una lógica sobre la enseñanza, el aprendizaje y la posibilidad que todos tenemos de aprender mediante una enseñanza pertinente que se inicia con los saberes previos del alumno y va evolucionando a partir de las necesidades de conocimiento (Pogré, 2001).

Hace visible las comprensiones del estudiante a través de sus desempeños. Desempeños que corresponden a las transferencias de los aprendizajes adquiridos a nuevas situaciones de aprendizaje en forma novedosa (Pogré, 2001).

Los desempeños de comprensión en la EPC son graduales e implican diferentes desafíos cognitivos, por lo que se aprende por aproximaciones sucesivas, es decir, el estudiante va avanzado en sus comprensiones a medida que va superando los desempeños previos (Floré y Ley monié, 2007).

A continuación se muestran algunos estudios comparativos entre estrategias didácticas, donde una de ellas es EPC.

2.2.5. Investigaciones previas sobre EPC

La siguiente investigación realizada por Folk (1999) consistió en indagar las causas del bajo desempeño de los estudiantes en Norte América en matemáticas y sobre como debiera ser su enseñanza. Para esto indagó sobre las prácticas de los docentes, su conocimiento en EPC y su conocimiento en contenido. En el estudio comparó dos grupos, el primero con un profesor de

séptimo grado que empezaba su carrera docente y el segundo grupo con un profesor de quinto grado con experiencia profesional de 25 años. La información fue obtenida mediante grabaciones de aula, entrevistas y diario de campo en un periodo de 4 meses. Durante la investigación también se tuvieron en cuenta los factores del contexto que inciden en la aplicación de la EPC.

Los resultados del estudio mostraron que el punto de vista del profesor sobre lo que significa comprensión puede variar y no necesariamente ser congruente con lo encontrado en la literatura. El estudio también mostró que los profesores no tienen una imagen correcta de lo que significa enseñanza para la comprensión EPC independientemente de su experiencia profesional. Además se determinó que los factores contextuales también inciden para que los profesores no hagan una aplicación correcta de esta estrategia didáctica en sus clases lo que repercute en el aprendizaje de las matemáticas.

En la siguiente investigación Smith, Lee y Newmann, 2001, ref. en Mc Tighe y Seif (s.f.) compararon diferentes formas de instrucción y aprendizaje en escuelas elementales. El estudio fue realizado con más de 100.000 estudiantes de los grados de 2 a 8 y se encuestaron más de 5000 profesores en 384 escuelas elementales de Chicago.

El estudio comparó a aquellos profesores que usaban métodos de enseñanza activos que consistían en generar un ambiente de preguntas y desarrollar estrategias en EPC para resolver problemas que eran analizados y discutidos con los compañeros y aquellos profesores que no usaban métodos

activos de enseñanza en las asignaturas de matemáticas y lectura. Los resultados del estudio mostraron correlaciones altas entre los métodos de enseñanza activos y el logro de aprendizaje de nivel superior, que les llevó a concluir que cuando el estudiante se involucra de manera interactiva en el aprendizaje es capaz de aplicar, transferir y adaptar los conocimientos y destrezas a nuevas situaciones.

Costamagna y Manuele (2004) reflexionaron sobre las principales dificultades de comprensión que presentan los estudiantes universitarios e investigaron las estrategias didácticas que pueden incentivar aprendizajes más comprensivos en los alumnos partiendo de la idea que los estudiantes tienen diferentes formas de acercarse al conocimiento según sus estilos e intereses cognitivos.

Para esto trabajaron con una muestra de estudiantes de la carrera de Bioquímica en la asignatura Morfología normal. Los estudiantes realizaron diferentes actividades como por ejemplo, integraron la teoría con la práctica reemplazando las clases de coloquios, se contextualizó el conocimiento en situaciones de la vida cotidiana, entre otros. Los resultados obtenidos en el grupo experimental en comparación con grupos anteriores les permitieron concluir que cuando la estrategia didáctica se plantea con miras a la comprensión, es decir, siguiendo los pasos básicos de la EPC, el aprendizaje alcanzado les permite transferir los conocimientos a nuevos y diferentes contextos de aprendizaje a través del despliegue de capacidades más amplias, y apuntando a una formación integral y armónica.

Valeiras (2006) diseñó un modelo teórico en el que integró las tecnologías de la información, la enseñanza para la comprensión, el aprendizaje significativo de Ausubel y la comunicación con la perspectiva socio-cultural de Vigotsky para la enseñanza de las ciencias, el cual implementó con docentes de ciencias. A partir de la aplicación obtuvo resultados positivos en tres aspectos: comprensión de las temáticas, comunicación y aprendizaje significativo.

Janssen, Tigelaar y Verloop (2009) indican que la enseñanza para la comprensión requiere que los profesores organicen actividades intelectualmente exigentes que continuamente desafíen a los alumnos a aplicar y enriquecer sus conocimientos. La problemática previa de su investigación mostraba que los estudiantes de pedagogía eran incapaces de desarrollar lecciones en EPC. Por lo tanto, exploraron una heurística de dominio específico que ayudara a los estudiantes de pedagogía a la elaboración de lecciones de biología que presentaran problemas siguiendo los lineamientos de la EPC. Las hojas de trabajo de los estudiantes sobre el diseño de las lecciones fueron analizadas de acuerdo con criterios de lecciones que presentaban problemas. Los resultados mostraron que el uso de la estrategia didáctica en EPC resultó ser útil para la mayoría de estudiantes de pedagogía de acuerdo a los criterios establecidos. Además los profesores indicaron que el uso de la EPC profundizó su conocimiento en la materia.

MacLead (s.f.) examinó el grado de comprensión de un módulo de pregrado de primer año de salud pública al aplicar la estrategia EPC. La estrategia didáctica consistió en la aplicación de los cuatro elementos de la EPC

mediante clases informales, exposiciones orales, documentos escritos y discusiones en grupo, y la evaluación estaba compuesta por varios formatos que facilitaron la evaluación de los desempeños de comprensión de los alumnos en diferentes contextos. Los resultados de las evaluaciones de los estudiantes mostraron que la mayoría alcanzaron las metas de comprensión. También indica como conclusión que la aplicación de la EPC permitió hacer explícito lo que los estudiantes necesitan entender para poder reconocer los factores que inciden en la salud pública.

El siguiente estudio llevado a cabo por Montero (s.f.) muestra la aplicación de la EPC en la ULACIT Costa Rica como estrategia didáctica que permite fortalecer en estudiantes de derecho competencias profesionales tales como: pensamiento crítico, la creatividad, la comprensión del derecho como sistema, la interpretación del ordenamiento jurídico y la evaluación crítica al permitir que los estudiantes integren sus conocimientos previos con los nuevos conocimientos.

El estudio llevado mediante encuesta aplicada a 52 estudiantes de derecho permitió concluir que la EPC transformó la estrategia tradicional. Los docentes enfatizaron en la comprensión como meta y proceso de aprendizaje; los temas despertaron el interés y estaban conectados con la experiencia, hubo la oportunidad de demostrar lo aprendido y los proyectos de síntesis permitieron verificar el cumplimiento de las metas de comprensión.

Otra de las investigaciones que muestra las ventajas de la EPC es la realizada por Morán y Monasterolo (2009), quienes aplicaron la estrategia

didáctica en un curso de robótica, a fin de facilitar la comprensión de los conceptos básicos del funcionamiento de robots antropomorfos. La investigación mostró que los grados de comprensión alcanzados por los estudiantes y el nivel exigido para aprobar la asignatura fueron alcanzados por la mayoría de estos.

Tocci, Midhi, Vallejo y Jubert. (2011) aplicaron la estrategia didáctica de la EPC en un curso a distancia de química básica haciendo uso de las TIC a un grupo de estudiantes repitentes. Para esto presentaron a los estudiantes una imagen sobre energías alternativas a partir de la cual se mostraron diversas rutas de obtención de energías alternativas. La imagen también iba acompañada de interrogantes que los estudiantes resolvían a partir de lo que sabían y podían formular nuevos interrogantes. Junto a esto los estudiantes participaron en foros que enriquecieron el trabajo y resolvieron cuestionarios que eran corregidos inmediatamente en la plataforma moodle lo cual les permitió la retroalimentación, la reflexión y al docente evaluar los avances en las comprensiones de sus estudiantes.

Las autoras concluyen que la aplicación de la EPC haciendo uso de las TIC permite vincular las metas de comprensión, desarrollar y aplicar la comprensión de manera práctica, tener en cuenta los estilos de aprendizaje y promover un compromiso reflexivo en temáticas que representan un desafío.

Respecto a los estudios previos mencionados en este documento se puede concluir que la estrategia didáctica de EPC favorece un aprendizaje en los estudiantes que le permite aplicar y transferir los conocimientos y destrezas a

nuevas situaciones porque La EPC al favorecer la integración de los nuevos conocimientos con los conocimientos previos facilita en los alumnos el desarrollo de competencias, la creatividad y la evaluación crítica.

En este mismo sentido el mantener un proceso formal de evaluación continua permite medir el nivel de comprensión de los estudiantes y alcanzar las metas de comprensión así como hacer explícita las necesidades de aprendizaje de los alumnos.

Por otra parte, algunas investigaciones indican que aspectos como el conocimiento del docente sobre la estrategia didáctica de enseñanza para la comprensión y el contexto en el que se desarrolla inciden en el logro de objetivos de aprendizaje.

Finalmente, cuando se aplica la estrategia didáctica haciendo uso de las tic's se favorece el aprendizaje de temas que representan dificultad para el estudiante mediante una vinculación práctica de las metas de comprensión.

Como se pudo observar las investigaciones previas han consistido en la aplicación de la estrategia didáctica EPC para mejorar la comprensión, desarrollar competencias o evaluar su efecto respecto a estrategias tradicionales pero no se encontraron estudios que den cuenta del efecto comparativo entre estrategias activas.

2.3. Estrategia didáctica de Aprendizaje por Descubrimiento Guiado (ADG)

2.3.1. Definición

El aprendizaje por descubrimiento guiado es definido por Barrón (1991) como una actividad autorreguladora de resolución de problemas, que requiere de la comprobación de hipótesis como aspecto fundamental del descubrimiento. Esa capacidad autorreguladora la desarrolla el sujeto cuando utiliza su sistema cognitivo, comprensivo y actúa para interpretar la realidad y autorregular su intervención.

2.3.2. Historia

El aprendizaje por descubrimiento surge a mediados del siglo XX en Norteamérica en respuesta a la problemática de la enseñanza-aprendizaje escolar, que demandaba nuevas formas de aprendizaje para responder al desarrollo tecnológico de los 60 y a la demanda de competitividad científica, como un aprendizaje basado en la experiencia empírica en oposición al aprendizaje teórico y verbalista tradicional (Barrón, 1993; Reibelo, 1998).

Surge entonces un aprendizaje por descubrimiento que sitúa al sujeto en la fuente de experiencia sensitiva y el dato perceptivo siguiendo una secuencia de aprendizaje inductivo, en la que partiendo de la observación de la realidad, mediante ensayo-error, pensamiento intuitivo y abstracción empírica llega a generalizaciones cognitivas (Barrón, 1993).

Entonces Bruner (1961), Glaser (1974), Cronbach (1975) identifican el aprendizaje por descubrimiento como una necesidad de comprobar hipótesis

mediante secuencias inductivas que parten de la observación de datos particulares a partir de los cuales el sujeto descubre la generalización inmersa en ella.

Para esto el sujeto sigue los principios del aprendizaje por descubrimiento:

- El ser humano de forma natural descubre el conocimiento.
- El resultado de descubrir es una construcción novedosa de conocimiento.
- El aprendizaje tiene su punto de partida en la identificación de problemas.
- El aprendizaje por descubrimiento se desarrolla a través de un proceso de resolución de problemas.
- El descubrimiento encuentra su lógica en la comprobación de hipótesis.
- La resolución del problema debe ser autorregulada y creativa.
- El aprendizaje por descubrimiento va asociado a la producción de errores.
- El aprendizaje por descubrimiento es afectado por una mediación sociocultural.
- El aprendizaje por descubrimiento puede ser pedagógicamente promovido (Barrón, 1993).

Más recientemente el aprendizaje por descubrimiento guiado no tiene su punto de partida en la observación sino en la resolución de problemas que emergen cuando las expectativas del sujeto son insuficientes para comprender una situación (Barrón, 1993).

Las investigaciones actuales sobre el aprendizaje por descubrimiento consisten en estudios comparativos entre el aprendizaje por descubrimiento

guiado y la estrategia didáctica tradicional expositiva. En varias de estas investigaciones se avalúa la capacidad de retención y la capacidad de transferencia al cabo de cierto tiempo de aplicación de la estrategia didáctica (Morales, 2011; Reibelo, 1998; Segarra, 2010). También se ha aplicado para desarrollar habilidades procedimentales y se ha estudiado su efecto en el logro de aprendizaje. Estos estudios se han realizado en diversos campos del saber como la historia, las matemáticas e ingenierías (Ivanov,1992;Veermans, 2003) pero su mayor aplicación se encuentra en las ciencias naturales (Canedo, 2009; Castelán, 2011; Çetin, 2004; Solis, 2005).

2.3.3. Descripción de la estrategia didáctica

Bruner consideraba que el aprendizaje se daba en tres etapas progresivas basándose en las etapas de desarrollo intelectual de los niños. La etapa enactiva, en la cual se aprende haciendo, la etapa icónica, se aprenden por medio de imágenes y fotos y la etapa simbólica, se aprende por medio de palabras, símbolos o números. De manera que cuando el sujeto presenta dificultades en la etapa simbólica vuelven a la etapa enactiva o icónica para resolver un problema. Entonces para que un estudiante pueda resolver un problema es necesario que el problema coincida con su nivel cognitivo (GMT, 2006).

Bruner (1961) plantea tres tipos de aprendizaje por descubrimiento:

- Descubrimiento inductivo: consiste en la recolección y reordenamiento de datos para llegar a una nueva categoría, concepto o generalización.

- Descubrimiento deductivo: consiste en relacionar las ideas generales, con el fin de llegar a enunciados específicos.
- Descubrimiento transductivo: El sujeto compara dos elementos particulares y advierte que son similares en uno o dos aspectos (Zúñiga, 2012).

De acuerdo con lo anterior la enseñanza debe basarse en el planteamiento y resolución de situaciones abiertas en las que el alumno pueda construir los principios o leyes científicos fomentándose de esta manera la adquisición de destrezas del pensamiento formal lo que a su vez lo llevaría a resolver cualquier tipo de problema. El alumno al encontrar la solución a los problemas será capaz de aprender las cosas haciéndolas, lo cual incrementaría su motivación y esto hará más probable el recordarlas (Pozo y Carretero, 1987).

Bruner propone tres pasos básicos para el aprendizaje por descubrimiento:

- 1) Plantear al estudiante una serie de preguntas desconcertantes o un problema a resolver mediante una situación de aprendizaje in situ que debe ser descubierta por él.
- 2) El profesor debe ayudar y dirigir el proceso de descubrimiento lo que implica que tiene que proporcionar las pistas necesarias que ayuden al alumno en ese proceso. El profesor no explica cómo se resuelve el problema sino que estimula a los alumnos a que observen, formulen hipótesis y las pongan a prueba.
- 3) El profesor debe propiciar la retroalimentación durante el proceso y al finalizar para que el alumno sepa cuándo y cómo adquirir el concepto (Pardo, 2013).

Aunque no existe una serie de pasos concretos para la ejecución de la estrategia didáctica de ADG, Assmann (2005) propone unas pautas para inducir a los alumnos en el aprendizaje por descubrimiento:

1. Formular una pregunta interesante a los estudiantes sobre el fenómeno a observar o sobre las acciones a realizar.
2. Proporcionar material previamente organizado e intencionado para que los alumnos trabajen sobre la situación.
3. Motivar a los estudiantes para que expresen sus hipótesis o suposiciones intuitivas y que luego las verifiquen sistemáticamente.
4. Organizar la clase para que los alumnos aprendan a partir de su propia implicación activa.
5. Construir sistemas internos de codificación dentro de los cuales una persona pueda organizar diferentes aspectos de un concepto general.

A partir de la información anterior la estrategia didáctica de ADG se puede organizar en una estructura cíclica como la que se observa en la Figura 5.



Figura5. Etapas del aprendizaje por descubrimiento guiado

La Figura 5 muestra que se debe partir de una situación que representa para el estudiante un problema cognitivo a resolver, a continuación el estudiante trata de dar su explicación al fenómeno y mediante las preguntas conductoras el estudiante se aproxima a la explicación teórica del problema. Para esto entonces, busca información que discute con sus compañeros y finalmente comprueba sus conjeturas o hipótesis iniciales.

2.3.4. Características del ADG

El estudiante aprende de manera activa a través de la acción directa, esto significa que aprende al hacer, observar y experimentar. El contenido a aprender no se presenta como acabado sino como un conocimiento a ser descubierto (Zarza, 2009).

Los estudiantes se familiarizan con los procedimientos de observación, búsqueda, control y medición de variables y en las técnicas que le permiten llegar a la construcción de conocimiento (Zarza, 2009).

Esta estrategia didáctica hace que los alumnos se percaten de la estructura de contenido que se va a aprender y de las relaciones con sus elementos facilitando la retención del conocimiento (Barrón, 1993).

En esta estrategia didáctica el aprendizaje se presenta debido a la comprobación lógica de conjeturas. El estudiante cuando descubre el conocimiento lo hace porque ha establecido relaciones con sus conocimientos previos y trata de explicar el nuevo fenómeno de manera razonada (Barrón, 1993).

A continuación se presentan algunos estudios previos realizados sobre comparaciones entre estrategias didácticas donde una de ellas es ADG.

2.3.5. Investigaciones previas sobre ADG

Se inicia esta revisión con la investigación realizada por Wilke y Straits (2001) quienes investigaron los efectos del ADG en las actitudes y en el aprendizaje de contenidos y de procedimientos experimentales en un curso de segundo año de biología. Para esto combinaron la estrategia didáctica tradicional de conferencia con cuatro actividades de ADG y evaluaron sus efectos mediante un examen.

Los resultados indicaron diferencias estadísticamente significativas en el aprendizaje de contenidos y las habilidades experimentales de los alumnos a favor de la estrategia didáctica ADG en comparación con la estrategia tradicional.

En cuanto a las actitudes indican que los estudiantes disfrutaron más las sesiones de problemas activos del ADG que les hizo creer que hubo una mayor comprensión de la materia y ayudó al desarrollo de habilidades que pueden ser usadas en otros cursos. Para concluir, indican que cuando se combina la estrategia didáctica tradicional con la estrategia didáctica ADG se obtienen mejores logros de aprendizaje.

La siguiente investigación realizada por Veemans (2003) tenía como objetivo el desarrollo de habilidades científicas con la aplicación de una estrategia didáctica de aprendizaje por descubrimiento guiado ADG para la enseñanza de la física utilizando como recurso un simulador, con el fin de disminuir el énfasis de la enseñanza tradicional expositiva e incrementar el trabajo autónomo.

En la investigación fueron evaluados dos aspectos, el efecto sobre la forma como los estudiantes interactúan con el ambiente de aprendizaje, en esta parte se estudio si las actividades del simulador permitían mantener un aprendizaje por descubrimiento o que aspectos de las actividades lo modificaban. El segundo aspecto fueron los efectos sobre el aprendizaje, se evaluaba la dependencia entre el efecto de la interacción de los alumnos con el ambiente de aprendizaje y los resultados de aprendizaje obtenidos.

Para evaluar los efectos de la estrategia de aprendizaje por descubrimiento guiado trabajó con 46 estudiantes de dos escuelas holandesas de cuarto año de educación pre-científica de 15 a 16 años de edad. Uno de estos fue el grupo

control que siguió un ambiente de aprendizaje con rutina bajo el esquema tradicional.

Veemans indica que respecto a la forma como los estudiantes interactúan con el ambiente de aprendizaje, no se encontró diferencias en el desempeño de los estudiantes de ambos grupos, la única diferencia estaba dada por los procesos de retroalimentación del grupo experimental quienes evaluaron sus experimentos a la luz de hipótesis e indicaban si la hipótesis debía o no ser rechazada y realizaron mayor número de tareas debido a la estrategia didáctica lo que condujo a mayor cantidad de tiempo en comparación con el grupo control. Respecto a los efectos sobre el aprendizaje, concluye que no se encontraron diferencias significativas entre el grupo experimental y el control en los resultados de las pruebas de conocimiento.

En la siguiente investigación Çetin(2004) estudió el efecto de la aplicación de una estrategia didáctica de descubrimiento guiado en el logro de aprendizaje en matemáticas y en las actitudes de los estudiantes al ADG.

La investigación fue llevada a cabo con 118 estudiantes turcos de matemáticas y ciencias de grado noveno en Ankara durante el semestre de primavera. La aplicación de la estrategia didáctica ADG duró 3 semanas. Los efectos de la estrategia didáctica ADG fueron comparados con grupo control en estrategia didáctica tradicional de instrucción del docente.

Para evaluar el logro de aprendizaje se aplicaron dos pruebas, un test de matemáticas MAT y un test de logro logarítmico administrados como pre test y

post test. Para determinar las actitudes se aplicó un cuestionario de opiniones y actitudes sobre el ADG, y entrevistas.

Los resultados obtenidos en las pruebas matemáticas no mostraron diferencias estadísticamente significativas entre el grupo ADG y el grupo control. Sin embargo, los puntajes del grupo ADG fueron más altos que los del grupo control. Tampoco se encontraron diferencias significativas entre los grupos ADG de ciencias y matemáticas. Pero si hubo diferencias significativas en las pruebas de actitudes a favor del ADG.

En la siguiente investigación Leenaars (2008) indica que los estudiantes durante la aplicación de la estrategia didáctica ADG presentan muchas dificultades para seguir el proceso y requieren de apoyo. Por lo que realiza un estudio sobre los problemas que presentan los estudiantes durante las fases de interpretación de datos y evaluación del modelo ADG. El estudio fue realizado con 18 estudiantes de especialidades académicas diferentes pero que habían terminado el curso de física en secundaria. En la investigación los estudiantes debieron resolver mediante un simulador computacional una serie de problemas que requerían tanto la interpretación de datos como la evaluación del modelo. Los pasos de razonamiento seguidos por los estudiantes durante la solución fueron registrados utilizando informes verbales y respuestas escritas.

Leenaars indica que los resultados mostraron que la mayoría de los estudiantes eran bastante buenos en lectura y comprensión de gráficos en el campo de la cinemática. Pero presentaron problemas durante la etapa de

interpretación de datos, debido a que los pasos de razonamiento para interpretar los datos en el ADG no son similares a los pasos de razonamiento requeridos durante la interpretación clásica de gráficas, sino que implican más etapas como los pasos de observación que consistía en notar y reconocer una característica de un gráfico o reconocer una diferencia entre dos gráficos, mientras que las otras sub-categorías de interpretación, los cálculos, los datos y las conclusiones no representaron dificultad para los participantes.

El siguiente estudio realizado por Balim (2009) en Turquía compara la estrategia didáctica de ADG con la estrategia tradicional en dos grupos de estudiantes de grado 7 de primaria en el curso de Ciencia y Tecnología. El estudio tenía por objeto determinar el efecto de la estrategia didáctica ADG en el rendimiento académico, las habilidades investigativas y la permanencia del aprendizaje e identificar si había diferencias significativas entre las dos estrategias didácticas.

El diseño de la investigación fue cuasi experimental pre post- test. El estudio fue llevado a cabo con 57 estudiantes. Los resultados mostraron diferencias significativas a favor del grupo ADG en el rendimiento académico y en la permanencia del aprendizaje. Los estudiantes que tuvieron puntajes altos en el post test también presentaron altas habilidades investigativas en la prueba diseñada para esto. Balim concluye que el ADG es una estrategia didáctica que incrementa la posibilidad de éxito en el aprendizaje y en el desarrollo de habilidades investigativas en comparación con la estrategia didáctica tradicional.

Alfiere, Brooks, Aldrich y Tenenbaum (2011) realizaron dos estudios de meta-análisis con una muestra de 164 estudios, en el primero indagaron los efectos del aprendizaje por descubrimiento sin ayuda frente a la instrucción explícita y en el segundo los efectos del ADG frente a otros tipos de instrucción. Los análisis de la información revelaron resultados favorables para la instrucción explícita en comparación con el aprendizaje por descubrimiento sin ayuda. De igual manera se obtuvo mejores resultados para el ADG en comparación con otros tipos de instrucción. Los autores concluyen que el aprendizaje por descubrimiento sin ayuda no favorece el aprendizaje de los estudiantes porque el estudiante no logra resolver sus inquietudes de conocimiento al no favorecer la retroalimentación generando vacíos conceptuales.

Fallon, Walsh y Prendergas (2013) quienes llevaron a cabo un estudio con 82 estudiantes que finalizaban su pregrado aplicando la estrategia de aprendizaje por descubrimiento. Inicialmente los estudiantes presentaban un bajo compromiso y un aprendizaje limitado con la estrategia didáctica tradicional por lo que la investigación tuvo dos objetivos aplicar la estrategia didáctica de aprendizaje por descubrimiento a un grupo de estudiantes de educación ambiental y mejorar la participación de los estudiantes. Para lograrlos diseñaron un módulo basado en la estrategia didáctica ADG el cual explicaron previamente mediante la estrategia didáctica tradicional. El compromiso de los estudiantes después de aplicada la estrategia didáctica fue medido mediante la Encuesta Nacional de Estudiantes para el Compromiso (2000) y también aplicaron un cuestionario para determinar si y en qué grado los estudiantes mostraban compromiso con el material que

estaban aprendiendo. Los resultados indicaron que entre el 63% y el 96% respondieron favorablemente ambos instrumentos. Respecto al aprendizaje también fue alcanzado satisfactoriamente.

En la siguiente investigación Hoffman (2013) observó como cuatro profesores recién graduados de su licenciatura en matemáticas aplicaban la estrategia didáctica de aprendizaje por descubrimiento guiado en el curso de algebra I. Para su investigación además de la observación de las clases administró a los 4 profesores y sus 142 estudiantes unas encuestas que se centraron en la orientación de los alumnos al ADG, las actitudes hacia las matemáticas y su perspectiva de aplicación del ADG en las clases.

Las encuestas revelaron diferencias estadísticamente significativas en las actividades observadas en clase pero no se observaron diferencias significativas en las orientaciones instruccionales de los estudiantes hacia el ADG. Los docentes participantes en la investigación expresaron que ya estaban familiarizados con la estrategia didáctica de ADG desde su pregrado y mostraron compromiso. Sin embargo, un docente que venía aplicando una estrategia didáctica de enseñanza basada en proyectos mostró diferencias consistentes entre la perspectiva de los estudiantes al ADG y en la ejecución observada del ADG. El docente justificó sus acciones debido a aspectos administrativos debido a que se acercaba el programa de evaluaciones de la institución, entre otros.

La autora concluye que todos los docentes a pesar de tener conocimiento y experiencia en la aplicación del ADG presentaron diferencias significativas en sus

prácticas docentes e indica que es necesario que haya una cultura escolar de apoyo de manera que la aplicación de la estrategia didáctica sea lo más auténtica posible y de esta manera favorecer a los estudiantes.

Castronova (s.f.) realizó un estudio de investigación acción en una escuela primaria suburbana para la enseñanza de un tema de historia mediante el uso de una webQuest que es una herramienta de instrucción basada en el aprendizaje por descubrimiento y fue comparado con la estrategia didáctica tradicional. En el estudio se comparó el rendimiento académico, la participación de los estudiantes, y las interacciones entre el estudiante y su profesor y entre estudiantes mientras trabajaban en grupos cooperativos.

En el estudio participaron 87 estudiantes de quinto grado organizados en 4 grupos, dos con cada estrategia didáctica y 4 profesores. Los resultados indican que no hay diferencias significativas en el rendimiento entre las dos estrategias didácticas. Pero si se mostraron más comprometidos con su aprendizaje los estudiantes que trabajaron con la webQuest. También se presentaron más interacciones de pensamiento de orden superior con profesor y compañeros relacionadas con el tema de estudio en los grupos ADG en comparación con los grupos de la estrategia didáctica tradicional.

Akanmu y Fajemidagba (2013) realizaron un estudio comparativo entre la estrategia didáctica ADG y la tradicional de exposición docente para determinar el efecto de la estrategia didáctica ADG en el rendimiento académico en matemáticas y la influencia del género en los puntajes de pruebas de

conocimiento. Para esto seleccionaron 202 participantes de escuelas públicas mixtas de Ejigbo en Nigeria. La investigación fue cuasi-experimental y como instrumento utilizaron la prueba de matemáticas del examen de África occidental.

Los resultados mostraron diferencias significativas a favor de los estudiantes que trabajaron con la estrategia didáctica ADG. Los investigadores indican que cuando se aplica esta estrategia didáctica el trabajo es igualmente satisfactorio con hombres y mujeres. En este mismo sentido, el estudio reveló puntuaciones altas en el examen en estudiantes con buen rendimiento académico y mejoras en aquellos que presentaron bajo rendimiento.

A modo de conclusión respecto a las investigaciones previas reportadas en este documento se puede expresar que la aplicación de la estrategia didáctica ADG favorece la participación de los estudiantes y su compromiso por aprender en comparación con la estrategia didáctica tradicional de conferencia docente.

Cuando se aplica la estrategia didáctica mediante recursos interactivos se favorecen en el estudiante procesos de retroalimentación al validar o no sus hipótesis, pero no hay diferencias significativas en los resultados con la estrategia didáctica tradicional respecto al desempeño en su interacción con el ambiente de aprendizaje. Sin embargo, si se reporta que la estrategia didáctica ADG requiere mayor dedicación en tiempo.

Por otra parte, se indica que uno de los inconvenientes en el razonamiento de información en la estrategia ADG es debido al mayor número de pasos que

requiere la ejecución de la estrategia, entre ellos reconocer detalles claves durante la observación de fenómenos.

Respecto al conocimiento teórico-práctico sobre ADG del profesor y sus aplicaciones en el aula, se indica que a pesar de que los profesores tienen conocimiento en el tema no lo aplican correctamente debido a la falta de apoyo en las instituciones educativas lo que repercute en el aprendizaje de los estudiantes.

En cuanto al logro de aprendizaje de asignaturas específicas la mayoría de estas investigaciones muestran diferencias significativas a favor del ADG respecto a la estrategia didáctica tradicional de conferencia docente. Además, se afirma que es mayor la permanencia de los aprendizajes comparada con la tradicional. En cuanto al rendimiento académico algunos trabajos indican que hubo mayor rendimiento respecto a la estrategia tradicional y otros indican que fue similar por lo que no se puede concluir sobre el tema.

Finalmente, se habla que la estrategia didáctica ADG mejora las actitudes de los estudiantes, encontrándose diferencias estadísticamente significativas respecto a la estrategia didáctica tradicional.

2.4. Estilo cognitivo dependencia independencia de campo (DIC)

El estilo psicológico es definido por Riding, 1997 (ref. en Tinajero y Páramo, 2013) como dimensiones de diferencias individuales que se manifiestan en patrones de conducta en distintas áreas de actividad. De acuerdo con Messick (1994) los estilos psicológicos son una aproximación cualitativa de la conducta que

describen tendencias en la forma de actuar el sujeto y que determinan ventajas o desventajas según las circunstancias.

Por su parte el estilo cognitivo es definido como formas consistentes de organizar y procesar la información y la experiencia. El estilo cognitivo presenta dos polos con valoración neutral (Hederich, 2010, 2013, Hederich y Camargo, 2015b). El estilo del sujeto se establece con referencia a un continuo entre dos formas extremas y opuestas entre sí (Hederich, 2004; Hederich y Camargo, 2001, 2015a; Sierra, 1994; Tinajero y Páramo, 2013).

El estudio de los estilos cognitivos surgió al interior del movimiento New look conformado por un grupo de investigadores que estudiaban el rol de la personalidad en la percepción del sujeto, sus necesidades, intereses y valores. Estos investigadores recibieron aportes de autores que expresaban las falencias de la aproximación psicométrica al funcionamiento intelectual. Por ejemplo, encontraron que sujetos con valores altos en flexibilidad de clausura, que hace referencia a la habilidad para segmentar una totalidad y dar nueva forma o orden, se mostraban socialmente retraídos frente a sujetos con valores bajos que eran más sociables (Tinajero y Páramo, 2013).

Debido al efecto que las diferencias individuales producen en la personalidad se les dio el nombre de habilidades estilísticas siendo consideradas como variables importantes en la organización funcional de la personalidad. A partir de entonces se comenzó el estudio de numerosas dimensiones entre estas la dimensión dependencia- independencia de campo (DIC) propuesta y estudiada

inicialmente por Witkin (1976) quien hizo ver sus implicaciones educativas (Tinajero y Páramo, 2013).

La dimensión dependencia- independencia de campo hace referencia a los distintos modos de percibir y estructurar la realidad (Sierra, 1994). Su estudio comenzó con la percepción de la verticalidad, Witkin y Goodenough (1981) tuvieron en cuenta los modos característicos de procesamiento de la información, los factores de campo y sensores locales, encontrando que la verticalidad la percibe el ser humano mediante dos conjuntos de experiencias que actúan simultáneamente, primero el campo que rodea al sujeto que suele ser su marco de referencia y segundo su cuerpo. Por lo que definieron la dependencia-independencia como una aptitud perceptiva – analítica que se manifiesta a través de todo el funcionamiento perceptivo del sujeto (Sierra, 1994).

Los primeros experimentos de Witkin indicaron de forma clara que cuando el sujeto prioriza en su cuerpo conlleva a ejecuciones más precisas en otras situaciones (Sierra, 1994).

Otro experimento realizado por Witkin estaba relacionado con tareas que requerían que el sujeto desenmascarara un elemento en un cuerpo organizado del que forma parte, lo que implica yuxtaposición cuerpo-campo y percepción de la realidad vertical.

Mediante su test de figuras ocultas encontró que los sujetos que tenían dificultad para separar la figura simple de la compleja presentaban también dificultad para mantener el cuerpo o la varilla separados de la habitación o del

marco teórico de los test de orientación en sus experimentos previos por lo que los llamó dependientes de campo (DC), mientras que los sujetos que encontraron fácil sobreponerse a la influencia de la figura compleja para localizar la figura simple los nombró independientes de campo (IC) (Sierra, 1994).

Witkin y otros (1985) indican entonces que cuanto mayor es la independencia del sujeto respecto a los elementos ambientales que le puedan distraer, mayor es su capacidad de análisis, por el contrario cuanto mayor sea su dependencia a esos factores más globalizador será (Sierra, 1994).

A continuación se muestra en la Tabla 2 algunas características de la personalidad determinadas por el estilo cognitivo DIC que diferencian a dependientes de independientes de campo, la tabla fue elaborada a partir de la información encontrada en Sierra (1994).

Tabla 2
Diferencias entre dependientes e independientes de campo

Dependiente de campo	Independiente de campo
Mayor competencia en las relaciones interpersonales	Bajas competencias en las relaciones interpersonales
Menor habilidad en la reestructuración cognitiva	Mayor habilidad en la reestructuración cognitiva
Tienen una concepción global del cuerpo	Tienen una concepción articulada del cuerpo viendo en estos unos límites definidos
Utilizan mecanismos de defensa como la represión y la negación	Utilizan mecanismos de defensa como el aislamiento, la proyección e intelectualización
Tienden a la extroversión y al histerismo	Son introvertidos y obsesivos.
Prefieren los refuerzos externos	Prefieren los refuerzos internos

2.4.1. Efecto del estilo cognitivo DIC en el proceso enseñanza- aprendizaje

Tinajero y Páramo (2013) indican que hay dos factores que inciden en el proceso enseñanza – aprendizaje, los contextuales que son los sucesos que se presentan en el aula y que influyen en la representación que tiene el estudiante de la acción educativa como las tareas, el estilo del profesor, las estrategias didácticas y segundo las diferencias individuales que van más allá del entorno del aula como la inteligencia o las expectativas.

Al ser los estilos cognitivos modos de funcionamiento que se manifiestan en las actividades perceptivas, intelectuales, comportamiento social y afectivo condicionan la interacción entre el comportamiento del sujeto como aprendiz y los factores educativos contextuales, es decir, se establecen patrones conductuales estables y consistentes ligados a la situación de enseñanza- aprendizaje denominados estilos de aprendizaje (Tinajero y Páramo, 2013).

Los estudios al respecto parecen indicar que los sujetos dependientes de campo son igualmente capaces que los independientes de campo de utilizar distintas estrategias de aprendizaje y aprovecharlas favorablemente aunque los dependientes son menos proactivos a usarlas de manera autónoma (Tinajero y Páramo, 2013).

Por otra parte, se puede encontrar incidencia del estilo cognitivo en aspectos académicos relacionados con los materiales de aprendizaje. Aquellas ilustraciones, textos, presentaciones y útiles de aprendizaje que no presentan una estructura clara representan mayor dificultad para los sujetos dependientes de

campo debido a su menor capacidad de reestructuración cognitiva uno de los trabajos que apoya esta idea es la realizada por Coward y Lange (1979) quienes concluyen después de realizar un estudio con niños de enseñanza elemental que la escasa aptitud reestructuradora de los sujetos dependientes de campo dificulta el recuerdo de materiales desorganizados (Tinajero y Páramo, 2013).

En este mismo sentido cuando se utilizan recursos que refuerzan la estructura de materiales académicos como los problemas, se obtienen resultados favorables que disminuyen los efectos diferenciales entre sujetos dependientes e independientes por ejemplo Bien (1974) encontró que las diferencias en la resolución de problemas entre sujetos de los dos extremos DIC desaparecían cuando se resaltaba la información relevante. Threadgill- Sowder, Moyer y Moyer (1985) también encontraron que esas diferencias desaparecen cuando se presentan los problemas en forma de dibujos (Tinajero y Páramo, 2013).

Cuando se utilizan presentaciones en computador se cubren las necesidades de organización de los dependientes de campo al suministrar la información en secuencias ordenadas y flexibles, acompañadas de abundantes ejemplos y ejercicios. Esto a su vez aporta autonomía a los independientes de campo. Los estudios que han utilizado ordenador frente a estudios con otras metodologías no suelen arrojar diferencias de rendimiento académico en función del estilo cognitivo (Tinajero y Páramo, 2013).

2.4.2. Efecto de las estrategias didácticas

Respecto a las estrategias didácticas se espera que aquellas que sean más directivas sean más adecuados para los dependientes de campo dada su tendencia a confiar en los referentes externos, en cambio los independientes de campo trabajarán más cómodos con aquellas estrategias didácticas que les den más autonomía (Canelos, Taylor y Gates, 1980; Davis, 1991; Federico, 1991; Witkin, Moore, Goodenough y Cox, 1977). Uno de los trabajos que apoya esta idea es el realizado por McLeod y Adams (1979) quienes encontraron que los sujetos dependientes de campo obtenían mejores resultados con la estrategia didáctica expositiva, mientras que los independientes de campo lo hacían con el de descubrimiento. Además, esta estrategia didáctica producía diferencias significativas de rendimiento a favor de los independientes de campo (Tinajero y Páramo, 2013).

Sin embargo, estudios como los realizados por Mac Neil (1980) y por Canino y Cicchelli (1988) no resultaron en efectos diferenciales significativos entre las estrategias didácticas expositiva y de descubrimiento, según los autores porque se usó el computador para la aplicación de ambas estrategias didácticas lo que disminuyó el efecto diferencial de ambas estrategias didácticas (Tinajero y Páramo, 2013).

En este mismo sentido Shymanky y Yore encontraron que cuando se utilizan métodos deductivos en estrategias didácticas de descubrimiento hay diferencias a favor de los independientes de campo, mientras que en métodos

inductivos o hipoteticodeductivos no hay diferencias entre dependientes e independientes (Tinajero y Páramo, 2013).

Por su parte Strawitz (1984) encontró que cuando se usa la estrategia didáctica de descubrimiento autónomo obtienen mejores resultados los independientes, mientras que cuando se usa la estrategia didáctica de descubrimiento estructurado o guiado los resultados son similares para dependientes e independientes, además presentan mayor permanencia de los aprendizajes después de un año (Tinajero y Páramo, 2013).

2.5. Actitudes

2.5.1. Definición

Gargallo et al. (2007) definen las actitudes como predisposiciones a evaluar de determinado modo a un objeto, persona, grupo, suceso o situación. Esas evaluaciones se realizan a partir de las creencias disponibles y conducen a actuar de modo favorable o desfavorable frente al sujeto, objeto o situación. Las actitudes son aprendidas y son relativamente duraderas.

2.5.2. Dimensiones

Las actitudes presentan unas dimensiones que integran diversos componentes y se expresan en respuestas cognitivas, afectivos-evaluativas y conductuales.

La *dimensión cognitiva* implica el valor que representa para el sujeto el objeto o situación, basado en hechos, opiniones, creencias, pensamientos,

valores, conocimientos y expectativas acerca del objeto de la actitud (Castro, 2003).

La dimensión *afectivo-evaluativa* expresa los sentimientos de agrado o desagrado que se manifiestan en sentimientos evaluativos y preferencias, estados de ánimo y emociones ante el objeto de la actitud por ejemplo ansiedad, preocupación, felicidad, tensión (Castro, 2003).

La *dimensión instrumental o conductual*: es la evidencia de actuación a favor o en contra del objeto o situación de actitud, aquí se incluyen no solo las conductas sino también la intensidad de conducta (Castro, 2003).

2.5.3. Características

Algunas características de las actitudes que se deducen de sus implicaciones individuales y sociales son:

- Las actitudes son aprendidas. Todo sujeto experimenta determinada situación y expresa comportamientos que ha adquirido mediante la experiencia individual o en la interacción con otros. En esta medida son relativamente estables, pero son susceptibles de ser fomentadas, reorientadas o cambiadas (Castro, 2003).
- Implican una alta carga afectiva y emocional que refleja deseos, voluntad y sentimientos. Esto indica que los sentimientos se reflejan en la forma de actuar, demostrando las experiencias previas del sujeto que los determinan, los sentimientos actúan como mediadores entre los estados internos del sujeto y los aspectos externos del ambiente (Castro, 2003).

- Tienen un carácter evaluativo. Las actitudes consideran juicios o valoraciones que traspasan la sola descripción del objeto e implican respuestas de aceptación o rechazo hacia este (Castro, 2003).
- Tienen un carácter electivo ante determinados valores que se reconocen, juzgan y aceptan o rechazan, las actitudes siempre están referidas a algo o alguien, en otras palabras, representan entidades en términos evaluativos de ese algo o alguien (Castro, 2003).
- Están íntimamente ligadas a la conducta aunque no son conductas abiertas. Evidencian más bien una tendencia a la acción. Al ser experiencias internas no pueden ser analizadas directamente, sino a través de sus respuestas observables (Castro, 2003).
- Las actitudes son transferibles, esto es, que con una actitud se puede responder a diversas situaciones del ambiente (Alcántara, 1992).

2.5.4. Elementos de las actitudes

Algunos autores consideran las actitudes como dimensiones continuas susceptibles de variar que poseen tres elementos que las caracterizan: signo, dirección y magnitud.

Signo: las actitudes pueden ser positivas cuando se dirigen a los valores o negativas si se disponen a actos contrarios a nuestra naturaleza o si nos orientan hacia los contravertores o nos alejan de la situación u objeto de la actitud.

Dirección: se deriva del signo de la actitud y se manifiesta con la aceptación o con el rechazo hacia el objeto de la actitud.

Magnitud o intensidad: indica el grado de aceptación o rechazo hacia el objeto o situación de la actitud (Castro, 2003).

2.5.5. Medición de las actitudes

La intensidad de las actitudes está relacionada con los valores, cuanto más estrechamente esté conectada una actitud a los valores de una persona mayor será su trascendencia. Las actitudes también dependen de la identidad social, cuanto más se identifique la actitud del sujeto con su grupo social mayor será la probabilidad de mantenerla (Gargallo et al, 2007; Ortego, López y Álvarez, s.f).

Las actitudes no son observables directamente sino que se infieren a través de la conducta o de lo que expresan verbalmente las personas, esto hace difícil su medición. Del mismo modo, la medición se dificulta en la medida que el individuo sepa que se está midiendo su conducta dado que lo predispone a comportarse de cierta manera al considerar que eso es lo que se espera de él. Las técnicas para medir la conducta pueden ser directas cuando el individuo está enterado o indirectas cuando no se entera. En esta última categoría hay técnicas en las cuales el sujeto es conocedor de que se le observa pero no de que se evalúa su actitud y otras en las que no sabe que se le está observando (Ortego, López y Álvarez, s.f.).

2.5.6. Efecto de las estrategias didácticas en las actitudes hacia el aprendizaje de las Ciencias Experimentales

Acevedo y Manassero, 2004; Espinosa y Roman, 1998 y Escudero, 1985, ref. Martínez, Villamil y Peña (2006) indican que el desinterés y las actitudes

negativas hacia las ciencias naturales que manifiestan los estudiantes se deben a una enseñanza descontextualizada y al uso de estrategias didácticas memorísticas- repetitivas y poco interpretativas que los conduce a la apatía.

Del mismo modo las actitudes negativas hacia el aprendizaje de las ciencias experimentales se manifiestan de manera gradual a medida que el estudiante avanza de un curso a otro, existiendo cada vez menor interés hacia la ciencia en el paso de la educación primaria a la secundaria debido al encuentro con ciencias experimentales física y química para los cuales creen tener dificultades que limitan su aprendizaje (Martínez, 2006).

Mientras que Mazzitelli y Aparicio (2009) Indican que los problemas de repitencia, deserción, bajo logro de aprendizaje, dificultades asociadas a la comprensión de textos y bajas habilidades oral y escrita en las ciencias naturales se deben a que, a pesar de la gran cantidad de trabajos sobre estrategias didácticas que contribuyen a un aprendizaje significativo, los docentes no las aplican y no utilizan métodos que contribuyan a los procesos cognitivos y metacognitivos, lo que conlleva a la formación de actitudes negativas hacia las materias.

Por otra parte, si se tiene en cuenta que el acto educativo se presenta en grupos interactivos y que el conocimiento es una construcción social sobre los fenómenos naturales y sociales. Entonces, la forma como se dinamice este proceso en el aula va a incidir en el aprendizaje de actitudes hacia la ciencia y por ende en el aprendizaje de las ciencias naturales (Mazzitelli y Aparicio, 2009).

En la interacción social intervienen aspectos como el contexto en el que se encuentran los sujetos y los grupos, la comunicación que se establece entre ellos, el bagaje cultural que proporciona los marcos de percepción, los códigos y los valores relacionados con la pertenencia a un grupo social específico y todo esto a su vez va a determinar las actitudes del estudiante (Mazzitelli y Aparicio, 2009).

En un estudio realizado por Mazzitelli y Aparicio (2009) sobre la incidencia de las relaciones sociales en las actitudes de los estudiantes hacia las ciencias naturales identificaron algunos elementos facilitadores del aprendizaje como el hecho de que los estudiantes reconocen la importancia y utilidad del conocimiento de las ciencias naturales. Esta valoración se debe a que esta clase de actitudes se estructuran colectivamente debido a que su conocimiento, enseñanza y aprendizaje es compartido por ese grupo social.

En otro estudio Hernández et al. (2011) encontraron que cuando los estudiantes se exponen a estrategias didácticas que utilizan el entorno natural como elemento didáctico, dándole nuevos significados al entorno se obtienen actitudes positivas hacia el aprendizaje de las ciencias. Por lo que indican que la falta de motivación de los alumnos y sus actitudes negativas se deben a las didácticas usadas en el aula.

Por otra parte, Castañeda y Mosquera (2012) encontraron en un estudio realizado con estudiantes de todos los grados de bachillerato y educación media que el desarrollo de las actitudes hacia las ciencias y las actitudes hacia el aprendizaje de las mismas, disminuye a medida que aumenta el grado de

escolaridad, esto debido a que va aumentando el grado de complejidad de los contenidos de aprendizaje y al grado de autonomía que se espera en el estudiante.

En contraste está un estudio similar realizado por Muñoz et al. (2013) con estudiantes universitarios de las carreras de químico en alimentos y licenciatura de químico biólogo clínico, encontraron que a medida que avanzan los semestres de la carrera el estudiante enfrenta retos, aumenta la exigencia, necesidad creciente de organización del trabajo académico, la autonomía, aspectos que inciden directamente en las actitudes hacia el aprendizaje de la química siendo mejores a medida que avanza la carrera. Esto debido a que a medida que avanzan las clases teóricas de tipo expositivo son menores y aumenta el uso de estrategias didácticas de enseñanza que son de carácter práctico y que favorecen el trabajo en equipo.

En otro estudio realizado por González y Aljaro (s.f.) sobre estrategias didácticas de enseñanza semipresenciales (b-learning) y no presenciales (e-learning), determinaron que los estudiantes valoraban positivamente la flexibilidad del aprendizaje y la autogestión cuando se aplicaban estrategias de aprendizaje autorregulado por los estudiantes. Los investigadores basados en los resultados concluyen entonces, que las actitudes hacia las estrategias de enseñanza están significativamente relacionadas con el aprendizaje autorregulado.

En este mismo sentido Sierra (2013) realizó un estudio en el que aplicó estrategias aprendizaje activo y comparó con la clase magistral determinando que

los estudiantes entienden mejor los temas de estudio al interactuar con sus compañeros por lo que les resulta más divertido y los estimula a preguntar, consultar y a seguir aprendiendo. Esto a su vez conllevó a mejorar las actitudes hacia el aprendizaje.

En conclusión las actitudes hacia el aprendizaje de las ciencias experimentales son aprendidas socialmente y en contexto y se verán afectadas por el tipo de estrategia didáctica que utilice el docente en el aula. Esas actitudes llevarán entonces a que el estudiante actúe de forma favorable o desfavorable frente al aprendizaje de las ciencias naturales. Cuando las estrategias didácticas promueven la autonomía y autorregulación del estudiante se logra el aprendizaje de actitudes positivas hacia las ciencias. Sin embargo, el grado de complejidad de los contenidos puede disminuir las actitudes de los estudiantes.

Capítulo 3. Metodología

3.1. Diseño

El diseño de la investigación fue cuasi experimental pre y post test. Se aplicaron tres estrategias didácticas diferentes (EPC, ADG y ABP) en tres grupos de estudiantes de educación media de grado 10°. Las estrategias didácticas fueron aplicadas durante 7 meses.

En la investigación se siguió un diseño de medidas repetidas en tres grupos formados naturalmente. Esto consiste en la aplicación repetida de una serie de pruebas que indican los niveles de la variable dependiente en tres grupos de estudiantes de grado 10.

Las estrategias didácticas fueron aplicadas en tres momentos continuos que corresponden a tres unidades didácticas 1: estequiometría química, 2: equilibrio químico y 3: soluciones y heterodispersos.

De acuerdo con la notación clásica este diseño tiene la siguiente forma (Campbell & Stanley, 2001).

O1 X1 O2 X2 O3 X3 O4

O1 Y1 O2 Y2 O3 Y3 O4

O1 Z1 O2 Z2 O3 Z3 O4

Donde

- O1 son las pruebas que fueron aplicadas previas al desarrollo de las estrategias didácticas con la temática estequiometría, que son; evaluación de entrada, prueba de actitudes y el test EFT como indicador del estilo cognitivo en la dimensión DIC.
- X1 corresponde a la aplicación de la estrategia didáctica enseñanza para la comprensión EPC en la temática estequiometría.
- Y1 corresponde a la aplicación de la estrategia didáctica aprendizaje por descubrimiento guiado ADG en la temática estequiometría.
- Z1 corresponde a la aplicación de la estrategia didáctica aprendizaje basado en problemas ABP en la temática estequiometría.
- O2 son las pruebas de finalización de la temática estequiometría: evaluación de finalización, y las pruebas de entrada correspondientes a la temática de equilibrio químico: prueba de actitudes y evaluación de entrada.
- X2, Y2 y Z2 corresponden a la aplicación de las tres estrategias didácticas (EPC, ADG y ABP) en la temática equilibrio químico.
- O3 son las pruebas de finalización a la temática equilibrio químico: evaluación de finalización y las pruebas de entrada correspondientes a la temática heterodispersos y soluciones: prueba de actitudes y evaluación de entrada, y la prueba de permanencia de los aprendizajes, correspondientes a la temática 1, estequiometría.

- X3, Y3 y Z3 corresponden a la aplicación de las tres estrategias didácticas (EPC,ADG y ABP) en la temática heterodispersos y soluciones.
- O4 son las pruebas de finalización a la temática heterodispersos y soluciones: evaluación de finalización y problema complejo, y la prueba de permanencia de los aprendizajes, correspondientes a la temática 2, equilibrio químico. En la sesión instrumentos se explicará con detalle estas pruebas.

En forma esquemática se presenta a continuación lo mencionado en la Figura 1.

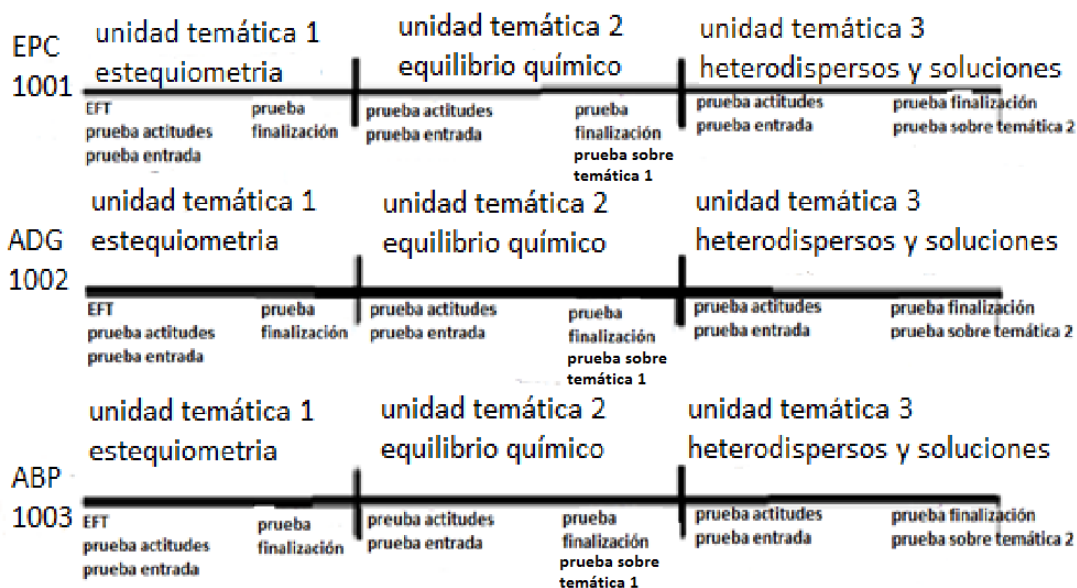


Figura 1. Diseño de medidas repetidas

3.1.1 Proceso de aplicación de las estrategias didácticas

Las tres estrategias didácticas fueron aplicadas por la docente investigadora. Para evitar sesgos por la incidencia de preferencias de la profesora se siguió minuciosamente las rutinas que fueron diseñadas y planificadas previamente por la docente y entregadas por escrito al inicio de la investigación a cada estudiante, de manera que participaran efectivamente en su seguimiento.

Las rutinas fueron diseñadas siguiendo las pautas teóricas mencionadas en varios estudios previos, teniendo en cuenta las particularidades de cada grupo y la dinámica propia de la institución educativa. Las rutinas fueron revisadas previamente con ayuda de un experto en el tema¹ y puestas en marcha en tres grupos piloto antes de aplicarlas en las muestras de estudio, por lo que fueron ajustadas nuevamente después de la aplicación con los grupos piloto.

3.2 Población y muestra

Esta investigación está dirigida a poblaciones estudiantiles de estratos 1 y 2 de educación pública en el nivel de educación media, e inscritos en grado 10°. La investigación fue llevada a cabo en el Colegio Público Institución Educativa Distrital Pablo de Tarso, ubicado en la localidad 7 (Bosa) de Bogotá.

La muestra de estudio para la investigación fueron los estudiantes de los cursos 1001, 1002 y 1003 de la jornada mañana. Los grupos estaban formados por 40, 42 y 41 estudiantes de ambos sexos respectivamente. Con el primer curso (1001) se trabajó la estrategia didáctica de aprendizaje de descubrimiento guiado

¹ Se agradece al doctor Mario Quintanilla por su colaboración en la corrección de los instrumentos de investigación y de las secuencias didácticas aplicadas para este estudio.

ADG, con el segundo (1002) se aplicó la estrategia didáctica enseñanza para la comprensión EPC y con el tercero (1003) se llevó a cabo la estrategia didáctica de aprendizaje basado en problemas ABP.

La conformación de cada uno de los grupos se hizo según los criterios de la institución educativa. En la institución educativa los estudiantes son organizados en los grupos de acuerdo al énfasis, en este caso el grupo ADG pertenecía al énfasis de ciencia y tecnología con mayor intensidad horaria de química 4 horas clase en la semana, este grupo ve los temas con mayor profundidad y tiene practicas de laboratorio, el grupo EPC con énfasis en artes y humanidades con una intensidad horaria de química de 2 horas clase a la semana, el grupo ve química teórica y el grupo ABP con énfasis en gestión empresarial con una intensidad de 2 horas clase a la semana, el curso ve química teórica. Anualmente, se reorganizan los estudiantes pertenecientes a un mismo curso teniendo en cuenta aspectos de convivencia, preferencia por el énfasis, cantidad total de estudiantes por grupo y cantidad de alumnos nuevos en la institución. No se tiene en cuenta en la conformación de los grupos aspectos académicos: por ejemplo, un alumno repitente puede o no quedar en el mismo grupo.

Al mantener los grupos de estudiantes como lo establece la institución educativa cada grupo quedó formado con estudiantes de diferente estilo cognitivo lo cual permitió valorar como el estilo cognitivo en la dimensión DIC se relaciona con las variables experimentales en la aplicación de las tres estrategias didácticas.

Es de aclararse que previo a la aplicación de las estrategias didácticas los tres grupos de estudio seguían la estrategia tradicional de conferencia docente. Y durante la investigación los tres grupos tuvieron la misma intensidad horaria (4 horas clase a la semana) lo cual fue acordado y organizado con las directivas del colegio. A los tres grupos se les propuso el mismo problema para cada unidad didáctica, el cuál fue desarrollado siguiendo los pasos de la estrategia didáctica asignada.

Previo a la aplicación de las estrategias didácticas el docente a cargo de la asignatura realizó un repaso mediante la estrategia didáctica tradicional de exposición docente sobre los temas vistos en el curso anterior (grado 9°) y asistió como observador durante la aplicación de las estrategias didácticas.

3.3 Variables

Independiente

- Las estrategias didácticas: estrategia de enseñanza para la comprensión EPC, aprendizaje basado en problemas ABP y aprendizaje por descubrimiento guiado ADG.

Dependientes

Las variables dependientes fueron:

- El logro de aprendizaje, cuyos indicadores son:
 - Los resultados de las pruebas en química.
 - Calificación de los preinformes de laboratorio.
 - Calificación de los informes de laboratorio.

- Prueba de aprendizaje después de un mes de vista la unidad didáctica 1.
- Actitudes hacia el aprendizaje de la química. Cuyo indicador es:
 - Respuestas frente al cuestionario de actitudes.

Variable Interveniente

- El estilo cognitivo en la dimensión dependencia- independencia de campo, cuyo indicador es el resultado del Test de figuras enmascaradas EFT.

3.4 Instrumentos

3.4.1 Logro de aprendizaje en la habilidad para resolver problemas

- *Prueba para evaluar los conceptos previos a estequiometría:*

La prueba evaluaba la aplicación de los conceptos volumen, masa, densidad, pureza, compuesto y reacción en la resolución de seis problemas uno de cada clase (abierto con datos, abierto sin datos, cerrado con datos, cerrado sin datos, semi abierto y semi cerrado). El indicador general fue el número de problemas perfectamente resueltos. Los problemas fueron diseñados por la investigadora y se entenderá para esta investigación como evaluación de entrada No. 1. La confiabilidad de la prueba se evaluó post-facto. La validez de contenido se estableció con el juicio de un experto en contenido.

- *Prueba para evaluar los conceptos previos a equilibrio químico:*

La prueba evaluaba la aplicación de los conceptos de balanceo de ecuaciones químicas, relaciones estequiométricas, equilibrio, ácido y base, pH y electrolitos, en la resolución de seis problemas uno de cada clase (abierto con

datos, abierto sin datos, cerrado con datos, cerrado sin datos, semi abierto y semi cerrado). El indicador general fue el número de problemas perfectamente resueltos. Los problemas fueron diseñados por la investigadora y se entenderá para esta investigación como evaluación de entrada No. 2. La confiabilidad de la prueba se evaluó post-facto. La validez de contenido se estableció con el juicio de un experto en contenido.

- *Prueba para evaluar los conceptos previos a heterodisposos y soluciones:*

La prueba evaluaba la aplicación de los conceptos de mol, densidad, mezcla, peso molecular y ecuaciones químicas, en la resolución de seis problemas uno de cada clase (abierto con datos, abierto sin datos, cerrado con datos, cerrado sin datos, semi abierto y semi cerrado). El indicador general fue el número de problemas perfectamente resueltos. Los problemas fueron diseñados por la investigadora y se entenderá para esta investigación como evaluación de entrada No. 3. La confiabilidad de la prueba se evaluó post-facto. La validez de contenido se estableció con el juicio de un experto en contenido.

Para corregir las evaluaciones de entrada No. 1, 2 y 3 se usó la plantilla de corrección No. 1 la cual consta de 6 ítems con dos opciones de respuesta que corresponde a la solución correcta del problema donde se obtiene un puntaje de 1 y de 0 cuando la solución era incorrecta o no resuelve (observar anexo 11). La plantilla fue llenada por la investigadora basada en los resultados de las pruebas de los estudiantes.

Se estableció la siguiente escala para interpretar los resultados obtenidos en la prueba total. Cuando el puntaje total en la evaluación estaba entre 0-2 se

consideraba una baja habilidad para resolver problemas, entre 3-4 aceptable y entre 5-6 alta habilidad para resolver problemas.

- *Instrumento para evaluar la planeación del trabajo práctico de laboratorio:*

Durante el desarrollo de las estrategias didácticas los estudiantes debieron diseñar y ejecutar prácticas de laboratorio.

Este instrumento evaluó el logro de aprendizaje del estudiante en términos de su capacidad para formular objetivos, hipótesis, para fundamentar teóricamente y en forma coherente la práctica a realizar, para proponer los materiales y reactivos acordes con las necesidades de la práctica y recursos del laboratorio, identificar las variables a controlar, su habilidad para realizar correctamente cálculos previos si los requerían, mostrar esquemáticamente o mediante diagramas de flujo un procedimiento experimental organizado, expresar con sustento teórico los resultados que esperaba de la práctica de laboratorio y demostrar consulta en profundidad mediante la bibliografía.

Para esta investigación el insumo para evaluar la planeación de laboratorio fue el pre-informe de laboratorio que entregaron los estudiantes y fue corregido mediante la plantilla de corrección No. 2 que consta de diez ítems (observar anexo 12). Para cada ítem de la plantilla de corrección la investigadora colocaba una x en alguna de las opciones dadas según correspondía y, dependiendo del sitio de la x, se obtuvo un puntaje que va de cero (0) a tres (3), donde cero es la puntuación menos favorable y tres la más favorable.

El puntaje total del cuestionario se obtuvo sumando los puntos obtenidos en cada ítem. Se considera que hubo logro de aprendizaje si el puntaje total es igual o superior a 21 puntos de 35, lo que corresponde al 60% del puntaje que se podía obtener.

- *Prueba para evaluar los resultados del trabajo práctico de laboratorio:*

Este instrumento evaluaba el logro de aprendizaje del estudiante en términos de su habilidad para verificar los objetivos e hipótesis propuestos previamente, seleccionar los materiales y reactivos necesarios para el buen desarrollo de la práctica, mostrar en forma de esquema o diagrama de flujo el procedimiento ejecutado, mostrar en forma organizada y minuciosa los resultados obtenidos, realizar los cálculos en forma correcta cuando se requerían, analizar los resultados en forma adecuada y expresar conclusiones coherentes con los objetivos propuestos y los resultados obtenidos.

En esta investigación el insumo para evaluar los resultados del trabajo práctico de laboratorio fue el informe de laboratorio que entregaron los estudiantes y se usó la plantilla de corrección No. 3 que consta de 17 ítems (observar anexo 13). Cada ítem evaluaba alguno de los aspectos mencionados en el párrafo anterior y tenía dos posibilidades de respuesta, Si o No, y se colocaba una x en alguna de las opciones dadas según correspondía. Dependiendo del sitio donde estaba la x se obtuvo un puntaje de cero (0) o uno (1). La plantilla de corrección fue llenada por la docente investigadora con base en los informes entregados por los estudiantes.

- *Prueba para evaluar la habilidad para resolver problemas de cada clase en la unidad didáctica estequiometría química:*

La prueba evaluaba la aplicación de los conceptos peso molecular, mol, rendimiento químico, pureza química, reactivo limitante y balanceo de ecuaciones en la resolución de seis problemas, uno de cada clase (abierto con datos, abierto sin datos, cerrado con datos, cerrado sin datos, semi abierto y semi cerrado).

El indicador general era el número de problemas perfectamente resueltos. Los problemas fueron diseñados por la investigadora y se entenderá para esta investigación como evaluación de finalización No. 1. La confiabilidad de la prueba se evaluó post-facto. La validez de contenido se estableció con el juicio de un experto en contenido. Para corregir la evaluación de finalización se usó la plantilla de corrección No. 1, la cual ya fue explicada (observar anexo 11).

. Se estableció la siguiente escala para interpretar los resultados obtenidos en la prueba total. Cuando el puntaje total en la evaluación estaba entre 0-2 se consideraba una baja habilidad para resolver problemas, entre 3-4 aceptable y entre 5-6 alta habilidad para resolver problemas.

- *Prueba para evaluar la habilidad para resolver problemas de cada clase en la temática de equilibrio químico:*

La prueba evaluaba la aplicación de los conceptos solución amortiguadora, pH, ácido y base débil, ácido y base fuerte, constante de equilibrio y equilibrio químico en la resolución de seis problemas, uno de cada clase (abierto con datos, abierto sin datos, cerrado con datos, cerrado sin datos, semi abierto y semi cerrado).

El indicador general fue el número de problemas perfectamente resueltos. Los problemas fueron diseñados por la investigadora y se entenderá para esta investigación como evaluación de finalización No. 2. La confiabilidad de la prueba se evaluó post-facto. La validez de contenido se estableció con el juicio de un experto en contenido. Para corregir la evaluación de finalización se usó la plantilla de corrección No. 1 (observar anexo 11).

Se consideró que hubo logro de aprendizaje en la habilidad para resolver problemas en equilibrio químico cuando el estudiante obtenía un puntaje mínimo 3 de 6 que era lo máximo. Se estableció la siguiente escala para interpretar los resultados obtenidos en la prueba total. Cuando el puntaje total en la evaluación estaba entre 0-2 se consideraba una baja habilidad para resolver problemas, entre 3-4 aceptable y entre 5-6 alta habilidad para resolver problemas.

- *Prueba para evaluar la habilidad para resolver problemas de cada clase en la temática de heterodispersos y soluciones:*

La prueba evaluaba la aplicación de los conceptos solución, propiedades coligativas, factores de disolución, tensioactivo, y concentración de una solución en la resolución de seis problemas, uno de cada clase (abierto con datos, abierto sin datos, cerrado con datos, cerrado sin datos, semi abierto y semi cerrado).

El indicador general fue el número de problemas perfectamente resueltos. Los problemas fueron diseñados por la investigadora y se entenderá para esta investigación como evaluación de finalización No. 3. La confiabilidad de la prueba se evaluó post-facto. La validez de contenido se estableció con el juicio de un

experto en contenido. Para corregir la evaluación de finalización se usó la plantilla de corrección No. 1 (observar anexo 11).

Se estableció la siguiente escala para interpretar los resultados obtenidos en la prueba total. Cuando el puntaje total en la evaluación estaba entre 0-2 se consideró una baja habilidad para resolver problemas, entre 3-4 aceptable y entre 5-6 alta habilidad para resolver problemas.

3.4.2 Estilo cognitivo

La prueba para determinar el estilo cognitivo de los estudiantes fue el (test de figuras enmascaradas (EFT)), en la versión grupal desarrollada por Sawa (1966). Ésta mide la velocidad de reestructuración perceptual como indicador de la tendencia hacia la independencia de campo en cada individuo (Hederich, 2004).

La prueba de figuras enmascaradas: El EFT es una prueba de lápiz y papel que consta de 50 figuras complejas distribuidas en grupos de 10 y consiste en encontrar y trazar, lo más rápidamente posible, figuras simples en figuras complejas, de acuerdo a una figura modelo simple; por lo tanto, no requiere la memoria para su solución.

En cada grupo de 10 figuras, el sujeto, inmerso en la figura compleja, debe encontrar y delinear a lápiz el contorno de la figura simple. Al sujeto se le entrega un cuadernillo que consta de 8 hojas, de las cuales dos contienen instrucciones y explicaciones sobre la mecánica para encontrar la figura simple en la serie de figuras complejas. A cada figura acertada se le da un valor de 1 y a la no acertada de 0.

Se clasificaron los estudiantes de acuerdo al puntaje obtenido en el EFT en tres grupos: los dependientes de campo, si el puntaje obtenido estaba entre (0 – 16); intermedios, de (17-32) e independientes entre (33 -50).

3.4.3 Actitud hacia el aprendizaje de la química

Para medir las actitudes hacia el aprendizaje de la química se utilizó un instrumento del Instituto Colombiano para la Evaluación de la Educación ICFES.

El cuestionario original tenía en cuenta el contexto de los estudiantes y las actitudes hacia las matemáticas y las ciencias por lo tanto, fue necesario adaptarlo para indagar las actitudes hacia la química. El formato de las escalas es tipo *Likert* con cuatro opciones de respuesta que son: muy en desacuerdo (1 punto), en desacuerdo (2 puntos), de acuerdo (3 puntos) y muy de acuerdo (4 puntos). En paréntesis se observa la puntuación para cada opción de respuesta. El formato consta de 6 ítems expresados todos como afirmaciones positivas.

El instrumento adaptado consta de 6 ítems agrupados en dos dimensiones. Que se establecieron mediante análisis factorial y análisis por el método de rotación Varimax a partir de los resultados de una muestra piloto. La primera dimensión afectiva-evaluativa que corresponde a los ítems a,b,c y d. Esta dimensión está determinada por el conjunto de sentimientos positivos o negativos que mantiene el individuo respecto al aprendizaje de la asignatura química y la dimensión instrumental: preguntas e y f que hace referencia al valor subjetivo que da el individuo al conocimiento en química teniendo en cuenta el uso que hará en un futuro de lo que aprenda en química.

La actitud total se obtuvo mediante el promedio de las valoraciones obtenidas en los seis ítems y las actitudes en la dimensión afectiva-evaluativa se obtuvo con la media de los ítems a,b,c y d, finalmente las actitudes en la dimensión instrumental se obtuvo mediante la media de los ítems e y f.

Se interpretarán los resultados en las actitudes como sigue: (1-2) actitud negativa, (2-3) actitud neutra o indiferente y (3-4) actitud positiva.

3.4.4 Permanencia de los aprendizajes

La prueba evalúa la permanencia de los aprendizajes en estequiometría después de 2 meses aproximadamente de vista la unidad didáctica, en los conceptos; peso molecular, mol, rendimiento químico, pureza química, reactivo limitante y balanceo de ecuaciones mediante seis problemas, uno de cada clase (abierto con datos, abierto sin datos, cerrado con datos, cerrado sin datos, semi abierto y semi cerrado).

El indicador general fue el número de problemas perfectamente resueltos. Los problemas fueron diseñados por la investigadora y se entenderá para esta investigación como evaluación de permanencia. La confiabilidad de la prueba se evaluó post-facto. La validez de contenido se estableció con el juicio de un experto en contenido. Para corregir la evaluación de permanencia se usó la plantilla de corrección No. 1, la cual ya fue explicada.

Se consideró que hubo logro de aprendizaje en la habilidad para resolver problemas cuando el estudiante obtenía un puntaje mínimo 3 de 6 que se podían obtener máximo. Se estableció la siguiente escala para interpretar los resultados

obtenidos en la prueba total. Cuando el puntaje total en la evaluación de permanencia estaba entre 0-2 se consideraba una baja habilidad para resolver problemas, entre 3-4 aceptable y entre 5-6 alta habilidad para resolver problemas.

Además de las estadísticas descriptivas convencionales (medias, desviaciones, etc), se aplicaron pruebas de análisis univariante de varianza para el examen de las interacciones entre pre y pos test, para la prueba de permanencia y para los preinformes e informes. Para el análisis comparativo de las pruebas de actitudes se aplicaron estadísticos de t de student para muestras relacionadas. Para el análisis comparativo de la prueba final 1 y la prueba de permanencia se aplicó un estadístico de t de student para muestras relacionadas.

La variable de estilo cognitivo se utilizó, estrictamente, para la evaluación de los efectos diferenciales de las estrategias didácticas, incluyéndola como variable independiente en los análisis de varianza.

3.5 Procedimiento de la investigación

La metodología de la investigación tuvo tres fases: preparatoria, experimental y de análisis.

3.5.1 Fase preparatoria

La investigación inició con una fase preparatoria en la cual se diseñaron y elaboraron los diferentes instrumentos que fueron utilizados en la investigación: Prueba de actitudes, pruebas para evaluar los conceptos previos a las unidades didácticas estequiometría, equilibrio químico, y soluciones y heterodispersos, diseño de las estrategias didácticas, pruebas para evaluar el logro de aprendizaje

al finalizar cada unidad didáctica, y plantillas de corrección para las pruebas aplicadas y otros insumos elaborados por los estudiantes (pre-informe de laboratorio e informe de laboratorio). Una vez elaborados los instrumentos de medición, se procedió a la fase experimental.

3.5.2 Fase experimental

En la fase experimental se aplicaron las tres estrategias didácticas en las tres unidades didácticas mencionadas anteriormente y se aplicaron los instrumentos de investigación. Cada aplicación tuvo una duración de 2 ½ meses aproximadamente (Figura 1).

Esta fase experimental tuvo tres momentos. El primer momento correspondió a la unidad didáctica estequiometría, se aplicaron los instrumentos diseñados por la investigadora por primera vez y el test EFT para determinar el estilo cognitivo en la dimensión DIC. Para el segundo momento que corresponde a la unidad didáctica equilibrio químico se hicieron las correcciones a los instrumentos que lo requerían y se aplicaron nuevamente, además se aplicó la prueba para determinar la permanencia de los aprendizajes sobre la primera unidad temática. En el último momento que corresponde a la temática heterodispersos y soluciones se aplicaron nuevamente los instrumentos que fueron corregidos.

3.5.2.1 Unidades didácticas

3.5.2.1.1 Primera aplicación de las estrategias didácticas (unidad didáctica estequiometría)

Como era la primera vez que se aplicaban las tres estrategias didácticas en estudio el material se presentó a los estudiantes suficientemente estructurado (se resalto la información relevante, se dieron suficientes ejemplos, se formularon pequeños interrogantes para guiar a los estudiantes, se dio material de consulta para facilitar la búsqueda de información, se partió de los aspectos más sencillos y se fueron incluyendo los más complejos, entre otros) de manera que se facilitara la interpretación de la información y fuera más sencillo para ellos seguir los pasos de la estrategia didáctica correspondiente. Más adelante en este capítulo, se mencionan las secuencias didácticas aplicadas en cada estrategia didáctica.

3.5.2.1.2 Segunda aplicación de las estrategias didácticas (unidad didáctica equilibrio químico)

Para la segunda aplicación de las estrategias didácticas el material se presentó menos estructurado que en la primera ocasión debido a que se esperaba dar más autonomía al estudiante en su proceso de autoaprendizaje y que él mismo pudiera avanzar de acuerdo a sus propias necesidades de aprendizaje. En el procedimiento del capítulo de cada estrategia didáctica, se encuentra de forma sistemática las rutinas seguidas.

3.5.2.1.3 Tercera aplicación de las estrategias didácticas (unidad didáctica soluciones y heterodispersos)

En la tercera aplicación de las estrategias didácticas el material de aprendizaje se presentó menos estructurado que el anterior de manera que el estudiante tuviera mayor autonomía en su proceso de aprendizaje, como se

espera en la aplicación de estrategias activas, que sea el mismo estudiante quien decida qué es lo que necesita aprender y como aprenderlo.

A continuación se mencionan las secuencias didácticas seguidas con cada estrategia didáctica.

3.5.2.2 Secuencias didácticas

3.5.2.2.1 Secuencia didáctica de ABP en la investigación

La aplicación de la estrategia didáctica para cada unidad didáctica tuvo una duración de 2 meses excepto para la unidad didáctica estequiometría que fue 1 mes y tres semanas.

Para el diseño de la secuencia didáctica se tuvo en cuenta los pasos propuestos por Morales y Landa (2004) la cual consta de las siguientes etapas: planteamiento de la situación problémica, análisis cualitativo del problema, formulación de hipótesis o lluvia de ideas, identificación de aspectos conocidos y desconocidos, búsqueda de información, diseño y ejecución de la estrategia de resolución, análisis e interpretación de la información, conclusiones, evaluación de todo el proceso y formulación de un nuevo problema.

Planteamiento del problema: Es una actividad realizada por el profesor a partir de los conocimientos previos de los estudiantes. El problema debe resultar interesante para los estudiantes y representar un desafío. Por lo tanto, debe ser un problema abierto relacionado con aspectos cotidianos al estudiante o reales. Con el fin de que estos se sientan motivados a darle solución y se apropien del conocimiento.

Análisis cualitativo del problema: permite que el estudiante asimile el problema e identifique el lenguaje, la estructura, los aspectos conocidos y desconocidos del problema. En esta etapa los estudiantes pueden realizar un listado de lo conocido y lo desconocido, y consultan aquello que desconocen.

Formulación de hipótesis o lluvia de ideas: los estudiantes expresan a sus compañeros de grupo las posibles soluciones del problema. Esas ideas son analizadas y discutidas por el grupo, para llegar a consensos y posteriormente son expuestas y discutidas con el resto del salón y la profesora. Esas ideas de los estudiantes pueden ser discutidas a partir de nuevos pequeños interrogantes que formulan los demás compañeros o la docente.

Identificación de aspectos conocidos y desconocidos: a partir de las hipótesis discutidas en la etapa anterior los estudiantes retoman el problema e identifican que aspectos ya se comprenden o son conocidos y para aquellos que aún no son conocidos se indaga la información necesaria que les permita comprobar sus ideas o hipótesis iniciales.

Búsqueda de información: los estudiantes consultan, indagan, resuelven, analizan e interpretan la información recopilada hasta el momento de manera que puedan establecer la estrategia de solución al problema.

Diseño y ejecución de la estrategia de solución: a partir de la información recopilada hasta ese momento establecen la estrategia de solución del problema. Para esto los estudiantes analizan cada paso a seguir en la estrategia de solución teniendo en cuenta los pro y los contra. En esta etapa los estudiantes todavía

pueden seguir consultando información que discuten y analizan llegando a consensos. Finalmente ejecutan la estrategia de solución, verificando experimentalmente si la solución es válida.

Análisis e interpretación de la información: Con base en los resultados obtenidos realizan el análisis e interpretación de la información y demuestran su solución al problema.

Conclusiones y evaluación del proceso: Los estudiante presentan públicamente al curso su solución al problema y evalúan todo el proceso seguido para llegar a ella. En esta etapa surge un nuevo problema a resolver.

La estrategia didáctica ABP requiere un instrumento que de cuenta del proceso de autorregulación que le permita al estudiante permanecer enterado de la manera como analiza los problemas y si los resultados obtenidos tienen sentido. Para esto se aplicó un cuestionario de autorregulación, cuyos resultados no fueron tenidos en cuenta para esta investigación por no ser una de las variables de estudio. También se llevó a cabo un proceso evaluador en cada sesión, a fin de que los estudiantes analizaran su desempeño en el grupo, el desempeño de sus compañeros y el de la profesora como asesora.

Como instrumento de autorregulación para los estudiantes se aplicó el diseñado y validado por Jaramillo y Osses (2012) (observar anexo 1) Se optó por este instrumento debido a que está elaborado para ser aplicado en estudiantes de educación básica a diferencia de muchos otros que fueron elaborados pensados en la población universitaria, es un instrumento que se sustenta teóricamente

desde una postura constructivistas, lo cual se ajusta a las estrategias didácticas que se propusieron en este trabajo de investigación y tercero, es un instrumento validado que presenta una fiabilidad alta de 0,860 en el coeficiente Alfa de Cronbach.

El instrumento considera seis dimensiones: *conocimiento* (9 items), que hace referencia a la percepción que tiene el individuo de sí mismo como ser cognitivo, de él con relación a los otros y al conocimiento del individuo sobre cómo la naturaleza y demanda de la tarea indican en su ejecución y aprendizaje, *control y supervisión* (5 items) se refiere a los procedimientos que realiza desde que inicia las acciones con el propósito de verificar y ratificar la estrategia empleada, *planificación* (5 items) corresponde a la actividad previa a la ejecución de una tarea, *experiencias* (5 items) se refiere al pensamiento, emociones, sensaciones o sentimientos que acompañan la actividad cognitiva del sujeto que pueden influir en la consecución de la meta, *evaluación* (6 items) se refiere a la acción de contrastar los resultados con los propósitos definidos previamente y *estrategias* (3 items) se refiere al uso de diversas acciones que hacen progresar la actividad cognitiva para alcanzar la meta (Jaramillo y Osses, 2012).

Las rutinas que se siguieron en las tres aplicaciones de la estrategia didáctica se muestran en los anexos 2, 3 y 4.

3.5.2.2.2 *Secuencia didáctica de EPC en la investigación*

Los pasos de la estrategia didáctica de EPC que se propusieron para esta investigación están diseñados de acuerdo a lo indicado por Perkins. “La EPC

permite adaptar sus ideas básicas a las necesidades y características propias de cada institución” (ANDES:<http://learnweb.harvard.edu/andes/tfu/info3.cfm>). Por lo tanto, se decide optar por la aplicación de una estrategia que permitiera involucrar al estudiante en su proceso de aprendizaje de manera más autónoma de como lo venían haciendo en la estrategia didáctica tradicional de conferencia docente.

La aplicación de la estrategia para cada unidad didáctica tuvo una duración de 2 meses y una semana.

En la propuesta el hilo conductor correspondió a una situación problémica real, que abarca las comprensiones más importantes que debían desarrollar los estudiantes para la unidad didáctica. De esta manera su proyecto final de síntesis consistía en dar solución al problema.

Los tópicos generativos fueron propuestos mediante un taller que estaba diseñado para que sin explicación previa del docente, el estudiante generara sus propias comprensiones sobre cada tópico generativo. El estudiante a su vez evaluaba sus comprensiones a medida que realizaba ejercicios similares a los propuestos y reflexionaba sobre sus soluciones mediante los diagramas de flujo que representaban los pasos seguidos por el estudiante para resolverlo. Los tópicos generativos posteriormente, le ayudarían a resolver la situación problémica del hilo conductor.

Los desempeños de comprensión se diseñaron para permitir a los estudiantes relacionar el conocimiento científico de la química con aspectos cotidianos y para esto debía realizar consultas, discutir la información y resolver

los ejercicios propuestos en el taller. Los estudiantes confrontaban la nueva información con lo que sabían previamente durante la ejecución de los desempeños de comprensión. Además los desempeños de comprensión estaban planificados para que los estudiantes reevaluar sus propuestas experimentales a partir de lo trabajado en el taller, lo discutido en clase con sus compañeros y lo consultado en otras fuentes como libros, la internet, etc.

La evaluación continua de los desempeños de comprensión permitía identificar las fallas o falencias, por lo tanto, eran revisados y mejorados. A su vez al identificar las fallas podían posteriormente con mayor criterio tomar nuevas decisiones. Del mismo modo al identificar las fallas de sus compañeros reflexionaban sobre los desempeños propios mejorando así sus comprensiones.

Las rutinas que se siguieron en las tres aplicaciones de la estrategia didáctica se muestran en los anexos 5, 6 y 7.

3.5.2.2.3 Secuencia didáctica de ADG en la investigación

Teniendo en cuenta el fundamento teórico del ADG se plantearon unas actividades prácticas donde cada una de ellas implicaba resolver una serie de pequeños interrogantes que le permitieran al alumno ir realizando los constructos teóricos en la medida en que reflexionaban sobre lo observado y discutían para dar respuesta a los interrogantes formulados. La rutina completa fue entregada desde la primera sesión y se les indicó que el objetivo era dar respuesta finalmente al problema que se encontraba en la última sesión de la rutina. Por lo tanto los objetivos formulados por la docente al inicio de cada sesión estaban enfocados en el problema. La aplicación de la estrategia didáctica para cada

unidad didáctica tuvo una duración de 2 meses excepto para la unidad didáctica equilibrio químico que tuvo una duración de 2 meses y 1 semana.

Cada actividad práctica se iba volviendo más compleja respecto a su contenido y los interrogantes formulados se iban centrando en la temática que se deseaba abordar; de tal manera que se evitara una búsqueda a tientas que diera como resultado un conjunto de adquisiciones dispersas como lo manifiesta Gil (1983) y se evitara que la experiencia empírica llevara a reforzar las ideas previas erróneas como lo afirman Rowell y Dawson (1983).

Como esta estrategia didáctica de aprendizaje por descubrimiento guiado debía vivirla el estudiante para que a partir de la experiencia lograra dar significado a los conceptos inmersos en ella, se propusieron una serie de pautas experimentales que le permitirán al alumno poco a poco ir descubriendo el conocimiento que se esperaba. Entonces, los estudiantes formulaban conjeturas respecto a lo observado, conjeturas que comprobaban mediante la consulta de información, la experimentación y discusión con sus compañeros.

Para las tres aplicaciones de la estrategia didáctica se aplicó la V de Gowin como instrumento didáctico que permite conectar los aspectos metodológicos y conceptuales en las prácticas experimentales. El instrumento usado se observa en la Figura 2, este instrumento fue aplicado como herramienta antes, durante y al finalizar la práctica. Esto se hizo como parte de la rutina de la estrategia didáctica pero no se tuvo en cuenta en este estudio dado que no fue aplicada en los tres grupos.

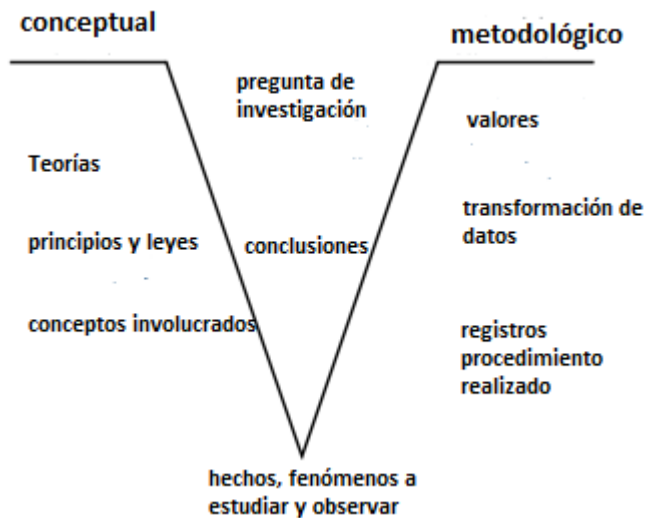


Figura 2. V de Gowin. Tomado de: Izquierdo, M. (1994). La V de Gowin, un instrumento para aprender a aprender (y a pensar). *Alambique*, 1. Págs. 114-124.

Otro aspecto importante en el aprendizaje por descubrimiento, también llamado aprendizaje heurístico, es que debe presentarse en un ambiente en el que nada se da por hecho sino en el que se le presenta al estudiante varias rutas a seguir de manera que el mismo pueda intuir la solución correcta en cada caso teniendo la posibilidad de volver al punto de partida cada vez que lo considere necesario. Por eso, en la ejecución de la estrategia didáctica el estudiante podía repetir la experiencia cuantas veces lo considerara necesario, para esto algunos estudiantes asistieron durante la hora de refuerzo o durante el descanso escolar. Y también pudieron ir modificando sus pre-informes e informes de acuerdo a las necesidades particulares del grupo de trabajo.

En este tipo de aprendizaje la profesora actuaba solamente como consejera que se limitaba a realizar aclaraciones puntuales. Por eso era necesario partir siempre de lo que el estudiante ya conocía y a partir de ahí el mismo estudiante realizaba su proceso de descubrimiento.

A pesar de que autores como Gil (1994) indican que en el aprendizaje por descubrimiento no se consideran relevantes los contenidos concretos que el estudiante debe aprender y se da prioridad a los métodos. En la propuesta se trató de organizar el trabajo experimental de tal manera que los estudiantes además de aprender los métodos propios de esta ciencia también vieran la necesidad de explicar a la luz de las teorías, postulados o leyes lo que experimentaban. Entonces, no solo se abordaron los temas de interés en esta investigación sino además integraron o relacionaron las temáticas previas con las vistas en ese momento.

Al finalizar cada rutina experimental los estudiantes entregaban la evaluación del desempeño de cada integrante del grupo y la docente la devolvía en la siguiente sesión con aspectos a mejorar.

Las rutinas que se siguieron en las tres aplicaciones de la estrategia didáctica se muestran en los anexos 8, 9 y 10.

3.5.3 Fase de análisis

En la tercera fase de la investigación, se realizó la tabulación, análisis de la información obtenida y conclusiones de la investigación.

Para el análisis estadístico de los resultados se utilizó el paquete estadístico spss 15.0, se aplicaron análisis univariante de covarianza para las evaluaciones de entrada, finalización y permanencia de los aprendizajes, en consecuencia las graficas de las diferencias de medias que se observarán en este documento

corresponden a las predeterminadas por el SPSS y las acostumbradas para ese tipo de análisis.

Para las pruebas de actitudes se realizaron análisis estadísticos de T de Student para muestras relacionadas y correlaciones de Pearson.

Capítulo 4. Resultados y análisis

4.1. Aprendizaje de contenidos

A continuación se muestran y analizan los resultados obtenidos en el logro de aprendizaje de la resolución de problemas de química en las tres aplicaciones de las estrategias didácticas para las unidades didácticas estequiometría, equilibrio químico, y heterodispersos y soluciones.

El estudio se acompañó de un diario de campo donde se registraron los aspectos que consideró relevantes la investigadora. Algunas de estas observaciones, de tipo cualitativo, se tuvieron en cuenta para ilustrar los resultados cuantitativos obtenidos. No se hizo un análisis riguroso de esas observaciones dado que no fue planteado un estudio cualitativo en el diseño de la investigación.

Para el análisis cuantitativo se analizan los resultados obtenidos en las evaluaciones de entrada y finalización en las tres aplicaciones de las estrategias didácticas y en la evaluación de permanencia de los aprendizajes de la unidad didáctica estequiometría. Además se analizan los preinformes e informes de laboratorio que presentaron los estudiantes durante las tres aplicaciones de las estrategias didácticas.

Antes de analizar estos resultados se aclara que tanto en las evaluaciones de entrada como en las de finalización los estudiantes podían consultar la información que requerían porque interesaba determinar la habilidad para resolver el problema y no su capacidad para memorizar.

En el análisis que sigue no se puede desconocer que las tres estrategias didácticas del estudio mantienen en común algunos aspectos al ser estrategias didácticas activas, las tres surgen en la corriente constructivista donde se considera el aprendizaje no como algo que se adquiere sino que se construye dinámicamente a partir de los conocimientos que posee previamente el sujeto y en la interacción con los otros (Edwards y Mercer, 1988;Herrera, 2013), las tres consideran en consecuencia que el sujeto debe participar en su proceso de aprendizaje activamente para que integre a sus estructuras mentales los nuevos conocimientos partiendo desde lo icónico, lo representacional, hasta llegar a lo simbólico (Guilar, 2009; Perkins, 1992).

Desde una perspectiva cognitivista, que también permea las tres estrategias didácticas, el estudiante es un procesador activo que es capaz de percibir la información, reorganizarla y estructurarla a través de un proceso mental. Es de aclararse que esa reestructuración no es solo por asimilación sino el resultado de una construcción dinámica de conocimiento (Baquero y Ruiz, 2005; Herrera, 2013). En consecuencia el rol del docente es de facilitador, pero ese rol varía de una estrategia a otra.

Las tres estrategias didácticas pretenden teóricamente favorecer el razonamiento crítico partiendo de la activación de los conocimientos previos a través de la interacción con el objeto de aprendizaje que puede ser un problema en el caso del ABP, la observación de un fenómeno en el caso del ADG o al reinterpretar y explicar una imagen o idea en el caso de la EPC. Varios autores

incluso consideran que el ABP, contiene elementos teóricos del aprendizaje por descubrimiento (Arpí et al., 2012; Costamagna y Manuele, s.f.; Herrera, 2013).

Entonces, se encontrará en la argumentación conceptual de este estudio aspectos que resultan común para varias estrategias didácticas, en otras palabras, no se puede decir, que las tres estrategias didácticas del estudio son absolutamente diferentes sino por el contrario comparten algunas bases teóricas que permiten explicar el efecto que producen en el aprendizaje.

4.1.1. Unidad 1. Estequiometría

4.1.1.1. Condiciones Iniciales

4.1.1.1.1. Descripción

Antes de empezar con la aplicación de las estrategias didácticas se aplicó a los tres grupos en estudio una prueba sobre conocimientos previos a la unidad didáctica correspondiente. La evaluación de entrada 1 correspondió a los conocimientos previos necesarios para la unidad didáctica de estequiometría.

Tabla 3

Descriptivos evaluación entrada 1 Estequiometría

	ev. entrada 1 total
Media	2,05
Desv. típ.	1,425
Mínimo	0
Máximo	5

Los resultados que se presentan en la Tabla 3 corresponden a la muestra total (123 estudiantes), en ésta se observa que el número máximo de problemas correctamente resueltos fue 5 de 6 que se podían obtener en la prueba y el

mínimo 0 cuando no lo resolvían o era incorrecto. Se estableció la siguiente escala para interpretar los resultados obtenidos en la prueba total. Cuando el puntaje total en la evaluación está entre 0-2 se considera una baja habilidad para resolver problemas, entre 3-4 aceptable y entre 5-6 alta habilidad para resolver problemas. La media fue de 2,05 lo que significa una baja habilidad general para resolver problemas de las clases propuestas.

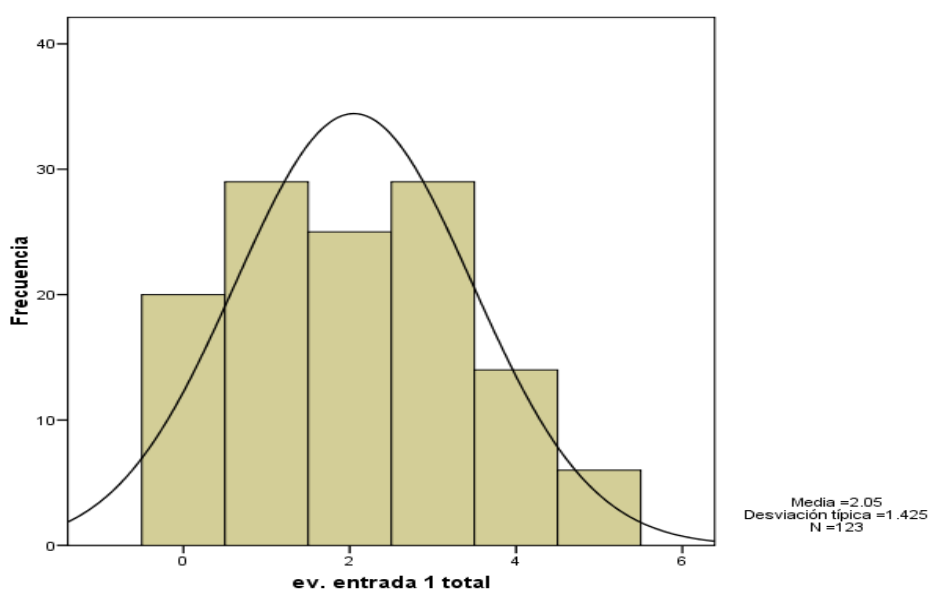


Figura 6. Evaluación entrada 1 - Estequiometría

La Figura 6 muestra la distribución de frecuencias de la evaluación de entrada para la unidad de estequiometría. Los bajos promedios pueden ser explicados porque la estrategia didáctica tradicional de conferencia docente no preparó a los alumnos para un proceso de auto-aprendizaje y reflexión para resolver problemas de las clases propuestas.

Los estudiantes aunque tuvieron la oportunidad de indagar la información que requerían para resolver los problemas no sabían cómo abordarlos. En

consecuencia no pudieron consultar información relevante para darles solución. Esto se presentó porque no hubo un aprendizaje significativo de los conocimientos visto previamente en el grado noveno ni en el repaso que realizó el profesor previo a la aplicación de las estrategias didácticas como se mencionó anteriormente.

4.1.1.1.2. Diferencias iniciales entre grupos

Para determinar si había diferencias iniciales entre los grupos y si el estilo cognitivo se relacionó con el logro de aprendizaje de la resolución de problemas de química se realizó un análisis univariante de varianza. Para esto la variable dependiente fue la evaluación de entrada y las variables independientes fueron el grupo escolar y el estilo cognitivo DIC (con tres valores: independiente, intermedio y dependiente de campo).

Tabla 4
Prueba de los efectos inter-sujetos *ev. entrada 1*
Variable dependiente: *ev. entrada 1 total*

Fuente	Suma de cuadrados tipo III	Gl	Media cuadrática	F	Significación
Modelo corregido	41,849(a)	8	5,231	2,897	,006
Intersección	431,737	1	431,737	239,087	,000
Curso	21,293	2	10,646	5,896	,004
Estilo	8,258	2	4,129	2,287	,106
Curso * estilo	8,002	4	2,000	1,108	,356
Error	205,858	114	1,806		
Total	764,000	123			
Total corregida	247,707	122			

R cuadrado = ,169 (R cuadrado corregida = ,111)

Como se observa en la Tabla 4 la R^2 es de.169, lo que significa que el modelo explica el 16.9% de la varianza de la variable dependiente (logro en la resolución de problemas).

Los resultados de la Tabla 4 muestran que el grupo (Curso) si incidió en los resultados obtenidos en la evaluación de entrada 1 pero el estilo cognitivo DIC no.

Dado que, en el análisis de varianza, el curso apareció con una asociación significativa con la capacidad de resolución de problemas, se examinaron pruebas posthoc de Tukey para el examen de las diferencias entre los grupos. Los resultados se observan en las tablas 5 y 6.

Tabla 5
Comparaciones múltiples para evaluación entrada 1 estequiometría
Variable dependiente: ev. entrada 1 total
DHS de Tukey

(I) Estrategia didáctica	(J) Estrategia didáctica	Diferencia entre medias (I-J)	Error típ.	Significación	Intervalo de confianza al 95%.	
		Límite inferior	Límite superior	Límite inferior	Límite superior	Límite inferior
1001	1002	,53	,297	,181	-,18	1,23
	1003	1,11(*)	,299	,001	,40	1,82
1002	1001	-,53	,297	,181	-1,23	,18
	1003	,58	,295	,122	-,12	1,28
1003	1001	-1,11(*)	,299	,001	-1,82	-,40
	1002	-,58	,295	,122	-1,28	,12

Basado en las medias observadas. * La diferencia de medias es significativa al nivel ,05.

Tabla 6
ev. entrada 1 estequiometría DHS de Tukey

	N	Subconjunto	
		2	1
1003	41	1,49	
1002	42	2,07	2,07
1001	40		2,60
Significación		,125	,181

Se muestran las medias para los grupos en subconjuntos homogéneos.

Basado en la suma de cuadrados tipo III

El término error es la Media cuadrática (Error) = 1,806.

a Usa el tamaño muestral de la media armónica = 40,984

b Los tamaños de los grupos son distintos. Se empleará la media armónica de los tamaños de los grupos. No se garantizan los niveles de error tipo I.

c Alfa = ,05.

Las Tablas 5 y 6 muestran que solamente hubo diferencias significativas en los resultados obtenidos en la evaluación de entrada 1 entre el grupo 1001 (ADG) y 1003 (ABP). Estas diferencias posiblemente se deban a que el grupo 1003 tuvo una menor cantidad de clases efectivas antes de empezar la aplicación de esta investigación (grado noveno), debido a actividades escolares que involucraron el grupo como salidas de campo, reuniones con padres, izadas de banderas que coincidieron con las horas clases de este grupo lo que determinó que el profesor no alcanzara a abarcar todos los temas. Por el contrario, el grupo 1001 al tener mayor intensidad horaria en la semana y por ser su énfasis en ciencias profundizaron un poco más los temas.

Finalizada la aplicación de las estrategias didácticas en la unidad estequiometría se aplicó la evaluación de finalización 1. A continuación se muestran los resultados obtenidos.

4.1.1.2. Resultados de la estrategia

4.1.1.2.1. Evaluación final 1.

4.1.1.2.1.1. Descriptivos univariados para evaluación final 1

Tabla 7
Descriptivos evaluación final 1 Estequiometría

ev. final 1 total	
Media	3,75
Desv. típ.	1,529
Mínimo	0
Máximo	6

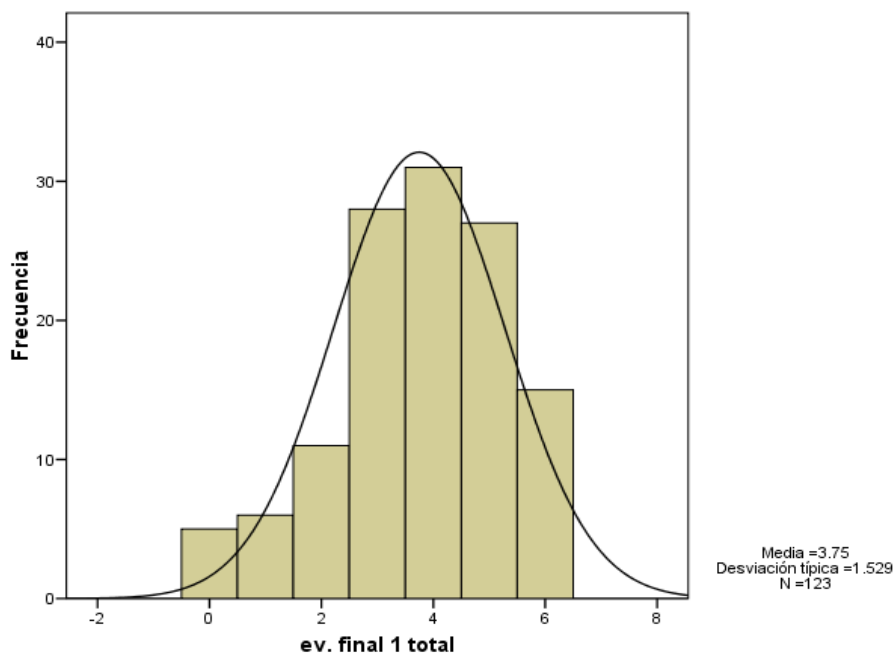


Figura 7. Evaluación final 1 estequiometría

En la Figura 7 se observa la distribución de frecuencias de la evaluación final para la unidad didáctica estequiometría. Algunos aspectos que inciden en el bajo logro de aprendizaje de la química son la baja habilidad matemática, bajo nivel de razonamiento y la complejidad del lenguaje especializado de la química, bajas destrezas en el manejo de materiales y equipos de laboratorio (Ibargüengoitia, 2012; Herrera, 2012 y Montagut, 2010), aspectos que fueron observados durante la ejecución de las estrategias didácticas y consignados en el diario de campo. Los resultados de esta prueba indican que a pesar de estas dificultades, en promedio, los estudiantes lograron resolver más de la mitad de los problemas correctamente. Obteniendo de acuerdo a los indicadores ya mencionados una habilidad aceptable, 3 de 6 en la resolución de problemas de química.

4.1.1.2.1.2. *Diferencias entre estrategias didácticas para la evaluación final 1*

Para determinar si la estrategia didáctica y el estilo cognitivo inciden en el logro de aprendizaje de la resolución de problemas de química se realizó un análisis univariante de varianza. Para esto la variable dependiente fue la evaluación final 1 y las variables independientes fueron las estrategias didácticas y el estilo cognitivo DIC y como covariable la evaluación de entrada 1. Los resultados se observan en la Tabla 8.

Tabla 8
Prueba de los efectos inter-sujetos Ev. Final Iestequiometría

Fuente	Suma de cuadrados tipo III	GI	Media cuadrática	F	Significación
Modelo corregido	51,335(a)	9	5,704	2,756	,006
Intersección	470,877	1	470,877	227,533	,000
eve1total	3,804	1	3,804	1,838	,178
Estrategia	20,286	2	10,143	4,901	,009
Estilo	2,361	2	1,180	,570	,567
Estrategia * estilo	17,596	4	4,399	2,126	,082
Error	233,852	113	2,069		
Total	2013,000	123			
Total corregida	285,187	122			

a R cuadrado = ,180 (R cuadrado corregida = ,115)

Como el valor de R^2 es de 0,180 indica que el modelo está explicando el 18,0% de la varianza de la variable dependiente logro en la resolución de problemas. Los resultados de la Tabla 8 también muestran que la estrategia didáctica si incidió en los resultados obtenidos en la evaluación final 1 pero el estilo cognitivo DIC (significación ,567>0,05) y la evaluación de entrada 1(significación ,178>0,05) no son predictores de los resultados de la evaluación final 1, más adelante en este mismo apartado se hablará al respecto.

Como el análisis de varianza mostró asociación significativa entre las estrategias didácticas y la capacidad para resolver problemas, se examinaron pruebas posthoc de Tukey para evaluar las diferencias entre grupos. Los resultados se observan en las Tablas 9 y 10.

Tabla9
Comparaciones múltiples para evaluación final I estequiometría
Variable dependiente: ev. final I total
DHS de Tukey

(I) Estrategia didáctica	(J) Estrategia didáctica	Diferencia entre medias (I-J)	Error típ.	Significación	Intervalo de confianza al 95%.	
				n	Límite superior	Límite inferior
aprendiza por descubrimiento guiado ADG	enseñanza para la comprensión EPC	-,27	,319	,670	-1,03	,48
	aprendizaje basado en problemas ABP	-1,14(*)	,321	,002	-1,90	-,38
enseñanza para la comprensión EPC	aprendiza por descubrimiento guiado ADG	,27	,319	,670	-,48	1,03
	aprendizaje basado en problemas ABP	-,87(*)	,317	,020	-1,62	-,11
aprendizaje basado en problemas ABP	aprendiza por descubrimiento guiado ADG	1,14(*)	,321	,002	,38	1,90
	enseñanza para la comprensión EPC	,87(*)	,317	,020	,11	1,62

Basado en las medias observadas.

* La diferencia de medias es significativa al nivel ,05.

Tabla 10
ev.final Iestequiometría DHS de Tukey

	Subconjunto		
	N	2	1
Estrategia didáctica aprendiza por descubrimiento guiado ADG	40	3,28	
enseñanza para la comprensión EPC	42	3,55	
aprendizaje basado en problemas ABP	41		4,41
Significación		,670	1,000

Se muestran las medias para los grupos en subconjuntos homogéneos.

Basado en la suma de cuadrados tipo III

El término error es la Media cuadrática (Error) = 2,085.

a Usa el tamaño muestral de la media armónica = 40,984

b Los tamaños de los grupos son distintos. Se empleará la media armónica de los tamaños de los grupos. No se garantizan los niveles de error tipo I.

c Alfa = ,05.

Al realizar comparaciones múltiples entre las estrategias didácticas asumiendo varianzas iguales de Tukey se obtuvo diferencias de medias significativas entre las estrategias ABP y ADG, y entre EPC y ABP (observar Tablas 9 y 10) lo que significa que la estrategia didáctica ABP parece haber sido la más efectiva para la enseñanza-aprendizaje de la resolución de problemas de estequiometría porque al promover en el alumno un aprendizaje autónomo desarrolla la habilidad para buscar y seleccionar información pertinente, reflexionar sobre sus procesos y acciones. En consecuencia mejora su habilidad para resolver problemas. En este mismo sentido esta estrategia didáctica promueve un aprendizaje cooperativo que facilita el aprendizaje mejorando la comprensión del estudiante en una de las unidades didácticas que representan mayor dificultad de aprendizaje en la química, tal y como ha sido demostrado en varias investigaciones (Álvarez, 2011; Del Valle, 2012; Noy, 2008; Obando, 2013).

En esta estrategia didáctica a diferencia de las otras dos, cada integrante del grupo cumple un rol determinado en el grupo y asume su responsabilidad frente a este. Esto hace que el estudiante empiece a interesarse por indagar y sustentar su ideas basado en los contenidos de indaga para responder efectivamente ante el grupo.

En la Tabla 9 también se observan diferencias significativas entre el grupo ABP y EPC a favor del primero. Esto puede estar justificado porque en la unidad didáctica estequiometría se requiere que el estudiante establezca relaciones entre los conceptos que ya poseía sobre materia, reacción química, masa, volumen, densidad con los nuevos conocimientos más complejos (ecuaciones químicas, balanceo de ecuaciones, entre otros) que implican la comprensión de nuevos símbolos e integrar las matemáticas a esas nuevas representaciones del comportamiento de la materia lo cual no resulta tan sencillo para los estudiantes EPC.

A pesar de que la estrategia didáctica EPC parte de los conceptos previos del estudiante para relacionarlos con el nuevo conocimiento, a través de actividades integradoras, es el estudiante quien interpreta la información y en consecuencia su comprensión del tema no es instantánea sino que van alcanzado esos niveles de comprensión por etapas. Ese nivel de comprensión se vislumbra de dos formas: a través de los desempeños de comprensión cuando explica y resuelve un problema, por ejemplo, o cuando trata de argumentar los resultados observados en un experimento. Segundo, a través de las representaciones de

comprensión, que hace referencia a los modelos mentales que elabora el estudiante frente a una situación para resolverla (Stone, 1999).

La forma como se plantearon los tópicos generativos de esta unidad didáctica buscaban inicialmente que el estudiante integrara los conocimientos previos con la nueva información y realizara actividades rutinarias para que a partir de un nivel de comprensión principiante (no consideran las aplicaciones del conocimiento construido, no reflexionan, ni cuestionan el conocimiento) fuera avanzando por medio de desempeños de comprensión más desafiantes a un nivel de comprensión de maestría(integran los conocimientos, son críticos y creativos). Sin embargo, el nivel representacional no fue evidente siempre, lo que no permitió determinar a la docente donde había la falencia conceptual, metodológica, simbólica o representacional en el estudiante.

Los resultados obtenidos estarían demostrando que la forma como se planteó la secuencia didáctica permite que el estudiante avance poco a poco en sus niveles de comprensión de la unidad didáctica pero debido a la complejidad de los temas de la unidad didáctica (contenidos simbólicos y abstractos) el estudiante no alcanza un nivel de maestría como se esperaba.

Mientras que los estudiantes del grupo ABP al hacer explícito lo conocido y lo desconocido e indagar información sobre lo desconocido, discutirla, argumentarla, reformular sus hipótesis y discutir las nuevamente con sus compañeros permitió que los estudiantes hicieran explícitas sus deficiencias y trabajaran en ellas lo que determinó mejores resultados de aprendizaje en comparación con los otros grupos en esta unidad didáctica. Por ejemplo, si no comprendían como balancear una ecuación debieron enfrentar dicha situación con

los compañeros de grupo hasta superarla para poder avanzar en la solución del problema.

Otro aspecto importante en los resultados obtenidos es la pertinencia de la estrategia didáctica en el aprendizaje de los contenidos de estequiometría. Johnstone,1991, ref. en Galagovsky et al.(2003) basado en teorías de funcionamiento de la memoria indica que se requiere el uso de tres niveles de pensamiento para el aprendizaje de la química: el nivel macroscópico que corresponde a las representaciones mentales construidas del mundo externo a partir de la información percibida por los sentidos. Este primer nivel se alcanza claramente con las tres estrategias didácticas, los estudiantes ADG lo realizaron durante el trabajo experimental, al observar el fenómeno empiezan a generar conjeturas o hipótesis sobre lo observado. Para el grupo ABP cuando comprueba su solución al problema, en este caso los estudiantes comprobaron experimentalmente su solución al problema, lo cual les permitió o bien corroborar lo que pensaban o por el contrario reflexionar sobre lo que pensaban inicialmente y reformular sus conclusiones. El grupo EPC durante la ejecución del proyecto de síntesis, al observar experimentalmente el fenómeno mejoró sus comprensiones a través del debate de lo sucedido.

Respecto al nivel submicroscópico, que son las representaciones abstractas específicamente los modelos o esquemas que nos representan aquello que no percibimos con los sentidos, como por ejemplo, los átomos pero que permiten explicar un fenómeno químico. Este nivel fue más fácilmente abordado y entendido por los grupos EPC y ABP dado que debieron diseñar esquemas que les permitiera entender la unidad didáctica. Los estudiantes del grupo ABP durante

la búsqueda de información de aquello que era desconocido encontraron e interpretaron varios esquemas que representaban la ley de proporciones definidas, la ley de Dalton, el rendimiento químico y demás conceptos (observaron imágenes unidimensionales y tridimensionales, estáticas y móviles), encontraron varias maneras de representar las ecuaciones químicas (dibujos representativos de las estructuras químicas y formulas químicas), esto acompañado de las discusiones que realizaban en grupo les permitió comprender ese conocimiento abstracto y realizar su propia interpretación el mundo submicroscópico.

El grupo EPC durante los desempeños de comprensión observó algunos esquemas y los interpretó mejorando la comprensión de algunos temas.

El nivel simbólico, que son las formas de expresar conceptos químicos como fórmulas, ecuaciones. etc. Esta representación simbólica fue llevada a cabo por los tres grupos durante la ejecución de la estrategia didáctica. El grupo ABP durante la interpretación grupal de la información consultada realizó varios ejercicios de los subtemas de estequiometría a fin de lograr comprender y resolver el problema lo que pudo darles ventaja respecto a los otros grupos.

En conclusión la estrategia didáctica ABP facilitó y promovió el abordaje de los tres niveles de pensamiento de Johnstone lo que condujo a mejores resultados en comparación con los otros dos grupos, por lo que puede decirse que esta estrategia didáctica resulta ser la más conveniente para abordar la unidad didáctica estequiometría, seguida de la estrategia didáctica EPC.

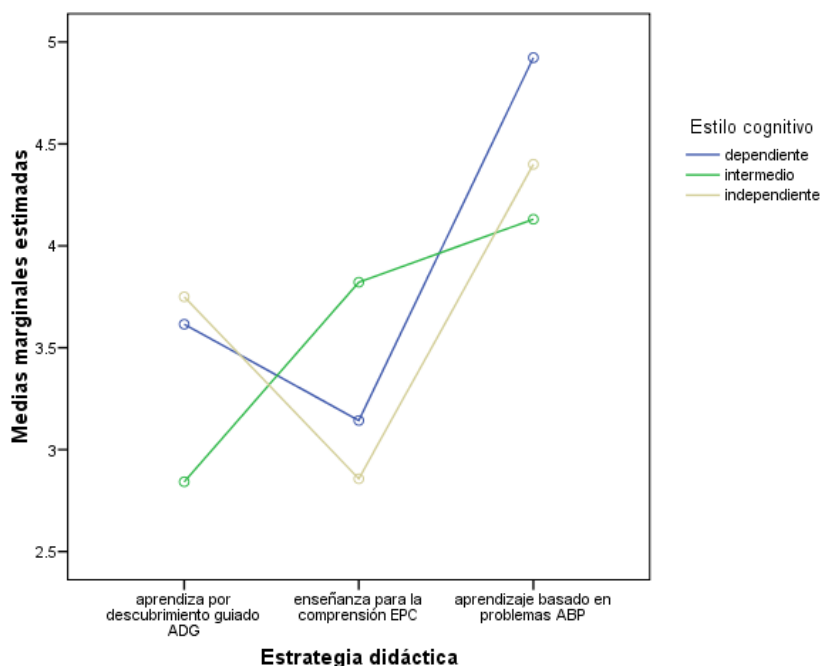


Figura 8. Medias marginales estimadas de ev. Final I estequiometría

Por otra parte, la explicación para que el estilo cognitivo no haya tenido efecto en los resultados de las evaluaciones finales en los tres grupos se debe a que los materiales usados durante la ejecución de las estrategias didácticas mostraban imágenes simples que representaban los fenómenos químicos, el lenguaje expresado era sencillo y se enfatizó en aquello que se consideraba importante para facilitar en el estudiante su proceso de aprendizaje. Además la manera como se expresaron los problemas, y las aclaraciones sobre el enunciado de los problemas ayudó para que no se presentaran diferencias entre sujetos de diferente estilo cognitivo. De acuerdo con Tinajero y Páramo (2013) cuando se utilizan recursos que refuerzan la estructura de materiales académicos por ejemplo, se subraya la información relevante o se usan dibujos en el planteamiento de problemas, se favorece para los dependientes de campo el

desenmascaramiento de la información clave disminuyendo los efectos diferenciales entre sujetos dependientes e independientes.

La covariable evaluación de entrada 1 no tuvo efecto en los resultados de la evaluación final 1 lo que significa que los problemas de la evaluación de entrada no indagaron sobre los temas de la evaluación final, en consecuencia la prueba de entrada quedo mal elaborada porque no permitió determinar su efecto en los resultados finales. Sin embargo, se aclara que en la prueba de entrada interesaba indagar sobre aquellos conocimientos previos a la unidad didáctica estequiometría que servirían de base para continuar con esta unidad didáctica. La prueba de entrada trató temas básicos como masa, volumen, densidad que no correspondían directamente con la unidad didáctica de estequiometría pero que eran necesarios para abordar temas como rendimiento químico o reactivo limitante que fueron los indagados en la evaluación final.

4.1.1.3. Preinforme 1

Durante la aplicación de las estrategias didácticas, los estudiantes de los tres grupos ejecutaron prácticas de laboratorio para las cuales presentaron preinformes de laboratorio como evidencia de planeación y preparación previa al desarrollo práctico. Los preinformes fueron presentados en grupos de 3 a 6 estudiantes. Los preinformes contenían: objetivos, hipótesis, fundamento teórico, materiales y reactivos, variables a controlar, cálculos previos, si los requerían, procedimiento experimental en diagrama de flujo, resultados esperados y bibliografía. En el capítulo metodología en el apartado instrumentos se menciona más detenidamente cada uno de estos aspectos.

Una vez entregado y corregido el preinforme de laboratorio los estudiantes ejecutaban la práctica de laboratorio y cuando la terminaban entregaban en las siguientes sesiones un informe de laboratorio en grupo sobre los resultados obtenidos. El informe contenía: objetivos e hipótesis, materiales y reactivos, esquema o diagrama de flujo del procedimiento ejecutado, resultados obtenidos, cálculos cuando se requirieran, análisis de resultados y conclusiones, en el capítulo metodología sesión instrumentos se explica mejor estos aspectos.

Los preinformes de laboratorio podían ser corregidos por los estudiantes para ser mejorados. Sin embargo, para este estudio solo se tuvo en cuenta el primer preinforme entregado en los tres grupos. A continuación se presentan los resultados obtenidos en el preinforme de laboratorio.

Se aclara que para esta parte del estudio no se tuvo en cuenta el efecto del estilo cognitivo ni en el preinforme, ni en el informe dado que fueron presentados en grupo y no individualmente, en consecuencia en un mismo grupo había sujetos de diferente estilo cognitivo por lo que no se podía determinar el efecto del estilo cognitivo.

4.1.1.3.1. Descriptivos univariados para preinforme 1

Tabla 11

Descriptivos preinforme 1 Estequiometría

	preinforme 1 total
Media	21,91
Desv. típ.	4,77
Mínimo	12
Máximo	31

La Tabla 11 muestra la media total de los tres grupos. Se considera que hay logro de aprendizaje aceptable si el puntaje total es igual o superior a 21 puntos de 35, que corresponde al 60% del puntaje que se podía obtener. En este caso hubo, en promedio, un logro de aprendizaje aceptable.

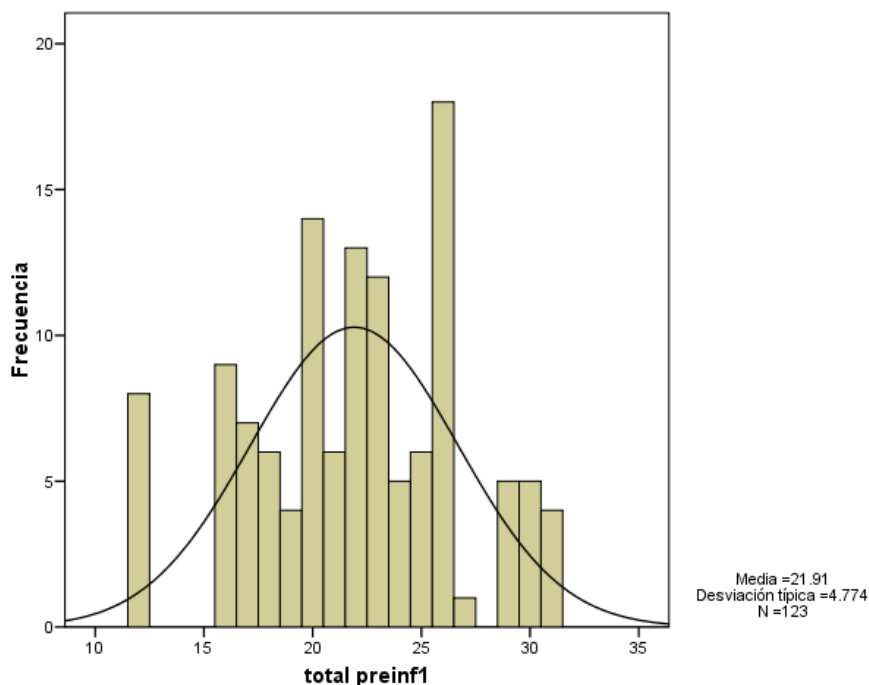


Figura 9. Preinforme 1 estequiometría

La Figura 9 muestra la distribución de frecuencias para el preinforme de laboratorio. El resultado aceptable se justifica porque era la primera vez que los estudiantes diseñaban por su cuenta la práctica de laboratorio, siguiendo las pautas de la estrategia didáctica.

4.1.1.3.2. Diferencias entre estrategias didácticas en el preinforme 1

Para determinar si la estrategia didáctica incide en el logro de aprendizaje se realizó un análisis univariante de varianza. Para esto la variable dependiente

fue el preinforme 1 y la variable independiente fue el grupo escolar (en el que se diferencian la aplicación de las tres estrategias didácticas).

Tabla 12
Prueba de los efectos inter-sujetos
Variable dependiente: total preinfl

Fuente	Suma de cuadrados tipo III	GI	Media cuadrática	F	Significación
Modelo corregido	451,952(a)	2	225,976	11,648	,000
Intersección	58848,706	1	58848,706	3033,355	,000
Estrategia	451,952	2	225,976	11,648	,000
Error	2328,064	120	19,401		
Total	61829,000	123			
Total corregida	2780,016	122			

a R cuadrado = ,163 (R cuadrado corregida = ,149)

La Tabla 12 muestra que la estrategia didáctica tuvo un efecto significativo en los resultados del preinforme 1. Además se observa que la R^2 es de .163 lo que significa que el modelo solamente explica el 16,3% de la varianza, esto posiblemente se deba a que el instrumento diseñado para evaluar el preinforme no alcanza a medir todos los factores que inciden durante la preparación del preinforme, por ejemplo, tiempo de preparación, participación de los integrantes del grupo en la preparación del preinforme, entre otros.

Debido a que el análisis de varianza presentó una asociación significativa para la estrategia didáctica con el preinforme de laboratorio, se examinaron pruebas posthoc de Tukey para el examen de las diferencias entre grupos. Los resultados se observan en las Tablas 13 y 14.

Tabla 13
Comparaciones múltiples para preinforme Iestequiometría
Variable dependiente: total preinfl
DHS de Tukey

(I) Estrategia	(J) Estrategia	Diferencia entre medias		Significación	Intervalo de confianza al 95%.	
		(I-J)	Error típ.		Límite inferior	Límite superior
ADG	EPC	-4,04(*)	,973	,000	-6,35	-1,73
	ABP	-4,14(*)	,979	,000	-6,47	-1,82
EPC	ADG	4,04(*)	,973	,000	1,73	6,35
	ABP	-,10	,967	,994	-2,40	2,19
ABP	ADG	4,14(*)	,979	,000	1,82	6,47
	EPC	,10	,967	,994	-2,19	2,40

Basado en las medias observadas.

* La diferencia de medias es significativa al nivel ,05.

Tabla 14
Preinforme Iestequiometría DHS de Tukey
DHS de Tukey

Estrategia	N	Subconjunto	
		2	1
ADG	40	19,15	
EPC	42		23,19
ABP	41		23,29
Significación		1,000	,994

Se muestran las medias para los grupos en subconjuntos homogéneos.

Basado en la suma de cuadrados tipo III

El término error es la Media cuadrática (Error) = 19,401.

a Usa el tamaño muestral de la media armónica = 40,984

b Los tamaños de los grupos son distintos. Se empleará la media armónica de los tamaños de los grupos. No se garantizan los niveles de error tipo I.

c Alfa = ,05.

Las Tablas 13 y 14 muestran que hay diferencias significativas en los resultados de los preinformes de ADG (fueron más bajos) con respecto a los de EPC y ABP. A pesar de que el grupo ADG trabajó todo el tiempo en el laboratorio, porque así lo determina la estrategia didáctica, no tuvieron la oportunidad de prepararse conceptualmente para preparar la práctica debido a que esta estrategia didáctica consiste precisamente en el aprendizaje que empieza a adquirirse desde el diseño experimental. Para esto la docente entrega una rutina de laboratorio que tiene por objeto facilitarle al estudiante la elaboración de su propio diseño

experimental, esa rutina va acompañada de unos interrogantes que el estudiante debe empezar a resolver con su diseño experimental. Los estudiantes utilizaron la V de Gowín como herramienta que facilita su proceso de integración entre los conceptos, teorías y principios científicos con los procedimientos. Pero el instrumento solo se completaría hasta finalizar las prácticas por lo que no resultó significativa su incidencia en los resultados del preinforme1.

Estos resultados se deben entonces a que los estudiantes de la estrategia didáctica ADG debieron diseñar la práctica de laboratorio sin tener aún conocimiento sobre la unidad didáctica estequiometría. Dado que, la construcción de conocimiento la va haciendo el estudiante en la medida que diseña y ejecuta procedimientos, para esto propone unas hipótesis que verifica experimentalmente, discute con sus compañeros con base en los resultados obtenidos y trata de explicar los fenómenos al consultar y discutir la información. De esta manera se espera que el estudiante le dé significado a los conceptos que subyacen en esas prácticas. En consecuencia los resultados obtenidos en el preinforme son poco elaborados y por esta razón los estudiantes reelaboraron sus preinformes a medida que fueron siguiendo la rutina propuesta para esta unidad didáctica.

A diferencia de este grupo, los grupos EPC y ABP presentaron sus preinformes cuando ya habían avanzado suficientemente en la unidad didáctica lo que les dio mayores herramientas conceptuales y por eso obtuvieron mejores resultados.

Una vez los estudiantes finalizaron su práctica experimental entregaron un informe de laboratorio. Los resultados del informe 1 se observan a continuación.

4.1.1.4. Informe 1.

4.1.1.4.1. Descriptivos univariados para informe 1

Tabla 15

Descriptivos informe 1 Estequiometría

informe 1 total	
Media	11,12
Desv. típ.	3,679
Mínimo	2
Máximo	17

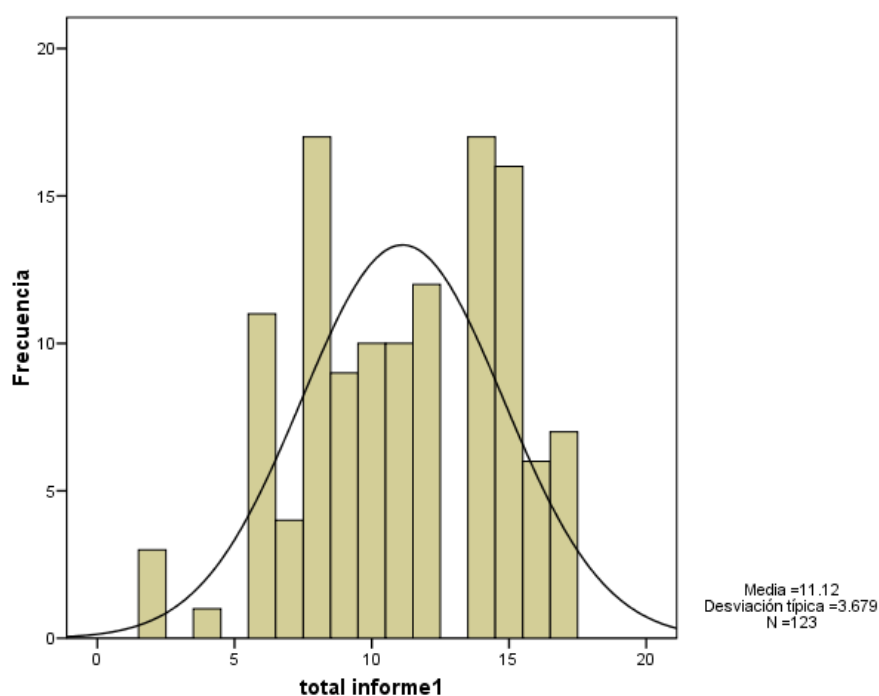


Figura 10. Informe 1 estequiometría

Se considera que hubo logro de aprendizaje cuando el puntaje total del instrumento es igual o superior al 60%, que corresponde a un puntaje mínimo de 10 puntos del máximo que se podía obtener, 17 puntos. En la Tabla 15 se observa que la media de los tres grupos fue de 11,12 y la Figura 10 muestra la distribución de frecuencias para el informe de la práctica de laboratorio que corresponde a un logro de aprendizaje aceptable.

4.1.1.4.2. Diferencias entre estrategias didácticas en el informe 1

Para determinar si la estrategia didáctica incide en los resultados obtenidos en el informe 1 se realizó un análisis univariante de varianza. Para esto la variable dependiente fue el informe 1 y la variable independiente fue la estrategia didáctica.

Tabla 16

Prueba de los efectos inter-sujetos

Variable dependiente: total informe1 estequiometría

Fuente	Suma de cuadrados tipo III	GI	Media cuadrática	F	Significación
Modelo corregido	783,520(a)	2	391,760	54,182	,000
Intersección	15080,183	1	15080,183	2085,657	,000
Estrategia	783,520	2	391,760	54,182	,000
Error	867,651	120	7,230		
Total	16866,000	123			
Total corregida	1651,171	122			

a R cuadrado = ,475 (R cuadrado corregida = ,466)

En la Tabla 16 se observa que la R^2 fue de .475 lo que significa que el modelo explica el 47,5% de la varianza de la variable dependiente (logro de aprendizaje demostrado en el informe de laboratorio). En el informe se indagaron aspectos teóricos como la información consultada por los estudiantes, planteamiento y solución de ecuaciones, aspectos procedimentales como la ruta seguida durante la práctica, materiales y reactivos usados y sobre los procesos de análisis seguidos por los alumnos como la interpretación de los fenómenos, su descripción, razonamiento, análisis y deducción de conclusiones sobre los fenómenos químicos observados lo que parece dar cuenta del efecto de la estrategia didáctica en el informe de laboratorio. Esta tabla también muestra que la estrategia didáctica incidió significativamente en los resultados obtenidos en el informe de laboratorio 1.

Teniendo en cuenta que en el análisis de varianza la estrategia didáctica presenta una asociación significativa con los resultados del informe de laboratorio, se examinaron pruebas posthoc (observar Tablas 17 y 18).

Tabla 17
Comparaciones múltiples para informe 1 estequiometría
Variable dependiente: total informe 1
DHS de Tukey

(I) Estrategia	(J) Estrategia	Diferencia entre medias (I-J)		Significación	Intervalo de confianza al 95%	
		Error típ.			Límite superior	Límite inferior
ADG	EPC	-5,80(*)	,594	,000	-7,21	-4,39
	ABP	-1,10	,598	,159	-2,52	,32
EPC	ADG	5,80(*)	,594	,000	4,39	7,21
	ABP	4,69(*)	,590	,000	3,29	6,09
ABP	ADG	1,10	,598	,159	-,32	2,52
	EPC	-4,69(*)	,590	,000	-6,09	-3,29

Basado en las medias observadas.

* La diferencia de medias es significativa al nivel ,05.

Tabla 18
Informe total 1 estequiometría DHS de Tukey
DHS de Tukey

Estrategia	N	Subconjunto	
		2	1
ADG	40	8,78	
ABP	41	9,88	
EPC	42		14,57
Significación		,156	1,000

Se muestran las medias para los grupos en subconjuntos homogéneos.

Basado en la suma de cuadrados tipo III

El término error es la Media cuadrática (Error) = 7,230.

a Usa el tamaño muestral de la media armónica = 40,984

b Los tamaños de los grupos son distintos. Se empleará la media armónica de los tamaños de los grupos. No se garantizan los niveles de error tipo I.

c Alfa = ,05.

En la Figura 11 se observa las diferencias a favor del grupo EPC en el informe 1 respecto a los otros dos grupos.

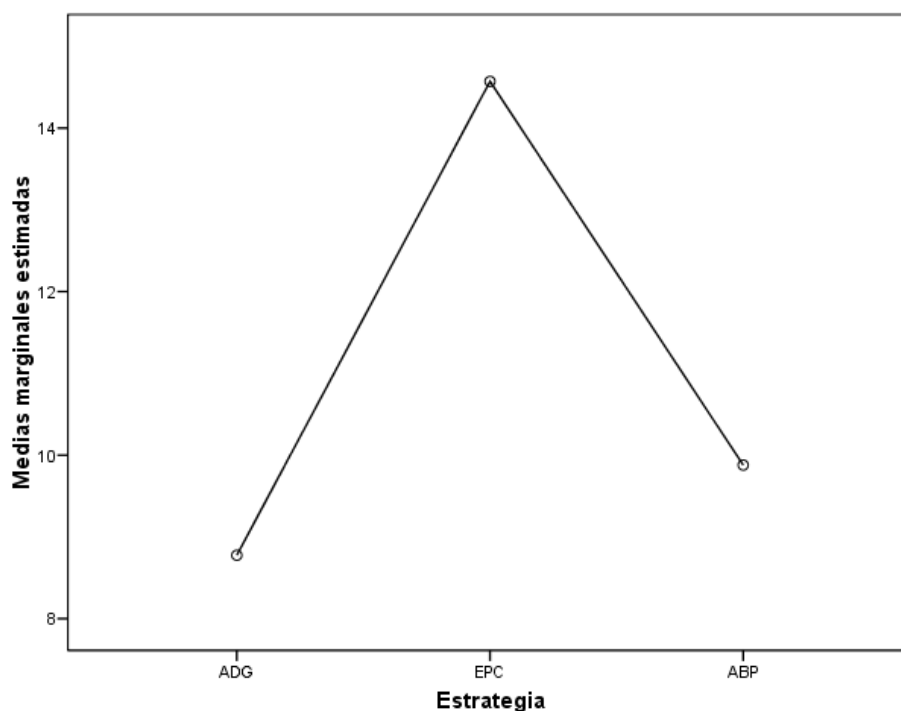


Figura 11. Medias marginales estimadas del informe 1estequiometría

Al realizar comparaciones múltiples entre las estrategias didácticas asumiendo varianzas iguales de Tukey se obtuvo diferencias de medias significativas entre las estrategias EPC y ADG, y entre EPC y ABP a favor de la estrategia didáctica EPC (observar Tabla 17 y 18). Esto podría explicarse porque el grupo EPC al igual que el grupo ABP recibieron la fundamentación teórica antes de la práctica de laboratorio. En el caso del grupo ABP la práctica sirvió para verificar la solución al problema y para los estudiantes EPC la práctica fue su proyecto síntesis.

Debido a que la práctica de laboratorio para el grupo EPC era el proyecto de síntesis, la docente entregó a los estudiantes un diseño de práctica previo que ejecutaron y les sirvió como ejemplo para realizar el propio de manera novedosa.

Esa práctica previa les dio más herramientas conceptuales que les permitió comprender mejor los fenómenos químicos para ejecutar la práctica propia y en consecuencia sus resultados en el informe fueron mejores.

En contraste para el grupo ADG el informe evaluado correspondió a la primera práctica que realizaron y en consecuencia los estudiantes no tuvieron en cuenta todos los aspectos teóricos esperados, sino que estos fueron reconstruidos y mejorados a medida que avanzaba la aplicación de la estrategia didáctica. Un aspecto que se destacó es que no dimensionaron la importancia de la V de Gowin a pesar de completarla por lo que la docente hizo ver su importancia al evaluar los resultados de este informe.

4.1.2. Unidad 2. Equilibrio químico

Antes de empezar con la unidad didáctica equilibrio químico se aplicó la evaluación de entrada 2. Los resultados se muestran a continuación.

4.1.2.1. Condiciones iniciales: evaluación de entrada 2

4.1.2.1.1. Descriptivos univariados para evaluación entrada 2

Tabla 19

Descriptivos evaluación entrada 2 equilibrio químico

	Ev. entrada 2
Media	3,09
Desv. típ.	1,467
Mínimo	0
Máximo	6

En la Tabla 19 se observa que los estudiantes obtuvieron una media total mayor al compararla con los resultados de la evaluación de entrada 1. Esto puede deberse a que algunos de los problemas estaban relacionados con la unidad

didáctica estequiometría lo cual mejoró sus resultados por ser el tema que recientemente habían visto. En la segunda aplicación, a diferencia de la primera aplicación, hubo estudiantes que resolvieron correctamente los seis problemas como se observa en la Tabla 19 donde el máximo fue de 6 y también hubo estudiantes que no resolvieron correctamente ningún problema porque manifestaron que no comprendían el enunciado de los problemas a pesar de que la docente hizo las aclaraciones cuando hubo lugar.

4.1.2.1.2. Diferencias entre grupos en la evaluación de entrada 2

Para determinar si las diferencias entre grupos y el estilo cognitivo inciden en el logro de aprendizaje de la resolución de problemas de química se realizó un análisis univariante de varianza. Para esto la variable dependiente fue la evaluación de entrada 2 y las variables independientes fueron los grupos y el estilo cognitivo DIC.

Tabla 20
Prueba de los efectos inter-sujetos ev. entrada 2 equilibrio químico
Variable dependiente: ev. entrada 2 total

Fuente	Suma de cuadrados tipo III	Gl	Media cuadrática	F	Significación
Modelo corregido	54,954(a)	8	6,869	3,793	,001
Intersección	841,232	1	841,232	464,474	,000
Grupos	13,142	2	6,571	3,628	,030
Estilo	23,281	2	11,640	6,427	,002
Grupo * estilo	6,787	4	1,697	,937	,445
Error	201,038	111	1,811		
Total	1403,000	120			
Total corregida	255,992	119			

a R cuadrado = ,215 (R cuadrado corregida = ,158)

Como se observa en la Tabla 20 la R^2 fue de .215, lo que significa que el modelo explica el 21,5% de la variable dependiente logro en la resolución de

problemas, esta tabla también muestra que hubo un efecto significativo del grupo en el logro de aprendizaje de la resolución de problemas en la evaluación de entrada 2. Esto posiblemente se deba a que algunos problemas estaban relacionados con la unidad didáctica estequiometría vista previamente y como cada grupo alcanzó un logro de aprendizaje de esta unidad didáctica diferente, debido a la estrategia didáctica, en consecuencia esto se vio reflejado nuevamente en la evaluación de entrada 2.

Sin embargo, se aclara que la mayoría de los problemas estaban más relacionados con temas vistos previamente en grado 9° e inferiores bajo la estrategia didáctica tradicional de conferencia docente.

Tabla 21
Comparaciones múltiples para evaluación entrada 2 equilibrio químico
DHS de Tukey
Variable dependiente: ev. entrada 2 total

(I) Estrategia didáctica	(J) Estrategia didáctica	Diferencia entre medias (I-J)		Significación	Intervalo de confianza al 95%.	
		Límite inferior	Límite superior		Límite inferior	Límite superior
aprendiza por descubrimiento guiado ADG	enseñanza para la comprensión EPC	-,99(*)	,303	,004	-1,71	-,27
	aprendizaje basado en problemas ABP	-,79(*)	,299	,025	-1,50	-,08
enseñanza para la comprensión EPC	aprendiza por descubrimiento guiado ADG	,99(*)	,303	,004	,27	1,71
	aprendizaje basado en problemas ABP	,19	,301	,795	-,52	,91
aprendizaje basado en problemas ABP	aprendiza por descubrimiento guiado ADG	,79(*)	,299	,025	,08	1,50
	enseñanza para la comprensión EPC	-,19	,301	,795	-,91	,52

Basado en las medias observadas.* La diferencia de medias es significativa al nivel ,05.

Tabla 22
 ev. entrada 2 equilibrio químico DHS de Tukey

	N	Subconjunto	
		2	1
Estrategia didáctica aprendiza por descubrimiento guiado ADG	40	2,50	
DHS de Tukey(a,b,c) aprendizaje basado en problemas ABP	41		3,29
enseñanza para la comprensión EPC	39		3,49
Significación		1,000	,795

Se muestran las medias para los grupos en subconjuntos homogéneos.

Basado en la suma de cuadrados tipo III

El término error es la Media cuadrática (Error) = 1,811.

a Usa el tamaño muestral de la media armónica = 39,983

b Los tamaños de los grupos son distintos. Se empleará la media armónica de los tamaños de los grupos. No se garantizan los niveles de error tipo I.

c Alfa = ,05.

Dado que el análisis de varianza mostró asociación significativa entre los grupos y la capacidad para resolver problemas, se examinaron pruebas posthoc de Tukey para el examen de las diferencias entre los cursos.

En las Tablas 21 y 22 se observan diferencias de medias significativas entre el grupo ADG y EPC, y entre ADG y ABP en la evaluación de entrada 2. El grupo ADG obtuvo la media total más baja ($\bar{x}=2,50$), como consecuencia del bajo logro de aprendizaje alcanzado en la unidad didáctica estequiometría (obtuvieron los resultados más bajos en la evaluación final 1 en comparación con los otros grupos en esta unidad didáctica, observar Tabla 9) lo cual se ve reflejado nuevamente en la evaluación de entrada 2 de equilibrio químico que contenía algunos problemas sobre estequiometría. Además este grupo manifestó verbalmente a la docente la no comprensión del enunciado del problema. El grupo EPC presentó la media total más alta ($\bar{x}=3,49$) pero también manifestaron que tenían dificultades con el enunciado del problema lo que llevó a que la docente realizara las aclaraciones

necesarias para que pudieran resolverlos. Esto significa que los ítems de la evaluación no estaban formulados en un lenguaje comprensible para los alumnos.

En la Tabla 22 se verifica que hay dos conjuntos de datos que difieren; el primero el grupo ADG y el segundo los grupos ABP y EPC.

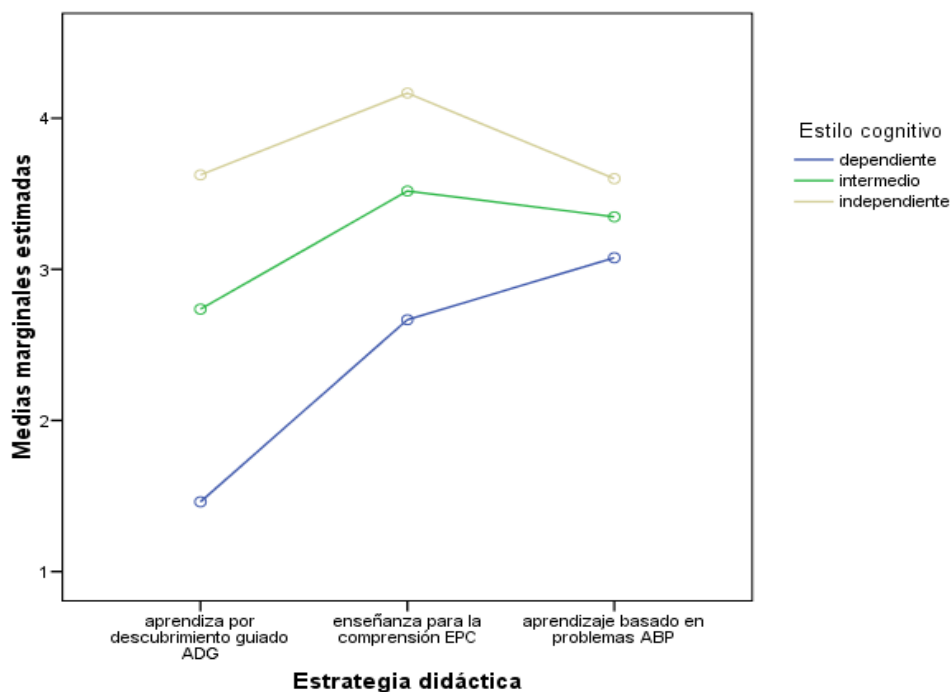


Figura 12. Medias marginales estimadas de ev. Entrada 2 equilibrio químico

La Tabla 20 mostraba un efecto significativo del estilo cognitivo DIC en los resultados de la evaluación de entrada 2. En la Figura 12 se puede mirar entonces que los estudiantes con tendencia a la independencia de campo obtuvieron mejores resultados esto posiblemente debido a su mayor capacidad de reestructuración cognitiva que les facilita extraer la información relevante a la hora de resolver los problemas.

En la Figura 12 también se observa que los estudiantes dependientes tuvieron las puntuaciones más bajas, esto debido a su menor capacidad de reestructuración cognitiva al ser más globales tienen dificultad para extraer la información relevante para resolver el problema.

El hecho de que el estilo cognitivo haya presentado su efecto en la evaluación de entrada 2 puede deberse a que los enunciados de cada problema estaban poco estructurados lo que dificultó a los estudiantes dependientes de campo extraer la información relevante para resolver el problema.

Además, en los problemas abiertos sin datos y cerrados sin datos, debían mostrar habilidad para segmentar la información del problema y establecer un orden de acuerdo al aspecto clave que permitiría resolver el problema, en el caso del problema abierto era el pH y en el cerrado sin datos era el potencial de ionización. Este proceso resulta más sencillo para los independientes de campo lo que pudo determinar también las diferencias entre dependientes e independientes.

Por otra parte, los enunciados del problema contenían mucha información anexa que de cierta manera actuaba como elementos distractores pero a la vez contextualizaban el problema. Todos esos elementos distractores pudieron disminuir la capacidad de análisis de los estudiantes dependientes de campo porque de acuerdo con Witkin y otros (1985) cuanto mayor es la independencia del sujeto respecto a los elementos ambientales que le puedan distraer, mayor es su capacidad de análisis, por el contrario cuanto mayor sea su dependencia a esos factores más globalizador será (Sierra, 1994) lo que determinó finalmente que se obtuvieran diferencias entre estudiantes dependientes, intermedios e independientes en la evaluación de entrada 2.

Recapitulando los resultados obtenidos hasta el momento se tiene, el grupo ADG tuvo la media más alta en la evaluación de entrada 1 debido al énfasis y a la mayor intensidad horaria lo que determinó que presentaran mejor respuesta en la evaluación en comparación con los otros grupos a pesar de seguir la misma estrategia didáctica tradicional de conferencia docente. En la evaluación final 1 les fue mejor al grupo ABP debido a que la dinámica de la estrategia didáctica le enseña al estudiante pautas a la hora de resolver un problema lo que parece que determinó que les fuera mejor y en la evaluación de entrada 2 les fue mejor a los grupos ABP y EPC debido a que algunos problemas trataban la temática de estequiometría en la cual les fue mejor a ambos previamente. La ligera diferencia a favor del grupo EPC respecto al grupo ABP en la evaluación de entrada 2 puede deberse a que el grupo EPC abarcó la mayoría de los temas de estequiometría en los tópicos generativos, mientras que el grupo ABP no vio todos los temas debido a que fueron tratados solo aquellos que se requerían para resolver el problema.

Finalizada la aplicación de las estrategias didácticas en los temas de equilibrio químico se aplicó la evaluación final 2. Los resultados se muestran a continuación.

4.1.2.2. Resultados de la estrategia

4.1.2.2.1. Evaluación final 2

4.1.2.2.1.1. Descriptivos univariados para evaluación final 2

Tabla 23

Descriptivos evaluación final 2

Equilibrio químico

ev. Final 2 total	
Media	2,80
Desv. típ.	1,816
Mínimo	0
Máximo	6

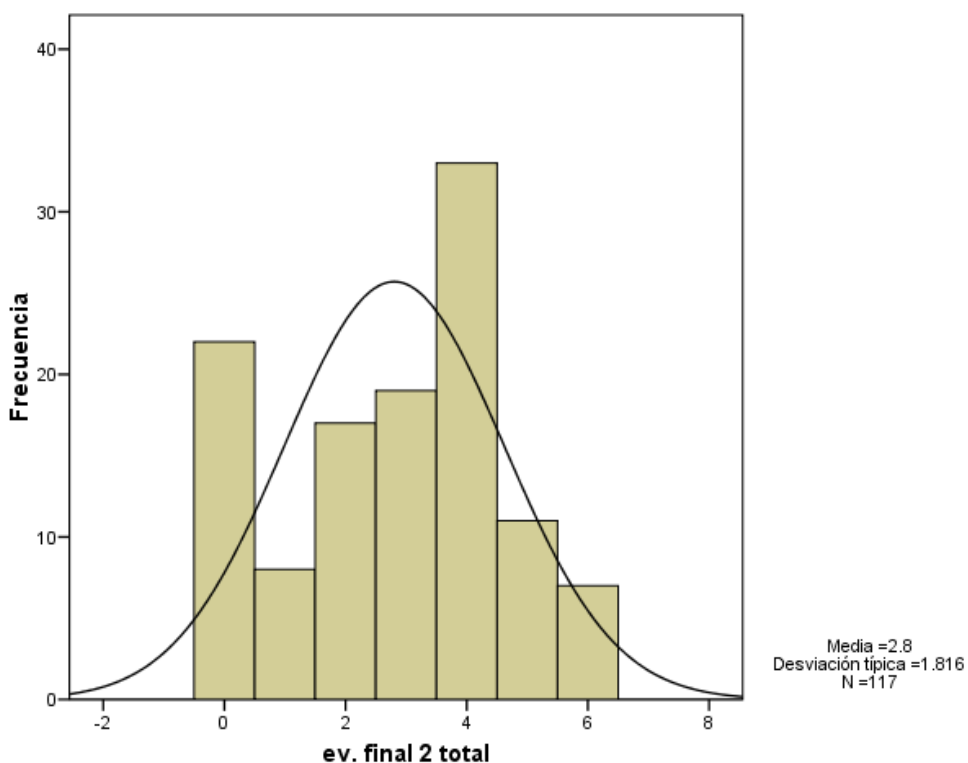


Figura 13. Evaluación final 2 equilibrio químico

La Figura 13 muestra la distribución de frecuencias para la evaluación final de la unidad didáctica equilibrio químico y la Tabla 23 muestra que la media de los tres grupos fue de 2,8 siendo menor a la obtenida en la evaluación final de la unidad didáctica estequiometría ($X=3,75$) la explicación a esto es que la unidad

didáctica equilibrio químico resulto ser más compleja para los estudiantes debido a la naturaleza de los contenidos, en este caso implicaba el manejo de algoritmos, lenguaje técnico especializado e información estructurada en ecuaciones químicas que requieren del estudiante conocimientos previos en química sobre el comportamiento químico de la materia, formación de reacciones químicas en equilibrio y deducción de las expresiones matemáticas que explican el comportamiento en equilibrio, lo que significa que los estudiantes debían tener además bases fuertes en otras asignaturas como las matemáticas. Y lo observado en los tres grupos fue que muchos de los estudiantes no sabían despejar ecuaciones básicas y mucho menos plantearlas, además la mayoría de los estudiantes presentaban dificultad para establecer las ecuaciones de reacción y poco entendimiento sobre las teorías de enlace, que habían visto en el grado 9°.

Todo esto determinó que el desempeño durante la ejecución de las estrategias didácticas fuera más bajo y en consecuencia los resultados en el aprendizaje determinado por la habilidad para resolver problemas fuera menor.

En este mismo sentido, para comprender porque esta unidad didáctica resulta ser más difícil de aprender que la unidad didáctica estequiometría al aplicar las mismas estrategias didácticas recurimos a lo expuesto por Garnett et al., 1995 y Stavridou y Solomonidou, 2000. Ref. Moncaleano et al. (2003) quienes indican que se debe a la superposición de los niveles de representación macroscópica y microscópica que se presenta durante su enseñanza. Furió, Calatayud y Bárcenas (s.f) definen ese nivel macroscópico como la acumulación precientífica de conocimientos fenomenológicos, por ejemplo, definir ácidos y bases por sus

características fenomenológicas como que atacan los metales no nobles o presentan cambios ante indicadores. Y el nivel microscópico como el cuerpo teórico de conocimientos químicos que explican esos fenómenos. Por ejemplo, se hace superposición de los niveles de representación al explicar mediante la teoría atómica las reacciones de neutralización ácido- base. Es decir, se confunde las descripciones macroscópicas fenomenológicas con la interpretación conceptual. Furió et al. (s.f.) ponen como ejemplo: la descripción macroscópica de los ácidos y bases a los cuales se les superpone las definiciones de Bronsted. En otras palabras, se trata de explicar todo mediante un mismo cuerpo teórico. Estos autores indican que se suele hacer una enseñanza lineal del conocimiento en química, es decir, se establece un orden de temas porque se cree que cronológicamente fueron integrándose al conocimiento inicial aspectos más generales lo cual no es cierto. También indican que no se hace suficiente énfasis en el nivel macroscópico omitiéndose la función operativa de los conceptos y se espera que el estudiante se imagine el fenómeno, lo que trae como consecuencia la dificultad en el aprendizaje de esta unidad didáctica.

En el caso particular de esta investigación los estudiantes de los grupos ADG y ABP tuvieron la oportunidad de indagar las diferentes teorías que explicaban los fenómenos y mediante el debate, especialmente el grupo ABP, trataron de comprender porque una determinada teoría no explicaba el fenómeno, por ejemplo, la disociación del agua. El grupo ADG para completar la V de Gowin debió consultar las teorías posibles que explicaban los fenómenos observados y a partir de esto realizaron el análisis de los resultados obtenidos lo que llevó al

debate, esto permitió que los estudiantes no solo indagaran sino realizaran nuevas comprobaciones experimentales. Sin embargo, muchos de los estudiantes indicaban que no era tan sencillo tratar de comprender estas teorías. Por su parte el grupo EPC, no realizó la reflexión sobre estas teorías y solo se les presentó los conceptos que usarían para realizar los desempeños de comprensión, esto pudo entonces incidir en sus resultados como ya se indicó.

4.1.2.2.1.2. Diferencias entre estrategias didácticas para la evaluación final 2

Para determinar si la estrategia didáctica y el estilo cognitivo inciden en el logro de aprendizaje de la resolución de problemas de química se realizó un análisis univariante de varianza. Para esto la variable dependiente fue la evaluación final 2 y las variables independientes fueron las estrategias didácticas y el estilo cognitivo DIC y como covariable la evaluación de entrada 2.

Tabla 24
Prueba de los efectos inter-sujetos ev.final 2equilibrio químico
Variable dependiente: ev. final 2 total

Fuente	Suma de cuadrados tipo III	GI	Media cuadrática	F	Significación
Modelo corregido	81,270(a)	9	9,030	3,324	,001
Intersección	87,936	1	87,936	32,373	,000
eve2total	3,802	1	3,802	1,400	,239
Estrategia	48,650	2	24,325	8,955	,000
Estilo	,448	2	,224	,082	,921
Estrategia * estilo	1,138	4	,285	,105	,981
Error	285,217	105	2,716		
Total	1302,000	115			
Total corregida	366,487	114			

a R cuadrado = ,222 (R cuadrado corregida = ,155)

En la Tabla 24 se observa que R^2 fue de .222 lo que significa que el modelo está explicando el 22.2% de la varianza de la variable dependiente logro de aprendizaje medido en la resolución de problemas.

Los resultados de la Tabla 24 muestran que la estrategia didáctica si incidió en los resultados obtenidos en la evaluación final 2 pero el estilo cognitivo DIC no presentó efecto significativo en el logro de aprendizaje de la resolución de problemas en la unidad didáctica equilibrio químico (sig. 0.921).

También se observa que la evaluación de entrada 2 no es predictora de los resultados de la evaluación final 2 por lo que no se tendrá en cuenta en los análisis de la evaluación final 2. La evaluación de entrada 2 no incidió en los resultados de la evaluación final 2 lo que indica que la evaluación de entrada 2 estuvo mal planteada a pesar de que se diseño pensando en que los contenidos se relacionaban con el aprendizaje de esta unidad didáctica.

Dado que, en el análisis de varianza, la estrategia didáctica apareció con una asociación significativa con la capacidad de resolución de problemas, se examinaron pruebas posthoc de Tukey para el examen de las diferencias entre los grupos. Los resultados se observan en las Tablas 25 y 26.

Tabla 25
Comparaciones múltiples para evaluación final 2 equilibrio químico
Variable dependiente: ev. final 2 total
DHS de Tukey

(I) Estrategia didáctica	(J) Estrategia didáctica	Diferencia entre medias (I-J)		Significación	Intervalo de confianza al 95%.	
			Error típ.		Límite superior	Límite inferior
aprendiza por descubrimiento guiado ADG	enseñanza para la comprensión EPC	1,92(*)	,374	,000	1,03	2,81
	aprendizaje basado en problemas ABP	,21	,374	,847	-,68	1,09
enseñanza para la comprensión EPC	aprendiza por descubrimiento guiado ADG	-1,92(*)	,374	,000	-2,81	-1,03
	aprendizaje basado en problemas ABP	-1,72(*)	,374	,000	-2,61	-,83
aprendizaje basado en problemas ABP	aprendiza por descubrimiento guiado ADG	-,21	,374	,847	-1,09	,68
	enseñanza para la comprensión EPC	1,72(*)	,374	,000	,83	2,61

Basado en las medias observadas.

* La diferencia de medias es significativa al nivel ,05.

Tabla 26
ev. final 2 equilibrio químico
DHS de Tukey

Estrategia didáctica	N	Subconjunto	
		2	1
enseñanza para la comprensión EPC	39	1,59	
aprendizaje basado en problemas ABP	39		3,31
aprendiza por descubrimiento guiado ADG	39		3,51
Significación		1,000	,847

Se muestran las medias para los grupos en subconjuntos homogéneos.

Basado en la suma de cuadrados tipo III

El término error es la Media cuadrática (Error) = 2,728.

a Usa el tamaño muestral de la media armónica = 39,000

b Alfa = ,05.

Se obtuvo diferencias de medias significativas entre las estrategias EPC y ADG, y entre EPC y ABP (observar Tablas 25 y 26) siendo más bajos los resultados en el grupo EPC. Estos resultados no son consistentes con los obtenidos

en la evaluación de entrada 2 puesto que el grupo EPC presentó la media total más alta en esa ocasión. Sin embargo, como ya se dijo, los temas indagados en la evaluación de entrada 2 no estuvieron relacionados con los indagados en la evaluación final 2 por lo que no se pueden comparar ambos resultados (evaluación entrada 2 y final 2). Mas bien al analizar solamente los resultados de la evaluación final 2, se puede decir, que los estudiantes debido a sus escasos conocimientos matemáticos, a sus dificultades para interpretar la información técnica del taller y deducir las ecuaciones químicas, no lograron alcanzar las comprensiones esperadas. Además, como lo indican Moncaleano et al. (2003) la falta de contextualización de los tópicos generativos, el no abordar estos tópicos generativos desde las diferentes teorías químicas, junto con el seguimiento lineal de los contenidos, la falta de integración entre los niveles microscópico y macroscópicos, produjo un menor entendimiento de los temas que condujo a un resultado más bajo en el grupo EPC.

Lo que permite concluir que para el aprendizaje de la unidad didáctica equilibrio químico es necesario que el alumno explore desde diferentes puntos de vista, profundice en la comprensión de la caracterización macroscópica de los sistemas en equilibrio, analice, indague, discuta, selecciones información con base en razonamientos que son acciones que las dos estrategias didácticas ADG y ABP propician y de esta manera se podrán atenuar las falencias que tenga el estudiante en el manejo matemático, dado que la aplicación de estas estrategias didácticas permiten que se vayan superando.

Por el contrario en la estrategia didáctica EPC los talleres fueron elaborados por la docente y contenían la información necesaria de los tópicos generativos y la función del estudiante era interpretar esa información, discutirla con sus compañeros y llegar a conclusiones para posteriormente aplicar esos conocimientos de forma novedosa en los desempeños de comprensión lo que parece no ser tan efectivo con esta unidad didáctica. Esto indicaría que dependiendo de la temática en química, se obtendrá mejores resultados con una u otra de estas estrategias didácticas puesto que cada tema representa un grado de dificultad diferente para los estudiantes, requiere unos conocimientos previos diferentes y en consecuencia una forma de presentar y abordar el conocimiento diferente.

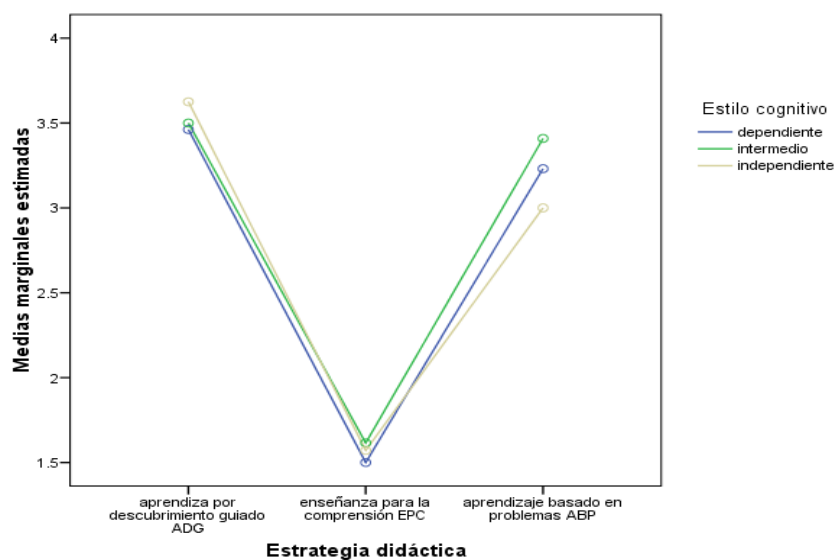


Figura 14. Medias marginales estimadas de ev. final 2

En la estrategia didáctica EPC se establecen unos tópicos generativos, que son aquellos aspectos del conocimiento que requieren ser aprendidos por el

estudiante por ser los más importantes. Pero los estudiantes de este grupo, no tenían los conocimientos previos en matemáticas necesarios para aplicarlos en los contenidos de equilibrio químico lo que les dificultó su comprensión y seguimiento.

En este mismo sentido, una de las causas que manifiesta Moncaleano et al. (2003) es la tendencia a enseñarse las operaciones y ecuaciones de los sistemas en equilibrio restándole importancia al análisis cualitativo tanto a nivel macroscópico como microscópico y esto ocurrió durante el taller. Los tópicos generativos no propiciaron esas interpretaciones cualitativas y solo fueron realizadas durante las discusiones y en los desempeños de comprensión lo que incidió en el logro de aprendizaje.

Aunque también hubo estudiantes de los otros grupos que tenían deficiencias en las matemáticas estas fueron superadas por ellos mediante el trabajo colaborativo con sus compañeros, y mediante el análisis cualitativo previo de los problemas teóricos o prácticos, mientras que los estudiantes EPC solo realizaron unas pocas actividades que implicaban la interpretación y manejo de ecuaciones químicas y matemáticas para ejecutar de forma novedosa el desempeño de comprensión. También se requería comprensión sobre los conceptos de reacción química, sobre comportamiento de materia, estructura molecular, tipo de interacciones, aspectos que no fueron tratados en los tópicos generativos de la unidad didáctica pero que eran necesarios para comprender los sistemas químicos en equilibrio. Lo que llevó a bajos resultados en este grupo como se observa en la Figura 14. En el grupo ABP los estudiantes no tuvieron esa dificultad porque en esta estrategia didáctica los estudiantes empiezan consultado,

indagando y analizando aquello que no conocen o recuerdan pero que es fundamental para resolver el problema y la posterior discusión permite que los estudiantes integren esos conocimientos y los apliquen en contexto facilitando su entendimiento y aprendizaje. En el grupo ADG tampoco se presentó este inconveniente porque el uso de la V de Gowin le permite al estudiante identificar que conceptos, teoría o leyes son necesario para explicar el fenómeno químico observado y de esta manera relacionar los conocimientos prácticos con los teóricos por lo que debieron consultar primero sobre los conceptos mencionados tanto para el diseño de su trabajo experimental, como durante y después de este lo que les facilitó su entendimiento y aprendizaje.

En consecuencia los desempeños de comprensión de los estudiantes EPC estuvieron en el nivel de principiante, en este nivel los estudiantes demuestran en sus desempeños el manejo de algunos conceptos del campo de conocimiento al establecer relaciones simples entre estos y al describir los conocimientos mediante procedimientos mecánicos paso a paso (Arellano, 2005), pero la resolución de problemas como los propuestos requerían ir más allá, el estudiantes debía no solo tener conocimientos básicos sobre la unidad didáctica, sino además analizar el problema, establecer un plan mental de solución y realizar la búsqueda de información pertinente que le permitiera resolverlos.

A diferencia de la estrategia didáctica EPC, la ADG centra el aprendizaje en un proceso de descubrimiento en el que el alumno de manera intencionada y reflexiva va ejecutando procedimientos experimentales que le van permitiendo de forma progresiva llegar a conclusiones conceptuales sobre lo observado. En este

grupo también se observaron algunos estudiantes con dificultades en las matemáticas pero fueron superadas más fácilmente debido a la interacción y explicación con sus compañeros de laboratorio y a que realizaron muchos cálculos matemáticos para obtener las cantidades requeridas para la reacción química o para predecir los resultados del fenómeno durante la ejecución del procedimiento experimental. Esto hizo que reflexionaran y analizaran sobre el porqué se requerían las ecuaciones químicas y en qué momento de la secuencia experimental, lo que les facilitó la resolución de los problemas en la evaluación, mientras que el grupo EPC debió abordar para cada tópico generativo un solo problema siguiendo las pautas dadas en el taller.

Una situación similar al ADG se presentó en el grupo ABP por eso a pesar de presentar resultados en la evaluación más bajos que el ADG no fueron significativas las diferencias entre estos dos grupos. El grupo ABP debió indagar información sobre aquellos aspectos que no conocían y discutirla con sus compañeros de grupo, analizarla, reformular sus hipótesis de solución al problema, realizar varios ejercicios para poder comprender los temas, siempre pensados en torno al problema y elaborar un plan de solución antes de dar respuesta a este.

Para la unidad didáctica equilibrio químico los estudiantes nuevamente diseñaron un preinforme siguiendo las pautas mencionadas anteriormente para el preinforme 1. Los resultados se muestran a continuación.

4.1.2.3. Preinforme 2

4.1.2.3.1. Descriptivos univariados para preinforme 2

Tabla 27

Descriptivos preinforme 2 equilibrio químico
Equilibrio químico

	Preinforme 2
Media	17,26
Desv. típ.	4,680
Mínimo	6
Máximo	26

La Tabla 27 muestra los resultados totales de los tres grupos juntos. Los resultados observados corresponden al primer preinforme presentado por los estudiantes, aunque algunos grupos debieron reelaborar el preinforme para su ejecución.

El preinforme 2 presentó una media significativamente más baja que el primer preinforme (21,91), esto posiblemente debido a la complejidad de la unidad didáctica. Especialmente los estudiantes del grupo EPC estuvieron preguntando todo el tiempo a la docente sobre cómo proceder porque no lograban comprender como diseñar la práctica, se observaba su confusión en algunos temas y debieron repetir varias veces el preinforme.

4.1.2.3.2. Diferencias entre estrategias didácticas para el preinforme 2

Para determinar si la estrategia didáctica incide en el logro de aprendizaje se realizó un análisis univariante de varianza. Para esto la variable dependiente fueron los resultados totales del preinforme 2 y la variable independiente fueron las estrategias didácticas.

Tabla 28
Prueba de los efectos inter-sujetos
Variable dependiente: total preinf 2 equilibrio químico

Fuente	Suma de cuadrados tipo III	Gl	Media cuadrática	F	Significación
Modelo corregido	708,899(a)	2	354,449	21,670	,000
Intersección	36807,456	1	36807,456	2250,331	,000
Estrategia	708,899	2	354,449	21,670	,000
Error	1962,776	120	16,356		
Total	39315,000	123			
Total corregida	2671,675	122			

a R cuadrado = ,265 (R cuadrado corregida = ,253)

La Tabla 28 muestra que la R^2 es de .265 lo que significa que el modelo explica el 26,5% de la varianza de la variable dependiente logro de aprendizaje demostrado en la elaboración del preinforme 2. En la misma tabla se observa que hay un efecto significativo de la estrategia didáctica en los resultados del preinforme de laboratorio 2.

Debido a que el análisis de varianza mostró una asociación significativa entre las estrategias didácticas y el preinforme de laboratorio 2, se examinaron pruebas posthoc de Tukey para el examen de las diferencias entre los grupos.

Tabla 29
Comparaciones múltiples para preinforme 2 equilibrio químico
Variable dependiente: total preinf 2
DHS de Tukey

(I) Estrategia	(J) Estrategia	Diferencia entre medias (I-J)	Error típ.	Significación	Intervalo de confianza al 95%.	
					Límite superior	Límite inferior
ADG	EPC	5,17(*)	,894	,000	3,05	7,29
	ABP	,22	,899	,967	-1,91	2,35
EPC	ADG	-5,17(*)	,894	,000	-7,29	-3,05
	ABP	-4,95(*)	,888	,000	-7,06	-2,84
ABP	ADG	-,22	,899	,967	-2,35	1,91
	EPC	4,95(*)	,888	,000	2,84	7,06

Basado en las medias observadas.

* La diferencia de medias es significativa al nivel ,05.

Tabla 30
Preinforme 2equilibrio químico
DHS de Tukey

Estrategia	N	Subconjunto	
		2	1
EPC	42	13,93	
ABP	41		18,88
ADG	40		19,10
Significación		1,000	,967

Se muestran las medias para los grupos en subconjuntos homogéneos.

Basado en la suma de cuadrados tipo III

El término error es la Media cuadrática (Error) = 16,356.

a Usa el tamaño muestral de la media armónica = 40,984

b Los tamaños de los grupos son distintos. Se empleará la media armónica de los tamaños de los grupos. No se garantizan los niveles de error tipo I.

c Alfa = ,05.

En las Tablas 29 y 30 se observan diferencias significativas a favor de las estrategias didácticas ADG y ABP. A pesar del grado de dificultad de la unidad didáctica los estudiantes de estos dos grupos adquirieron herramientas procedimentales durante el desarrollo de la primera unidad didáctica que les dio pistas claras sobre cómo deben proceder para diseñar el preinforme de laboratorio. Mientras que los estudiantes del grupo EPC al presentar mayores dificultades en la comprensión de la unidad didáctica presentaron en consecuencia un preinforme menos elaborado a pesar de contar con la guía práctica de ejemplo que entregó la docente.

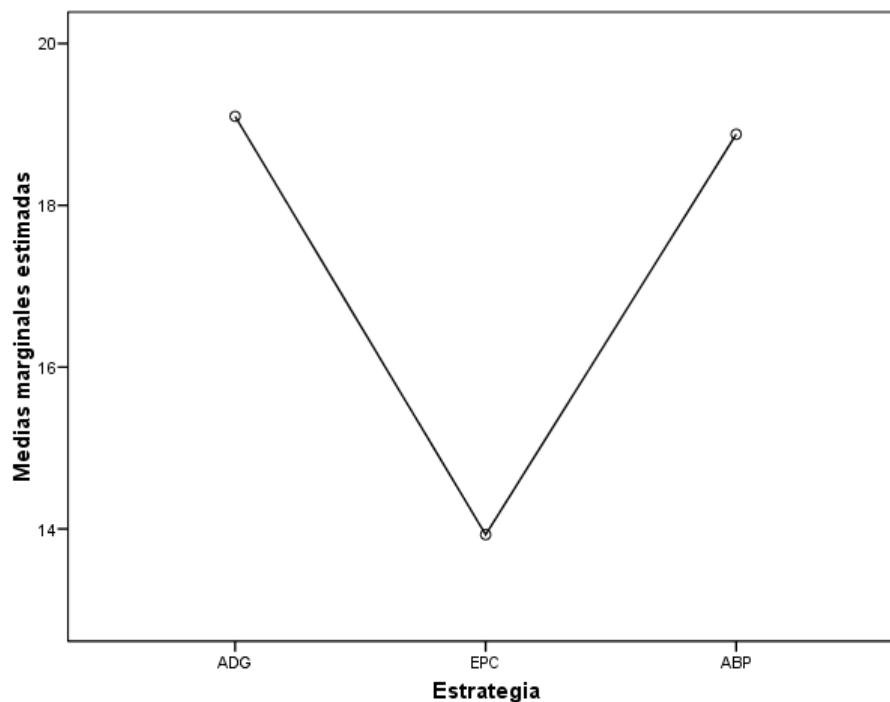


Figura 15. Medias marginales estimadas de preinforme 2

La Figura 15 muestra diferencias significativas entre EPC y las otras dos estrategias didácticas ADG y ABP. El grupo ADG tuvo como ventaja la experiencia adquirida con el trabajo permanente de laboratorio durante la primera aplicación de la estrategia didáctica dado que debieron elaborar y presentar varios preinformes e informes con esto demostraron habilidades ligeramente mejores que el grupo ABP pero no de manera significativa.

El grupo ABP tuvo un buen resultado debido a que los pasos seguidos durante la estrategia didáctica sirvieron para que fueran estructurando su diseño práctico para verificar la solución al problema.

De acuerdo con Ruíz, Peme, Longhi y Ferreyra (2012) para el proceso de enseñanza- aprendizaje en la EPC debe tenerse en cuenta cinco dimensiones; la dimensión contenido, en este caso el contenido representó para los estudiantes

del grupo EPC un grado de dificultad mayor debido a la imposibilidad directa de relacionar las representaciones macroscópicas con las microscópicas, los contenidos resultaron demasiado abstractos para ser interpretados por ellos mismos, porque se enfatizó más en las representaciones simbólicas y se descuidaron las representaciones enactivas e icónicas. De acuerdo con Perkins (1999) en la medida que el estudiante pueda movilizar los contenidos desde los detalles a las generalidades dentro de una red conceptual coherente, podrá demostrar que ha comprendido. En el caso de este estudio los estudiantes en la unidad didáctica no lograron desenvolverse en esta dimensión y en consecuencia los resultados del preinforme fueron el reflejo de las falencias conceptuales.

Respecto a la dimensión métodos, que hace referencia a la forma como los estudiantes construyen conocimiento en determinada área, mediante herramientas que ellos mismos elaboran, se puede decir, que consistió en el diseño práctico para verificar un sistema acuático con organismos vivos como un sistema en equilibrio químico (proyecto de síntesis). El diseño dejó en evidencia la poca comprensión de los estudiantes de los temas en estudio, demostrando que solo alcanzaron el nivel de principiante que corresponde al seguimiento lineal de contenidos.

Sin embargo, en la dimensión propósito, que es la capacidad del estudiante para reconocer la importancia de un conocimiento para aplicarlo en otros contextos. Se evidenció que los estudiantes fueron reflexivos al respecto.

En cuanto a la dimensión formas de comunicación que hace referencia al uso específico del lenguaje riguroso, en este caso el relacionado con química, se notó que los estudiantes a pesar de presentar dificultad en cuanto a la representación de ecuaciones químicas, si hicieron uso adecuado de términos y conceptos relacionados con el equilibrio químico. Finalmente en la dimensión interacción estudiante – profesor que hace referencia al papel del lenguaje en el aula y el desarrollo de pensamiento, se presentó la interacción docente - alumno una vez los estudiantes presentaron por primera vez su preinforme, y llevó a que se cuestionaran sobre algunos aspectos mencionados en la propuesta inicial, por lo que hasta ese momento no se dio lugar a esa dimensión y eso se vio reflejado en la elaboración del pre informe.

4.1.2.4. Informe de laboratorio2

4.1.2.4.1. Descriptivos univariados para informe 2

Tabla 31
Descriptivos informe 2
Equilibrio químico

	ev. Final 2 total
Media	10,28
Desv. típ.	3,340
Mínimo	3
Máximo	15

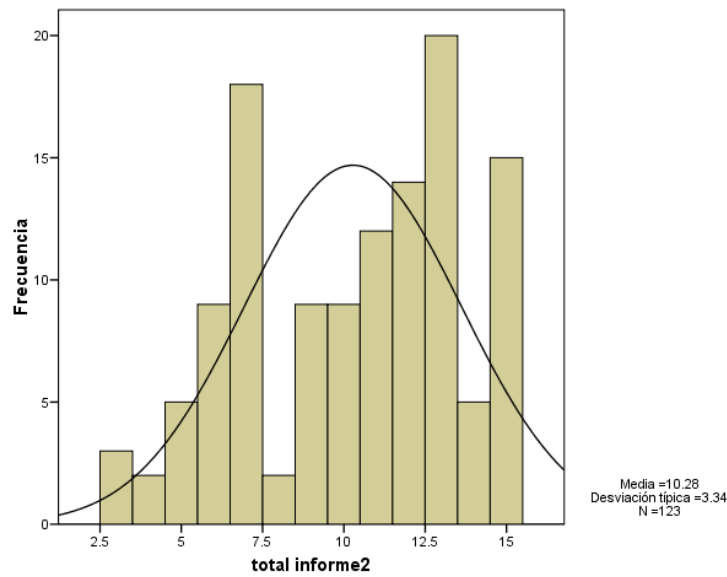


Figura 16. Informe 2 equilibrio químico

Durante la aplicación de las estrategias didácticas en la unidad didáctica equilibrio químico los estudiantes presentaron el informe de laboratorio 2 una vez ejecutaron la práctica correspondiente al preinforme 2.

Los resultados de la Tabla 31 y Figura 16 muestran que los estudiantes tuvieron un logro de aprendizaje aceptable en la interpretación de los fenómenos observados en el laboratorio. En general el fundamento teórico fue escaso, así como los análisis y las conclusiones a las que llegaron en los tres grupos esto debido a la dificultad que representó la unidad didáctica equilibrio químico.

Los estudiantes del grupo EPC como proyecto síntesis debieron ejecutar su propuesta práctica de laboratorio, para esto determinaron el pH de varias soluciones de electrolitos débiles a diferente concentración y calcularon las constantes de equilibrio correspondientes, junto con analizar la demanda bioquímica de oxígeno de una muestra de agua problema. En el informe de

laboratorio varios grupos no incluyeron los cálculos realizados o las gráficas correspondientes y fueron relativamente vagos los análisis que realizaron. Se centraron más en describir los cambios de coloración que observaban que en explicar por ejemplo, porque el valor de la constante era independiente de la concentración, o explicar como se evidenciaba el principio de Le Chatelier o por qué los valores obtenidos difieren de los encontrados en la literatura, que efecto tiene la temperatura del sistema, entre otros. Sus explicaciones fueron suficientemente vagas demostrando una baja comprensión de los temas.

Lo que determinó que los puntajes en el informe no fueran tan bajos fueron aspectos como el planteamiento de objetivos, hipótesis, el esquema procedimental, presentación organizada de los resultados, descripción minuciosa de los fenómenos observados, entre otros que sirvieron para obtener un resultado final aceptable.

El grupo ADG además de lo realizado por el grupo EPC, prepararon soluciones buffer y analizaron el comportamiento químico de varias muestras de agua de charco, potable y destilada, cuando se añadían ácidos y bases fuertes a fin de verificar el efecto de una solución buffer en estos sistemas, esto lo realizaron debido a que ellos tuvieron mayor trabajo experimental por que así lo determina su estrategia didáctica e incluso asistieron durante los descansos al laboratorio para repetir sus prácticas lo cual les permitió comprender un poco mejor los fenómenos químicos observados, adquirir mayores destrezas prácticas y entender como se plantean las ecuaciones en equilibrio y realizan los cálculos, esto gracias también a las discusiones que tenían con sus compañeros durante y

después de la práctica lo que pudo incidir para que sus resultados en el informe fueran un poco mejores. Sin embargo, como ya se mencionó los estudiantes expresaron la dificultad que les representaba los temas de esta unidad y esto fue comprobado en el informe presentado.

El grupo ABP ejecuto la práctica de laboratorio para verificar su solución al problema lo cual le sirvió tanto para aclarar dudas previas como para replantear en algunos casos sus soluciones al problema, esto facilitó un poco más su aprendizaje y comprensión de los aspectos teóricos pero aún así los análisis que realizaron fueron muy básicos y se notaba en algunos casos que habían copiado casi textualmente lo que encontraban en los textos o artículos pero no relacionaron lo consultado con lo obtenido. Por ejemplo, no explicaban porque lo consultado no correspondía a lo obtenido en el laboratorio.

En este mismo sentido, los estudiantes mostraron dificultad para explicar los fenómenos macroscópicos observados en el laboratorio a partir de las teorías sobre el comportamiento microscópico de la materia que involucran el equilibrio químico, por ende, no expresaron correctamente en el informe 2 las ecuaciones del sistema en equilibrio, esto fue observado particularmente en el curso EPC y algunos grupos del curso ABP. La ventaja para el grupo ABP es que posteriormente expusieron y discutieron los resultados obtenidos lo que permitió a muchos de los estudiantes comprender como se establecían esas ecuaciones químicas(nivel simbólico).

4.1.2.4.2. Diferencias entre estrategias didácticas para el informe 2

Para determinar si la estrategia didáctica incide en el logro de aprendizaje de los resultados del informe 2 se realizó un análisis univariante de varianza. Para esto la variable dependiente fueron los resultados del informe 2 y la variable independiente la estrategia didáctica.

Tabla 32
Prueba de los efectos inter-sujetos
Variable dependiente: total informe2

Fuente	Suma de cuadrados tipo III	Gl	Media cuadrática	F	Significación
Modelo corregido	202,453(a)	2	101,227	10,488	,000
Intersección	13047,056	1	13047,056	1351,853	,000
Estrategia	202,453	2	101,227	10,488	,000
Error	1158,149	120	9,651		
Total	14350,000	123			
Total corregida	1360,602	122			

a R cuadrado = ,149 (R cuadrado corregida = ,135)

En la Tabla 32 se observa que la R^2 fue de .149 lo que significa que el modelo explica el 14,9% de la varianza de la variable dependiente logro de aprendizaje en la elaboración del informe de laboratorio, en la tabla también se muestra que la estrategia didáctica si tuvo un efecto significativo en los resultados del informe de laboratorio 2.

Teniendo en cuenta que el análisis de varianza mostró una asociación significativa entre las estrategias didácticas y el logro de aprendizaje en el informe de laboratorio 2, se examinaron pruebas posthoc de Tukey para el examen de las diferencias entre grupos. Los resultados se observan en las Tablas 33 y 34.

Tabla 33
 Comparaciones múltiples para informe 2equilibrio químico
 Variable dependiente: total informe2
 DHS de Tukey

(I) Estrategia	(J) Estrategia	Diferencia entre medias (I-J)	Error típ.	Significación	Intervalo de confianza al 95%.	
					Límite superior	Límite inferior
ADG	EPC	3,05(*)	,686	,000	1,42	4,68
	ABP	,92	,690	,382	-,72	2,56
EPC	ADG	-3,05(*)	,686	,000	-4,68	-1,42
	ABP	-2,14(*)	,682	,006	-3,75	-,52
ABP	ADG	-,92	,690	,382	-2,56	,72
	EPC	2,14(*)	,682	,006	,52	3,75

Basado en las medias observadas.

* La diferencia de medias es significativa al nivel ,05.

Tabla 34
 Total informe2equilibrio químico
 DHS de Tukey

Estrategia	N	Subconjunto	
		2	1
EPC	42	8,57	
ABP	41		10,71
ADG	40		11,63
Significación		1,000	,377

Se muestran las medias para los grupos en subconjuntos homogéneos.

Basado en la suma de cuadrados tipo III

El término error es la Media cuadrática (Error) = 9,651.

a Usa el tamaño muestral de la media armónica = 40,984

b Los tamaños de los grupos son distintos. Se empleará la media armónica de los tamaños de los grupos. No se garantizan los niveles de error tipo I.

c Alfa = ,05.

Las Tablas 33 y 34 muestran diferencias de medias significativas entre las estrategias didácticas EPC y ADG, y entre EPC y ABP.

Los resultados más bajos en el grupo EPC se deben a que los estudiantes presentaron dificultades para establecer las ecuaciones de reacción y realizar los cálculos correspondientes. También se encontró dificultades para explicar los fenómenos con base en las teorías que explican los sistemas en equilibrio.

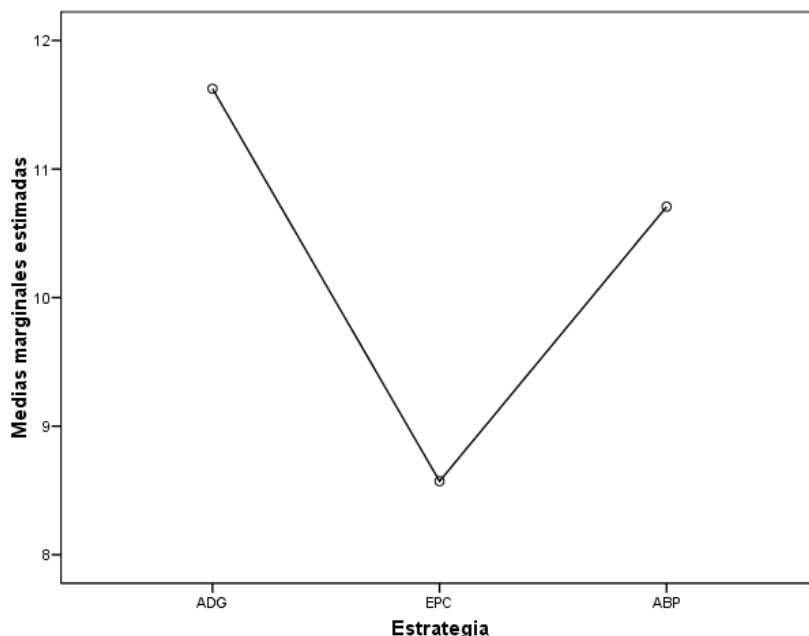


Figura 17. Medias marginales estimadas de informe 2

La Figura 17 muestra que los grupos ADG y ABP presentaron mejores resultados y no hay diferencias significativas entre ellos. Estos grupos mostraron mayores habilidades para establecer las ecuaciones de reacción y realizar los cálculos. Esto seguramente porque durante la aplicación de la estrategia didáctica, especialmente en el grupo ADG, los estudiantes debieron realizar en repetidas ocasiones cálculos para ejecutar las prácticas en el laboratorio lo que les dio ligeras ventajas. Sin embargo, el grupo ABP presentó mejores habilidades para justificar lo observado a la luz de las teorías químicas, demostraron mayor búsqueda de información y fueron más acertados en las explicaciones en comparación con los otros dos grupos.

4.1.3. Unidad 3. Heterodispersos y soluciones

Antes de empezar con la unidad didáctica heterodispersos y soluciones se aplicó la evaluación de entrada 3.

4.1.3.1. Condiciones iniciales

4.1.3.1.1. Evaluación de entrada 3

La evaluación de entrada 3 tenía como finalidad evaluar los conceptos previos a la unidad didáctica heterodispersos y soluciones, y la habilidad para resolver problemas.

4.1.3.1.1.1. Descriptivos univariados para evaluación entrada 3

Tabla 35

Descriptivos evaluación entrada 3

Heterodispersos y soluciones

	ev. entrada 3
Media	3,78
Desv. típ.	1,415
Mínimo	0
Máximo	6

Se estableció la siguiente escala para interpretar los resultados obtenidos en la prueba total. Cuando el puntaje total en la evaluación está entre 0-2 se considera una baja habilidad para resolver problemas, entre 3-4 aceptable y entre 5-6 alta habilidad para resolver problemas.

La Tabla 35 muestra que aunque subió un poco la media de la prueba respecto a la evaluación de entrada 2, se mantuvo un nivel aceptable. La evaluación de entrada 3 indagaba conceptos que fueron abordados durante la unidad didáctica de estequiometría como pureza, densidad, masa, porcentaje. Lo que permitió obtener a los estudiantes de los tres grupos medias totales superiores a 3, indicando en promedio, un logro aceptable en el aprendizaje de esa unidad didáctica y en la resolución de problemas de las clases vistas en este estudio.

4.1.3.1.1.2. Diferencias entre grupos para la evaluación de entrada 3

Para determinar si las diferencias entre grupos y el estilo cognitivo inciden en el logro de aprendizaje de la resolución de problemas de la unidad didáctica soluciones y heterodispersos se realizó un análisis univariante de varianza. Para esto la variable dependiente fue la evaluación de entrada 3 y las variables independientes fueron las estrategias didácticas (los grupos) y el estilo cognitivo DIC.

Tabla 36

Prueba de los efectos inter-sujetos

Variable dependiente: ev. entrada 3soluciones y heterodispersos total

Fuente	Suma de cuadrados tipo III	GI	Media cuadrática	F	Significación
Modelo corregido	28,394(a)	8	3,549	1,881	,070
Intersección	1252,091	1	1252,091	663,431	,000
Grupo	6,457	2	3,228	1,711	,186
Estilo	1,357	2	,679	,360	,699
Grupo * estilo	17,316	4	4,329	2,294	,064
Error	203,828	108	1,887		
Total	1902,000	117			
Total corregida	232,222	116			

a R cuadrado = ,122 (R cuadrado corregida = ,057)

Los resultados de la Tabla 36 muestran que el modelo no es predictivo. Es decir, no hubo diferencias significativas en los resultados de la evaluación de entrada 3 en los tres grupos debidas a las estrategias didácticas ni al estilo cognitivo medidos con las pruebas aplicadas.

El hecho de que no se observe efectos significativos del grupo en la evaluación de entrada, puede indicar que la aplicación continua de estas estrategias didácticas activas después de cierto tiempo produce efectos similares en el aprendizaje de la resolución de problemas. Teniendo en cuenta que la

mayoría de los temas evaluados fueron vistos en el grado 9° con la estrategia didáctica tradicional. Es decir, la ejecución continua de estas estrategias didácticas permite que los estudiantes adquieran la habilidad para buscar información, analizarla y deducir soluciones acertadas partiendo de los conocimientos construidos previamente (en este caso aquellos que obtuvieron con la estrategia didáctica tradicional de conferencia docente). Mostrando cada vez menos efecto aspectos como la complejidad de los temas y el tiempo de dedicación que tuvo cada grupo antes de este estudio (se recuerda que los estudiantes pertenecían aun énfasis que determina la intensidad horaria y la profundidad con que ven los temas, esto se aclaró en el apartado de población y muestra de estudio).

Estos resultados indican entonces que las tres estrategias didácticas EPC, ADG y ABP mejoran en el alumno las habilidades para buscar información, analizarla y reflexionar sobre el proceso de solución del problema, cuando tienen conocimientos sobre el tema.

Por otra parte, la falta de relación entre el estilo cognitivo y las estrategias didácticas, se debe a que estas estrategias activas incitan al estudiante a avanzar de acuerdo a su propio ritmo, con la colaboración de sus compañeros, mediante un proceso de autoaprendizaje y autoreflexión donde el docente interviene cuando así lo requiere el alumno. Esto le permite al estudiante ir superando las dificultades que encuentra inicialmente, por ejemplo, los estudiantes dependientes presentan mayor dificultad para interpretar y deducir las ecuaciones químicas debido a que tratan de mantener la estructura de la información tal como se les presenta y

tienden a ser más globales por lo que se les dificulta reconocer los detalles que explican los fenómenos químicos.

Witkin y otros (1985) indican que cuanto mayor es la dependencia del sujeto respecto a los elementos ambientales que le puedan distraer en este caso el material de química a ser aprendido (por ejemplo, la observación macroscópica de un fenómeno químico como el cambio de coloración en una reacción química) más globalizador será (Sierra, 1994).

Sin embargo, al poder avanzar a su propio ritmo, poco a poco junto con el análisis, interpretación y deducción que promueven estas estrategias didácticas en colaboración con sus compañeros y docente pueden lograr un aprendizaje similar al alcanzado por los independientes, lo que determina que no haya diferencias significativas entre estudiantes de diferente estilo cognitivo al aplicar estas estrategias didácticas.

Finalizada la aplicación de las estrategias didácticas en la unidad didáctica heterodispersos y soluciones se aplicó la prueba final 3. Los resultados se muestran a continuación.

4.1.3.2. Resultados de la estrategia

4.1.3.2.1. Evaluación final 3.

4.1.3.2.1.1. Descriptivos univariados para evaluación final 3

Tabla 37

Descriptivos evaluación final 3

Heterodispersos y soluciones

ev. Final 3 total	
Media	3,43
Desv. típ.	1,645
Mínimo	0
Máximo	6

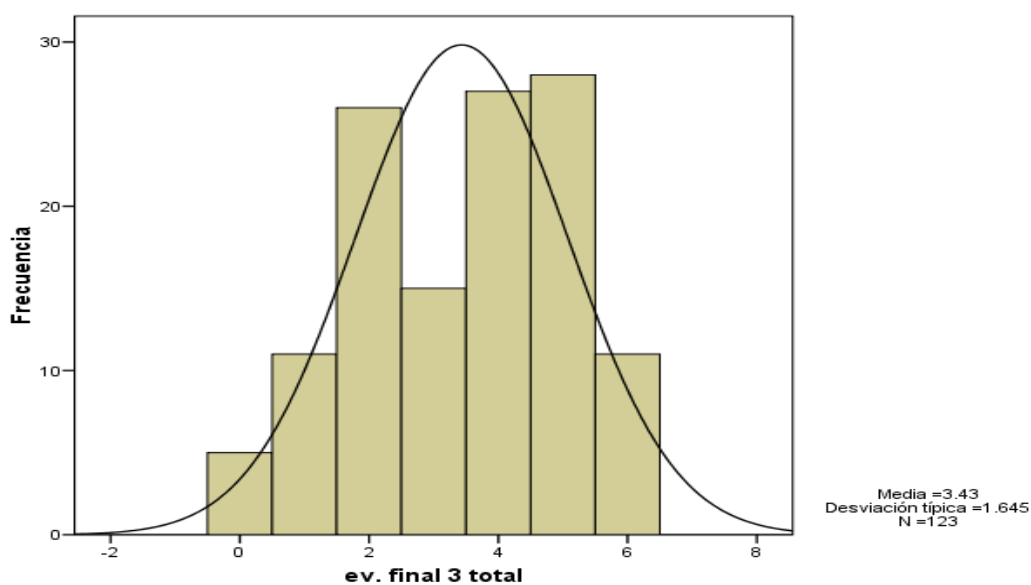


Figura 18. Evaluación final 3 Heterodispersos y soluciones

La Figura 18 muestra la distribución de frecuencias para la evaluación final de la unidad didáctica heterodispersos y soluciones. Los mejores resultados en esta evaluación respecto a los resultados de la evaluación final 2 (unidad didáctica 2 equilibrio químico) pero no respecto a la evaluación final 1 (unidad didáctica estequiometría), pueden estar dados por el menor grado de dificultad de la unidad didáctica heterodispersos y soluciones, aunque esta unidad didáctica implica

ciertas habilidades matemáticas no requiere la deducción de ecuaciones complejas, ni el planteamiento de ecuaciones químicas y la comprensión de los fenómenos microscópicos es más evidente a partir de la observación de los fenómenos macroscópicos lo que determinó mejores resultados en la evaluación final 3.

Pozó et al. (1991) indican que la dificultad que representa para los estudiantes esta unidad didáctica está dada por la variedad de conceptos alternativos referentes a las nociones de partícula, átomo, molécula, estados de agregación, cambios de fase, disolución, sustancia, elemento, compuestos, mezcla, relaciones cuantitativas de proporcionalidad y el concepto de mol. Encontrando que estos conceptos son caracterizados por un predominio de la percepción sensorial, sobre lo no observable lo cual dificulta su comprensión. Es decir, solo comprenden lo que pueden observar. Por ejemplo, tratar de explicar la conservación de la masa a diferente temperatura en una jeringa llena de aire produce respuestas menos acertadas en los estudiantes que cuando la jeringa esta llena con un gas que tiene un color observable.

Para Holding, 1985, ref. en Pozó et al. (1991) los conceptos de mezcla heterogenea y homogénea representan un grado de dificultad diferente. El de mezcla heterogenea no representa dificultad porque pueden ser conocidas fácilmente a nivel macroscópico. Esto fue verificado en los tres grupos cuando se trataron los temas correspondientes a las mezclas heterogéneas. Los estudiantes del grupo EPC realizaron en uno de sus desempeños de comprensión un producto heterodisperso cotidiano, identificando para este, factores de estabilidad. En ese

ejercicio los estudiantes analizarón el efecto de tamaño de partícula, carga, tensión superficial, entre otros, que les permitió comprender el efecto de las fuerzas de atracción y repulsión entre partículas y como estas inciden en la estabilidad de una mezcla heterogénea y abonó el terreno para que posteriormente comprendieran la teoría corpuscular y los conceptos de continuidad y discontinuidad y con esto el proceso de disolución.

El grupo ADG realizó varios experimentos relacionados con factores que inciden en la estabilidad de las mezclas heterogéneas para comprender como se deducen las ecuaciones de grado de dispersión y viscosidad, lo cual no resultó sencillo para ellos posiblemente, porque se requería establecer relaciones entre varios conceptos y como se ha indicado esto no es un proceso sencillo para el estudiante cuando lo realiza por primera vez.

Los estudiantes ADG también prepararon varias clases de mezclas heterogéneas y homogéneas y discutieron sobre los factores que incidieron en su estabilidad, para esto consultaron no solo sobre esos factores, sino también abordaron la teoría corpuscular y a partir de ésta trataron de relacionar los conceptos que explican el comportamiento tanto de las mezclas heterogéneas como de las soluciones. Durante estas actividades hicieron suficiente uso de la V de Gowin lo cual les facilitó establecer relaciones entre los conceptos y realizar algunas deducciones a partir de las discusiones con los compañeros.

Este grupo en particular hizo uso de las herramientas de la web donde observaron modelos tridimensionales sobre interacciones entre las partículas y

como actúan las fuerzas intermoleculares durante los procesos de disolución y en la estabilidad de las mezclas lo cual pudo facilitar su comprensión de estos fenómenos. Sin embargo, los interrogantes que surgieron en los estudiantes en el momento no fueron socializados sino hasta días después lo que pudo dejar vacíos conceptuales en ellos.

El grupo ABP empezó a abordar el problema desde las teorías de continuidad y discontinuidad de la materia y para esto varios grupos observaron un video que trata de explicar dichos postulados lo cual generó varias discusiones grupales y mayores inquietudes en los estudiantes. Esto sirvió también para que reflexionaran sobre la información que consultaron respecto a las mezclas heterogéneas y homogéneas y propusieran varias soluciones al problema lo que demostró el interés por el tema y la comprensión del mismo. Por ejemplo: prepararon shampoo con materias primas muy diferentes, algunos aprovechando la naturaleza química de las sustancias, por ejemplo tuvieron en cuenta aspectos como la polaridad o el tamaño de partícula, potencial de ionización, etc., mientras que otros lo prepararon basados en factores fisicoquímicos o intermoleculares como la viscosidad, la tensión superficial, la temperatura, el pH.

De acuerdo con Pozó et al. (1991) la comprensión de los conceptos de disolución y solución se dificulta debido a la idea de discontinuidad y continuidad de la materia (aparece o desaparece cuando se mezcla) y a que atribuyen propiedades macroscópicas a las partículas microscópicas (por ejemplo que se derriten), también porque confunden masa con volumen y por la falta de comprensión relacionada con la cuantificación, dado que no comprenden las

relaciones de proporcionalidad, el hecho de que una sustancia permance constante mientras que la otra varia.

Estas dificultades fueron detectadas inicialmente en el grupo EPC cuando se formuló el hilo conductor, y en el primer desempeño de comprensión. Sin embargo, esto fue superado a medida que fueron realizando las actividades del taller, durante la socialización de los tópicos generativos y durante la ejecución de los desempeños de comprensión.

En el grupo ADG no fueron tan evidentes estas dificultades debido a su trabajo constante en laboratorio y la profundidad con que vieron lo temas desde años anteriores permitiendo que fueran superadas, incluso las hipótesis que formulaban respecto a los fenómenos observados lo realizaban basados en la teoría corpuscular y como se mencionó anteriormente el uso de la V de Gowin fue eficiente para que relacionaran las teorías y conceptos con los procedimientos ejecutados en el laboratorio.

El grupo ABP empezó a abordar el problema identificando los aspectos conocidos y desconocidos por lo que durante la socialización como ya habían consultado, discutido y llegado a acuerdos en equipo no se pudo establecer si se presentaron las dificultades mencionadas. En todo caso, el trabajo grupal permitió superar las preconcepciones erróneas que hubieran podido presentarse inicialmente.

4.1.3.2.1.2. Diferencias entre estrategias didácticas para la evaluación final 3

Para determinar si la estrategia didáctica y el estilo cognitivo inciden en el logro de aprendizaje de la resolución de problemas de química se realizó un

análisis univariante de varianza. Para esto la variable dependiente fue la evaluación final 3 y las variables independientes fueron las estrategias didácticas y el estilo cognitivo DIC.

Tabla 38
Prueba de los efectos inter-sujetos soluciones y heterodispersos
Variable dependiente: ev. final 3 total

Fuente	Suma de cuadrados tipo III	Gl	Media cuadrática	F	Significación
Modelo corregido	91,389(a)	9	10,154	4,673	,000
Intersección	53,995	1	53,995	24,846	,000
eve3total	22,423	1	22,423	10,318	,002
Estrategia	35,449	2	17,724	8,156	,001
Estilo	6,922	2	3,461	1,593	,208
Estrategia * estilo	13,337	4	3,334	1,534	,197
Error	232,525	107	2,173		
Total	1671,000	117			
Total corregida	323,915	116			

a R cuadrado = ,282 (R cuadrado corregida = ,222)

En la Tabla 38 se observa que el valor de R^2 fue de .282 lo que significa que el modelo está explicando el 28.2% de la varianza de la variable dependiente logro de aprendizaje medido en la resolución de problemas.

Los resultados de la Tabla 38 también muestran que la estrategia didáctica si incidió en los resultados obtenidos en la evaluación final 3 pero el estilo cognitivo DIC no y la evaluación de entrada 3 si es predictora de los resultados de la evaluación final 3.

La evaluación de entrada indagaba sobre aspectos que fueron abordados en la unidad didáctica estequiometría como concentración porcentual, mezclas homogéneas y heterogéneas, masa, densidad y pureza lo cual fue profundizado en la unidad didáctica soluciones y heterodispersos. Por lo tanto, al indagarse sobre los mismos temas en la evaluación de entrada y finalización ambas pruebas

resultaron ser evidencia del logro de aprendizaje alcanzado por el estudiante con la estrategia didáctica.

En este mismo sentido la evaluación de entrada 3 presentó mejores resultados que las evaluaciones de entrada anteriores debido a que los problemas estaban formulados con base en situaciones de la cotidianidad del estudiante a diferencia de las evaluaciones de entrada 1 y 2 que trataban aspectos reales pero no necesariamente relacionados con su cotidianidad. Esto se presenta porque las experiencias previas adquiridas de los fenómenos químicos han permitido que los estudiantes asimilen más fácilmente los conceptos y comprendan el comportamiento microscópico de la materia que explica el fenómeno químico, de manera que sus respuestas a los problemas resultan ser más acertadas.

Anteliz (2008) indica que algunos de los aspectos que dificultan el aprendizaje de las ciencias son precisamente la no comprensión del lenguaje especializado en ciencias que confunde a los estudiantes, la baja comprensión de los símbolos y esquemas que se utilizan, la no comprensión de conceptos abstractos de la asignatura y la falta de relación entre el conocimiento científico que él llama realidad científica con la cotidianidad, en este caso, se trató de usar en la evaluación de entrada 3 un lenguaje que resultara conocido para el estudiante, y se usaron situaciones cotidianas a él que le permitieran reflexionar sobre el fenómeno químico que interesaba abordar obteniéndose mejores resultados lo cual no se hizo en las evaluaciones anteriores y por eso la docente debió previamente realizar aclaraciones de los problemas en las evaluaciones 1 y 2.

Debido a que en el análisis de varianza, las estrategias didácticas aparecieron con una asociación significativa con la capacidad de resolución de problemas, se examinaron pruebas posthoc de Tukey para el examen de las diferencias entre los grupos (observar Tabla 39 y 40).

Tabla 39
Comparaciones múltiples para evaluación final 3 soluciones y heterodispersos
Variable dependiente: ev. final 3 total
DHS de Tukey

(I) Estrategia didáctica	(J) Estrategia didáctica	Diferencia entre medias (I-J)		Significación	Intervalo de confianza al 95%.	
		Límite inferior	Límite superior		Límite inferior	Límite superior
aprendiza por descubrimiento guiado ADG	enseñanza para la comprensión EPC	-1,38(*)	,335	,000	-2,17	-,58
	aprendizaje basado en problemas ABP	-1,16(*)	,337	,002	-1,96	-,36
enseñanza para la comprensión EPC	aprendiza por descubrimiento guiado ADG	1,38(*)	,335	,000	,58	2,17
	aprendizaje basado en problemas ABP	,22	,333	,785	-,57	1,01
aprendizaje basado en problemas ABP	aprendiza por descubrimiento guiado ADG	1,16(*)	,337	,002	,36	1,96
	enseñanza para la comprensión EPC	-,22	,333	,785	-1,01	,57

Basado en las medias observadas.

La diferencia de medias es significativa al nivel ,05.

Tabla 40
ev.final 3 soluciones y heterodispersos DHS de Tukey

	N	Subconjunto	
		2	1
Estrategia didáctica aprendiza por descubrimiento guiado ADG	40	2,58	
aprendizaje basado en problemas ABP	41		3,73
enseñanza para la comprensión EPC	42		3,95
Significación		1,000	,788

Se muestran las medias para los grupos en subconjuntos homogéneos.

Basado en la suma de cuadrados tipo III

El término error es la Media cuadrática (Error) = 2,298.

a Usa el tamaño muestral de la media armónica = 40,984

b Los tamaños de los grupos son distintos. Se empleará la media armónica de los tamaños de los grupos. No se garantizan los niveles de error tipo I.

c Alfa = ,05.

En la Tabla 40 se observa diferencias entre ADG y los otros dos grupos, esto posiblemente se deba a que en la tercera aplicación de la estrategia didáctica ADG además del trabajo experimental presencial, los estudiantes también trabajaron una parte de la unidad didáctica mediante páginas interactivas de la web, como se indicó en el capítulo metodología.

Una de las formas de mayor aplicación de esta estrategia didáctica y también la más estudiada ha sido mediante el uso de los recursos interactivos (Castronova, s.f.; Leenaars, 2008; Veemans, 2003) por lo que se decidió para esta última aplicación de la estrategia didáctica además del trabajo experimental en laboratorio implementar el uso de recursos interactivos siguiendo las pautas de la estrategia didáctica, es decir, manteniendo un aprendizaje guiado mediante la previa formulación de hipótesis y formulación de pequeños interrogantes que le permitieran al estudiante ir avanzando en su proceso de descubrimiento partiendo de los conceptos más elementales y poco a poco avanzar con los más complejos.

Durante la aplicación de las páginas interactivas los estudiantes no indagaron información excepto la expuesta en esas herramientas interactivas y solo resolvieron los interrogantes propuestos en esas páginas y por la docente, pero no socializaron sus inquietudes personales con el grupo durante la aplicación de las páginas interactivas, lo que trajo como consecuencia vacíos conceptuales por falta de retroalimentación de esa información e hizo que los estudiantes le restaran importancia a la actividad corroborando lo encontrado por Alfieri, Brooks, Aldrich y Tenenbaum (2011) quienes indica que el aprendizaje por descubrimiento sin instrucción no favorece el aprendizaje porque el estudiante no logra resolver sus inquietudes de conocimiento al no favorece la retroalimentación generando vacíos conceptuales. Entonces, al no haber un aprendizaje significativo de esos conceptos no lograron relacionar esa información para resolver los problemas de la evaluación final 3.

Esto lleva a pensar que al parecer la estimulación visual y motivación que producen los programas interactivos no es suficiente para que el estudiante reflexione, analice y deduzca información conceptual que le permita resolver satisfactoriamente problemas como los abordados en esta investigación.

En la tercera aplicación de las estrategias didácticas, con el grupo ADG se realizó una combinación de trabajo experimental en laboratorio y una parte de trabajo interactivo en la web en un ambiente de aprendizaje por descubrimiento guiado a fin de evaluar si el efecto de aprendizaje era similar. Pero como se mostró previamente, el trabajo con programas virtuales parece producir un menor efecto al presentado cuando los estudiantes manipulan el material y observan en

el laboratorio los fenómenos químicos, debido a que discuten en el momento sus inquietudes con sus compañeros y la docente.

Con las otras dos estrategias didácticas no se realizó esto debido a que el fundamento teórico de las estrategias didácticas no es el aprendizaje de procedimientos y destrezas a través de la experiencia que se adquiere con el objeto de aprendizaje como si lo es en el caso de la estrategia de aprendizaje por descubrimiento guiado.

Entonces, la explicación a los resultados obtenidos con el grupo ADG es como se mencionó previamente, debido a que no tuvieron la oportunidad de formular sus propias conjeturas y discutir las con sus compañeros para comprobarlas o refutarlas. Pudo generarse en ellos dudas que debieron esperar hasta las sesiones de discusión lo que seguramente no fue preguntado o no despertó el interés dado que había pasado tiempo desde que surgió la inquietud al interactuar con el programa.

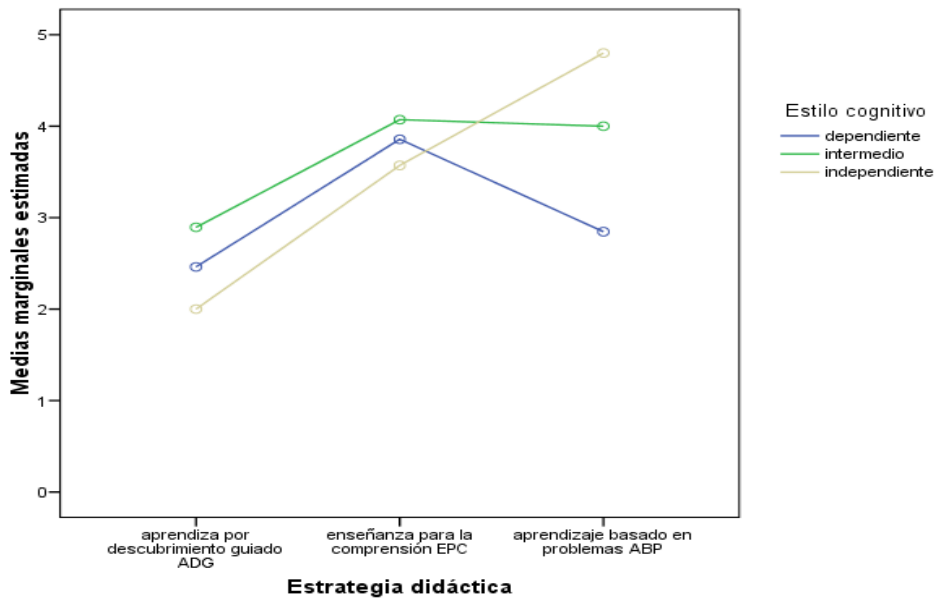


Figura 19. Medias marginales estimadas de ev. Final 3soluciones y heterodispersos

Por otra parte, en la Figura 19 y Tabla 40 se observa que los grupos ABP y EPC obtuvieron medias más altas en comparación con el grupo ADG.

En la unidad didáctica heterodispersos y soluciones nuevamente los estudiantes ABP mostraron mayores habilidades en búsqueda, selección y análisis de información aspectos que son reforzados cuando se aplica esta estrategia didáctica, mostrando cada vez mejores resultados. Esto indica que la ejecución constante de esta estrategia didáctica puede mejorar en los estudiantes el logro de aprendizaje, la autonomía y la habilidad para resolver problemas mostrando un aprendizaje significativo en la medida en que usa el conocimiento construido para proponer de forma razonada soluciones a problemas reales.

En cuanto al grupo EPC se puede decir que esta estrategia didáctica también ha facilitado en el estudiante el logro de aprendizaje, que demuestra cuando analiza la información, la interpreta y propone soluciones novedosas

acertadas a los problemas. A su vez muestra que ha alcanzado mayores niveles de comprensión de los tópicos generativos abordados durante la aplicación de la estrategia didáctica.

Por otra parte, en la Figura 19 se observa de forma muy ligera y no significativa que los estudiantes dependientes con la estrategia didáctica ABP presentaron mayores dificultades en la resolución de los problemas debido esto posiblemente porque el material de aprendizaje estaba menos estructurado en comparación con el material de los grupos ADG y EPC lo que determinó que presentaran un logro de aprendizaje de la resolución de problemas más bajo que los independientes e intermedios corroborando lo expuesto previamente sobre el estilo cognitivo.

Para la unidad didáctica heterodispersos y soluciones los estudiantes de los tres grupos nuevamente elaboraron un preinforme de laboratorio los resultados del total de los tres grupos se observa en la Tabla 41 y Figura 20.

4.1.3.3. Preinforme de laboratorio 3.

4.1.3.3.1. Descriptivos univariados para preinforme 3

Tabla 41

Descriptivos preinforme 3 Heterodispersos y soluciones

	preinforme 3
Media	19,51
Desv. típ.	4,839
Mínimo	7
Máximo	28

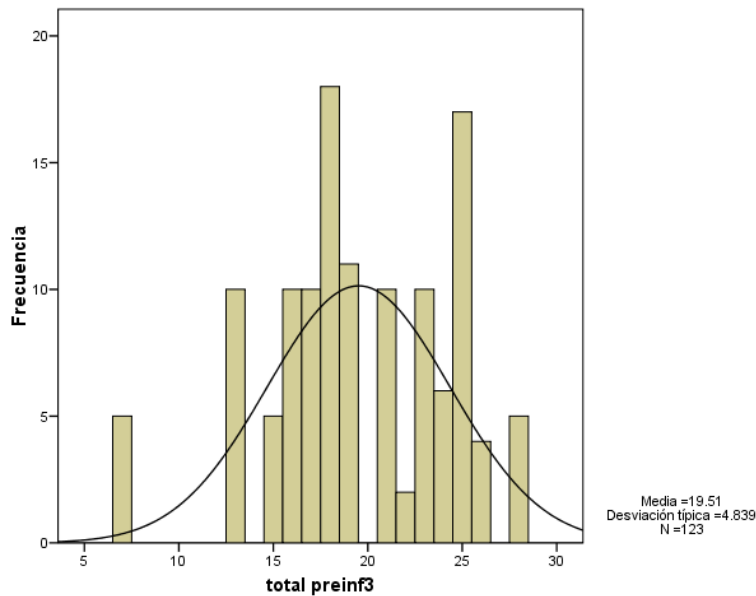


Figura 20. Preinforme 3 heterodispersos y soluciones

Se considera que hay logro de aprendizaje si el puntaje total es igual o superior a 21 puntos de 35, lo que corresponde al 60% del puntaje que se puede obtener. En este caso hubo, en promedio, un logro de aprendizaje bajo. Esto puede deberse a que la situación experimental tenía dos partes, la primera consistía en la elaboración de un producto de uso cotidiano que permitiera explicar el comportamiento y la estabilidad de los sistemas heterodispersos por una parte y diferenciar una mezcla homogénea (solución) de una heterogénea, el segundo aspecto a tratar experimentalmente era la determinación de la concentración de una solución.

Varios grupos abordaron solamente uno de los aspectos mencionados lo que condujo a puntajes más bajos y esto conllevó a que los estudiantes reelaboraran sus diseños experimentales o los complementaran para ejecutar la práctica experimental. Pero como se mencionó previamente para este estudio

solamente se tuvo en cuenta el primer preinforme entregado en los tres grupos dado que hubo grupos que repitieron los preinformes.

4.1.3.3.2. Diferencias entre estrategias didácticas en el preinforme 3

Para determinar si la estrategia didáctica incide en el logro de aprendizaje se realizó un análisis univariante de varianza. Para esto la variable dependiente fue el preinforme 3 y la variable independiente la estrategia didáctica.

Tabla 42
Prueba de los efectos inter-sujetos soluciones y heterodispersos
Variable dependiente: preinforme 3 total

Fuente	Suma de cuadrados tipo III	GI	Media cuadrática	F	Significación
Modelo corregido	184,638(a)	2	92,319	4,146	,018
Intersección	46922,631	1	46922,631	2107,230	,000
Estrategia	184,638	2	92,319	4,146	,018
Error	2672,093	120	22,267		
Total	49686,000	123			
Total corregida	2856,732	122			

a R cuadrado = ,065 (R cuadrado corregida = ,049)

En la Tabla 42 se observa que R^2 fue de 0,065 lo que indica que el modelo solo explica el 6,5% de la varianza de la variable dependiente (logro de aprendizaje con el preinforme). Esto puede ser explicado porque el instrumento de medición no alcanzó a tener en cuenta todos los aspectos que incidieron en el diseño y elaboración del preinforme. Sin embargo, los resultados de la Tabla 42 muestran que la estrategia didáctica si tuvo efecto significativo en los resultados del preinforme de laboratorio 3.

Debido a que en el análisis de varianza, la estrategia didáctica apareció con una asociación significativa en la capacidad para elaborar el preinforme 3, se

examinaron pruebas posthoc de Tukey para examinar las diferencias entre grupos.

Los resultados se observan en las Tablas 43 y 44.

Tabla 43
Comparaciones múltiples
Variable dependiente: total preinf3soluciones y heterodispersos
DHS de Tukey

(I) Estrategia	(J) Estrategia	Diferencia entre medias (I-J)	Error típ.	Significación	Intervalo de confianza al 95%.	
					Límite inferior	Límite superior
ADG	EPC	2,87(*)	1,043	,019	,39	5,34
	ABP	,70	1,049	,782	-1,79	3,19
EPC	ADG	-2,87(*)	1,043	,019	-5,34	-,39
	ABP	-2,17	1,036	,096	-4,63	,29
ABP	ADG	-,70	1,049	,782	-3,19	1,79
	EPC	2,17	1,036	,096	-,29	4,63

Basado en las medias observadas.

* La diferencia de medias es significativa al nivel ,05.

Tabla 44
Preinforme 3soluciones y heterodispersos
DHS de Tukey

Estrategia	N	Subconjunto	
		2	1
EPC	42	17,86	
ABP	41	20,02	20,02
ADG	40		20,73
Significación		,099	,780

Se muestran las medias para los grupos en subconjuntos homogéneos.

Basado en la suma de cuadrados tipo III

El término error es la Media cuadrática (Error) = 22,267.

a Usa el tamaño muestral de la media armónica = 40,984

b Los tamaños de los grupos son distintos. Se empleará la media armónica de los tamaños de los grupos. No se garantizan los niveles de error tipo I.

c Alfa = ,05.

Las Tablas 43 y 44 muestran que hubo diferencias significativas entre los grupos ADG y EPC a favor del grupo ADG. También se observa que aunque no hubo diferencias significativas entre ADG y ABP obtuvieron mejores resultados los estudiantes ADG. Los mejores resultados del grupo ADG pueden deberse a que

este grupo tuvo mucho trabajo experimental tanto en laboratorio como de forma interactiva en la web lo que pudo darle mayores habilidades tanto en el manejo de materiales y equipos, como mayores habilidades de observación y análisis de los fenómenos.

El grupo ABP debió preparar su diseño experimental basado en el desarrollo que ha seguido para resolver el problema, lo que le dió la ventaja de ser mas analítico y propositivo dado que esto lo demanda la estrategia didáctica seguida.

El grupo EPC también mostró habilidades propositivas novedosas pero sus hipótesis y resultados esperados se basaban en una combinación de aspectos teóricos y cotidianos que no siempre resultó correcta. Lo que significa que este grupo le faltó un poco más sustentar sus ideas basado en las teorías químicas. También proponían prácticas que requerían gran cantidad de materiales y reactivos pudiendo escoger rutas más económicas en estos dos aspectos lo que indica que sus procedimientos no fueron muy razonados posiblemente por la falta de habilidades prácticas que no se enfatizan en esta estrategia didáctica a diferencia de la ADG.

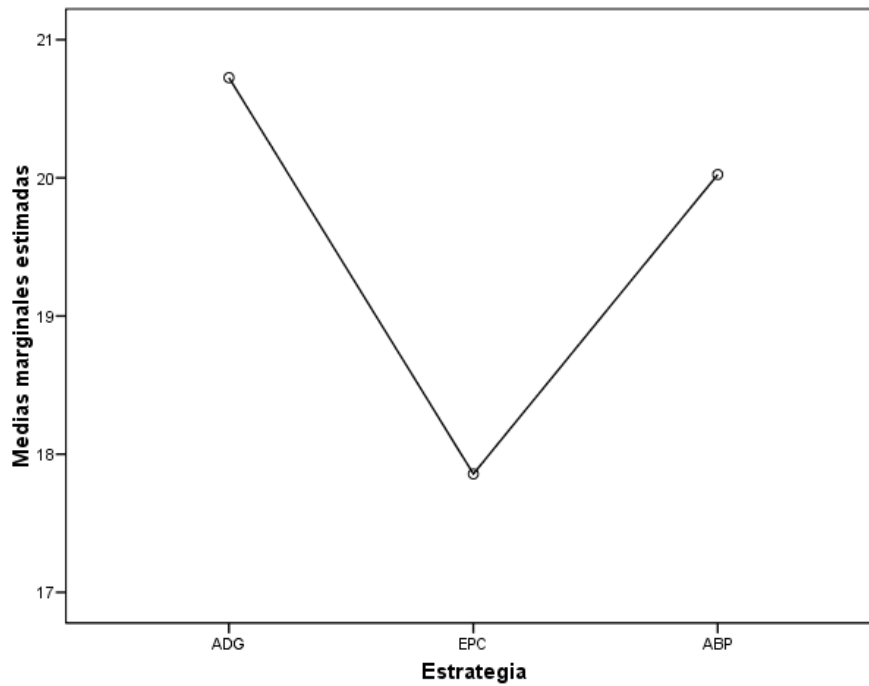


Figura 21. Medias marginales estimadas de preinforme 3

La Figura 21 muestra que no hubo diferencias significativas entre los grupos ADG y ABP, pero si entre ADG y EPC como se mencionó anteriormente.

Finalizada la práctica de laboratorio los estudiantes presentaron el informe correspondiente. Los resultados se muestran a continuación.

4.1.3.4. Informe de laboratorio 3

4.1.3.4.1. Descriptivos univariados para informe 3

Tabla 45
Descriptivos informe 3
Heterodispersos y soluciones

ev. Final 3 total	
Media	10,31
Desv. típ.	3,469
Mínimo	1
Máximo	16

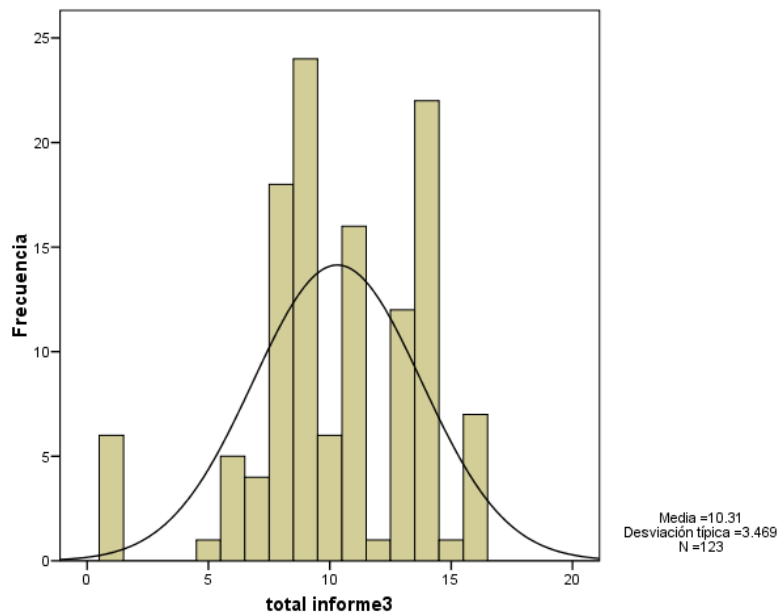


Figura 22. Informe 3 Heterodispersos y soluciones

La Figura 22 muestra la distribución de frecuencias del informe de la práctica de laboratorio. En la Tabla 46 se observa que la media de los tres grupos fue de 10,31 mostrando mejores resultados respecto a los resultados del informe 2 y con un logro de aprendizaje aceptable de acuerdo a lo establecido (mínimo 10 que corresponde al 60%).

4.1.3.4.2. Diferencias entre estrategias didácticas para el informe 3

Para determinar si la estrategia didáctica incide en el logro de aprendizaje se realizó un análisis univariante de varianza. Para esto la variable dependiente fue la evaluación de entrada 3 y las variables independientes fueron las estrategias didácticas.

Tabla 46
Prueba de los efectos inter-sujetos
Variable dependiente: total informe3 soluciones y heterodispersos

Fuente	Suma de cuadrados tipo III	Gl	Media cuadrática	F	Significación
Modelo corregido	421,189(a)	2	210,594	24,135	,000
Intersección	13160,005	1	13160,005	1508,207	,000
Estrategia	421,189	2	210,594	24,135	,000
Error	1047,071	120	8,726		
Total	14540,000	123			
Total corregida	1468,260	122			

a R cuadrado = ,287 (R cuadrado corregida = ,275)

La Tabla 46 muestra que R^2 fue de .287 lo que indica que el modelo explica el 28,7% de la varianza de la variable dependiente logro de aprendizaje medido en los resultados del informe de laboratorio. Los resultados de la Tabla 46 además muestran que la estrategia didáctica tuvo efecto significativo en los resultados del informe de laboratorio 3.

Como el análisis de varianza presentó un efecto entre las estrategias didácticas y los resultados del preinforme 3, se examinaron pruebas posthoc de Tukey para el examen de las diferencias entre los grupos. Los resultados se observan en las Tablas 47 y 48.

Tabla 47
Comparaciones múltiples
Variable dependiente: total informe3 soluciones y heterodispersos
DHS de Tukey

(I) Estrategia	(J) Estrategia	Diferencia entre medias (I-J)	Error típ.	Significación	Intervalo de confianza al 95%.	
		Límite inferior	Límite superior	Límite inferior	Límite superior	Límite inferior
ADG	EPC	4,53(*)	,653	,000	2,98	6,07
	ABP	2,09(*)	,656	,005	,53	3,64
EPC	ADG	-4,53(*)	,653	,000	-6,07	-2,98
	ABP	-2,44(*)	,649	,001	-3,98	-,90
ABP	ADG	-2,09(*)	,656	,005	-3,64	-,53
	EPC	2,44(*)	,649	,001	,90	3,98

Basado en las medias observadas. * La diferencia de medias es significativa al nivel ,05.

Tabla 48
Total informe3soluciones y heterodispersos
DHS de Tukey

Estrategia	N	Subconjunto		
		2	3	1
EPC	42	8,02		
ABP	41		10,46	
ADG	40			12,55
Significación		1,000	1,000	1,000

Se muestran las medias para los grupos en subconjuntos homogéneos.

Basado en la suma de cuadrados tipo III

El término error es la Media cuadrática (Error) = 8,726.

a Usa el tamaño muestral de la media armónica = 40,984

b Los tamaños de los grupos son distintos. Se empleará la media armónica de los tamaños de los grupos. No se garantizan los niveles de error tipo I.

c Alfa = ,05.

La Tabla 48 muestra diferencias significativas entre los tres grupos. Los mejores resultados corresponden al grupo ADG y los más bajos al grupo EPC. Los resultados obtenidos con el grupo ADG pueden deberse a que el constante trabajo práctico les permitió desarrollar mayores habilidades prácticas y analíticas respecto a lo observado. La etapa exploratoria que siguen los estudiantes les facilita formular sus propios interrogantes y verificar sus hipótesis en las siguientes sesiones experimentales, lo cual enriquece sus análisis durante la elaboración del informe.

De acuerdo con Barrón (1993) el aprendizaje por descubrimiento solo se presenta cuando el estudiante comprueba sus propias hipótesis o las formuladas por otros. En este caso los estudiantes formulaban hipótesis a partir de los fenómenos observados en la etapa exploratoria propuesta en la rutina. Para las hipótesis que se formulaban indagaban información que verificaban posteriormente en el laboratorio y con base en esas nuevas observaciones e información, discutían y esto permitió que sus análisis estuvieran más elaborados teóricamente.

Además los estudiantes adquirieron mayores habilidades para completar la V de Gowin lo cual les sirvió no solo para integrar los conceptos y teorías con los procedimientos ejecutados sino también para recordar los procedimientos seguidos y determinar los aspectos relevantes observados para analizarlos, Corroborando lo encontrado por Izquierdo (1994) quien indica que en un estudio previo el uso de la V de Gowin ayudó a los estudiantes a ordenar y a estructurar los conceptos, facilitando la recuperación de esquemas teóricos que no eran capaces de recordar de otra manera.

Un aspecto importante en este grupo es que tuvieron además la oportunidad de realizar un trabajo interactivo en la web lo cual reforzó algunos aspectos trabajados en el laboratorio relacionados con la determinación de la concentración de las soluciones, esto pudo también incidir para que tuvieran mejores resultados en el informe.

Por otra parte, el grupo ABP presentó mejores resultados en comparación con los otros dos grupos respecto a la información consultada para explicar los fenómenos observados, sus análisis y conclusiones estaban sustentadas teóricamente.

El desarrollo experimental favoreció en el grupo ABP el aprendizaje en la medida que los estudiantes lograron verificar sus soluciones al problema. Además el tener la conceptualización previa permitió que justificaran los resultados observados con base en las teorías químicas que los explican.

Cuando el estudiante identifica sus necesidades de aprendizaje en el proceso de solución del problema, busca información pertinente y de esta manera resuelve sus propios interrogantes para retomar el problema, esas acciones entrenan al alumno tanto en la búsqueda de información como en el análisis justificado de las acciones que realiza, esto se vio reflejado en el informe de laboratorio.

Respecto al grupo EPC se puede decir, que de acuerdo con el enfoque de la enseñanza para la comprensión se debe proporcionar la información relevante para que el estudiante proceda a la interpretación de las actividades propuestas. Esto se realizó a través de las guías ejemplo que se entregaron a los estudiantes del grupo EPC durante la rutina en las tres aplicaciones de la estrategia didáctica. A partir de esa información los estudiantes debieron estructurar sus propias prácticas las cuales ejecutaron y posteriormente elaboraron el informe.

El grupo EPC aunque presentó mayores habilidades para describir los fenómenos observados tuvieron dificultades para realizar el análisis de los resultados y las conclusiones.

Algo particular en este grupo fue que no incluyeron en el informe los cálculos que habían realizado para determinar la concentración de las soluciones y por ende la mayoría de los grupos no los tuvo en cuenta en el análisis, lo que bajó sus puntajes en el informe. Al indagar al respecto a los alumnos, indicaron

que como ya habían realizado esto para el preinforme que no lo consideraron necesario.

Pozó, Póstigo y Gómez (1995) indican que un estudiante ha comprendido cuando es capaz de explicar el fenómeno natural a partir del conocimiento que ha construido durante el proceso de aprendizaje, porque logra transferir los conceptos para explicar el fenómeno. En este caso los estudiantes demostraron en el informe de laboratorio poca comprensión de los conceptos debido a que fueron pocas las relaciones entre los conceptos y el fenómeno químico. La mayoría de los grupos se limitaron a describir minuciosamente los fenómenos pero no explicaron porque se presentaba el fenómeno según las teorías químicas al respecto o lo realizaron vagamente.

Al respecto, los estudiantes del grupo EPC indicaron que no tuvieron mucho tiempo extraclase para discutir los resultados obtenidos en los experimentos para la elaboración del informe, lo cual pudo incidir en sus resultados. Los estudiantes tuvieron para esa semana programado el English Day. Por ser este grupo del énfasis de artes y humanidades, tuvieron a cargo la logística y las actividades a presentar en esa semana por lo que indicaron que no tuvieron suficiente tiempo para discutir y analizar los resultados para realizar el informe de laboratorio.

4.1.4. Una visión general de las tres unidades

El bajo resultado en la evaluación final 1 (estequiometría) del grupo ADG respecto a los otros dos grupos pudo deberse a la estrategia didáctica. Como indican Pozó y Gómez (2009) el uso de procedimientos y técnicas experimentales

solo es eficaz si se dispone de conocimientos conceptuales adecuados, que les permita comprender el significado de esas prácticas.

En el caso de la estrategia ADG los estudiantes ejecutaron una serie de procedimientos que aunque fueron planeados por la docente de forma intencionada y progresiva respecto a la complejidad del conocimiento no estaban previamente conceptualizados dado que se esperaba que fueran los mismos estudiantes quienes posterior a la ejecución experimental dedujeran, discutieran y llegaran a acuerdos sobre los conceptos inmersos en esas prácticas porque así se establece en esta estrategia didáctica.

Los resultados de las tres evaluaciones de entrada sobre conocimientos previos, mostraron que el efecto de las estrategias didácticas activas de este estudio fueron mejorando la habilidad de los estudiantes para resolver problemas de las clases mencionadas en esta investigación, al hacer uso de los conocimientos que tiene previamente el estudiante. Se observó en las tablas 3, 19 y 35 que los estudiantes fueron mejorando cada vez porque empiezan a adquirir habilidades en la consulta de información relevante, relaciona sus conocimientos previos con la nueva información para resolver el problema, reflexiona sobre los pasos que debe seguir y propone soluciones razonadas.

Otro aspecto es que las estrategias didácticas pueden ser indicadas dependiendo de la naturaleza del conocimiento implicado. Entre menos evidente sea al nivel macroscópico el fenómeno químico y por lo mismo hallan varias teorías que tratan de explicarlo (como es el caso de la unidad didáctica equilibrio

químico). Es conveniente aplicar estrategias didácticas como la ADG que favorece la indagación experimental a fin de establecer el mayor número de caracterizaciones al nivel macroscópico para relacionarlas con el nivel microscópico y de esta manera favorecer la comprensión y el aprendizaje.

En este mismo sentido estrategias como el ABP resultan también ser versátiles a la hora de abarcar temáticas complejas como las abordadas en este estudio debido a que promueven en el estudiante no solo la reflexión sobre los contenidos sino también que los alumnos establezcan el mayor número de relaciones entre conceptos para explicar los fenómenos promoviendo el uso del pensamiento complejo. Además, al tener la oportunidad de interactuar el estudiante con sus compañeros amplía su zona de desarrollo próximo mejorando su entendimiento del fenómeno. Finalmente, cuando el alumno verifica sus soluciones al problema puede comprender las explicaciones al nivel microscópico del fenómeno químico macroscópico.

De acuerdo con Díaz (2012) la construcción de conocimiento científico es un proceso dinámico e interactivo donde la información externa es interpretada, decodificada y reinterpretada por la mente que construye cada vez modelos explicativos más complejos. Por lo que es necesario el uso de estrategias didácticas que partan desde lo fenomenológico para posteriormente abordar los aspectos microscópicos y los algoritmos que los describen.

De esta manera el estudiante al observar el fenómeno químico sentirá la necesidad de responder el por qué se presenta el fenómeno y podrá comprender su explicación al nivel microscópico.

Esto explica porque se obtuvo mejores resultados con las estrategias ADG y ABP en la unidad didáctica equilibrio químico en comparación con la estrategia EPC Debido a que con la estrategia didáctica ADG el estudiante construye su conocimiento a medida que experimenta. El estudiante ejecuta procedimientos para ir comprobando sus propias hipótesis sobre el fenómeno observado y va discutiendo y resolviendo sus propios interrogantes con los compañeros tratando de comprender esa realidad. Con la estrategia didáctica ABP el estudiante va haciendo un proceso metacognitivo que le permite ir evaluando cada decisión que va tomando a medida que resuelve el problema y en esa medida va planeando su estrategia de solución al problema a la vez que indaga, discute y reflexiona sobre el fenómeno químico y sobre lo que espera obtener.

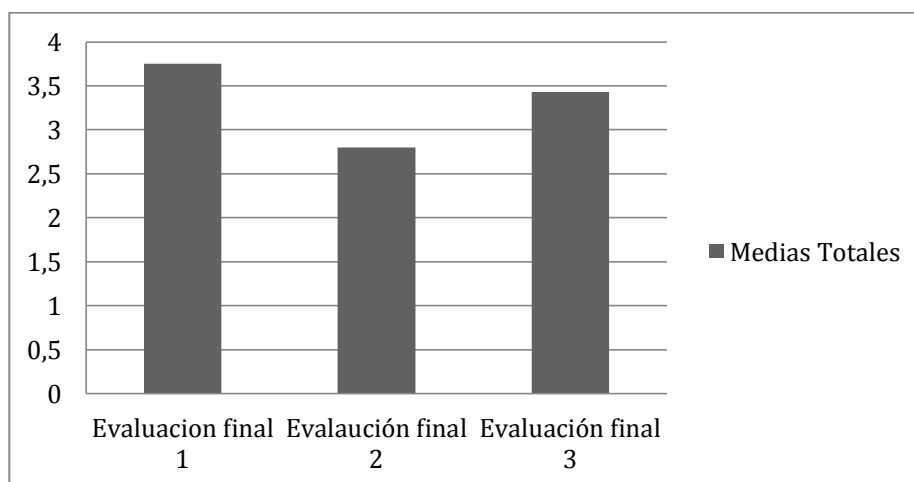


Figura 23. Medias de las tres evaluaciones finales

La Figura 23 compara los resultados totales obtenidos en las tres evaluaciones finales. En esta se observa que la media más baja está en la evaluación de la unidad didáctica equilibrio químico, como ya se ha mencionado, seguido de la evaluación de heterodispersos y soluciones y en la que mejor les fue es la unidad didáctica estequiometría. Para saber si esas diferencias son significativas se realizó una prueba t de muestras relacionadas. Los resultados se observan a continuación.

Tabla 49
Prueba t de muestras relacionadas

		Diferencias relacionadas					T	GI	Sig. (bilateral)
		Media	Desviación típ.	Error típ. de la media	95% Intervalo de confianza para la diferencia				
					Superior	Inferior		Desviación típ.	Error típ. de la medi a
Par 1	ev. final 1 total - ev. final 2 total	,940	2,143	,198	,548	1,333	4,746	116	,000
Par 2	ev. final 1 total - ev. final 3 total	,317	2,038	,184	-,047	,681	1,726	122	,087
Par 3	ev. final 2 total - ev. final 3 total	-,598	2,425	,224	-1,042	-,154	-2,669	116	,009

La prueba t para muestras relacionadas (Tabla 49) para las tres evaluaciones de finalización muestran que hay diferencias significativas (menores de 0,05) entre las evaluaciones final 1-2 y 2-3. La evaluación final 2 presentó la media más baja de las tres evaluaciones.

Se concluye entonces de la segunda aplicación de las estrategias didácticas, que la unidad equilibrio químico presenta mayor grado de dificultad para el aprendizaje de la resolución de problemas en los estudiantes. Esto por ser

un tema novedoso para el estudiante en términos de las teorías químicas que explican los sistemas en equilibrio, no hay una relación directa entre lo observado y las teorías que lo explican a nivel microscópico, por los símbolos que lo representan y su lógica, que demanda muchos pasos y razonamientos, haciéndolo más complejo dentro del campo de la química.

El aprendizaje parece presentarse más lento con la aplicación de la estrategia didáctica EPC en la unidad didáctica equilibrio químico debido a que el estudiante no logra por sí mismo interpretar el lenguaje y la lógica de los tópicos generativos de esta unidad didáctica para ejecutar los desempeños de comprensión.

En esta estrategia didáctica el material de aprendizaje es presentado mediante un taller que aborda los tópicos generativos, que son aquellos aspectos más importantes que deben ser aprendidos por el alumno. Como el material de aprendizaje se encontraba menos estructurado que el de estequiometría, el estudiante debía consultar por su cuenta aquello que requería y solo contenía a modo de ejemplo un caso representativo de cada tema.

El estudiante debía por sí mismo o con la colaboración de sus compañeros interpretar la información de cada tópico para realizar las actividades de los desempeños de comprensión. Lo que resultó difícil para ellos debido a las bajas habilidades matemáticas, deficiencias en conocimientos previos, como formación de compuestos, interacciones intermoleculares e interatómicas, comprensión de las teorías ácido-base, entre otros.

Además, la incompreensión del tema equilibrio químico se debe, según Pozó y Gómez (1998), a que los estudiantes atribuyen propiedades macroscópicas que son las percibidas a través de sus sentidos a las partículas microscópicas que son los átomos, moléculas o iones produciendo confusión entre el sistema de referencia macroscópico y microscópico. En el caso de los estudiantes que siguieron la estrategia didáctica EPC los tópicos generativos estaban planteando estrictamente el nivel microscópico sin establecer relaciones con el nivel macroscópico lo que generó la confusión y de acuerdo a estos mismos autores la estrategia didáctica debe asegurar que el alumno interprete las características macroscópicas y los cambios observables por medio de un modelo microscópico y no al revés que fue lo sucedido. Se esperaba que el estudiante relacionara el conocimiento del comportamiento microscópico de la materia con el comportamiento macroscópico.

El nivel de comprensión del estudiante es determinado precisamente como la capacidad del estudiante para expresar de forma diferente lo que ha aprendido. Entonces, la dinámica de la EPC implica que el estudiante establezca muchas relaciones entre conceptos para la ejecución de la tarea de forma novedosa y si a esto se le suma la complejidad del tema equilibrio químico el resultado será una menor eficacia en el aprendizaje.

Respecto a la tercera aplicación de las estrategias didácticas se puede decir que la evaluación de entrada 3 fue la única evaluación predictora de los resultados de la evaluación de finalización 3. Sin embargo, no se encontraron diferencias significativas entre grupos.

Por otra parte, al comparar los resultados de la evaluación final 3 con los resultados de la evaluación final 2 en los tres grupos se obtuvo medias totales más altas que indica que mejoraron en la habilidad para resolver problemas de cada clase y hubo un aprendizaje y comprensión de los temas de la unidad didáctica soluciones y heterodispersos superior al de equilibrio químico (observar Figura 24).

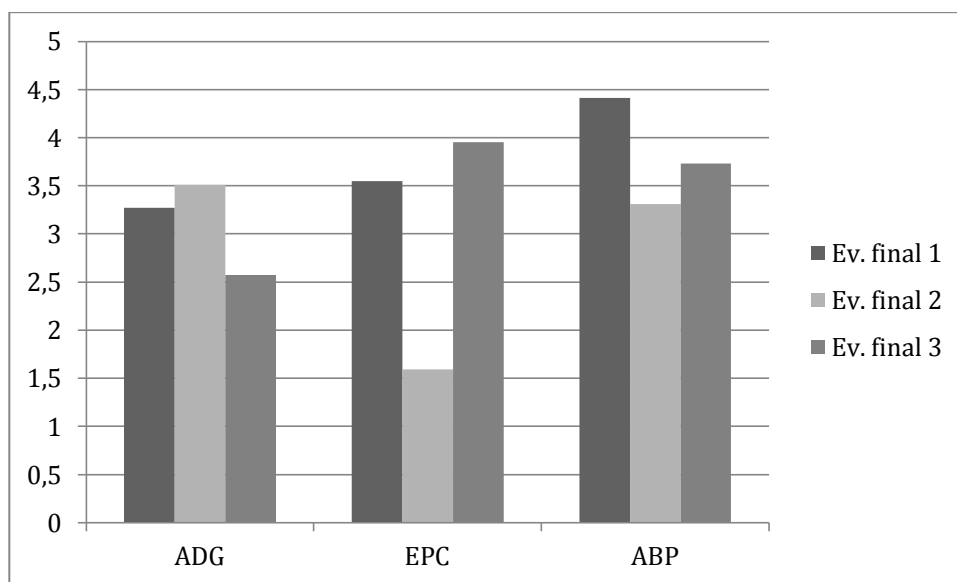


Figura 24. Comparación de resultados de las tres evaluaciones finales

En cuanto al efecto del estilo cognitivo no se observó un efecto significativo excepto en la evaluación de entrada 2, esto posiblemente se deba a que la naturaleza de las estrategias didácticas aplicadas disminuyeron los efectos del estilo cognitivo DIC.

El efecto diferencial en el estilo cognitivo que se obtuvo en la evaluación de entrada 2, pudo deberse a la forma como se presentó la información de los problemas. Esta estaba poco estructurada, por ejemplo, no se mostraban imágenes respecto a los enunciados, excepto en uno de los problemas, el

lenguaje era muy técnico para los alumnos lo que requirió de explicaciones de la docente, y la información relevante estaba enmascarada lo cual representó un mayor grado de dificultad para los estudiantes dependientes debido a su naturaleza cognitiva, donde trata de mantener la estructura tal como está y se le dificulta desenmascarar la información relevante para resolver el problema.

Por otra parte, el estilo cognitivo no interactúa con las estrategias didácticas de estudio, no hubo un estilo en particular privilegiado por una estrategia didáctica porque, las tres estrategias didácticas favorecen que el estudiante avance a su propio ritmo en su aprendizaje, permiten que el alumno realice su propia interpretación de la información e interactúen con sus pares. En el caso de los estudiantes dependientes de campo, que se les dificulta más el aprendizaje de la química debido a que se requiere extraer la información relevante para resolver problemas, al presentar mayores competencias interpersonales pudieron compartir la información con sus compañeros, discutirla y llegar a acuerdos lo que facilitó su comprensión y aprendizaje. Las tres estrategias didácticas propician refuerzos externos como la intervención del estudiante para exponer sus ideas, la búsqueda y discusión de aspectos desconocidos, recuerdo de aspectos relevantes lo que ayuda también a estudiantes dependientes quienes prefieren los refuerzos externos para la realización de las actividades (Sierra, 1994).

Por otra parte, los materiales usados durante la ejecución de las estrategias didácticas y la manera como se expresaron los problemas, además de las aclaraciones sobre el enunciado de los problemas ayudó para que no se presentaran diferencias entre sujetos de diferente estilo cognitivo como lo indican

Tinajero y Páramo (2013) cuando se utilizan recursos que refuerzan la estructura de materiales académicos como los problemas, se obtienen resultados favorables que disminuyen los efectos diferenciales entre sujetos dependientes e independientes.

Los resultados obtenidos respecto a las no diferencias significativas entre dependientes, intermedios e independientes corroboran los resultados encontrados por Bien (1974) quien indica que las diferencias en la resolución de problemas en general entre sujetos de los dos extremos DIC desaparecían cuando se resaltaba la información relevante como ocurrió en este caso.

Por otra parte, las significancias entre estilo cognitivo y logro de aprendizaje de las evaluaciones finales en las tres aplicaciones de las estrategias didácticas demuestran también que entre más estructurado se encuentre el material de aprendizaje las diferencias entre sujetos dependientes e independientes de campo serán menores, corroborando lo encontrado por Coward y Lange, 1979 ref. en Tinajero y Páramo (2013). En este caso el material de la unidad didáctica estequiometría era el más estructurado, luego estaba el de la unidad didáctica equilibrio químico y finalmente el menos estructurado fue el de soluciones y heterodispersos.

A modo de conclusión respecto al efecto de las estrategias didácticas en el logro de aprendizaje de la resolución de problemas se puede decir que la estrategia didáctica de ABP produjo los mejores resultados en el aprendizaje de la resolución de problemas de las clases mencionadas en esta investigación como

se observa en la Figura 24, debido a que de las tres estrategias didácticas es la que da más autonomía al alumno, él es quien decide que requiere aprender para resolver el problema y el profesor solo interviene cuando así lo requiere, mientras que en las otras dos estrategias, el profesor guía al estudiante para que alcance los objetivos de aprendizaje. En ABP el estudiante al identificar lo conocido y desconocido en el problema, aprende a consultar e indagar información pertinente, reflexiona al respecto, y a partir de ahí propone estrategias de solución y construye su conocimiento en ese proceso.

Por otra parte, el éxito obtenido con esta estrategia didáctica estuvo limitado a la disponibilidad de los recursos informáticos y material de consulta debido a que casi siempre quedaban algunos grupos sin servicio de computador o sin material de la biblioteca por lo que debían reunirse extra clase lo que dificultó la ejecución de la estrategia didáctica ABP.

En segundo lugar está la estrategia didáctica EPC aunque no de forma significativa respecto a los resultados de ABP (observar Figura 24). Los resultados un poco más bajos se deben posiblemente porque en esta se mantuvo algunos elementos de la estrategia didáctica tradicional que disminuyeron su efecto, respecto a la estrategia ABP, como la elaboración por parte de la docente de los talleres que contenían la información de los tópicos generativos, estos talleres jugaban el papel del docente dado que explicaban cada tópico. Lo que produjo un efecto desfavorable porque fue relativamente poco el trabajo de consulta del alumno. Sin embargo, la oportunidad que tuvieron de analizar y discutir la información con sus compañeros y posteriormente realizar los desempeños de

comprensión tuvieron un efecto favorable en el aprendizaje de la resolución de problemas. El trabajo más independiente y más productivo para los estudiantes EPC fue durante los desempeños de comprensión y en el proyecto de síntesis (diseño experimental) debido a que los alumnos consultaban información por su cuenta, discutían con sus pares, llegaban a consensos y demostraban de forma novedosa sus comprensiones.

Finalmente, la estrategia didáctica ADG presentó el menor efecto en el logro de aprendizaje comparada con las otras dos estrategias didácticas para las unidades didácticas estequiometría, y heterodispersos y soluciones. Sin embargo, resultó ser efectiva para la unidad didáctica equilibrio químico (observar Figura 24), esto por lo abstracto y complejo de ese conocimiento lo que sugiere que la experiencia que se adquiere a través de todos los sentidos, acompañado de pequeños interrogantes le permiten al alumno comprobar sus propias hipótesis y reflexionar sobre los fenómenos observados. Aspectos que son fundamentales en esta estrategia didáctica y que facilitan la comprensión de las teorías químicas que explican el comportamiento macroscópico de la materia lo que facilitó a su vez la resolución de problemas.

Respecto a los tres preinforme de laboratorio, al compararlos, se observa que al igual que en las evaluaciones de finalización los estudiantes presentaron mayor dificultad con los contenidos de la unidad didáctica equilibrio químico y en consecuencia una media más baja en el informe, en segundo lugar estuvo la unidad didáctica heterodispersos y soluciones y los mejores resultados estuvieron en la unidad didáctica estequiometría.

En el preinforme de estequiometría, las estrategias que favorecieron más el logro de aprendizaje fueron las estrategias didácticas ABP y EPC esto debido a que los estudiantes de ambos grupos ya habían avanzado en los contenidos de esta unidad didáctica por lo que tuvieron más herramientas teóricas para su diseño.

En el informe de estequiometría los mejores resultados se obtuvieron con las estrategias ABP y ADG, mostrando un efecto similar al de la evaluación final. Pero, el grupo ADG que presentó mejores análisis de los resultados en el informe, no tuvo un buen desempeño en la solución de problemas de esta unidad didáctica. Lo que significa que ésta estrategia didáctica favorece el desarrollo de habilidades procedimentales, de razonamiento, de observación y de análisis de los fenómenos macroscópicos químicos pero no fue tan efectiva en el aprendizaje de la resolución de problemas de estequiometría dado que el alumno no siguió estos mismos pasos para resolver el problema, seguramente, por que el estudiante no integró los conocimientos adquiridos en esas prácticas con sus aplicaciones en otros contextos como los propuestos en la evaluación final 1.

En el preinforme de equilibrio químico los resultados fueron similares a los obtenidos en la evaluación final 2. Los grupos ABP y ADG obtuvieron los mejores resultados, esto mismo ocurrió con el informe de laboratorio. Y al igual que en la evaluación final 2 los estudiantes EPC obtuvieron la media más baja en el preinforme e informe.

Los mejores resultados en los preinformes e informes de los grupos ABP y ADG se debieron a que en estas estrategias didácticas los estudiantes resuelven sus propios interrogantes a través de la consulta y discusión que surge con sus compañeros por lo que logran adquirir una mejor comprensión de los fenómenos químicos.

Los estudiantes del grupo EPC tuvieron las medias más bajas en el preinforme e informe de equilibrio químico debido a una baja comprensión de los contenidos. Ellos no lograron establecer relaciones entre contenidos debido a la forma como se presentaron los tópicos generativos y los desempeños de comprensión (se enfatizó en los fenómenos microscópicos y no se relacionaron los temas entre sí). A pesar de que los estudiantes determinaron las propiedades que explican los sistemas en equilibrio, fueron incapaces de relacionar lo que observaban con su explicación teórica.

En los preinformes e informes de la unidad didáctica soluciones y heterodispersos nuevamente los estudiantes ABP y ADG tuvieron los mejores resultados. En el grupo ADG porque los estudiantes van estableciendo relaciones entre los contenidos a medida que resuelven pequeños interrogantes propuestos por la docente. Esas preguntas conductoras hacen que los procedimientos experimentales tengan un sentido lógico para el alumno porque le permite resolver sus propias hipótesis del fenómeno. Además él no solo observa el fenómeno sino consulta información al respecto y la discute con sus compañeros, de esta manera mejora su entendimiento del tema y su preinforme e informe son mejores.

Por su parte el grupo ABP al consultar información y reflexionar sobre ésta, trata de dar solución al problema y esas soluciones las comprueba experimentalmente. Para esto diseña su preinforme de la práctica y la ejecuta. Entonces, el estudiante no solo comprueba sus soluciones al problema sino que además al discutir sobre lo observado pueden superar los vacíos conceptuales, mostrando en el informe un análisis coherente entre lo observado y su explicación teórica.

Finalmente se puede indicar que las estrategias didáctica ABP y ADG presentaron los mejores resultados en los preinformes e informes. Porque desarrollan en los estudiantes habilidades para interpretar los fenómenos químicos en estudio. Por su parte el grupo EPC que presentó menores habilidades analíticas para explicar los fenómenos químicos observados en laboratorio, presentaron mejores resultados en las evaluaciones. Lo que significa que esta estrategia didáctica a pesar de no desarrollar en el estudiante habilidades procedimentales y analíticas de los fenómenos observados si prepara al estudiante para seguir procedimientos lógicos que le permitan abordar la solución de un problema a partir de los conocimientos construidos.

4.2. Permanencia de los contenidos de la unidad 1

4.2.1. Evaluación de permanencia

Finalizada la unidad didáctica equilibrio químico se aplicó nuevamente una evaluación para determinar la permanencia de los aprendizajes de la unidad

didáctica estequiometría. La prueba fue aplicada después de 2 meses y una semana de vista la unidad didáctica.

De la muestra total fueron descartados 26 casos debido a que esos estudiantes no llevaron material para consultar o llegaron muy tarde a la prueba.

4.2.1.1. **Descriptivos univariados para la evaluación de permanencia**

Tabla 50
Estadísticos descriptivos para ev. Final y de permanencia

	ev. Final 1	ev. de permanencia total
Media	3,75	3,45
Desv. típ.	1,529	1,380
Mínimo	0	0
Máximo	6	6

En la Tabla 50 se observa que los estudiantes obtuvieron una media más baja respecto a la evaluación final 1.

Tabla 51
Correlaciones de muestras relacionadas

	N	Correlación	Sig.
Par 1 ev. final 1 y ev. permanencia	94	,347	,001

La Tabla 51 muestra correlaciones significativas ($0,001 < 0,05$) entre las evaluaciones final 1 (estequiometría) y la evaluación de permanencia de los aprendizajes.

Tabla 52
Prueba t de muestras relacionadas ev. final 1- ev. permanencia

Par	ev. final 1 - ev. permanencia	Diferencias relacionadas					T	gl	Sig. (bilateral)
		Media	Desviación típ.	Error típ. de la media	95% Intervalo de confianza para la diferencia				
					Superior	Inferior		Desviación típ.	Error típ. de la med ia
1		,011	1,675	,173	-,332	,354	,062	93	,951

La Tabla 52 muestra que no hay diferencias significativas entre la ev. final de estequiometría y la ev. de permanencia. El hecho de que no hayan diferencias significativas entre las dos pruebas puede deberse a que algunos temas fueron reforzados en la unidad didáctica equilibrio químico lo que favoreció a aquellos estudiantes que inicialmente no comprendieron cuando se trataron esos temas en la unidad didáctica estequiometría. Sin embargo, el hecho de que la media de la evaluación de permanencia sea ligeramente menor que la evaluación final es debido a un proceso normal de olvido. Como la diferencia no es significativa, entonces se concluye que hubo un aprendizaje significativo de la unidad didáctica estequiometría.

4.2.1.2. Efecto de la estrategia en la permanencia del aprendizaje

Para determinar si la estrategia didáctica y el estilo cognitivo inciden en la permanencia de los aprendizajes se realizó un análisis univariante de varianza. Para esto la variable dependiente fue la evaluación de permanencia y las variables independientes fueron las estrategias didácticas y el estilo cognitivo DIC y como covariable la evaluación final 1.

Tabla 53

Prueba de los efectos inter-sujetos

Variable dependiente: ev. de permanencia total

Fuente	Suma de cuadrados tipo III	GI	Media cuadrática	F	Significación
Modelo corregido	28,408(a)	9	3,156	1,782	,084
Intersección	57,933	1	57,933	32,698	,000
evfinal1	24,200	1	24,200	13,659	,000
Estrategia	5,508	2	2,754	1,554	,217
Estilo	,126	2	,063	,036	,965
estrategia * estilo	1,701	4	,425	,240	,915
Error	148,826	84	1,772		
Total	1294,000	94			
Total corregida	177,234	93			

a R cuadrado = ,160 (R cuadrado corregida = ,070)

La prueba de efectos inter-sujeto (Tabla 53) muestra que no hubo diferencias significativas en los resultados de la evaluación de permanencia para los tres grupos de estudiantes lo que significa que ninguna de las tres estrategias didácticas mantiene por más tiempo lo aprendido.

Estos resultados indican que sin importar que tan buenos resultados muestren los estudiantes con alguna de estas estrategias activas, finalmente los resultados en el aprendizaje después de un tiempo parece ser el mismo con las tres estrategias didácticas, debido a que los temas no se dan por concluidos sino que son de algún modo reforzados al abordar nuevas temáticas.

Nuevamente el estilo cognitivo DIC no presentó un efecto significativo en los resultados de la evaluación de permanencia (observar Tabla 53), esto debido a que estas estrategias activas disminuyen los efectos diferenciales entre estudiantes dependientes e independientes. Bien,1974 ref. Tinajero y Páramo (2013) encontró que las diferencias en la resolución de problemas entre sujetos de los dos extremos DIC desaparecían cuando se resaltaba la información relevante,

en este caso la profesora al explicar los enunciados de cada problema pudo reforzar este aspecto disminuyendo las dificultades que presentan los dependientes al resolver un problema.

4.3. Actitudes

4.3.1. Descriptivos univariados

Tabla 54
Estadísticos descriptivos pruebas de actitudes

	Ac. Dim. 1 Afec.	Ac. Dim. Instr	Actitud 2	Ac. Dim. Afec	Ac. Dim. instrl	Actitud 3	Ac. Dim afec	Ac. Dim. Instrl	Actitu d 4	Ac. Dim. Afec	Ac. Dim. instr	
Media	2,61	2,57	2,70	2,36	2,23	2,49	2,19	2,15	2,28	2,24	2,22	2,30
Desv. típ.	,470	,502	,695	,480	,479	,748	,598	,60	,85	,559	,587	,762
Mínimo	1,50	1,25	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Máximo	3,83	4,00	4,00	3,67	3,50	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00

Dim: dimensión Intr.: instrumental afec: afectiva

Las actitudes presentan unas dimensiones que se expresan en respuestas cognitiva, afectivas- evaluativas e instrumentales. En este estudio se determinaron la dimensión afectiva- evaluativa e instrumental que componen las actitudes hacia el aprendizaje de la química.

En la tabla 54 se muestran los resultados de las cuatro aplicaciones de la prueba de actitudes. Como se indicó en el capítulo de metodología, en instrumentos, para la prueba de actitudes, entre 1-2 corresponde a una actitud negativa, entre 2-3 una actitud neutra y entre 3- 4 actitud positiva. Se observa entonces que en las cuatro aplicaciones la actitud permaneció neutra.

En lo que sigue se entenderá la actitud 1 o actitud inicial como la actitud que tenían los estudiantes antes de empezar la aplicación de las estrategias didácticas, actitud 2 la actitud después de aplicar las estrategias didácticas en la unidad didáctica estequiometría, actitud 3 corresponde a la actitud después de aplicar las estrategias didácticas en la unidad didáctica equilibrio químico y actitud 4 corresponde a la actitud después de la aplicación de las estrategias didácticas en la unidad didáctica soluciones y heterodispersos.

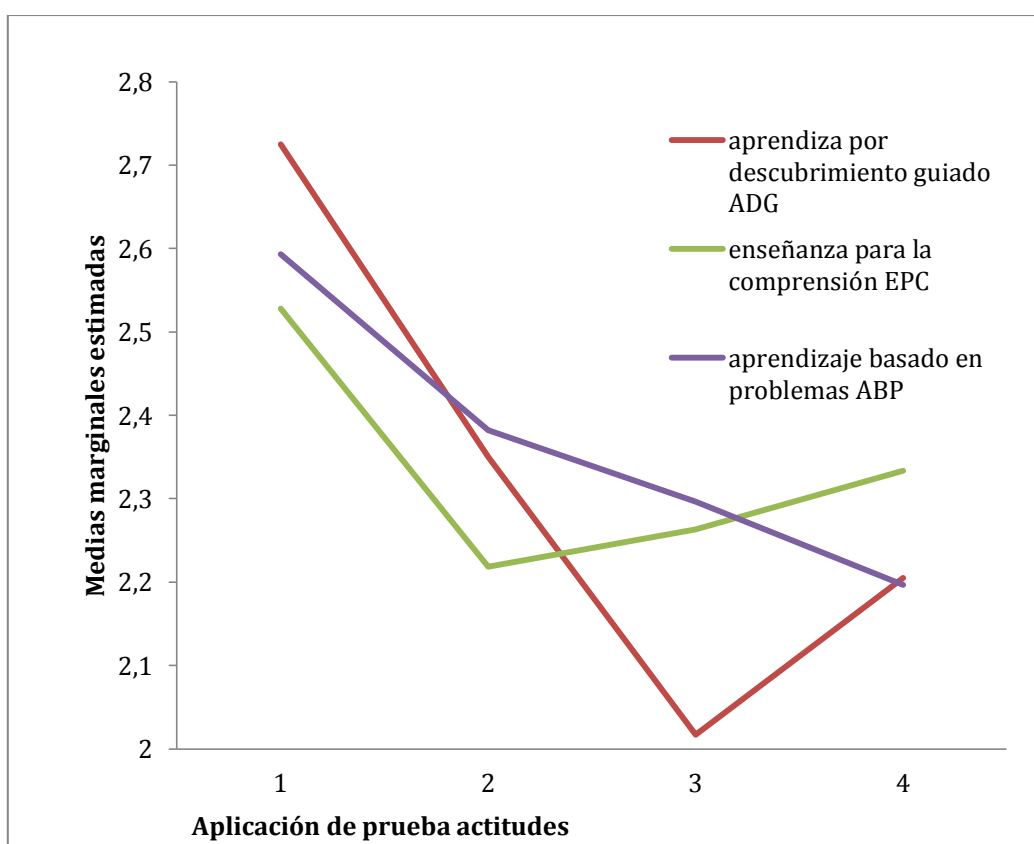


Figura 25. Cuatro aplicaciones de la prueba de actitudes

En la Figura 25 se muestran los resultados de las actitudes totales en sus cuatro aplicaciones. Entre menor es el puntaje, mas negativa es la actitud. Se puede observar que los tres grupos presentan actitudes negativas que decrecen

hasta la segunda aplicación de la prueba, pero luego para el grupo EPC se vuelven ligeramente más positivas en las siguientes aplicaciones.

Para el grupo ADG son cada vez más negativas las actitudes hasta la tercera aplicación de la prueba pero luego empiezan a ascender. Finalmente el grupo ABP muestra actitudes que cada vez son más negativas y se mantienen así.

Si se tiene en cuenta que de las tres estrategias didácticas activas la que más elementos de la estrategia didáctica tradicional tiene es la EPC (por ejemplo, el profesor determina los tópicos generativos y los presenta mediante un taller), luego ADG (el profesor plantea unos interrogantes que guían al estudiante) y por último ABP (el profesor interviene solo cuando así lo requiere el estudiante), se puede explicar la tendencia de las actitudes con el grado de autonomía que tiene el estudiante en la aplicación de la estrategia didáctica. Entonces, mientras más autonomía en el proceso de aprendizaje del alumno favorezca la estrategia didáctica más negativas pueden ser las actitudes porque el estudiante va a sentirse de cierta manera desamparado en su proceso de aprendizaje, debido a que el profesor ya no será el que determine que aprende, cuando y como lo aprende.

Por otra parte también se puede deducir de lo observado en la gráfica que con la aplicación continua de las estrategias activas los estudiantes irán transformando esas actitudes con tendencia negativa en actitudes más positivas en la medida en que se adapte a la nueva estrategia didáctica porque aprende a seguir sus pasos y ya no sentirá temor de intervenir de forma consciente en su proceso de aprendizaje.

Sin embargo, en el caso de la estrategia de ABP el aprendizaje de actitudes más positivas parece ser más lento en el tiempo dado que el estudiante tarda más en adaptarse a una rutina de autoaprendizaje donde no depende de los parámetros del profesor a los que está acostumbrado, además debe también aprender a trabajar en equipo, asumir un rol en el grupo y comprometerse con las actividades asignadas y con el rol que desempeña en el grupo lo cual no es sencillo (durante la aplicación de las estrategias algunos grupos cambiaron sus integrantes para la segunda o tercera aplicación de estas) y menos aún para estudiantes adolescentes que generalmente son conflictivos debido a sus cambios hormonales, a los nuevos roles sexuales y a la manera como se percibe dentro de un grupo (Arteaga, 2005).

4.3.2. Variaciones entre las pruebas

A continuación se comparan los resultados obtenidos antes y después de cada aplicación de las estrategias didácticas. Para esto se aplicó una estadística T student para muestras relacionadas.

4.3.2.1. Comparación prueba de actitudes inicial y actitudes 2

Tabla 55

Correlaciones de muestras relacionadas

		N	Correlación	Sig.
Par 1	Actitud inicial y actitud 2	123	,518	,000

Tabla 56

Prueba de muestras relacionadas actitud 1- actitud 2

		Diferencias relacionadas					T	Gf	Sig. (bilateral)
		Media	Desviación típ.	Error típ. de la media	Superior	Inferior			
Par 1	Actitud inicial - actitud 2	,29810	,46765	,04217	,21463	,38158	7,070	122	,000

La prueba T de student muestra en las Tabla 55 y 56 una correlación y diferencias relacionadas significativas (sig. <0,05) entre la prueba de entrada y después de la primera aplicación de las estrategias didácticas.

En este caso las actitudes después de la aplicación de las estrategias didácticas en la unidad didáctica estequiometría fueron más negativas que las actitudes iniciales en los tres grupos como se puede observar en la Tabla 56. A pesar de esto, las actitudes en la segunda prueba se mantuvieron en el rango de neutras dado que las medias fueron superiores a 2.

Tabla 57

*Pruebas de los efectos inter-sujetos**Variable dependiente: actitud 2 aplicación*

Fuente	Suma de cuadrados tipo III	Gl	Media cuadrática	F	Significación
Modelo corregido	2,905(a)	8	,363	1,625	,125
Intersección	501,632	1	501,632	2244,952	,000
Estrategia	,433	2	,217	,969	,383
Estilo	,948	2	,474	2,121	,125
Estrategia * estilo	,984	4	,246	1,101	,360
Error	25,473	114	,223		
Total	687,972	123			
Total corregida	28,379	122			

a R cuadrado = ,102 (R cuadrado corregida = ,039)

En la Tabla 57 se observa que las estrategias didácticas no presentan un efecto significativo en las actitudes.

Tabla 58

Comparación de las actitudes 1 y 2

Estrategia didáctica		Actitud total inicial	Actitud total 2
ADG	Media	2,72	2,35
	Desv. típ.	,523	,520
EPC	Media	2,53	2,21
	Desv. típ.	,443	,50
ABP	Media	2,59	2,38
	Desv. típ.	,430	,408

A pesar de que las estrategias didácticas no tuvieron un efecto significativo en las actitudes. Las actitudes de los estudiantes EPC en la segunda aplicación (observar Tabla 58) posiblemente se deban porque durante la estrategia didáctica debieron mostrar su nivel de comprensión por medio de los desempeños de comprensión y cuando estos fueron evaluados y su valoración no era buena debieron repetirla para mejorar sus comprensiones lo que disgustaba a los estudiantes y más aún cuando sus compañeros realizaban la co-evaluación de sus

actividades. Además, se observaba que les molestaba tener que leer y hacer su propia interpretación de los tópicos generativos.

Las actitudes ligeramente más altas pero no significativas del grupo ABP en la segunda aplicación de la prueba de actitudes (observar Tabla 58) pueden deberse a que les agradaba el trabajo en equipo y el rol que desempeñaba cada integrante del grupo al resolver el problema. La mayoría se mostraron muy participativos y cumpliendo con responsabilidad la función que les correspondía en el grupo.

Morales (2006) indica que una explicación de las actitudes afectivas que incide en el proceso enseñanza es la relación docente- estudiante. Que va desde la mirada hasta los parámetros conscientes (por ejemplo determinar cuándo pueden intervenir los alumnos) e inconscientes (por ejemplo las expresiones corporales no intencionadas) que se establecen en las dinámicas de aula. En este caso los estudiantes pasan de una relación relativamente distante e impersonal de la estrategia tradicional de conferencia docente, donde el profesor se dirige a todo el curso a una relación menos discursiva (el profesor deja de exponer a todo el grupo) pero más personal debido a que la profesora establece diálogos más cercanos con los integrantes de los grupos, orienta cuando lo requieren los estudiantes y se mantiene vigilante de sus acciones. Sin embargo, esto pudo ser interpretado por los educandos como un acto de presión lo que llevó a actitudes más negativas hacia la asignatura con el paso del tiempo.

Por otra parte, Vilches y Furió (1999) indican que las actitudes negativas de los estudiantes se relacionan con que el profesor no tiene en cuenta la dimensión afectiva del aprendizaje de las ciencias. Por lo que el profesor debe despertar el interés y el gusto por los estudios científicos en los estudiantes al incluir creencias, actitudes y valores que fomenten un desarrollo crítico por la actividad científica evaluando el papel de la ciencia para la humanidad y su entorno y como puede intervenir el hombre para resolver los problemas que presenta la sociedad.

En este caso la unidad didáctica trataba efectivamente un problema real industrial que involucraba los temas de la unidad didáctica estequiometría. Pero no se planteo ni en el problema ni durante la ejecución de las estrategias didácticas, los efectos de la intervención del hombre en la naturaleza, ni el papel de la ciencia en la sociedad, esto pudo también incidir en las actitudes que presentaron los estudiantes.

4.3.2.2. Comparación prueba de actitudes 2 y actitudes 3

Finalizada la unidad didáctica equilibrio químico se aplicó nuevamente la prueba de actitudes 3. Los resultados de la prueba t se observan en las Tablas 59 y 60.

Tabla 59
Correlaciones de muestras relacionadas

	N	Correlación	Sig.
Par 1 actitud 2 y actitud 3	119	,537	,000

Tabla 60
Prueba de muestras relacionadas T student actitud 2 y actitud 3

Par	actitud 2 aplicación - actitud 3 aplicación	Diferencias relacionadas					T	GI	Desviación típ.	Sig. (bilateral) Err or típ. de la me dia
		Media	Desviación típ.	Error típ. de la media	Superior	Inferior				
1		,12185	,52958	,04855	,02571	,21798	2,510	118	,013	

Las Tablas 59 y 60 muestran que las pruebas 2 y 3 están relacionadas de forma significativa y las diferencias relacionadas son significativas.

Tabla 61
Pruebas de los efectos inter-sujetos
Variable dependiente: actitud 3 aplicación

Fuente	Suma de cuadrados tipo III	gl	Media cuadrática	F	Significación
Modelo corregido	4,583(a)	8	,573	1,698	,107
Intersección	410,512	1	410,512	1216,511	,000
Estrategia	1,569	2	,785	2,325	,103
Estilo	,837	2	,418	1,240	,293
Estrategia * estilo	2,355	4	,589	1,744	,145
Error	37,120	110	,337		
Total	613,417	119			
Total corregida	41,702	118			

a R cuadrado = ,110 (R cuadrado corregida = ,045)

Tabla 62
Comparación de las actitudes 2 y 3

Estrategia didáctica		Actitud total 2	Actitud total 3
ADG	Media	2,35	2,02
	Desv. típ.	,520	,645
EPC	Media	2,21	2,26
	Desv. típ.	,50	,56
ABP	Media	2,38	2,30
	Desv. típ.	,408	,548

La Tabla 61 muestra que no hay diferencias significativas entre los grupos. Sin embargo, la media de actitudes ligeramente más bajas de la tercera aplicación en el grupo ADG (observar Tabla 62) pueden explicarse porque los estudiantes realizaron procedimientos experimentales que aunque eran novedosos para ellos fueron difíciles de interpretar por lo que debieron consultar mucha información y discutirla para explicar a la luz de las teorías lo observado, esto generó descontento en ellos e incluso algunos grupos debieron repetir las prácticas, situación que no les agradaba ya que manifestaron su temor a romper el material, dañarlo o accidentarse.

También indicaron que no les agradaba el hecho de que no se les explicara previamente los temas, porque consideraban que tenían dificultades en las matemáticas y realizar el análisis de la información para los informes de laboratorio no era sencillo.

Las actitudes ligeramente más positivas del grupo EPC, pero tampoco significativas, pueden deberse a que varios de los desempeños de comprensión los llevaron a cabo en grupos, lo que resultó para ellos más conveniente porque pudieron discutir y apoyarse en sus compañeros en la ejecución de las

actividades. No obstante, los estudiantes manifestaron sus dificultades para comprender los tópicos generativos y su dificultad para consultar información pertinente para los informes de laboratorio o para realizar sus desempeños de comprensión lo que explica en ellos las actitudes obtenidas.

Fernández y Moreno (2008) indican que en pocas ocasiones el estudiante pondera la trascendencia de la química como base para comprender los fenómenos de la naturaleza es por ello que en la cotidianidad manifiesta incapacidad para reconocer el uso de los conocimientos científicos (Muñoz, 2013), lo que justifica las actitudes obtenidas en este estudio.

El hecho de que la consideren menos útil puede estar relacionado con los temas de la unidad didáctica equilibrio químico debido a que se trató de explicar una situación real pero desde el nivel microscópico, lo cual no resultó sencillo para los estudiantes como se mencionó previamente en este documento y como no consideraron aplicable el equilibrio químico a su cotidianidad lo asumieron mas como un tema relleno que hace parte del programa de química.

De Moran, De Bullaude y De Zamora (1995) En un estudio previo determinaron que algunos factores que actúan negativamente en las actitudes son la dificultad propia del campo de conocimiento En este caso la mayoría de los estudiantes considera la química como una asignatura difícil de aprender porque es abstracta y demanda mucho esfuerzo y en especial el equilibrio químico.

Por otras parte, Hernández et al. (2011) indican que las actitudes hacia el aprendizaje de las ciencias están determinadas por la posibilidad de experimentar

y por el grado de contextualización que se dé a los contenidos de aprendizaje. Estos deben ser cercanos a la cotidianidad del estudiante. Esto explica porque la estrategia ABP dio resultados en las actitudes más positivas que las otras dos estrategias (observar Tabla 62). Durante la ejecución de la estrategia ABP los estudiantes permanecieron en el contexto de una situación problema real la cual verificaron finalmente en el laboratorio.

El grupo ADG a pesar de realizar gran cantidad de trabajo práctico la contextualización del problema se realizó solo hasta el final y por eso puede explicarse sus actitudes un poco más bajas que el de ABP.

En el grupo EPC aunque la meta de comprensión planteaba un problema real, los tópicos generativos no estaban contextualizados sino se organizaron de manera que el mismo estudiante interpretara la información del tópico y la usara para resolver los interrogantes de la meta de comprensión. Esto pudo propiciar que el estudiante asimilara esos contenidos teóricos como lejanos a su cotidianidad y en consecuencia los viera como poco útiles. Es decir, al no estar contextualizados esos conocimientos las actitudes fueran más negativas.

4.3.2.3. Comparación prueba de actitudes 3 y actitudes 4

Finalizada la unidad didáctica heterodispersos y soluciones se aplicó la prueba de actitudes 4. Los resultados de la estadística T student se observa en las tablas 63 y 64.

Tabla 63
Correlaciones de muestras relacionadas actitudes 3 y 4

		N	Correlación	Sig.
Par 1	actitud 3 aplicación y actitud 4 aplicación	115	,620	,000

La Tabla 63 muestra que las pruebas de actitudes 3 y 4 están correlacionadas significativamente.

Tabla 64
Prueba de muestras relacionadas T student, actitudes 3 y 4

Par	actitud 3- actitud 4	Diferencias relacionadas					T	GI	Desviación típ.	Sig. (bilateral)
		Media	Desviación típ.	Error típ. de la media	Superior	Inferior				
1		,05072	,50590	,04718	,14418	,04273	-1,075	114	,285	

Las prueba 3 y 4 están relacionadas pero al no haber diferencias estadísticamente significativas posiblemente la tendencia de las actitudes sea a mantenerse igual.

Tabla 65
Pruebas de los efectos inter-sujetos
Variable dependiente: actitud 4 aplicación

Fuente	Suma de cuadrados tipo III	GI	Media cuadrática	F	Significación
Modelo corregido	3,382(a)	8	,423	1,388	,210
Intersección	440,187	1	440,187	1445,439	,000
Estrategia	,977	2	,489	1,605	,206
Estilo	,283	2	,142	,465	,629
Estrategia * estilo	2,172	4	,543	1,783	,137
Error	33,499	110	,305		
Total	637,444	119			
Total corregida	36,880	118			

a R cuadrado = ,092 (R cuadrado corregida = ,026)

Tabla 66

Comparación de las actitudes 3 y 4

Estrategia didáctica		Actitud total 3	Actitud total 4
ADG	Media	2,02	2,20
	Desv. típ.	,645	,643
EPC	Media	2,26	2,33
	Desv. típ.	,56	,55
ABP	Media	2,30	2,20
	Desv. típ.	,548	,473

La Tabla 65 muestra que las estrategias didácticas no tuvieron un efecto diferencial significativo en la cuarta aplicación de la prueba de actitudes. Sin embargo, la Tabla 66 muestra que los grupos ADG y EPC mejoraron ligeramente sus actitudes lo cual puede deberse a que los estudiantes empezaron a aceptar y comprender la dinámica de estas estrategias didácticas activas. Entonces, si se mantiene la aplicación de las dos estrategias seguramente empezarán a mejorar las actitudes de los estudiantes y en consecuencia los resultados en el aprendizaje sean mejores. Por el contrario el grupo ABP mantuvo las actitudes ligeramente más negativas.

Las actitudes más negativas del grupo ABP (observar Tabla 66) pueden estar relacionadas con el hecho de que para los estudiantes fue muy demandante en tiempo de dedicación debido a que se reunían los grupos en espacios extra clase lo que manifestaron como mayor esfuerzo sobre todo porque los padres de algunos de ellos no estaban de acuerdo pero lo realizaban para consultar información, interpretarla y tratar de comprender por si mismos las fórmulas, esto lo consideraron especialmente necesario aquellos estudiantes que presentaban bajo rendimiento académico (calificaciones bajas) y porque consideraban que sin

el apoyo de sus compañeros de grupo no podían interpretar y entender correctamente el uso de las formulas químicas.

Esto puede estar corroborando lo expuesto por Vilches y Furió (1999) quienes indican que el desinterés hacia las ciencias se debe a un uso excesivo de conceptos científicos a base de fórmulas sin sentido para el alumno. En este caso los estudiantes debieron consultar conceptos que terminaron en la aplicación de fórmulas para resolver el problema. Esto pudo generar estrés en los estudiantes, especialmente en aquellos que presentan bajas habilidades matemáticas lo que llevó a un menor interés por esta ciencia.

Los estudiantes ABP también manifestaron la dificultad para el acceso a los recursos tecnológicos de la institución educativa debido a que casi siempre no había internet o los computadores no funcionaban y por lo tanto debían pagar en sitios externos esta herramienta lo que para ellos era más complicado debido a sus bajos recursos económicos. También manifestaron su inconformidad con la biblioteca escolar debido a los escasos libros de consulta, cuando los solicitaban ya estaban prestados. Estos factores relacionados con los recursos para la ejecución de la estrategia didáctica también pudieron incidir en las actitudes cada vez más negativas de los estudiantes.

Otro aspecto que pudo incidir en las actitudes del grupo ABP es la comunicación, a pesar de haberse conformado los grupos con los compañeros de su preferencia. Algunos estudiantes se observaron tímidos al opinar dentro del

grupo y les molestaba cuando debían participar expresando las ideas del grupo o las propias, por temor a ser criticados.

Ibarra (2006) Indica que debido a las interacciones que se dan en el grupo, sus integrantes ocupan determinadas posiciones en función de las tareas asignadas y se establecen pautas comunicativas que influyen en el comportamiento del grupo y finalmente en las actitudes de los alumnos, que serán positivas en caso de que se sienta acogido y reconocido favorablemente por el grupo o negativas si ocurre lo contrario.

4.3.3. Apreciación de todo el proceso

Los resultados obtenidos en las actitudes puede deberse a que era la primera vez que los estudiantes trabajaban estas estrategias didácticas activas lo que produjo un choque en la forma como conciben los estudiantes el aprendizaje ya que vienen siguiendo desde siempre los lineamientos de la estrategia didáctica tradicional de conferencia docente donde el profesor expone la información y el alumno la escucha y trata de comprender para realizar las actividades propuestas por el profesor.

Prueba de esto es que estaban siempre preguntando cuando era que la docente les iba a explicar las temáticas, se mostraron preocupados porque pensaban siempre en las notas y les molestaba tener que buscar o interpretar ellos mismos la información (tomado del diario de campo).

La segunda causa es el acceso a los recursos para ejecutar las estrategias didácticas en el caso de la estrategia didáctica ABP la falta de materiales de consulta llevó a que los estudiantes adquirieran actitudes más negativas cada vez.

La tercera causa es la incidencia de los roles desempeñados en el grupo y su percepción sobre lo que los demás piensan sobre él. Los estudiantes en los grupos se observaron siempre apáticos a exponer sus puntos de vista por temor a los comentarios negativos de sus compañeros lo que generó también actitudes menos positivas.

La cuarta está relacionada con las interacciones con la docente. Los estudiante venían trabajando desde siempre en una dinámica donde el profesor exponía los temas frente al tablero y pocas veces interactuaba con el estudiante a pasar a una relación más cercana en la que todo el tiempo está pendiente del trabajo desarrollado por los estudiantes, donde interviene a través de cuestionamientos que deben ser resueltos por los mismos estudiantes. Lo cual pudo ser percibido por los estudiantes como una situación de acoso que llevó a actitudes cada vez más negativas hacia la materia.

4.3.4. Correlaciones entre logro de aprendizaje de la resolución de problemas y las actitudes

A pesar de las actitudes neutras en los tres grupos y con tendencia a ser negativas en el grupo ABP, debe considerarse que los resultados en el logro de aprendizaje de la resolución de problemas en química no se vio afectado por las actitudes, por el contrario entre más negativas fueron las actitudes mejores fueron

los resultados en las pruebas de logro de aprendizaje. Esto se corroboró al determinar las correlaciones entre las evaluaciones finales y las actitudes (observar mas adelante la Tabla 67).

Lo anterior puede deberse a la presión que sienten los estudiantes debido a sus compañeros de grupo, al profesor y a los padres de familia quienes exigen un buen rendimiento académico y hace que a pesar de presentar actitudes cada vez más negativas se sientan obligados a responder satisfactoriamente.

En la Tabla 67 se observa que las actitudes están significativamente relacionadas entre sí, se puede pensar entonces que las actitudes después de aplicar las estrategias didácticas son consecuencia entre otros de las actitudes que tenían previamente para cada aplicación.

Tabla 67
Correlaciones entre actitud y evaluaciones finales

		actitud 2 aplicación	actitud 3 aplicación	actitud 4 aplicación	ev. final 1 total	ev. final 2 total	ev. final 3 total
actitud 2 aplicación	Correlación de Pearson	1	,537(**)	,469(**)	,025	,147	-,113
	Sig. (bilateral)		,000	,000	,780	,113	,215
	N	123	119	119	123	117	123
actitud 3 aplicación	Correlación de Pearson	,537(**)	1	,620(**)	,203(*)	,083	,051
	Sig. (bilateral)	,000		,000	,027	,379	,585
	N	119	119	115	119	114	119
actitud 4 aplicación	Correlación de Pearson	,469(**)	,620(**)	1	,002	,141	-,045
	Sig. (bilateral)	,000	,000		,982	,133	,630
	N	119	115	119	119	114	119
ev. final 1 total	Correlación de Pearson	,025	,203(*)	,002	1	,184(*)	,177(*)
	Sig. (bilateral)	,780	,027	,982		,046	,050
	N	123	119	119	123	117	123
ev. final 2 total	Correlación de Pearson	,147	,083	,141	,184(*)	1	,029
	Sig. (bilateral)	,113	,379	,133	,046		,754
	N	117	114	114	117	117	117
ev. final 3 total	Correlación de Pearson	-,113	,051	-,045	,177(*)	,029	1
	Sig. (bilateral)	,215	,585	,630	,050	,754	
	N	123	119	119	123	117	123

** La correlación es significativa al nivel 0,01 (bilateral).

* La correlación es significante al nivel 0,05 (bilateral).

Las evaluaciones también están significativamente relacionadas entre sí, excepto la evaluación final 2 con la 3. Esto significa que los resultados de la evaluación final 2 dependían de los resultados de la evaluación final 1. Esto era de esperarse dado que como se mencionó antes algunos temas de estequiometría fueron retomados en la unidad didáctica equilibrio químico (como reactivo limitante, rendimiento químico, balanceo de ecuaciones). De igual manera algunos temas de la unidad estequiometría fueron retomados en la unidad de soluciones y heterodispersos (pureza, concentración porcentual, relación masa, volumen, densidad) por lo que era de esperarse estas correlaciones. Mientras que en la

unidad soluciones y heterodispersos no se retomaron temas de la unidad equilibrio químico y eso se evidencia en las no correlaciones entre las evaluaciones 2 y 3.

En la tabla 67 se observa que la actitud 2 que corresponde a la prueba aplicada al finalizar la unidad didáctica estequiometría no presenta una correlación significativa con la evaluación final 1 (sig. 0,780). Es decir, las actitudes no incidieron significativamente en los resultados de aprendizaje de la resolución de problemas de química.

De manera similar las actitudes 3 que corresponde a la prueba aplicada al finalizar la unidad didáctica equilibrio químico no presenta una correlación significativa con la evaluación final 2 (sig. 0,379) y las actitudes 4 que corresponde a la prueba aplicada al finalizar la unidad didáctica heterodispersos y soluciones no presenta una correlación significativa con la evaluación final 3 (sig. 0,630).

A pesar de la tendencia negativa de las actitudes con la aplicación de estas estrategias didácticas activas. Se mantuvieron siempre en el nivel neutral lo cual determinó que no incidieran en el logro de aprendizaje de la resolución de problemas.

Por lo anterior, se concluye que a pesar de que se observaban atentos y dispuestos a realizar las actividades, su participación estaba condicionada a la presión que ejerce el grupo, a las calificaciones y a la docente que estaba siempre pendiente. Esto condujo a resultados en el aprendizaje cada vez mejores pero las actitudes se mantuvieron neutras.

A pesar de que investigaciones previas como las de Afanador y Mosquera (2012) indiquen que el logro aprendizaje hacia las ciencias está determinado por las actitudes y que entre más autonomía del estudiante haya y contextualizado sea el material a aprender mejores serán esas actitudes. En este estudio no se encontró eso, posiblemente porque las estrategias didácticas aplicadas determinaron que aspectos como el trabajo en grupo, la atención personalizada de la docente, la asignación de responsabilidades colectivas generaran tensiones en los estudiantes que tendieron a ser cada vez más negativas sus actitudes neutras pero a la vez mostraran unas conductas favorables debido a que primó su sentido de responsabilidad y compromiso con si mismo y con sus compañeros que llevó a resultados de aprendizaje aceptables independientemente de sus actitudes.

Por otra parte, este estudio corroboró lo expuesto por Molina, Carriazo y Farías (2011) quienes indican que en un estudio previo sobre las actitudes hacia el aprendizaje de la química en estudiantes universitarios de diferentes carreras encontraron unas actitudes neutras en estudiantes de programas no relacionados con la química quienes la consideran útil para comprender como funciona la naturaleza pero no con intención de involucrarse en su estudio dado que la ven como un obstáculo actitudinal debido al grado de dificultad que representa.

Capítulo 5. Conclusiones y Recomendaciones

5.1 Logro de aprendizaje de la resolución de problemas

El hecho de que todos los grupos hayan presentado bajos resultados en la evaluación de entrada inicial indica que la estrategia didáctica tradicional de conferencia no preparó a los estudiantes para realizar un proceso autoreflexivo y de auto conocimiento, para que mediante la búsqueda de información pertinente pudieran resolver los problemas. Tampoco hubo un aprendizaje significativo de los conceptos previos necesarios para realizar la consulta de información que requerían.

Los resultados de este estudio permitieron evidenciar que antes de iniciar la aplicación de las estrategias didácticas, el grupo ABP presentó el menor desempeño en la resolución de problemas con la estrategia didáctica tradicional de conferencia docente debido a la menor intensidad horaria. Sin embargo, con la aplicación de la estrategia didáctica ABP fue el grupo que obtuvo mejores resultados en las tres unidades didácticas porque la estrategia prepara al alumno para empezar a realizar un aprendizaje autónomo, en el que aprende a consultar, seleccionar información, razona y mantiene un proceso de autorregulación que le permiten ser consciente de cada acción que ejecuta al resolver el problema e identifica donde comete los errores para corregirlos.

Los resultados de la evaluación de entrada ¹permiten deducir que la estrategia didáctica tradicional de conferencia docente no prepara al estudiante para que reflexione sobre las acciones que sigue al resolver el problema, esto porque el docente usa términos y analogías que muchas veces lo confunden más

y hacen que se mantengan conceptos erróneos sobre los contenidos expuestos por el profesor.

A pesar del bajo rendimiento de los tres grupos en la evaluación final 1 correspondiente a la unidad didáctica estequiometría todos los tres grupos obtuvieron medias totales por encima de 3,0 lo que significa, de acuerdo a los criterios establecidos en esta investigación, que los estudiantes presentaron logros de aprendizaje en la habilidad para resolver problemas, la media obtenida puede estar asociada a que era la primera vez en seguir los lineamientos de la estrategia didáctica. En consecuencia, su falta de adaptación a la estrategia didáctica determinó que el puntaje no fuera superior. Esto corrobora lo encontrado por Pulgar y Soto (2013) en una investigación con estudiantes de Ingeniería civil en un curso de Física quien obtuvo bajos resultados en el post-test debido a la falta de familiaridad de los alumnos con el ABP pues a pesar de la participación y colaboración, se observó una desorientación natural en la búsqueda de la información, por lo que recomiendan una aplicación prolongada de la estrategia didáctica.

Además la unidad didáctica estequiometría es una de las reportadas por varios investigadores como de mayor grado de complejidad y dificultad para los estudiantes junto con equilibrio químico y soluciones debido al lenguaje altamente formalizado y simbólico, manejo de algoritmos, organización y procesamiento de la información y por la percepción macroscópica de la materia que posee el alumno y no microscópica de que trata la química.

Por otra parte, de acuerdo con Obando (2013) es difícil para el estudiante el aprendizaje de conceptos de la unidad didáctica estequiometría porque debe desglosar la información, analizarla individualmente e integrarla nuevamente. Para esto el estudiante debe usar sistemas simbólicos y ecuaciones que representan la ley de proporciones definidas, la ley proporciones recíprocas y la ley de conservación de la masa, que explican el fenómeno químico, e integrar esos conocimientos teóricos para resolver la situación particular.

Este proceso es seguido por los estudiantes cuando aplican la estrategia didáctica ABP, desglosan el problema, identifican lo conocido y desconocido, analizan cada parte del problema, lo interpretan, resuelven y finalmente integran la información. Posiblemente el seguimiento de estos pasos de la estrategia didáctica al ser integrados en sus estructuras cognitivas son utilizados para afrontar nuevas situaciones que en este caso fueron los problemas de estequiometría. Lo que pudo favorecer en estos estudiantes su aprendizaje y determinó mejores resultados en la unidad didáctica en comparación con los otros dos grupos.

Además la estrategia didáctica ABP facilita el aprendizaje de la unidad estequiometría al favorecer los tres niveles de pensamiento según Johnstone requeridos para el aprendizaje de la química; el macroscópico (cuando comprueba sus soluciones), el submicroscópico (cuando consulta información que reflexiona y discute) y simbólico (cuando adquiere destreza en la solución de ejercicios u operaciones con la colaboración de sus compañeros de equipo).

Los resultados de la evaluación de entrada para la unidad didáctica equilibrio químico mostraron que los estudiantes no relacionan el conocimiento adquirido para explicar los fenómenos cotidianos, es decir, no integran los hechos observados en la red de significados que explican esos fenómenos dificultando la búsqueda de información pertinente para resolver los problemas. También se determinó que la forma como perciben los estudiantes sus experiencias de conocimiento difieren de lo esperado por el docente, por ejemplo, las percepciones de los alumnos son del nivel macroscópico y la del docente son del nivel microscópico. Esta separación hace que las experiencias de aula no produzcan el efecto de aprendizaje requerido para resolver los problemas.

Con la evaluación de entrada a la unidad didáctica equilibrio químico se verificó una baja permanencia de los aprendizajes vistos en grado noveno con la estrategia didáctica tradicional de conferencia docente debido a que se requerían conocimientos previos para buscar la información necesaria que les permitiera resolver los problemas, por consiguiente no pudieron consultar ni proponer soluciones acertadas.

La evaluación final de la unidad didáctica equilibrio químico reveló la complejidad de dichas temáticas para los estudiantes en los tres grupos a causa de las representaciones simbólicas, a su lógica, al manejo matemático y a la variedad de variables que inciden en un sistema en equilibrio lo cual no resulta comprensible para el estudiante, quien debe tratar de relacionar lo que observa macroscópicamente con el nivel microscópico y construir modelos mentales que le permitan interpretar el comportamiento de las sustancias desde las teorías

químicas que lo explican para resolver los problemas. Sin embargo, este proceso parece facilitarse más con la estrategia didáctica ADG debido a que permite que el estudiante observe los fenómenos, reflexione y discuta al respecto lo que mejora la comprensión de estos temas, de manera similar la estrategia didáctica ABP también parece ser una herramienta adecuada pero su efecto es menor en el desarrollo de la habilidad para resolver problemas y definitivamente la estrategia didáctica EPC parece no ser adecuada para abordar esta unidad didáctica al dar como resultado la media total más baja lo que significa que el proceso de aprendizaje de la unidad didáctica equilibrio químico con esta estrategia didáctica es más lento.

Por otra parte, la complejidad del cuerpo de conocimientos de que trata la unidad didáctica equilibrio químico hace aún más difícil su aprendizaje debido a la variedad de teorías que tratan de explicar el comportamiento de los sistemas en equilibrio. Al respecto Moncaleano et al. (2003) indican que se suele hacer una introducción descontextualizada de los conceptos, esto fue evidente en la rutina seguida con los estudiantes del grupo EPC dado que se trató de no dar tanta información a los estudiantes sino por el contrario expresar de la forma más sencilla los contenidos de los tópicos generativos, lo cual pudo conducir a una excesiva reducción de los contenidos que condujo a la no comprensión histórica de la construcción de las teorías que explican los sistemas en equilibrio lo que trajo como consecuencia su baja comprensión de la unidad didáctica.

El segundo aspecto que exponen estos autores es el hecho de no poder caracterizar macroscópicamente cuando un sistema químico ha alcanzado el

equilibrio. En este caso los estudiantes del grupo ADG, lograron a través de la determinación de propiedades termodinámicas y físicas comprender cuando los sistemas habían alcanzado el equilibrio lo que pudo facilitar el entendimiento de estos temas, mientras que el grupo ABP debió esperar hasta la comprobación de la solución del problema y el grupo EPC en la ejecución del proyecto de síntesis, lo que pudo generar vacíos conceptuales, falta de comprensión y dificultades de aprendizaje.

Moncaleano et al. (2003) indican que otro error en la enseñanza es la orientación operativista (se centra en la realización de cálculos) del estado de equilibrio y se hace poco análisis cualitativo de la situación problemática a nivel macroscópico y microscópico. Este error se cometió con mayor frecuencia en el grupo EPC quienes realizaron algunos desempeños de comprensión relacionados con la interpretación de cálculos y deducción de ecuaciones y cuando realizaron prácticas de laboratorio como desempeños de comprensión se enfatizó casi exclusivamente el nivel microscópico lo que dificultó su aprendizaje. Por el contrario el grupo ABP debido a las dinámicas propia de esta estrategia didáctica realizó suficientes debates, análisis y reflexiones sobre estos dos niveles. El grupo ADG también tuvo la oportunidad de reflexionar sobre el comportamiento microscópico al tratar de explicar los fenómenos que observaban y al proponer y verificar sus hipótesis, este proceso se hizo más conciente cuando completaban la V de Gowin lo que ayudo a que tuvieran mejores resultados.

Gil (1996) también habla de la necesidad de reiterar en diferentes contextos los nuevos conocimientos con el fin de afianzarlos y profundizarlos (Moncaleano

et al., 2003). Esto se trató de hacer en los grupos ADG y EPC. Pero el grupo ABP no tuvo esta oportunidad debido a que interesaba solamente abordar el problema planteado. Sin embargo, como cada grupo propuso su solución particular al problema todos lograron tener una visión sobre otras formas de abordar el problema.

En conclusión, la complejidad de los temas a ser tratados determinará cual es la estrategia didáctica más adecuada, en este caso, las estrategias ADG y ABP al propiciar el análisis de los niveles microscópicos y macroscópico de los sistemas en equilibrio, al contextualizar los conocimientos, al incitar un constructo teórico a partir del análisis cualitativo de los fenómenos macroscópicos favorecieron el aprendizaje de la unidad didáctica equilibrio químico.

Al comparar los resultados de la evaluación de entrada de la unidad didáctica heterodispersos y soluciones con las evaluaciones de entrada anteriores se obtuvo una mejora en los tres grupos en la habilidad para resolver problemas, lo que significa que las estrategias didácticas en estudio mejoraron el aprendizaje de la resolución de problemas. También indica que los conceptos previos a esta unidad didáctica presentaron mayor comprensión debido a su uso constante. Lo que significa que esos conceptos fueron asimilados y forman parte de la estructura conceptual del alumno. Al ser parte de su estructura conceptual el estudiante los utiliza para explicar fenómenos, resolver problemas y buscar nueva información que relaciona con la que ya posee.

Los resultados de la evaluación de entrada a la unidad didáctica soluciones y heterodispersos, mostraron que es necesario tratar de utilizar un lenguaje sencillo y conocido por el estudiante sin dejar de ser rigurosos en el lenguaje técnico, de manera que la formulación de los problemas tengan sentido para el estudiante y este se sienta motivado a resolverlo, esto también facilitará en el alumno la búsqueda de información pertinente a partir de lo que conoce.

Respecto a la tercera aplicación de las estrategias didácticas se puede indicar que cuando se introducen cambios respecto a la ejecución de las estrategias didácticas como ocurrió con la estrategia didáctica ADG que pasó de experiencias en el laboratorio solamente a combinar tanto experiencias en el laboratorio como experiencias interactivas con recursos de la web, los resultados en el aprendizaje de la resolución de problemas pueden ser más bajos. Esto debido a falta de adaptación a esos cambios y sobre todo porque surgen interrogantes en los estudiantes que no son discutidos y resueltos inmediatamente sino que deben ceñirse a las preguntas conductoras preestablecidas, lo que genera en ellos vacíos conceptuales.

Por otra parte, Buitrago (2012) indica que la dificultad en el aprendizaje de la unidad didáctica soluciones se debe a que los estudiantes mantienen la idea de continuidad de la materia lo que les dificulta comprender la relaciones entre los conceptos de disolución con los conceptos de sustancia simple, sustancia compleja y elemento. Esto conlleva a que el fenómeno de disolución sea interpretado desde los estados de agregación o clasificándolo en procesos físicos o químicos; desconociendo el fenómeno de solvatación que ocurre cuando se

pone en contacto un soluto con el solvente. Por lo que los estudiantes atribuyen propiedades macroscópicas a las partículas microscópicas lo que genera confusión entre estos dos sistemas de referencia.

Sin embargo, los resultados de la evaluación final de la unidad didáctica soluciones y heterodispersos en los tres grupos indican que esta unidad didáctica, a pesar de ser catalogada como una de las más difíciles para el aprendizaje (Bueno, 2013; Buitrago, 2012, Cárdenas, 2006), puede dar resultados satisfactorios con la aplicación de estrategias activas como el ABP y EPC en el aprendizaje de la resolución de problemas.

Al entender que la dificultad de la unidad didáctica soluciones está en las propiedades que atribuye el estudiante a los niveles macroscópico (observable) y microscópico (explicar el comportamiento a través de la interacción de partículas) las estrategias didácticas en estudio produjeron un efecto diferencial en la comprensión de estos dos sistemas de referencia, porque la estrategia didáctica ADG mediante la comprobación experimental de hipótesis favorece que el alumno comprenda que las características macroscópicas de los fenómenos químicos no se presentan en las partículas pero que las interacciones que se presentan entre partículas si explican el comportamiento macroscópico. Sin embargo, esto solo se logra cuando el estudiante reflexiona y discute. Reflexión que es dirigida por el docente a través de preguntas que van cuestionando al estudiante y que le permiten ir relacionando las teorías y conceptos para explicar el fenómeno, pero cuando ese proceso no se propicia como ocurrió con las páginas web, el estudiante mantiene sus concepciones erróneas porque no hay quien lo cuestione.

En este mismo sentido, la estrategia didáctica EPC al permitir la relación entre las experiencias previas y los contenidos teóricos a través de cuestionamientos que no logran ser explicados mediante el esquema conceptual del alumno, favorece que por medio de los tópicos generativos sean explicados y en consecuencia comprendan las explicaciones al nivel microscópico de los fenómenos macroscópicos, además las experiencias potenciadoras de los desempeños de comprensión que motivan al estudiante a que reflexione, proponga y discuta conllevan finalmente a que adquieran un aprendizaje significativo que puede utilizar de forma novedosa. Lo que determinó los mejores resultados en este grupo.

Por su parte, la estrategia didáctica ABP hace que el estudiante como agente autónomo y responsable de su proceso de aprendizaje identifique lo que conoce y no conoce y por medio de un trabajo cooperativo logre comprender desde diversos puntos de vista el nivel microscópico que explica los fenómenos macroscópicos. Sin embargo, si el estudiante no participa activamente en el grupo sus dificultades conceptuales no podrán ser superadas.

Por otra parte, los resultados de las evaluaciones de entrada y finalización indican que cuando los estudiantes no han observado el fenómeno o experimentado la situación que trata el problema les resulta más difícil proponer soluciones porque no logran imaginarse el hecho o situación, esto hace que intenten relacionar el problema con algo conocido y su búsqueda de información estará determinada necesariamente por el conocimiento que está en sus estructuras cognitivas, esto significa que si el estudiante no logra un aprendizaje

significativo no puede resolver problemas satisfactoriamente. En este caso las tres estrategias didácticas produjeron efectos diferentes en el aprendizaje y en consecuencia cada problema presentó un grado de dificultad diferente para cada grupo. Por eso se observó que un problema que resultó con una media alta para un grupo para otro no lo fue.

Los resultados en las evaluaciones de entrada y finalización, en sus tres aplicaciones, indican respecto a las clases de problemas que independientemente de cómo se estructuren los problemas, la dificultad para resolverlo está dada por el contenido y por su nivel de complejidad. En esta investigación por ejemplo, se propusieron problemas abiertos con datos que obtuvieron en algunas ocasiones medias altas y en otras bajas y lo mismo ocurrió con las demás clases de problemas.

Debido a que el logro de aprendizaje en las primeras aplicaciones fue básico se recomienda un proceso de adaptación a la estrategia didáctica activa con unidades didácticas que represente menor dificultad, para que el estudiante comprenda la dinámica propia de la estrategia didáctica, de manera que cuando se aborden unidades más complejas el estudiante haya adquirido mayor autonomía en su proceso de aprendizaje y reconozca la importancia de consultar, discutir y reflexionar la información para resolver sus propias inquietudes y como mecanismo de aprendizaje.

5.2 Comparación del efecto de las tres estrategias didácticas en el logro de aprendizaje de la resolución de problemas

Al comparar los efectos en el aprendizaje de la resolución de problemas de las tres estrategias didácticas se obtuvo que la estrategia didáctica aprendizaje basado en problemas (ABP) genera los mejores resultados de aprendizaje debido a la oportunidad que tienen los estudiantes de indagar, consultar, reflexionar, seleccionar información y discutirla, asumiendo responsablemente su proceso de auto aprendizaje en un ambiente cooperativo donde cada integrante del grupo asume un rol aportando a la construcción de conocimiento que incide en la forma como se asumen y abordan los problemas. Esto da como resultado un aprendizaje significativo pero los logros en el aprendizaje no son rápidos sino todo lo contrario lentos pero progresivos en el tiempo.

En segundo lugar está la estrategia didáctica enseñanza para la comprensión (EPC), debido a que conserva esta propuesta algunos elementos de la estrategia didáctica tradicional de conferencia docente como la preparación que realiza el profesor de los tópicos generativos y la explicación cuando es estrictamente necesaria. Esto hace que el proceso de adaptación del estudiante no sea tan drástico lo que redundará en una mayor motivación del estudiante y deseo por realizar los desempeños de comprensión.

El hecho de no dar al estudiante demasiada información poco relevante hace que el alumno se concentre en aquellos aspectos del conocimiento que son necesarios para alcanzar las metas de comprensión y logre establecer conexiones

entre sus conocimientos previos y la nueva información facilitando su comprensión. De esta manera construye un aprendizaje significativo que puede usar de forma novedosa en sus desempeños de comprensión y a su vez lo prepara para interpretar información, discutirla y llegar a conclusiones, aspectos que son necesarios durante la solución de un problema de química.

En tercer lugar está la estrategia didáctica aprendizaje por descubrimiento guiado (ADG) que presentó un efecto decreciente en el logro de aprendizaje de la resolución de problemas, esto debido a que la estrategia didáctica requiere más etapas de razonamiento para interpretar datos en comparación con los pasos de razonamiento requeridos durante la interpretación clásica, por ejemplo, la observación exige notar y reconocer una característica o aspecto específico o comparar ciertos detalles que deberán ser interpretados por el estudiante lo cual no resulta obvio para él, además de esto se suma para algunos alumnos sus dificultades para realizar interpretación de cálculos, la toma de datos y expresar conclusiones, esto corrobora la investigación realizada por Leenaars (2008) quien obtuvo resultados similares en una investigación realizada con un grupo de estudiantes en física.

A pesar de que los estudiantes realizan un trabajo experimental que representa un problema de conocimiento para el cual el alumno formula hipótesis, consulta información, resuelve y discute en cada paso interrogantes que tienen como fin cuestionar sus conocimientos pero también que él se formule nuevos interrogantes o problemas para analizar, discutir y verificar con sus compañeros, no parece tener un efecto favorable en el aprendizaje de la resolución de

problemas. Esto se presenta porque el alumno no relaciona esos conocimientos para usarlos en el contexto de nuevos problemas no experimentales.

Excepto en la unidad didáctica equilibrio químico para la cual la observación de fenómenos parece mejorar la comprensión del estudiante permitiéndole establecer relaciones adecuadas entre el fenómeno observado y los principios o teorías químicas que lo explican desde el nivel microscópico.

Lo anterior demostraría lo expuesto por Ausubel, Novak y Hanesian (2003) que la naturaleza del contenido a ser aprendido determinará la forma de ser aprendido y en consecuencia las estrategias didácticas de enseñanza que deba usar el docente.

En este caso la unidad didáctica estequiometría representaba la menor dificultad para los estudiantes respecto a las tres unidades didácticas, debido a que el estudiante puede observar macroscópicamente el fenómeno y establecer relaciones directas entre lo que observa y la explicación microscópica del fenómeno, por ejemplo, observa 2 sustancias con características y propiedades macroscópicas diferentes que producen en reacción una tercera sustancia diferente a las originales, puede observar también como unas se gastan y otras se producen y explicar el fenómeno en términos de la cantidad de sustancias dado que puede determinarlo con la balanza. En segundo lugar está la unidad didáctica soluciones y heterodispersos, el estudiante nuevamente puede relacionar directamente varios de los fenómenos que observa con su explicación teórica, mientras que en la unidad didáctica equilibrio químico el sistema en equilibrio no

es observable directamente sino que debe hacerlo a través de la determinación de ciertas propiedades. Por lo que los resultados obtenidos fueron mejores en la unidad didáctica estequiometría, soluciones y heterodispersos, y equilibrio químico respectivamente.

Entonces no se puede decir que haya una única estrategia didáctica que funcione en el aprendizaje de la química, mas bien hay estrategias didácticas que parecen funcionar mejor en el aprendizaje de ciertas unidades didácticas. Por eso se recomienda de acuerdo con los resultados obtenidos la aplicación de la estrategia didáctica aprendizaje basado en problemas para las unidades didácticas estequiometría, y heterodispersos y soluciones. Sin embargo, cuando los temas resulten ser demasiado complejos y abstractos para el alumno debido a los requerimientos previos en química, matemáticas, no se perciba macroscópicamente el fenómeno y requiera de razonamientos complejos como fue el caso de la unidad didáctica equilibrio químico es mejor optar por combinar la estrategia didáctica de aprendizaje por descubrimiento guiado con la estrategia didáctica ABP, la primera en cuanto al trabajo experimental guiado, donde el estudiante plantea una hipótesis que va resolviendo a medida que reflexiona y discute sobre lo observado y la segunda, en el planteamiento de problemas reales que deben ser resueltos por el alumno mediante la consulta de información, análisis de esa información y discusión grupal.

Otro aspecto importante en la aplicación de la estrategia didáctica ABP, es el acceso a los recursos informáticos y material de consulta, dado que el no poder hacer uso de ellos trae como consecuencia un logro de aprendizaje menor como

el obtenido en este estudio. Los estudiantes tuvieron acceso restringido por poca disponibilidad de los computadores en el colegio y porque debido a sus bajos recursos económicos no podían pagar externamente el servicio. Es importante entonces asegurarse de que los estudiantes cuenten con todos los recursos necesarios para llevar a cabo la estrategia didáctica.

5.3 Efecto del estilo cognitivo DIC en la interacción estrategia didáctica logro de aprendizaje de la resolución de problemas

No se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre estudiantes dependientes, intermedios e independientes con la aplicación de las tres estrategias didácticas en sus tres aplicaciones debido a que al ser las tres estrategias didácticas activas, buscan favorecer el trabajo autónomo de los estudiantes y por ende su estructura metodológica es similar a diferencia de las estrategias didácticas directivas. Corroborando lo encontrado por MacNeil (1980) y por Canino y Cicchelli (1988) quienes aplicaron la estrategia didáctica de aprendizaje por descubrimiento y una estrategia didáctica directiva ambas mediante el uso de computador y no encontraron efectos diferenciales significativos entre las dos estrategias didácticas según los autores porque el uso del computador flexibilizó la aplicación de ambas estrategias lo que disminuyó el efecto diferencial de ambas estrategias didácticas (Tinajero y Páramo, 2013).

Además cuando se utilizan materiales estructurados como los usados en las tres estrategias didácticas y en las evaluaciones se favorece en los estudiantes con tendencia a la dependencia de campo la reestructuración cognitiva favoreciendo su aprendizaje y por ende se disminuye las diferencias entre

dependientes e independientes lo que determinó que no se encontraran diferencias significativas en los resultados entre estudiantes con diferente estilo cognitivo corroborando lo encontrado previamente (Coventry,1989; Kapadia,1987; Kiser,1986 y López, Hederich y Camargo, 2012).

Lo anterior sugiere que es importante presentar el contenido a aprender por el estudiante lo más estructurado posible de esta forma se facilitará el proceso de aprendizaje de los estudiantes con un estilo cognitivo dependiente disminuyendo de esta manera las diferencias entre estudiantes de los dos polos del estilo DIC como se pudo evidenciar en este estudio. Presentar el material estructurado significa resaltar o enfatizar en aquellos aspectos que se consideran deben ser aprendidos como por ejemplo, acompañar el material a aprender mediante gráficos, imágenes, experiencias, pequeños interrogantes que guíen al estudiante a resolver preguntas más complejas.

5.4 Logro de aprendizaje determinado en los preinforme e informes de laboratorio

Respecto al primer preinforme de laboratorio se puede decir que el grupo ADG obtuvo la media más baja debido a que este grupo presentó el preinforme antes de empezar la introducción de la unidad didáctica porque en esta estrategia didáctica se espera que el estudiante plantee sus propias hipótesis, establezca los objetivos y con la observación continua de los fenómenos, consulta y discusión llegue a comprender los conceptos. Mientras que los estudiantes de los grupos ABP y EPC presentaron su preinforme casi finalizando la unidad didáctica por lo que ya tenía conocimiento sobre esta y pudieron presentar un preinforme más

elaborado en cuanto al marco teórico, cantidad de materiales y reactivos, resultados esperados y material bibliográfico de consulta.

Sin embargo, en el grupo ADG la instrucción guiada de la profesora mediante pequeños interrogantes hizo que los estudiantes propusieran prácticas no tan generales sino más bien centradas en los objetivos de aprendizaje a diferencia de los otros dos grupos.

Respecto a los otros dos grupos se puede decir que los estudiantes del grupo EPC mostraron mayor habilidad que los estudiantes ABP para describir los fenómenos lo cual puede deberse a que la estrategia didáctica incentiva al estudiante a expresar sus ideas de forma novedosa. Por su parte, el grupo ABP mostró mayores habilidades para analizar los fenómenos a la luz de las teorías químicas. Esto porque los estudiantes mantienen una comunicación constante con los compañeros de equipo logrando reflexionar y debatir por más tiempo lo que esperan obtener.

Del primer preinforme se puede concluir entonces, que los estudiantes de los grupos EPC y ABP lograron relacionar los nuevos contenidos de aprendizaje correspondientes a la unidad didáctica estequiometría con los conocimientos previos existentes en sus estructuras cognitivas expresando sus ideas mediante los esquemas y símbolos propios de la química de manera acertiva, al plantear objetivos acordes con lo que esperaba demostrar u obtener en la práctica proponiendo un procedimiento sistemático que permitiera verificar sus hipótesis y haciendo uso de la menor cantidad de recursos.

Respecto al informe de laboratorio sobre estequiometría la media más alta la obtuvo el grupo EPC esto debido a que la práctica correspondió a su proyecto de síntesis por lo que ejecutaron varios desempeños de comprensión previos que les dio pautas sobre lo que debían realizar y esperar en el laboratorio facilitando el posterior análisis de los resultados obtenidos.

El grupo ADG obtuvo la media más baja debido a que los estudiantes presentaron inicialmente dificultad para completar la V de Gowin. No dimensionaban su importancia ni como establecer las relaciones entre los resultados obtenidos con los conceptos y teorías químicas que los explicaban. Un aspecto importante en esta estrategia didáctica, es que el conocimiento no se presenta al estudiante en su forma final, porque se espera que sea él mismo quien lo descubra. Por lo que los resultados obtenidos en ese primer informe son coherentes con lo realizado y esperado para la primera práctica. Sin embargo, las posteriores prácticas al estar relacionadas con la primera permitieron que los estudiantes aclararan sus dudas y mostraron en sus informes mayor análisis de los fenómenos macroscópicos a partir de las teorías químicas que los explican.

Respecto al grupo ABP, por ser la primera vez que seguían esta estrategia didáctica les costo algo de trabajo adaptarse. Al ser el estudiante quien determina el aprendizaje que requiere para resolver el problema, su búsqueda de información, los análisis y las conclusiones a las que llegaron no fueron tan elaboradas conceptualmente hablando. Fueron muy generales sus apreciaciones sobre los fenómenos observados. Por ejemplo, indicaban que el rendimiento de la

reacción había sido bajo, según sus cálculos, pero sus explicaciones sobre el porqué, no daban cuenta sobre la ley de conservación de la masa.

Una de las características del ABP es que pone en juego los diferentes puntos de vista de cada integrante de grupo al analizar el problema. Sin embargo, lo que se determinó en el primer informe, es que la mayoría de los grupos se habían repartido cada uno de los aspectos que involucraba el informe. Por lo que los objetivos planteados por un estudiante no eran coherentes con las conclusiones del otro estudiante. Esto fue discutido posteriormente con los estudiantes y se dieron los espacios para que realizaran esos debates en clase lo que conllevó a mejores resultados en los posteriores informes.

Del primer informe se concluye entonces que la interpretación de resultados obtenidos en el laboratorio resulta ser difícil para los estudiantes de los grupos ADG y ABP debido a la falta de adaptación a la estrategia didáctica. En el grupo ABP por no comprender los roles que deben desempeñar los estudiantes en un esquema de autoaprendizaje, falta de pericia en la búsqueda de información pertinente, y baja habilidad para analizar y sintetizar la información. Corroborando lo encontrado por Rosenberg y Donald (1995) quienes indican que en un estudio previo con estudiantes universitarios presentaron baja habilidad para buscar información pertinente para resolver el problema, pero esto fue superado con la aplicación constante de la estrategia didáctica.

Bruner (1980) indica que el alumno no tiene una real comprensión hasta que no aplica el conocimiento en otras situaciones. Lo cual se verificó en el primer informe del grupo ADG donde sus análisis y razonamientos fueron escasos.

En el contexto del ADG, el aprender implica describir e interpretar la situación, aspecto realizado por la mayoría de los grupos, establecer relaciones, seleccionar, aplicar reglas, métodos, y construir sus propias conclusiones, lo cual fue escaso por las razones mencionadas en párrafos anteriores. Pero con la aplicación en nuevos contextos fueron mejorando esa habilidad como se comprueba en el informe de la unidad didáctica equilibrio químico.

Respecto al grupo EPC se concluye que las acciones que implican los desempeños de comprensión como explicar, justificar, explorar y vincular estimulan al estudiante para que trate de relacionar los fenómenos observados con las teorías químicas que lo explican mejorando sus comprensiones.

Continuando con el segundo preinforme, la media más baja de éste respecto al de estequiometría se justifica por el grado de dificultad mayor que representan estos temas. Dado que el alumno no logra establecer relaciones entre los fenómenos observados con los conceptos y teorías que lo explican porque el fenómeno no se percibe a simple vista sino es necesario determinar otras propiedades o características indirectas que comprueban el estado de equilibrio del sistema lo cual no es sencillo de comprender por los alumnos.

Respecto a las diferencias entre grupos, El grupo ADG obtuvo los mejores resultados debido a que adquirieron mayores destrezas tanto prácticas, como de

razonamiento con el trabajo práctico guiado constante. Esto les permitió proponer un preinforme más estructurado en comparación con los otros dos grupos.

Por su parte el grupo ABP con la experiencia adquirida en la primera aplicación de las estrategias didácticas, pudo plantear su propuesta para verificar la solución del problema de manera más reflexiva, se observó en los preinformes que el trabajo era el producto de las reflexiones de todos los compañeros del equipo. Sin embargo, se observaron algunas fallas respecto a cuestiones procedimentales lo cual sería de esperarse por su poca experiencia experimental. Por ejemplo, determinar el volumen con una probeta cuando debían proponer una pipeta.

Una de las ventajas de la aplicación de la estrategia didáctica ABP es que al seguir sus cuatro pasos básicos: identificar lo desconocido, consultar sobre lo desconocido, reflexionar y discutir sobre lo encontrado y resolver el problema; el estudiante va interiorizando esa rutina que no solo es aplicable a la solución de problemas sino también durante el planteamiento del preinforme e informe lo que contribuyó a obtener un resultado similar al de ADG.

Por su parte el grupo EPC obtuvo la media más baja, esto debido a su escasa comprensión de la unidad didáctica lo que les dificultó inicialmente plantear el preinforme como parte de su proyecto de síntesis. Un aspecto relevante en este grupo fue que los desempeños de comprensión no estaban relacionados, lo que pudo incidir dado que para que el estudiante establezca relaciones entre contenidos en sus redes mentales es necesario que halla aspectos de los conecte

entre sí y los haga ver como un sistema donde los conceptos se entrelazan de forma coherente. Al no percibir el estudiante esas relaciones en los desempeños de comprensión no pudieron usar esos conocimientos en el nuevo contexto del preinforme como se esperaba.

Nuevamente en el informe de equilibrio químico la media fue más baja comparada con el de estequiometría como se indicó, esto debido a la complejidad de la unidad didáctica.

Respecto a las diferencias entre grupos (para el informe 2) los mejores resultados de los grupos ADG y ABP se debieron a que estas estrategias didácticas implican que el estudiante, a partir de la observación razonada en el caso de ADG y la discusión sustentada del ABP, extrajeran información relevante del fenómeno observado. Sin embargo, por la dificultad que les representó los contenidos de la unidad didáctica, sus análisis de los fenómenos fueron más escasos y presentaron inconvenientes en la realización de los cálculos.

Por su parte el grupo EPC presentó mayores dificultades dado que los tópicos generativos no se relacionaron entre sí. Entonces, los estudiantes percibieron los contenidos como islas sin conexión lo que dificultó su comprensión de la unidad didáctica y en consecuencia los análisis y conclusiones no relacionaban el nivel microscópico con el nivel macroscópico observado.

Lo anterior nos lleva a concluir del segundo preinforme e informe sobre equilibrio químico que en la medida que las estrategias didácticas favorezcan la interpretación de los fenómenos macroscópicos mediante la observación, discusión, reflexión, consulta, y sobre todo al establecer relaciones coherentes

entre el fenómeno observado y su interpretación teórica, mayor será la comprensión del estudiante y en consecuencia su aprendizaje.

Los resultados del preinforme de la unidad didáctica soluciones y heterodispersos fueron mejores comparados con los de la unidad didáctica equilibrio químico, esto debido a que la aplicación constante de estas estrategias didácticas incrementa las habilidades de indagación, propositivas, reflexivas y analíticas de los estudiantes. A pesar de representar algo de dificultad los contenidos de esta unidad didáctica, las relaciones de los fenómenos macroscópicos con sus explicaciones al nivel microscópico fueron más acertadas. Esto debido a que es más sencillo para ellos de comprender la explicación del fenómeno macroscópico a partir del nivel microscópico (se identifican las propiedades del fenómeno) en comparación con la unidad didáctica anterior (no se identifican las propiedades del fenómeno directamente). Sin embargo, los resultados bajos obtenidos se debieron a que los estudiantes abordaron solo uno de dos aspectos que implicaba el informe lo cual incidió en el promedio.

En el informe de soluciones y heterodispersos los resultados nuevamente mejoraron respecto al informe de equilibrio químico. Observándose diferencias significativas entre los tres grupos siendo los más bajos para el grupo EPC, esto debido a la falta de tiempo para preparar el informe en equipo, y los resultados más altos para el grupo ADG.

Estas mejoras en los resultados del informe en los grupos ABP y ADG se debieron a que en el caso del grupo ABP adquirieron mayores habilidades de trabajo en equipo lo que les permitió ser más organizados en los tiempos y en las

responsabilidades asignadas a cada integrante del grupo por lo que tuvieron mas tiempo para discutir sobre los contenidos y menos sobre aspectos relacionados con el funcionamiento del grupo. En el grupo ADG también aprendieron a identificar más rápidamente los aspectos relevantes de los fenómenos observados por ejemplo, comprendieron que no era importante la coloración de la solución sino la cantidad de soluto disuelto en cierto volumen y como tratar de explicar esto a la luz de las teorías químicas. En este grupo también incidió el hecho de haber usado la herramienta web, porque les ayudó ha comprender a través de esquemas tridimensionales la teoría corpuscular.

Respecto a los resultados de los preinformes e informes de la unidad didáctica heterodispersos y soluciones se concluye que los resultados en el aprendizaje están condicionados no solamente al grado de dificultad que representen los contenidos, sino también a los dinámicas propiciadas por estas estrategias didácticas como son los tiempos de dedicación, la conformación de equipos, los materiales didácticos y los espacios físicos (laboratorio o sala de cómputo).

5.5 Permanencia de los aprendizajes de la unidad didáctica estequiometría

Los resultados de la prueba de permanencia de los aprendizajes al cabo de 3 meses de vista la unidad didáctica estequiometría, no fueron significativamente más bajos comparados con los resultados de la evaluación final 1. Esto se debe porque la aplicación de las estrategias didácticas activas implican reforzar los

temas previos. Entonces si un estudiante no comprende inicialmente algún tema puede posteriormente mejorar sus comprensiones sobre el tema.

Lo anterior significa que al mantener un uso constante de los conocimientos se puede superar las dificultades de aprendizaje que puedan llegar a presentarse con el uso de estrategias activas como las trabajadas en este estudio.

La evaluación final 1 mostró que la aplicación de estrategias activas puede dejar algunos temas poco claros para el estudiante. Sin embargo, las estrategias activas como las abordadas en este estudio hacen necesario abordar los temas nuevos a partir de los conocimientos previos. Lo que significa que el profesor debe tratar de conectar los nuevos temas a los abordados previamente de manera que se refuercen los conocimientos y se superen las dificultades y vacíos conceptuales de aquellos temas que no quedaron claros para el estudiante.

Una desventaja de las estrategias didácticas ABP y ADG es que no es posible abarcar todos los temas de una unidad didáctica, por lo que se recomienda tratar de plantear dos o más problemas en el caso de ABP de manera que cada problema abarque temas diferentes de la misma unidad didáctica y dos o más diseños experimentales en el caso de la estrategia didáctica ADG.

Por el contrario la estrategia didáctica EPC permite incluir todos los temas posibles de una unidad didáctica en el planteamiento de las metas de comprensión y en los tópicos generativos. El profesor puede incluso adicionar temas que no han sido programados inicialmente pero que debido a las necesidades de los estudiantes resulta conveniente abarcar.

5.6 Logro de aprendizaje de la resolución de problemas y las actitudes

Los resultados obtenidos en las tres aplicaciones permiten concluir que las estrategias didácticas de enseñanza usadas por el profesor no tienen incidencia significativa en el aprendizaje de actitudes, contradiciendo lo encontrado por investigadores como Varela, Ortiz y Livia (2009) quienes evaluaron las actitudes de profesor y estudiantes al aplicar una estrategia didáctica de enseñanza activa y obtuvieron resultados positivos en las actitudes en un 65,2% de los estudiantes.

Por otra parte si se encontraron correlaciones significativas entre las actitudes en cada aplicación lo que permitió comparar las actitudes antes y después de cada aplicación obteniendo como resultado una tendencia de las actitudes a ser cada vez más negativas. Sin embargo, los tres grupos permanecieron en el rango de actitudes neutras en las tres aplicaciones de las estrategias didácticas. También, se percibió en los grupos ADG y EPC, una tendencia a mejorar no significativamente en la última aplicación de las estrategias didácticas.

Esto lleva a concluir que las actitudes aprendidas son debidas a la falta de adaptación a las estrategias didácticas, a la complejidad de las unidades didácticas abordadas y a la incidencia de factores intrínsecos como el deseo y curiosidad por aprender y extrínsecos al estudiante que lo llevan a sacar buenas notas, a obtener la aprobación de sus compañeros y profesor, entre otros (Gómez, 2003).

A pesar de no encontrarse correlaciones significativas entre las estrategias didácticas y las actitudes, los estudiantes del grupo ABP en la primera aplicación de las estrategias didácticas obtuvieron las actitudes más altas de los tres grupos. En la segunda y tercera aplicación de las estrategias didácticas fue el grupo EPC, lo que lleva a concluir que esta última estrategia didáctica parece ejercer el efecto menos negativo en el aprendizaje de actitudes posiblemente porque se mantuvo algunos aspectos de la estrategia tradicional de conferencia docente que es la estrategia didáctica que tradicionalmente han seguido ellos y sus padres y por ende estas estrategias activas no solo son novedosas para ellos sino que además difieren con su percepción sobre cómo debe ser la enseñanza. Mazzitelli y Aparicio (2009) indican al respecto que el bagaje cultural que proporciona los marcos de percepción, los códigos y los valores relacionados con la pertenencia a un grupo social específico determinan las actitudes del estudiante. Por lo que era de esperarse actitudes no muy favorables con una estrategia didáctica que se sale de su esquema donde el profesor expone el material a aprender.

Respecto al logro de aprendizaje de la resolución de problemas y las actitudes se obtuvo que entre mejores eran los resultados en las evaluaciones finales, más negativas eran las actitudes y al determinar las correlaciones entre estas dos variables no hubo correlación lo que lleva a concluir que las actitudes de los estudiantes no inciden en el logro de aprendizaje de la resolución de problemas de química. Esto debido a que priman en el estudiante factores como aprobar el curso, mantener buenas relaciones con sus compañeros, debido a que

hacían parte de un grupo de trabajo y la presión que ejercen la docente y la familia. Lo que llevó a responder favorablemente en el aprendizaje.

Por lo anterior, sería necesario la aplicación continua de estas estrategias didácticas de manera que los educandos puedan adquirir poco a poco el hábito de participar activamente en su proceso de aprendizaje y de esta manera no perciban las actividades a realizar como una carga sino por el contrario reflexionen sobre la importancia de seguir un proceso de auto aprendizaje para adquirir habilidades analíticas, propositivas, discursivas y reflexivas necesarias tanto para el aprendizaje de las ciencias como para la vida cotidiana.

Capítulo 6. Referencias

- Acurio, C. y Chirán, J. (2014). Estrategias activas en el desarrollo de la inteligencia lingüística de los estudiantes de cuarto año de Educación Básica de la Unidad Educativa “Eduardo Mera”, de la ciudad de Ambato. *Repositorio Digital Universidad Técnica de Ambato*. Recuperado de: <http://repositorio.uta.edu.ec/jspui/handle/123456789/11576>
- Afanador, H. y Mosquera, C. (2012). Valoración de actitudes hacia la ciencia y actitudes hacia el aprendizaje de la Biología en Educación Secundaria. *Biografía. Escritos sobre la Biología y su Enseñanza*. 5 (8). Págs. 32-49. Recuperado de: <file:///C:/Users/Gladys%20Hurtado/Downloads/1607-5939-1-PB.pdf> [consulta: 27/07/15].
- Akanmu, A. y Fajemidagba, O. (2013). Guided-discovery Learning Strategy and Senior School Students Performance in Mathematics in Ejigbo, Nigeria. *Journal of Education and Practice*, 4(12). Págs. 82-90. Recuperado de: <https://www.unilorin.edu.ng/publications/akanmuma/Guided-discovery%20learning%20strategy.pdf> [consulta: 23/02/15].
- Alfieri, L., Brooks, P. J., Aldrich, N. J., & Tenenbaum, H. R. (2011). Does discovery-based instruction enhance learning? *Journal Of Educational Psychology*, 103(1), 1-18.

Almasoudi, B. (2012). Problem-based learning as a teaching method versus lecture-based teaching in respiratory therapy education. *Respiratory Therapy Theses. Georgia State University*. Paper 13.

Álvarez, G. (2011). *Símbolos, fórmulas, imágenes y palabras: sus implicaciones en la enseñanza y el aprendizaje de la estequiometría*. Universidad Nacional de Colombia. Medellín. Recuperado de: <http://www.bdigital.unal.edu.co/5871/1/71658095.2012.pdf> [consulta: 19/02/15].

Anderson, J. (2007). Effect of problem-based learning on knowledge acquisition, knowledge retention, and critical thinking ability of agriculture students in urban schools. *University of Missouri- Columbia*.

Anteliz, A. (2008). El aprendizaje en las ciencias naturales un problema de lenguaje. *Memorias IIEC 2008*, 2 (3). Págs. 67-75. Recuperado de: http://portalweb.ucatolica.edu.co/easyWeb2/files/44_204_v2-n3anteliz.pdf [consulta: 11/5/15].

Arellano, M. (2005). *La enseñanza para la comprensión en el aprendizaje de la fonética y fonología inglesa en el ámbito de la formación docente*. Universidad Nacional de San Luis. San Luis.

Arpí, C. et al. (2012). El ABP: origen, modelos y técnicas afines. *Innovación Educativa*, 216,14-18.

Assmann, H. (2005). Curiosidad y el placer de aprender. *El papel de la curiosidad en el aprendizaje creativo*. PPC. Madrid. Recuperado de:

<http://www.energiacreadora.es/ec-8/el-aprendizaje-por-descubrimiento/>
[consulta: 18/3/15].

Arteaga, A. (2005). El estres de adolescents. Casa Abierta al Tiempo. Universidad Autónoma Metropolitana. Psicología Social. Iztapalapa. México D.F.

Reucperado de:

http://saludxmi.cnpss.gob.mx/inpsiquiatria/portal/saludxmi/biblioteca/estres/002_ESTRES_enla_Adolescencia.PDF [consulta: 27/07/15].

Ausubel, D. Novak, J. y Hanesian, H. (2003). Psicología educativa un punto de vista cognoscitivo. Decimosexta reimpresión. México. Editorial Trillas.

Balim, A. (2009). The Effects of Discovery Learning on Students' Success and Inquiry Learning Skills. *Egitim Arastirmalari-Eurasian Journal of Educational Research*, 35, 1-20. Recuperado de: http://wiki.astrowish.net/images/e/e1/QCY520_Desmond_J1.pdf [consulta: 21/02/15].

Baquero, P. y Ruiz, H. (2005). La enseñanza para la comprensión: una visión integradora de los fundamentos y estrategias de la enseñanza. *Revista Actualidades Pedagógicas*, 46,75-83.

Barrón, A. (1991). Aprendizajepor Descubrimiento: Análisis crítico y reconstrucción teórica. Ed. Universidad de Salamanca y Amani: Salamanca.

Barrón, A. (1993). Aprendizaje por descubrimiento: principios y aplicaciones inadecuadas. *Investigación y Experiencias Didácticas. Enseñanza de las*

Ciencia, 11 (1). Págs. 3-11. Recuperado de:
<http://www.raco.cat/index.php/ensenanza/article/viewFile/39770/93221>
[consulta: 17/3/15].

Barrows, H. (1986). A taxonomy of problem-based learning methods. *Medical Education*, 20, 481-486.

Bien, E. (1974). The relationship of cognitive style and structured arithmetic materials to performance in fourth grade arithmetic. *Dissertation Abstracts International*, 35, 2040-2041.

Boyd, M. (2013). Introduction of Problem-based learning in a school of physiotherapy. *Royal College of Surgeons in Ireland*. Recuperado de <http://epubs.rcsi.ie/cgi/viewcontent.cgi?article=1020&context=mscttheses>

Bruner, J. (1961). The act of discovery, *Harvard Educational Review*, 31(11), 21-32.

Bruner, J. (1980). *Investigación sobre el desarrollo cognitivo*. España: Pablo del Río.

Bueno, R. (2013). *Diseño e implementación de una metodología didáctica para la enseñanza-aprendizaje del tema soluciones químicas, mediante las nuevas tecnologías: Estudio de caso en el grado 10° de la Institución Educativa Fe y Alegría del barrio popular 1, ciudad de Medellín*. Facultad de Ciencias. Universidad Nacional de Colombia. Recuperado de: <http://www.bdigital.unal.edu.co/9507/1/75092174.2013.pdf> [consulta: 11/03/15]

Buitrago, Y. (2012). *Las habilidades de pensamiento, el aprendizaje significativo, las soluciones químicas, y la solución de problemas interactuando en un proceso de investigación de aula*. Facultad de Ciencias. Universidad Nacional de Colombia. Recuperado de: http://www.bdigital.unal.edu.co/6692/1/tesis_corregida_yasmin.pdf [consulta: 11/3/15].

Cabrera, E. (s.f.). Aprendizaje colaborativo soportado por computador (CSCL): su estado actual. *Revista Iberoamericana de Educación*. Recuperado de: [http://campus.usal.es/~ofeees/NUEVAS_METODOLOGIAS/COLABORATIVO/729Cabrera108\[1\].pdf](http://campus.usal.es/~ofeees/NUEVAS_METODOLOGIAS/COLABORATIVO/729Cabrera108[1].pdf)

Cárdenas, F. (2006). Dificultades de aprendizaje en química: caracterización y búsqueda de alternativas para superarlas. *Ciência & Educação*, 12(3). 333-346.

Canedo, S. (2009). *Contribución al estudio del aprendizaje de las ciencias experimentales en la educación infantil: cambio conceptual y construcción de modelos científicos precursores*. Programa de Doctorado en Didáctica de las Ciencias Experimentales y la Matemática. Universitat de Barcelona.

Canelos, J., Taylor, W. y Gates, R. (1980). The effects of three levels of visual stimulus complexity on the information processing of field-dependents and field-independents when acquiring information for performance on three types of instructional objectives. *Journal of Instructional Psychology*, 7(2), 65-70.

- Canino, C. y Cicchelli, T. (1988). Cognitive styles, computerised treatments on mathematics achievement and reaction to treatments. *Journal for Education Computing Research*, 4 (3), 235-264.
- Castañeda, H. y Mosquera, C. (2012). Valoración de actitudes hacia la ciencia y actitudes hacia el aprendizaje de la biología en educación secundaria. *Biografía: Escritos sobre la Biología y su Enseñanza*, 5(8), 32-49.
- Castañeira, M. (2014). *Reconocimiento de facilitadores y obstructores del aprendizaje basado en problemas en la carrera de medicina de la UNL*. Universidad Nacional del Litoral. Maestría en Docencia Universitaria. Recuperado de: <http://bibliotecavirtual.unl.edu.ar:8080/tesis/xmlui/bitstream/handle/11185/784/Tesis.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Castelán, L. (2011). *Propuesta de actividades experimentales como estrategia didáctica en la enseñanza del tema "respiración celular" del bachillerato universitario*. Universidad Nacional Autónoma de México. Maestría en Docencia para la Educación Media Superior. Recuperado de: http://132.248.9.195/ptb2011/mayo/0669238/0669238_A1.pdf [consulta: 17/3/15].
- Castro, J. (2003). *Análisis de los componentes actitudinales de los docentes hacia la enseñanza de la matemática. Caso: 1ª y 2ª etapas de la educación básica. Municipio de San Cristobal- Estado Táchira*. Capítulo 2. Parte I. Teoría general de las actitudes. Universitat Rovira I Virgili. Recuperado de:

<http://www.tdx.cat/bitstream/handle/10803/8906/02CapituloPartel.pdf?sequence=3> [consulta: 6/4/15].

Castronova, J. (s.f.). *Discovery learning for the 21st century: Article manuscript*, Valdosta State University. Georgia. Recuperado de: http://chiron.valdosta.edu/are/artmanscrt/vol1no1/castronova_am.pdf [consulta: 21/02/15]

Çetin, Y. (2004). *Teaching logarithm by guided discovery learning and real life applications*. The Department Of Secondary Science And Mathematics Education, Master of Science, The Middle East Technical University. Recuperado de: <http://etd.lib.metu.edu.tr/upload/12604957/index.pdf> [consulta: 19/02/15].

Chavez, A. (2003). *El método de proyectos: una opción metodológica de enseñanza en primer grado de educación primaria*. Universidad Pedagógica Nacional. Secretaría de Educación Pública y Cultura. Sinaloa. Recuperado de: https://www2.sepdf.gob.mx/proesa/archivos/proyectos/guia_general/metodo_proyectos_upn.pdf [consulta: 02/11/16].

Clavel, M. y Torres, J. (2010). Acceso y permanencia en una educación de calidad. La enseñanza para la comprensión como marco conceptual para el mejoramiento de la calidad educativa: la estrategia de la evaluación integrativa. Congreso Iberoamericano de Educación 2021, Argentina. Recuperado de:

http://www.chubut.edu.ar/descargas/secundaria/congreso/ACCESO/R1857_Torres.pdf [consulta: 3/09/13]

Coll, C.; Mauri, T. y Onrubia, J. (2006). Análisis y resolución de casos problema mediante el aprendizaje colaborativo. *Revista de Universidad y Sociedad del Conocimiento*, 3(2), 29-39.

Costamagna, A. y Manuale, M. (2004). Estrategias de enseñanza para la comprensión: un enfoque alternativo. *Aula Universitaria*. 6. Recuperado de: <http://bibliotecavirtual.unl.edu.ar/ojs/index.php/AulaUniversitaria/article/view/1009/1532> [consulta: 19/08/14].

Cronbach, L (1975). *Mejoramiento de la comprensión y del descubrimiento*. México: Pax-Méjico.

Cruz, A. (2003). *Uso de estrategias de aprendizaje cooperativo para la enseñanza de la Biología en estudiantes de educación media superior de la Universidad Autónoma de Nuevo León*. Universidad Autónoma de Nuevo León, Nuevo León, México. Recuperado de <http://eprints.uanl.mx/2395/1/1020149429.PDF>[consulta: 19/02/14].

Del Valle, W. (2012). *Enseñanza de la Estequiometría con un enfoque sistemático*. Universidad Nacional de Colombia, Medellín. Recuperado de: <http://www.bdigital.unal.edu.co/8377/1/98521107.2012.pdf> [consulta: 19/02/15].

De Moran, J., De Bullaude, M. y De Zamora, M. (1995). Motivación hacia la química. *Enseñanza de las Ciencias*, 13 (1),66-71.

Díaz, C. (2012). *Prácticas de laboratorio a partir de materiales de la vida cotidiana como alternativa en el proceso de enseñanza- aprendizaje de la química*. Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Ciencias naturales y exactas. Manizales. Recuperado de: <http://www.bdigital.unal.edu.co/9499/1/8411005.2013.pdf> [consulta: 11/5/15].

D.I.D.E. Dirección De Investigación y Desarrollo Educativo. (2004). El Aprendizaje Basado en Problemas como técnica didáctica. Vicerrectorado Académico, Instituto Tecnológico y Estudios Superiores de Monterrey Recuperado de: <http://www.ub.es/mercanti/abp.pdf> [consulta: 21/5/16].

Edwards y Mercer. (1988). *El conocimiento compartido*, Barcelona, España: Paidós.

Fallon,E., Walsh, S y Prendergast, T. (2013). An Activity-based Approach to the Learning and Teaching of Research Methods: Measuring Student Engagement and Learning. *Irish Journal of Academic Practice*. 2(1). Recuperado de: <http://arrow.dit.ie/cgi/viewcontent.cgi?article=1019&context=ijap> [consulta: 16/02/15].

Fernández, L.. y Moreno, S. (2008) La química en el aula: entre la ciencia y la magia. *Mur=Ciencia2 del Consejo Escolar de la Región de Murcia*.

Recuperado de:http://www.murciencia.com/upload/comunicaciones/quimica-ciencia_y_magia.pdf [consulta: 13/3/15].

Fernández, A. (2006). Metodologías activas para la formación de competencias. *Educatio Siglo XXI*. 24.

Fernández, N. (2006). Estrategias de enseñanza para favorecer el aprendizaje significativo. *Revista Cognición*, 5, 12-18.

Floré, E. y Leymonié, J. (2007). *Planificaciones de aula que promueven la comprensión*. Didáctica Práctica para Enseñanza Media y Superior. Grupo Magro. Montevideo. Recuperado de: http://maristas.org.mx/gestion/web/articulos/planificaciones_aula_promueven_comprehension.pdf [consulta: 14/02/15].

Folk, S. (1999). *Understanding teaching for understanding in the mathematics classroom*. Doctor of Education. Department of Curriculum, Teaching & Learning Ontario Institute for Studies in Education of the University of Toronto. Canada.

Furió, C., Calatayud, M. y Bárcenas, S. (s.f.) Deficiencias epistemológicas en la enseñanza de las reacciones ácido-base y dificultades de aprendizaje. *Red Académica*. Recuperado de: http://www.pedagogica.edu.co/storage/ted/articulos/ted07_03arti.pdf [consulta: 12/08/15].

- Furió, C y Furió, C. (s.f.). Dificultades conceptuales y epistemológicas en el aprendizaje de los procesos químicos. De aniversario. *Educación Química*, 11(3),300-308.
- Furió, C. y Furió, C. (2000). Dificultades conceptuales y epistemológicas en el aprendizaje de los procesos químicos. *Revista Educación Química*, 11(3), 300-308.
- Galagovsky, L. Rodríguez, M. Stamati, N y Morales, L.(2003). Representaciones mentales, lenguajes y códigos en la enseñanza de ciencias naturales. Un ejemplo para el aprendizaje del concepto de reacción química a partir del concepto de mezcla. *Enseñanza de las Ciencias*,21 (1),107-211.
- Gil, D. (1983). Tres paradigmas básicos en la enseñanza de las ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, 1, 26-33.
- Gil, D. (1994). Relaciones entre conocimiento escolar y conocimiento científico. *Investigación en la Escuela*, 23,17-32.
- Glaser, R. (1974). Variables en el aprendizaje por descubrimiento, en Shulman, L.S., Keislar, E.R, Aprendizaje por descubrimiento. Evaluación crítica. México: Trillas.
- GMT (2006). Research for teachers. Jerome Bruner's constructivist model and the spiral curriculum for teaching and learning, *General Teaching Council for England*. Recuperado de: [http://www.tla.ac.uk/site/SiteAssets/RfT1/06RE031%20Jerome%20Bruner%](http://www.tla.ac.uk/site/SiteAssets/RfT1/06RE031%20Jerome%20Bruner%20)

27s%20constructivist%20model%20and%20the%20spiral%20curriculum%20for%20teaching%20and%20learning.pdf [consulta: 16/02/15].

Gómez, M. (2003). *Algunos factores que influyen en el éxito académico de los estudiantes universitarios en el área de química*. Universidad Autónoma de Barcelona. Bellaterra. Recuperado de: <http://www.tdx.cat/bitstream/handle/10803/4700/mgm1de1.pdf?sequence=1> [consulta: 16/3/15].

González, E. y Aljaro, M. (s.f.). *La influencia de la actitud hacia la metodología semipresencial en el aprendizaje autorregulado de los estudiantes*. Universidad Miguel Hernández de Elche. Recuperado de: <https://web.ua.es/es/ice/jornadas-redes-2011/documentos/posters/183766.pdf> [consulta: 04/3/17].

González, R. (2013). Aprendizaje por descubrimiento, enseñanza activa y geoinformación. Hacia una didáctica de la geografía innovadora. *Didáctica Geográfica*, 14, 17-36.

Guilar, M. (2009). Las ideas de Bruner: de la revolución cognitiva a la revolución cultural. *Educere*, 13, 44, 235- 241.

Guillamet, A. (2011). Influencia del aprendizaje basado en problemas en la práctica profesional. Tesis doctoral. Universidad de Granada. Facultad de Medicina. Recuperado de: <http://hera.ugr.es/tesisugr/20514505.pdf> [consulta: 19/3/15].

- Hederich, C. (2004). *Estilo cognitivo en la dimensión de independencia-dependencia de campo. Influencias culturales e implicaciones Para la educación*. Universitat Autònoma de Barcelona. Bellatera, España.
- Hederich, C. (2010) Acerca de la noción general de estilo en la educación – Pertinencia, importancia y especificidad-. En Actualidades Pedagógicas, No. 55, pp. 13-21.
- Hederich, C. (2013) Estilística Educativa. En Revista Colombiana de Educación, No. 64, pp. 21-56. DOI: 10.17227/1203916.rce6421
- Hederich, C. & Camargo, A. (2001). Estilo cognitivo y logro académico en la ciudad de Bogotá. En Revista Colombiana de Educación, no. 40-41, pp. 147-172.
- Hederich, C. & Camargo, A. (2015a) Cognitive style and educational performance. The case of public schools in Bogotá, Colombia. Educational Psychology, 36(4), 719-737. DOI: 10.1080/01443410.2015.1091916
- Hederich, C. & Camargo, A. (2015b) Estilística educativa –un campo de investigación en educación y pedagogía-. Revista Latinoamericana de Estudios Educativos, 11 (2): 134-167.
- Hernández, V. et al. (2011).La actitud hacia la enseñanza y aprendizaje de la ciencia en alumnos de Enseñanza Básica y Media de la Provincia de Llanquihue, Región de Los Lagos-Chile. *Estudios Pedagógicos XXXVII*, 1, 71-83.

- Herrera, A. (2013). *Aprendizaje basado en Problemas, una visión actual para la enseñanza de la enfermería*. Universidad Nacional de Colombia. Maestría en Educación. Recuperado de: <http://www.bdigital.unal.edu.co/11418/1/04868240.2013.pdf>
- Herrera, E. (2012). La uve de gowin como instrumento de aprendizaje y evaluación de habilidades de indagación en la unidad de fuerza y movimiento. *Paradigma*. 33(2). Recuperado de: http://www.scielo.org.ve/scielo.php?pid=S1011-22512012000200006&script=sci_arttext [consulta: 12/5/15].
- Hoffman, S.(2013). *Instruction for Discovery Learning: Levels of Implementation Exhibited by a Sample of Algebra I Teachers*. Faculty of the Graduate School of The University of Texas at Austin. Recuperado de: <http://repositories.lib.utexas.edu/bitstream/handle/2152/22230/HOFFMAN-THESIS-2013.pdf?sequence=1> [consulta: 17/02/15].
- Hung, C. (2012). Effects of problem-based learning on higher-order thinking in nursing education, *The University of Hong Kong (Pokfulam, Hong Kong)*. Recuperado de: <http://hub.hku.hk/handle/10722/192381>[consulta: 20/01/15]
- Ibargüengoitia, M. (2012). Influencia de algunos factores en el aprendizaje de la Química. Resultados de una investigación. México. D.F. Recuperado de: http://virtual.cudi.edu.mx:8080/access/content/group/6c6fbbea-1742-4cba-9417-d29b08ed91b6/2012_01_27/martha_ibarguengoitia.pdf [consulta: 9/5/15].

- Ibarra, L. (2006). Comunicación: una necesidad de la escuela de hoy. Facultad de Psicología, Universidad de la Habana. *Psicología online*. Recuperado de: http://www.psicologia-online.com/articulos/2006/comunicacion_escuela.shtml [consulta: 15/3/15].
- Ivanov, Y. (2002). *State discovery for autonomous learning*. Massachusetts Institute Of Technology. Recuperado de: http://characters.media.mit.edu/Theses/ivanov_phd.pdf [consulta: 17/3/15].
- Izquierdo, M. (1994). La V de Gowin, un instrumento para aprender a aprender (y a pensar). *Alambique*, 1, 114-124.
- Janssen, F., Tigelaar, D. y Verloop, N. (2009). Developing Biology Lessons Aimed at Teaching for Understanding: A Domain-specific Heuristic for Student Teachers, *Journal of Science Teacher Education*, 20(1), 1-20.
- Jaramillo, S. y Osses, S. (2012). Validación de un instrumento sobre metacognición para estudiantes de segundo ciclo de educación general básica. *Estudios Pedagógicos*, 38 (2), 117-131.
- Leenaars, F. (2008). *Supporting Data Interpretation and Model Evaluation during Scientific Discovery Learning* Universiteit Twente. Recuperado de: http://essay.utwente.nl/59652/1/scriptie_F_Leenaars.pdf [consulta: 19/02/15].
- Lopez-Vargas, O.; Hederich-Martínez, C. & Camargo-Uribe, A. (2012). Logro en matemáticas, autorregulación del aprendizaje y estilo cognitivo. *Suma Psicológica*, 19(2), 39–50.

- MacLead, F. (s.f.). Exploring an undergraduate public health learning environment through the teaching for understanding (TFU) framework. *National Academy third annual conference*, 133-138. Recuperado de: <http://files.eric.ed.gov/fulltext/ED539308.pdf>
- MacMath, S., Wallace, J. y Chi, X. (2009). Problem-based learning in mathematics. A tool for Developing Students' conceptual knowledge. *What Works? Research into Practice. The Literacy and Numeracy Secretariat*.
- Macneil, I.(1980), *The New Social Contract: An Inquiry into Modern Contractual Relations*, Yale University Press, New Haven, CT
- Mallart, J. (2000). Didáctica: del currículo a las estrategias de aprendizaje. *Revista Española de Pedagogía*, 217, 417-438.
- Mallart, J. (2001). Didáctica: concepto, objeto y finalidades. En Rajadell, N. y Sepúlveda, F. (Ed.), *Didáctica general para psicopedagogos*,.2- 4, España: Universidad Nacional de Educación.
- Marín, N. y Cárdenas, F. (2011). Valoración de los modelos más usados en la enseñanza de las ciencias basados en la analogía “el alumno como científico”. *Revista enseñanza de las ciencias*, 29(1), 35-46.
- Martínez, L., Villamil, Y. y Peña, D. (2006). *Actitudes favorables hacia la química a partir del enfoque ciencia, tecnología, sociedad y ambiente (CTSA)*. I Congreso Iberoamericano de Ciencia, Tecnología, Sociedad e Innovación

CTS+I. Recuperado de: <http://www.oei.es/memoriasctsi/mesa4/m04p53b.pdf>
[consulta: 7/4/15].

Mazaíro, I., Mazaíro, A. y Lavín, M. (s.f.). Estrategias didácticas para enseñar a aprender. Recuperado de <http://www.bibliociencias.cu/gsd/collect/libros/index/assoc/HASH143c.dir/doc.pdf>

Mazzitelli, C. y Aparicio, T. (2009). Las actitudes de los alumnos hacia las ciencias naturales, en el marco de las representaciones sociales y su influencia en el aprendizaje. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 8 (1), 193-215.

Mc Tighe, J. y Seif, E. (s.f.). Teaching for Meaning and Understanding a summary of underlying theory and research, *Pennsylvania Educational Leadership*, 24(1), 1-14.

Messik, S. (1994). The matter of style: Manifestations of personality in cognition, learning and teaching. *Educational Psychologist*, 29 (3), 121-136.

Ministerio de Educación Nacional (2013). *Secuencias didácticas en matemáticas Educación básica primaria. Matemáticas- primaria. Programa fortalecimiento de la cobertura con calidad para el sector educativo rural PERII*. Viceministerio de Educación. Preescolar, básica y media. Bogotá. D.C. ISBN: 978-958-691-546-5. Recuperado de: http://www.mineducacion.gov.co/1759/articles-329722_archivo_pdf_matematicas_primaria.pdf [consulta: 27/07/15].

Molina, M.; Carriazo, J. y Farías, D. (2011). Actitudes hacia la química de estudiantes de diferentes carreras universitarias en Colombia. *Química Nova*, 34 (9). Recuperado de: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-40422011000900032 [consulta: 27/07/15].

Moncaleano, H., Furió, C., Hernández, J. y Calatayud, M. (2003). Comprensión del equilibrio químico y dificultades en su aprendizaje. *Enseñanza de las ciencias*, Número extra, 111-118.

Montagut, P. (2010). Los procesos de enseñanza y aprendizaje del lenguaje de la química en estudiantes universitarios. *Educación química. Universidad Nacional Autónoma de México*, 21 (2), 126-138.

Montero, A. (s.f.). Presencia del enlace de conocimientos previos e información nueva de la EPC según la percepción de las estudiantes de la carrera de derecho en ULACIT. Recuperado de <http://bb9.ulacit.ac.cr/tesinas/Publicaciones/040937.pdf>

Morales, P. (2006). *La dimensión Emocional en el Aprendizaje y sus efectos*. Módulo ocho. Universidad Rafael Landívar. Editores Bankengruppe KfW. Guatemala, 3-53. Recuperado de: <http://biblio3.url.edu.gt/PROFASR/Modulo-Formacion/08.pdf> [consulta: 13/3/15].

Morales, P. (2011). *Propuesta Metodológica para un Proceso de Enseñanza Aprendizaje más Activo y Participativo en el Colegio Nacional Mixto "Aída"*

Gallegos de Moncayo”, Universidad Andina “Simón Bolívar”. Maestría en gerencia educativa. Quito.

Morales, P. y Landa, V. (2004). Aprendizaje basado en problemas. *Theoria*, 13,145-157.

Morán, O. y Monasterolo, R. (2009). Enseñanza- aprendizaje en robótica. Construcción de simuladores como actividades de comprensión. *Formación Universitaria*,2(4),31-36.Recuperado de: <http://www.scielo.cl/pdf/formuniv/v2n4/art05.pdf> [consulta: 29/04/14].

Moust, J.H.C., Bouhuijs, P.A.J. y Schmidt, H.G. (2007). *El aprendizaje basado en problemas: Guía del estudiante*. Cuenca: Ediciones de la UCLM.

Muñoz, O. et al. (2013). Actitudes que propician el aprendizaje de la Química en estudiantes universitarios conforme avanzan en la carrera. *Educación Química*. 24, número extraordinario 2, 529-437.

Norman, G.R., y Schmidt, H.G. (1992). The Psychological Basis of Problem-Based Learning: A Review of the Evidence. *Academic Medicine*, 67 (9), 557-565.

Noy, J. (2008). Aprendizaje significativo de conceptos de estequiometria inorgánica a partir de una unidad didáctica basada en la resolución de problemas. *Memorias IIEC*, 2 (3), 105-114. Recuperado de: http://portalweb.ucatolica.edu.co/easyWeb2/files/44_209_v2n3noy.pdf [consulta: 19/02/15].

Nuñez, P.y Acevedo, V. (s.f.). *El método de proyectos como estrategia de enseñanza y de evaluación en la universidad*. Simposio: Pensar la Universidad en sus Contextos. Perspectivas Evaluativas. Recuperado de: <https://fcecoordinacioneducacion.files.wordpress.com/2012/02/0016.pdf> [consulta: 19/02/15].

Obando, S. (2013). *Implementación de estrategias didácticas para la enseñanza de la estequiometría en estudiantes del grado once de enseñanza media*. Maestría en enseñanza de las Ciencias Exactas y Naturales. Universidad Nacional de Colombia. Medellín. Recuperado de: <http://www.bdigital.unal.edu.co/10308/1/36758490.2013.pdf> [consulta: 19/02/15].

Oliver, R. y Omari, A. (1999). Using online technologies to support problem based learning: Learners' responses and perceptions. *Australian Journal of Educational Technology*, 15 (1), 58-79.

Pardo, F. (2013). Metodología de aprendizaje por descubrimiento basada en los debates. *Máster Formación Profesorado Secundaria 2013*. Recuperado de: <http://academica-e.unavarra.es/bitstream/handle/2454/9864/TFM%20Metodolog%C3%ADa%20de%20Aprendizaje%20por%20Descubrimiento%20basada%20en%20debates.pdf?sequence=1> [consulta: 18/3/15].

- Perkins, D. (2010). Enseñanza para la Comprensión EpC. En <http://www.slideshare.net/cavalos82/la-enseanza-para-la-comprension-2010>. [consulta: 01/15/14].
- Perkins, D. (1992). *La escuela inteligente. Del adiestramiento de la memoria a la educación de la mente*, Barcelona: Gedisa.
- Perkins, D. y Blythe, T. (1994) "Putting Understanding up-front". *Educational Leadership* 51 (5), 4-7.
- Pijl, E.(2006).*History, Philosophy and Criticisms of Problem Based Learning in Adult Education*.Universidad de Calgary. Recuperado de: http://people.uleth.ca/~em.pijlzieber/Em_Pijl-Zieber_UofL.pdf [consulta: 26/02/15].
- Pogré, P. (2001). Enseñanza para la comprensión. Un marco para innovar en la intervención didáctica. Escuelas del futuro II. Capítulo 3, como planifican las escuelas que innovan. *Editorial Papers*. Pág. 2. Recuperado de: http://www.latitud-nodosur.org/IMG/pdf/Pogre-_EpC-_Un_marco_para_innovar.pdf
- Pozo, J. y Carretero, M. (1987). Del pensamiento formal a las concepciones espontáneas:¿Qué cambia en la enseñanza de las ciencias?, *Infancia y Aprendizaje*, 38,35-52.
- Pozó, J. y Gómez, M.(1998). *Aprender y Enseñar Ciencia: del conocimiento cotidiano al conocimiento científico*. Quinta edición. Ediciones Morata S.L. Madrid, 4,156, 157.

- Pozó, J.y Gómez, M. (2009). *Aprender y enseñar ciencia. Del conocimiento cotidiano al conocimiento científico.*, S.L. 1º edición. Madrid: Ediciones Morata,330.
- Pozó, J., Gómez, M., Limón, M., Sanz, M.(1991), *Procesos cognitivos en la comprensión de la ciencia : las ideas de los adolescentes sobre la química*, C.I.D.E., Colección Investigación.(65). Madrid, 215, 350.
- Pozó, J., Postigo Y. y Gómez, M. (1995). Aprendizaje de estrategias para la solución de problemas en ciencias. La resolución de problemas. *Alambique*, 5,16-26.
- Puentes, Y. (2001). *Organizaciones escolares inteligentes. Enseñanza para la comprensión, inteligencias múltiples, competencias organizacionales y prácticas alternativas de evaluación.* (2ª. ed.). Bogotá: Cooperativa Editorial Magisterio.
- Pulgar, J. y Soto, I. (2013). *Efectividad del aprendizaje basado en problemas en las estrategias de aprendizaje y conocimiento en física.* IX Congreso Internacional sobre Investigación en Didáctica de las Ciencias. Girona. 12-19 septiembre. Recuperado de: http://congres.manners.es/congres_ciencia/gestio/creacioCD/cd/articulos/art_460.pdf [consulta: 24/05/15].
- Reibelo, J. (1998). Metodo de enseñanza aprendizaje para la enseñanza por descubrimiento. *Aula Abierta*,71,123-147.

- Restrepo, B. (2005). Aprendizaje basado en problemas (ABP). Una innovación didáctica para la enseñanza universitaria. *Educación y Educadores*, 8, 9-20. Recuperado de: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=2040741> [consulta: 2/11/16].
- Rodríguez, H., Lugo, L. y Aguirre, C. (2004). Problem based learning as the basis of a medical curriculum reform in Medellin, Colombia. *Iatreia*, 17(3), 245-257. Recuperado de: http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S0121-07932004000300007 [consulta: 2/11/16].
- Rosenberg, W. y Donald, A. (1995). Evidence Based Medicine: An approach to clinical problem- solving. *British Medical Journal*, 310 (6987), 1122-1126.
- Rowell, J.. y Dawson, C. (1983). Laboratory counterexamples and the growth of understanding in science. *European Journal of Science Education*, 4, 299-309.
- Rubiales, R. (2013). Educación en museos. Notas sobre el aprendizaje, interpretación y sociedad del conocimiento. Mexico. Págs. 43. Recuperado de: http://www.ungs.edu.ar/ms_centro_cultural/wp-content/uploads/2013/12/Educaci%C3%B3n-e-interpretacion-en-museos.pdf [consulta: 13/07/14].
- Ruíz, M. Peme, C., Longhi, A. y Ferreyra, A. (2012). Enseñanza para la comprensión. Marco interpretativo de la construcción del conocimiento en clases de ciencias. *Campo Abierto*, 31(2), 113-137.

Salinas, J. (s.f.) Cambios metodológicos con las TIC. Estrategias didácticas y entornos virtuales de enseñanza-aprendizaje. Recuperado de: <http://mc142.uib.es:8080/rid=1K1RX87X3-25S6H65-4GJ/SALINAS,%20J.%20Cambios%20metodol%C3%B3gicos%20con%20las%20TIC.pdf> [consulta: 2/11/16].

Schmidt, H.G. (1983). Problem-based learning: rationale and description. *Medical Education*, 17, 11-16

Segarra, A. (2010). *Estrategias de aprendizaje en segundo, tercero y cuarto año de educación básica*. Universidad de Cuenca. Maestría en Educación y Desarrollo del Pensamiento. Cuenca- Ecuador. Recuperado de: <http://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/2774/1/tm4413.pdf> [consulta: 17/3/15].

Sierra, J. (1994). *Estilos cognitivos en niños sordos dependencia independencia de campo (DIC): implicaciones educativas*. Facultad de Educación. Universidad Complutense de Madrid. Madrid. Recuperado de: <http://biblioteca.ucm.es/tesis/19911996/S/5/S5006301.pdf> [consulta: 16/3/15].

Sierra, H. (2013). *El aprendizaje activo como mejora de las actitudes de los estudiantes hacia el aprendizaje*. Master en Formación del Profesorado de Eso, Bachillerato y Ciclos Formativos. Universidad Pública de Navarra. Recuperado de: <http://academica->

.unavarra.es/bitstream/handle/2454/9834/TFM%20HELENA%20SIERRA.pdf?sequence=1[consulta: 04/3/17].

Sindelar, T. (2010). The effectiveness of problem-based learning in the high school science classroom. *University of Nebraska- Lincoln*.

Solis, J. (2005). *El aprendizaje de las ciencias físicas mediante el descubrimiento guiado*. Instituto Tecnológico Superior de Lerdo. Maestría en Docencia de la Educación Tecnológica. México.

Stone, M. (1999). *La enseñanza para la comprensión*. Buenos aires: Editorial Paidós.

Strobel, J. y Barneveld, A.(2009). When is PBL More Effective?A Meta-synthesis of Meta-analyses Comparing PBL to Conventional Classrooms.” *Interdisciplinary Journal of Problem-Based Learning*, 3 (1). Recuperado de:<http://docs.lib.purdue.edu/ijpbl/vol3/iss1/4/>[consulta: 26/3/14].

Sulaiman, F. (2011). The effectiveness of problem-based learning (PBL) online on student's creative and critical thinking in physics at tertiary level in Malaysia. *The University of Waikato, New Zealand*. Recuperado de <http://waikato.researchgateway.ac.nz/>

Tinajero, C. y Páramo, M. (2013). El estilo cognitivo dependencia independencia en el proceso de enseñanza aprendizaje. *Revista Colombiana de Educación*, 64, 57-78.

Tocci, A., Midhi, M., Vallejo, A. y Jubert, A. (2011). Las TIC como mediadoras en el desarrollo de desempeños de comprensión en un curso de química básica. Universidad Nacional de la Plata. Facultad de Ingeniería. La Plata.

Recuperado de:

<http://www.ing.unlp.edu.ar/investigacion/archivos/jornadas2011/cb03.pdf>

Valeiras, B. (2006). Las tecnologías de la información y la comunicación integradas en un modelo constructivista para la enseñanza de las ciencias. Universidad de Burgos. Programa Internacional de Doctorado Enseñanza de las Ciencias. Departamento de Didácticas Específicas. Burgos.

Varela, L., Ortiz, P. y Livia, J. (2009). Actitudes de docentes y estudiantes de pregrado de medicina hacia la metodología activa de enseñanza-aprendizaje. *Revista Médica Herediana*, 20 (3). Recuperado de: http://www.scielo.org.pe/scielo.php?pid=S1018-130X2009000300008&script=sci_arttext [consulta: 16/3/15].

Veemans, K. (2003). *Intelligent support for discovery learning*. Twente University Press, Netherlands. Recuperado de: <http://users.utu.fi/koevee/VeermansIntSupforDL.pdf> [consultado 17/02/15].

Vilches, A. y Furió, C. (1999). *Ciencia, tecnología, sociedad: implicaciones en la educación científica para el siglo XXI*. I Congreso Internacional "Didáctica de las Ciencias" y VI Taller Internacional sobre la Enseñanza de la Física "La Enseñanza de las Ciencias a las puertas del siglo XXI". Recuperado de: <http://www.oei.es/salactsi/ctseduacion.htm> [consulta: 14/3/15].

Vizcarro, G. y Juárez, E. (2008). Qué es y como funciona el aprendizaje basado en problemas?. España: Universidad de Murcia, Servicio de Publicaciones. ISBN.978-84-8371-778-3.

Wilke, R. y Straits, W. (2001). The effects of discovery learning in a lower-division biology course. *Advances in Physiology Education Published* , 25(2),62-69. Recuperado de: <http://advan.physiology.org/content/25/2/62> [consulta: 24/02/15].

Zarza, O. (2009). Aprendizaje por Descubrimiento. *Revista digital Innovación y Experiencias Educativas*. 18. Recuperado de: http://www.csi-csif.es/andalucia/modules/mod_ense/revista/pdf/Numero_18/OLGA_ZARZA_CORTES01.pdf [consulta: 19/3/15].

Zúñiga, A. (2012). *Personalización del proceso de enseñanza-aprendizaje*. Máster Universitario En Profesorado De E.S.O, Bachillerato, Formación Profesional Y Enseñanzas De Idiomas, Artísticas Y Deportivas.Universidad de Zaragoza. Zaragoza. Recuperado de: <http://zaguan.unizar.es/record/8472/files/TAZ-TFM-2012-520.pdf> [consulta: 18/3/15].

ANEXOS

Anexo 1

APRENDIZAJE BASADO DE PROBLEMAS

INSTRUMENTO DE METACOGNICIÓN

Estimado(a) estudiante:

Con el objeto de apoyarte para que mejores tus aprendizajes, a continuación te presentamos un conjunto de afirmaciones que te solicitamos encarecidamente respondas completo en la forma más honesta posible.

Por favor, marcar con una X la respuesta que más se aproxime a lo que tú piensas o haces.

	Totalmente de acuerdo	Parcialmente de acuerdo	Totalmente en desacuerdo
1. Es bueno descomponer un problema en problemas más pequeños para resolverlo			
2. Yo pienso en diversas maneras para resolver un problema y luego escojo la mejor			
3. Yo imagino el problema para decidir cómo resolverlo			
4. Yo decido lo que necesito hacer antes de comenzar una tarea			
5. Sé que pasos debo seguir para resolver un problema			
6. Voy revisando los objetivos para saber si los estoy logrando			
7. Lo que aprendo me debe servir para comprender otras cosas			
8. Se que aprendí cuando puedo explicar otros hechos			
9. Me puedo dar cuenta que no aprendí			
10. Cuando voy a comenzar una tarea me pregunto qué quiero lograr			
11. Me propongo objetivos con cada tarea			
12. Me pregunto si lo estoy haciendo bien			
13. Controlo el tiempo para saber si terminaré mi trabajo en clases			
14. Cuando termina la clase me pregunto si pude poner atención a lo importante			
15. Para comprender más, leo y vuelvo a leer			

16. Yo necesito leer más lento cuando el texto es difícil			
17. Yo creo que es bueno diseñar un plan antes de comenzar a resolver una tarea			
18. Cuando no sé lo que significa una palabra la paso por alto			
19. Me siento más seguro(a) si planifico algo antes de hacerlo			
20. Para mí es difícil poner atención en clases			
21. A mí me resulta más difícil que a mis compañeros aprender química			
22. Yo sé que mi memoria es frágil por lo que se me olvidan algunas cosas			
23. Me distraigo con facilidad en clases			
24. Si aprendo de memoria se me olvida fácilmente			
25. Me molesta no entender en la clase			
26. Cuando tengo un error me gusta saber cuál es			
27. No me gusta quedar con dudas en una clase			
28. Cuando me saco una mala nota trato de mejorarla después			
29. Yo confío en lo que soy capaz de aprender			
30. Yo me preocupo de saber si aprendí			
31. Yo subrayo porque así aprendo más fácilmente			
32. A mí se me hace más fácil recordar subrayando			
33. Si no entiendo algo prefiero preguntarle a mis compañeros			

Anexo 2

APRENDIZAJE BASADO DE PROBLEMAS

Unidad didáctica Estequiometría

Para la preparación de cierto queso se requiere cloruro de calcio el cual se encuentra agotado y lo han contratado a usted para que a partir de 5,0L de ácido clorhídrico al 50% que tiene una densidad de 0.45g/mL y 400,0g de hidróxido de calcio al 89% obtenga el cloruro de calcio. ¿Qué cantidad de cloruro de calcio obtendrá? ¿Cómo lo va a obtener? ¿Cuáles son los posibles contaminantes?

¿Cómo puede asegurar usted que obtendrá el cloruro de calcio sin contaminantes?

Formen grupos de 5 estudiantes que trabajarán durante las siguientes semanas para resolver el problema anterior.

Sesión 1. Análisis cualitativo del problema

1. Lean cuidadosamente el problema formulado. Con sus propias palabras y basados en lo que ha aprendido hasta el momento traten de explicar lo que entienden del problema entreguen el documento a la docente.
2. Consulten en internet, textos, libros, revistas técnicas y con la docente los términos que no comprendan.
3. Elaboren un listado de los aspectos que no son claros y averigüen que significan.
4. Discutan y lleguen a acuerdos respecto a los términos indagados.
5. Entreguen el consolidado por escrito a la profesora.

6. Discusión grupal
7. Cada integrante evalúe como fue su desempeño y como puede mejorarlo.
Llenar el instrumento de metacognición
8. Evalúen el desempeño del grupo, sus integrantes y la docente.

Sesión 2. Formulación de hipótesis o lluvia de ideas

1. Lean nuevamente el problema e identifiquen cuantas partes tiene.
2. Elaboren sus hipótesis de solución al problema. (Para poder formularlas indaguen los conceptos o temas que considere necesarios, pidan asesoría de la docente para la consulta si así lo requieren)
3. Entreguen por escrito sus hipótesis de trabajo. Recuerden siempre justificar lo que proponen.
4. Discusión grupal.
9. Cada integrante evalúe como fue su desempeño y como puede mejorarlo.
Llenar el instrumento de metacognición
5. Evalúen el desempeño del grupo, sus integrantes y la docente.

Sesión 3. Identificación de aspectos conocidos y desconocidos.

1. Lean el problema e identifiquen que datos tienen y cuales deben averiguar.
2. Identifiquen cuales son las variables, conceptos o principios que pueden servir para resolver el problema.(realicen las consultas que consideren necesarias por internet, en textos, revistas, libros, etc. y a la docente cuando lo consideren necesario)
3. Entreguen por escrito lo realizado.

4. Discusión grupal.
10. Cada integrante evalúe como fue su desempeño y como puede mejorarlo.
Llenar el instrumento de metacognición
5. Evalúen el desempeño del grupo, sus integrantes y la docente.

Sesión 4. Diseño y ejecución de la estrategia.

1. Elaboren un diseño de la solución que le darán al problema, tengan en cuenta las hipótesis que se formularon, las variables del problema y toda la información encontrada hasta el momento.
2. Elaboren un diagrama de flujo de los pasos que seguirán para la solución.
(realicen todas las indagaciones y revisión documental que consideren necesaria. Recuerden consultar a la docente cuando lo requieran)
3. Realicen los cálculos que crean convenientes.
4. Diseñen una práctica de laboratorio donde puedan comprobar sus hipótesis.
5. Entreguen por escrito su propuesta de práctica de laboratorio. (este pre informe debe contener: título, objetivos, materiales, reactivos, diagrama de flujo del procedimiento a seguir, resultados esperados y bibliografía)
6. Discusión grupal. Expongan a todo el curso lo realizado hasta este momento.
7. Ejecuten la práctica que se propusieron.
8. Entreguen un informe de los resultados obtenidos en el laboratorio.
11. Cada integrante evalúe como fue su desempeño y como puede mejorarlo.
Llenar el instrumento de metacognición.

9. Evalúen el desempeño del grupo, sus integrantes y la docente.

Sesión 5. Análisis e interpretación de la información.

1. Discutan los resultados obtenidos en la práctica y los propuestos inicialmente en teoría.
2. Entreguen un documento escrito donde realicen el análisis de los resultados obtenidos hasta este momento.
3. Cada integrante evalúe como fue su desempeño y como puede mejorarlo. Llenar el instrumento de metacognición.
4. Evalúen el desempeño del grupo, sus integrantes y la docente.

Sesión 6. Conclusiones y evaluación.

1. Discutan las conclusiones a las que llegaron de todo el trabajo realizado y entreguen por escrito su solución. Recuerden que deben sustentar su solución con los resultados obtenidos experimentalmente.
2. Discusión grupal. Expongan en carteleras toda su estrategia de solución, la solución y las conclusiones a las que han llegado. (tengan en cuenta indicar que inconvenientes tuvieron durante la ejecución y como los resolvieron).

Anexo 3

APRENDIZAJE BASADO DE PROBLEMAS

Unidad didáctica Equilibrio químico

Una de las formas de determinar si una fuente de agua está contaminada es mediante la cantidad de las siguientes especies presentes en el agua, CO_2 , H_2CO_3 Y $(\text{HCO}_3)^{-1}$, $(\text{CO}_3)^{-2}$ si tienes una muestra de agua de un lago y deseas saber si está contaminado ¿cómo puedes determinar la concentración de los iones mencionados anteriormente? ¿cuáles son los límites permitidos para considerar que no está contaminada? ¿En qué consiste la demanda bioquímica de oxígeno y cómo la puedes determinar? ¿en qué consiste la demanda química de oxígeno?, ¿cómo se presenta el equilibrio de las especies CO_2 , H_2CO_3 Y $(\text{HCO}_3)^{-1}$, $(\text{CO}_3)^{-2}$ en el agua? ¿Qué diferencias hay en el pH del agua potable y la fuente de agua contaminada?

Formen grupos de 5 estudiantes que trabajarán durante las siguientes semanas para resolver el problema anterior. Establezcan funciones y roles que desempeñarán cada uno en el grupo.

Realicen en el grupo de trabajo la lectura del artículo “química del medio ambiente” que les servirá como introducción a la solución del problema.

Motá, A. Antonio (2011). Química del medio ambiente. Parte II. El agua. Departamento de Química Inorgánica. Facultad de Ciencias. Universidad de Granada. <http://www.ugr.es/~mota/Agua.html>

A los estudiantes se les entregará una muestra de una laguna contaminada cuando llegue el momento de experimentar.

Sesión 1. Análisis cualitativo del problema

12. Lean cuidadosamente el problema formulado y consulten en internet, textos, libros, revistas técnicas y con la docente los términos que no comprendan.
13. Elaboren un listado de los aspectos que no son claros e indaguen que significan.
14. Discutan y lleguen a acuerdos respecto a los términos indagados.
15. Entreguen el consolidado por escrito a la profesora.
16. Discusión grupal
17. Cada integrante evalúe como fue su desempeño y como puede mejorarlo.
18. Evalúen el desempeño del grupo, sus integrantes y la docente.

Sesión 2. Formulación de hipótesis o lluvia de ideas

6. Lean nuevamente el problema e identifiquen cuantas partes tiene.
7. Elaboren sus hipótesis de solución al problema. (Para poder formularlas consulten los conceptos o temas que considere necesarios, pidan asesoría de la docente para la consulta si así lo requieren)
8. Entreguen por escrito sus hipótesis de trabajo. Recuerden siempre justificar lo que proponen.
9. Discusión grupal.
10. Cada integrante evalúe como fue su desempeño y como puede mejorarlo.

11. Evalúen el desempeño del grupo, sus integrantes y la docente.

Sesión 3. Identificación de aspectos conocidos y desconocidos.

Lean el problema e identifiquen que datos tienen y cuales deben averiguar.

6. Identifiquen cuales son las variables, conceptos o principios que pueden servir para resolver el problema.(realicen las consultas que consideren necesarias por internet, en textos, revistas, libros, etc. y a la docente cuando lo consideren necesario)
7. Entreguen por escrito lo realizado.
8. Discusión grupal.
9. Cada integrante evalúe como fue su desempeño y como puede mejorarlo.
10. Evalúen el desempeño del grupo, sus integrantes y la docente.

Sesión 4. Diseño y ejecución de la estrategia.

10. Elaboren un diseño de la solución que le darán al problema, tengan en cuenta las hipótesis que se formularon, las variables del problema y toda la información encontrada hasta el momento.
11. Elaboren un diagrama de flujo de los pasos que seguirán para la solución. (realicen todas las indagaciones y consulta documental que consideren necesaria recuerden preguntar a la docente cuando lo requieran)
12. Realicen los cálculos que crean convenientes.
13. Diseñen una práctica de laboratorio donde puedan comprobar sus hipótesis.

14. Entreguen por escrito su propuesta de práctica de laboratorio. (este pre informe debe contener: título, objetivos, materiales, reactivos, diagrama de flujo del procedimiento a seguir, resultados esperados y bibliografía)
15. Discusión grupal. Expongan a todo el curso lo realizado hasta este momento.
16. Ejecuten la práctica que se propusieron.
17. Entreguen un informe de los resultados obtenidos en el laboratorio
18. Cada integrante evalúe como fue su desempeño y como puede mejorarlo.
19. Evalúen el desempeño del grupo, sus integrantes y la docente.

Sesión 5. Análisis e interpretación de la información.

5. Discutan los resultados obtenidos en la práctica y los propuestos inicialmente en teoría.
6. Entreguen un documento escrito donde realicen el análisis de los resultados obtenidos hasta este momento.
7. Cada integrante evalúe como fue su desempeño y como puede mejorarlo.
8. Evalúen el desempeño del grupo, sus integrantes y la docente.

Sesión 6. Conclusiones y evaluación.

3. Discutan las conclusiones a las que llegaron de todo el trabajo realizado y entreguen por escrito su solución. Recuerden que deben sustentar su solución con los resultados obtenidos experimentalmente.

4. Discusión grupal. Expongan en carteleras toda su estrategia de solución, la solución y las conclusiones a las que han llegado. (tengan en cuenta indicar que inconvenientes tuvieron durante la ejecución y como los resolvieron).

Anexo 4

APRENDIZAJE BASADO EN PROBLEMAS

Unidad didáctica Heterodispersos y soluciones

Se requiere preparar un shampoo para el cual se usará como agente espumante lauril sulfato de sodio, pero este presenta una baja solubilidad en agua. ¿Cómo se puede preparar el shampoo utilizando esta materia prima? Si el shampoo debe quedar con consistencia semifluida y transparente ¿Qué se le debe añadir? ¿Qué afecta la solubilidad de una sustancia? ¿Si una gaseosa es transparente y traslúcida y un gel para cabello es también traslúcido y transparente porque la primera es una solución y el segundo un coloide?

Formen grupos de 5 estudiantes que trabajarán durante las siguientes semanas para resolver el problema anterior. Establezcan funciones y roles que desempeñarán cada uno en el grupo.

Sesión 1. Análisis cualitativo del problema

1. Lean cuidadosamente el problema formulado y consulten en internet, textos, libros, revistas técnicas y con la docente los términos que no comprendan.
2. Elaboren un listado de los aspectos que no son claros e investiguen que significan.
3. Discutan y lleguen a acuerdos respecto a los términos indagados.
4. Entreguen el consolidado por escrito a la profesora.
5. Discusión grupal.

6. Cada integrante evalúe como fue su desempeño y como puede mejorarlo.
7. Evalúen el desempeño del grupo, sus integrantes y la docente.

Sesión 2. Formulación de hipótesis

1. Lean nuevamente el problema e identifiquen cuantas partes tiene.
2. Elaboren sus hipótesis de solución al problema. (Para poder formularlas investiguen los conceptos o temas que considere necesarios, pidan asesoría de la docente para la consulta si así lo requieren)
3. Entreguen por escrito sus hipótesis de trabajo. Recuerden siempre justificar lo que proponen.
4. Discusión grupal.
5. Cada integrante evalúe como fue su desempeño y como puede mejorarlo.
6. Evalúen el desempeño del grupo, sus integrantes y la docente.

Sesión 3. Identificación de variables.

1. Lean el problema e identifiquen que datos tienen y cuales deben averiguar.
2. Identifiquen cuales son las variables del problema.(realicen las consultas que consideren necesarias por internet, en textos, revistas, libros, etc. y a la docente cuando lo consideren necesario)
3. Entreguen por escrito las variables identificadas.
4. Discusión grupal.
5. Cada integrante evalúe como fue su desempeño y como puede mejorarlo.
6. Evalúen el desempeño del grupo, sus integrantes y la docente

Sesión 4. Diseño y ejecución de la estrategia.

1. Elaboren un diseño de la solución que le darán al problema, tengan en cuenta las hipótesis que se formularon, las variables del problema y toda la información encontrada hasta el momento.
2. Elaboren un diagrama de flujo de los pasos que seguirán para la solución. (realicen todas las indagaciones documentales que consideren necesaria recuerden consultar a la docente cuando lo requieran)
3. Realicen los cálculos que crean convenientes.
4. Diseñen una práctica de laboratorio donde puedan comprobar sus hipótesis.
5. Entreguen por escrito su propuesta de práctica de laboratorio. (este pre informe debe contener: título, objetivos, materiales, reactivos, diagrama de flujo del procedimiento a seguir, resultados esperados y bibliografía)
6. Discusión grupal. Expongan a todo el curso lo realizado hasta este momento.
7. Ejecuten la práctica que se propusieron.
8. Entreguen un informe de los resultados obtenidos en el laboratorio.
9. Cada integrante evalúe como fue su desempeño y como puede mejorarlo.
10. Evalúen el desempeño del grupo, sus integrantes y la docente.

Sesión 5. Análisis de resultados.

1. Discutan los resultados obtenidos en la práctica y los propuestos inicialmente en teoría.

2. Entreguen un documento escrito donde realicen el análisis de los resultados obtenidos hasta este momento.
3. Cada integrante evalúe como fue su desempeño y como puede mejorarlo.
4. Evalúen el desempeño del grupo, sus integrantes y la docente.

Sesión 6. Conclusiones y evaluación.

1. Discutan las conclusiones a las que llegaron de todo el trabajo realizado y entreguen por escrito su solución. Recuerden que deben sustentar su solución con los resultados obtenidos experimentalmente.
2. Discusión grupal. Expongan en carteleras toda su estrategia de solución, la solución y las conclusiones a las que han llegado. (tengan en cuenta indicar que inconvenientes tuvieron durante la ejecución y como los resolvieron).

Anexo 5

ENSEÑANZA PARA LA COMPRENSIÓN

Unidad didáctica estequiometría

Hilo conductor

Para la preparación de cierto queso se requiere dicloruro de calcio el cual se encuentra agotado y lo han contratado a usted para que a partir de 5,0L de ácido clorhídrico al 50% que tiene una densidad de 0.45g/mL y 400,0g de hidróxido de calcio al 89% obtenga el cloruro de calcio. ¿Qué cantidad de cloruro de calcio obtendrá? ¿Cómo lo va a obtener? ¿Cuáles son los posibles contaminantes? ¿Cómo puede asegurar usted que obtendrá el dicloruro de calcio sin contaminantes?

Meta de comprensión

- Los estudiantes determinarán en forma adecuada el reactivo limitante y el rendimiento químico en procesos de transformación química.

Desempeños de comprensión

Desempeño 1

Discuta con sus compañeros si saben ¿cómo se prepara un queso?, han escuchado hablar sobre el cloruro de calcio? ¿Para qué sirve?, ¿Cómo se puede conocer la masa de un objeto?, ¿Cómo obtiene el tendero la masa de lo que vende?, ¿Cómo se puede saber la cantidad de leche que trae una bolsa? ¿a qué

hace referencia cuando decimos que la leche está pura? ¿cuando preparamos un producto en casa y decimos que este rindió a qué hacemos referencia?

Entregar a la profesora el consolidado de la discusión del grupo.

Desempeño 2

A continuación aprenderás sobre algunas temáticas que te permitirán resolver las preguntas del tópico generativo. Lee con detenimiento y resuelve las preguntas que se plantean. Si tienes dudas consulta al docente.

TALLER

Todas las preguntas que resuelva debe justificarlas.

Tópico generativo 1: MOL

Así como utilizamos el concepto de docena para referirnos a 12 unidades de cualquier cosa, en química utilizamos el concepto de **mol** que hace referencia al número de Avogadro 6.023×10^{23} unidades. Pero como en química hacemos referencia a cosas muy pequeñas como: átomos, electrones, moléculas, etc, entonces esta cantidad tan grande de unidades se justifica. Por ejemplo: 6023000000000000000000000 átomo de sodio (Na) que son 1mol de sodio presenta un peso atómico de 22,989 (obsérvalo en la tabla periódica).

Ejemplo:

Cuántos iones sulfato (SO_4)⁻² hay en 36g de sulfato de hierro (II) FeSO_4 ?

Para resolver el ejercicio sigamos estos pasos:

1. Partamos del dato que nos da el ejercicio: 36g FeSO₄

2. Determinemos el peso molecular de la sal así: multiplicamos el número de átomos de cada elemento por su peso atómico.

Fe 1 átomo x 55,85 g/mol = 55,85 g/mol

S 1 átomo x 32,06 g/mol = 32,06g/mol

O 4 átomos x 16,00g/mol = 64,00g/mol

Sumamos todos los valores obtenidos: (55,85 +32,06 + 64,00)g/mol = 151,91g/mol

FeSO₄

3. Decimos que en 1 mol de FeSO₄ hay 151,91g por tanto, establecemos la relación:

$$36\text{g FeSO}_4 * \frac{1\text{mol Fe SO}_4}{151,91\text{g FeSO}_4} = 0.24 \text{ mol FeSO}_4$$

4. Sabemos que en 1 mol, en este caso de FeSO₄ hay 1 mol de (SO₄)⁻², entonces nuevamente establecemos la relación:

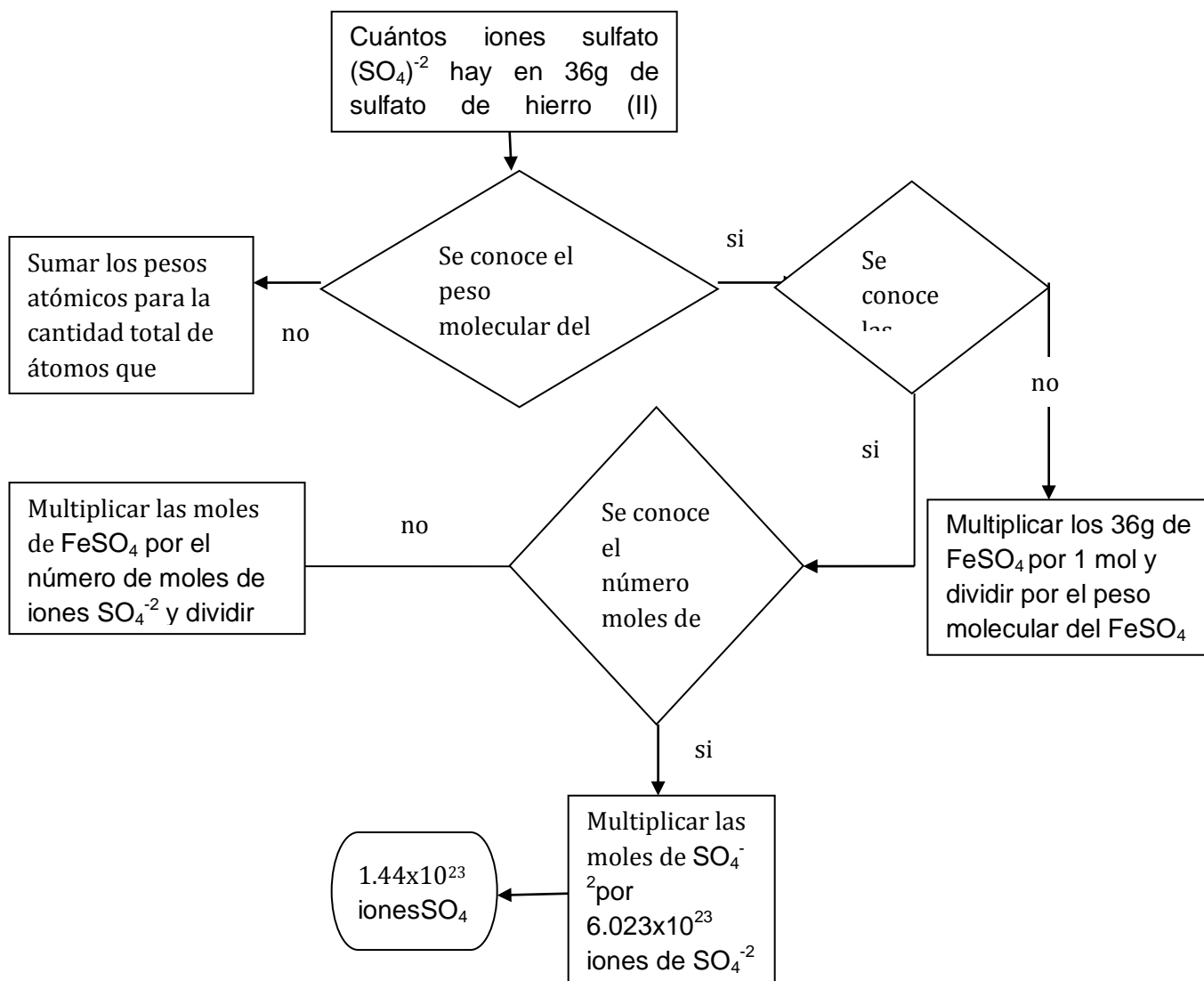
$$0.24 \text{ mol FeSO}_4 * \frac{1\text{mol (SO}_4\text{)}^{-2}}{1 \text{ mol FeSO}_4} = 0.24 \text{ mol (SO}_4\text{)}^{-2}$$

5. Ahora, aplicamos el concepto de mol, en 1 mol hay 6,023x10²³ iones sulfato, y establecemos nuevamente la relación:

$$0.24 \text{ mol (SO}_4\text{)}^{-2} * \frac{6,023 \times 10^{23} \text{ iones (SO}_4\text{)}^{-2}}{1\text{mol (SO}_4\text{)}^{-2}} = 1,44 \times 10^{23} \text{(SO}_4\text{)}^{-2}$$

6. La respuesta es: 1,44x10²³ iones sulfato (SO₄)⁻²

Representemos mediante un diagrama de flujo el proceso anterior.



Resuelve los siguientes ejercicios de acuerdo al ejemplo anterior.

1.1 Cuántos iones cloruro hay en 500g de NaCl?

- a) 45×10^{24} iones Cl^-
- b) $5,15 \times 10^{24}$ iones Cl^-
- c) $6,36 \times 10^{23}$ iones Cl^-
- d) $51,53 \times 10^{22}$ iones Cl^-

1.2 Cuántos átomos de azufre hay en 23 moles de S?

- a) $3,57 \times 10^{24}$ átomos S
- b) $2,18 \times 10^{25}$ átomos S
- c) $1,73 \times 10^{25}$ átomos S
- d) $1,38 \times 10^{25}$ átomos S

1.3 Cuántas moléculas de agua H_2O hay en 300,5g H_2O ?

- a) 5.46×10^{23} moléculas de H_2O b) 1.00×10^{25} moléculas de H_2O
c) 16.69 moléculas de H_2O d) 4.99×10^{22} moléculas de H_2O

1.4 Cuántos iones de Cl^- hay en 406,32g de $CaCl_2$?

- a) 5.67×10^{22} iones Cl^- b) 3.66 iones Cl^-
c) 2.21×10^{24} iones Cl^- d) 4.41×10^{24} iones Cl^-

1.5 Cuántos gramos de $Fe(OH)_3$ hay en 1.12×10^{25} moléculas?

- a) 1.986.92g $Fe(OH)_3$ b) 0.054g $Fe(OH)_3$
c) 6.74×10^{48} g $Fe(OH)_3$ d) 345.45g $Fe(OH)_3$

Tópico generativo 2: Pureza Química

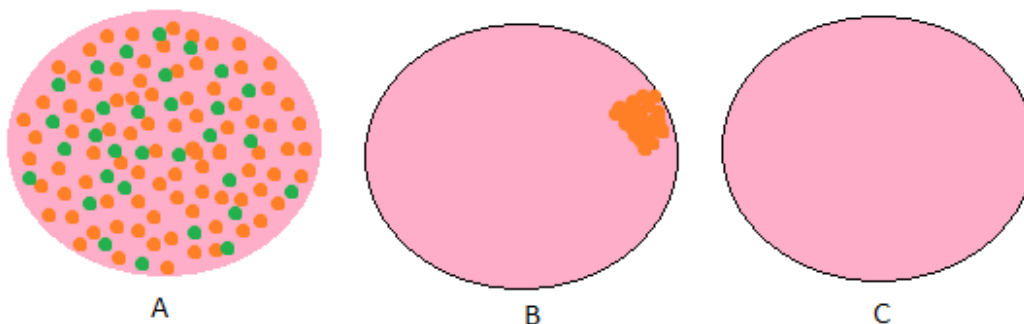
Un rey ordenó al joyero elaborar una corona en oro. Para esto le entregó un lingote de 500g, una vez el joyero llegó con la corona, el rey la mandó a verificar para saber si era completamente en oro, y el resultado fue: 80% en oro, 15% Cu y 5% Zn, Con qué cantidad de oro se quedó el joyero?

Para resolverlo sigamos estos pasos:

1. La **pureza** de un producto en química se define como: el porcentaje de la misma sustancia en el producto, donde el total del producto es el 100%.

Para esto se aplica la ecuación $\%P = \frac{\text{masa sustancia pura} * 100\%}{\text{Masa total}}$

Para que comprenda mejor observe las figuras:



De las tres figuras podemos decir que la más pura es C porque tiene la misma especie en todas partes (el color rosado) y A es la menos pura porque tiene tres especies diferentes (rosado, verde, naranja), la B tampoco es pura porque en un extremo tiene una pequeña porción naranja.

En el ejercicio los 500g son la masa total y necesitamos hallar la masa de sustancia pura y conocemos el porcentaje de pureza.

1. Entonces despejamos de la ecuación, masa sustancia pura.

$$(1) \%P = \frac{\text{masa sustancia pura} * 100\%}{\text{Masa total}}$$

$$(2) \text{masa sustancia pura} = \frac{\%P * \text{masa total}}{100\%}$$

2. Reemplazamos en la ecuación (2)

$$\text{Masa Au} = \frac{80\% * 500\text{g}}{100\%} = 400\text{g Au}$$

$$\text{Masa Cu} = \frac{15\% * 500\text{g}}{100\%} = 75\text{gCu}$$

$$\text{Masa Zn} = \frac{5\% * 500\text{g}}{100\%} = 25\text{gZn}$$

3. Aunque hicimos el ejercicio con cada elemento, solamente restamos a la masa

total del lingote la cantidad de oro (Au) utilizada para saber con cuanto oro se quedó el joyero.

$$500\text{g totales} - 400\text{gAu} = 100\text{g}$$

El joyero se quedó con 100g de oro los cuales reemplazó por 75g de cobre y 25g de zinc.

Resuelve los siguientes ejercicios de acuerdo al ejemplo anterior.

2.1 Cierta mineral que pesó 300g contenía: 60%P, 32%N y el excedente en Fe
¿Qué cantidad había de cada elemento en el mineral?

- | | |
|-------------------------|-------------------------|
| a) 24gFe, 180gN y 96g P | c) 180gP, 96gN y 24g Fe |
| b) 180gFe, 96gN y 24g P | d) 160gP, 36gN y 24g Fe |

2.2 Cuál es la pureza en litio de 500g de sulfuro de litio que contiene 120g de litio?

- | | |
|----------|----------|
| a) 36,9% | c) 32,8% |
| b) 26,0% | d) 24,0% |

2.3 Se tienen 110,14g de una muestra que contiene óxido de hierro II FeO, si después del respectivo análisis químico se sabe que solamente el 33.65% es de hierro que cantidad del óxido hay en la muestra?

- | | |
|---------------|---------------|
| a. 3.71g FeO | b. 47.68g FeO |
| c. 37.06g FeO | d. 54.67g FeO |

2.4 Realiza el diagrama de flujo correspondiente para el ejercicio 7.3

2.5 Qué cantidad se debió tomar de una muestra si 45.89g que corresponde al 53.45% son de Ca?

a.24.52g

b.61.32g

c.85.85g

d.99.34g

Tópico generativo 3: Fórmula Molecular

Se tomó 318g de un compuesto que contenía 128g de oxígeno, 64,1g de azufre y 127,1g de cobre ¿Cuál es la fórmula molecular del compuesto?

Para saberlo, seguimos estos pasos:

1.Pasemos todas las cantidades de masa a moles, con ayuda de los pesos atómicos de la tabla periódica:

$$128\text{g O} * \frac{1 \text{ mol O}}{16,0\text{gO}} = 8 \text{ mol O} \quad \text{--}\rightarrow \text{observe en la tabla periódica el peso atómico.}$$
$$64,1\text{g S} * \frac{1 \text{ mol S}}{32,1\text{g S}} = 2 \text{ mol S}$$
$$127,1\text{g Cu} * \frac{1 \text{ mol Cu}}{63,5\text{g Cu}} = 2 \text{ mol Cu}$$

2.Dividimos los valores obtenidos entre el menor valor para obtener la relación de moles:

$$\frac{8}{2} = 4\text{O} \quad \frac{2}{2} = 1\text{S} \quad \frac{2}{2} = 1 \text{ Cu}$$

3.Escribir el resultado obtenido empezando por: metales, hidrógenos, no metales y oxígenos. CuSO_4

Realiza el diagrama de flujo de este ejercicio.

3.1 Cuál es la fórmula molecular de un compuesto que contiene silicio: 84,3g; oxígeno: 192g; potasio: 234,6g

a) K_2SO_4

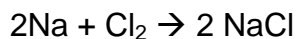
c) K_2SO_3

b) $\text{K}_5\text{S}_2\text{O}_8$

d) $\text{K}_2\text{S}_3\text{O}_6$

Para determinar el reactivo limitante debemos seguir estos pasos:

1. Plantear la ecuación de reacción balanceada.



2. Debemos pasar las cantidades dadas por el ejercicio de masa a moles, utilizando los pesos atómicos que aparecen en la tabla periódica.

$$30\text{g Na} * \frac{1 \text{ mol Na}}{22,99\text{gNa}} = 1,30\text{mol Na}$$

$$50\text{g Cl}_2 * \frac{1 \text{ mol Cl}_2}{70,9\text{gCl}_2} = 0,70 \text{ mol Cl}_2$$

3. Como ya conocemos la cantidad de moles que hay de cada especie y observamos en la ecuación que: por cada 2 mol de Na se forman 2 moles de NaCl y por cada 1 mol de Cl₂ se forman 2 moles de NaCl.

Entonces establecemos las relaciones:

$$1,30 \text{ mol Na} * \frac{2 \text{ mol NaCl}}{2 \text{ mol Na}} = 1,30 \text{ mol NaCl}$$

$$0,70 \text{ mol Cl}_2 * \frac{2 \text{ mol NaCl}}{1 \text{ mol Cl}_2} = 1,40 \text{ mol NaCl}$$

4. Observamos la especie que haya producido la menor cantidad del producto NaCl
Na que originó 1,30 mol NaCl por tanto el sodio es el reactivo limitante.

5. Pasamos esas moles del producto NaCl a gramos para saber la cantidad obtenida.

$$\text{Na: } 22,99 * 1 = 22,99$$

$$\text{Cl: } 35,45 * 1 = 35,45$$

$$58,44\text{gNaCl} \leftarrow \text{peso molecular}$$

$$1,30 \text{ mol NaCl} * \frac{58,44\text{g NaCl}}{1 \text{ mol NaCl}} = 75,97\text{g NaCl}$$

se obtuvo 75,97g de la sal cloruro de sodio.

5. Para saber el porcentaje de rendimiento de la reacción aplicamos la siguiente

ecuación:

$$\%R = \frac{\text{Cantidad obtenida} * 100\%}{\text{Cantidad estequiométrica}}$$

$$\%R = \frac{70\text{g NaCl} * 100\%}{75,97\text{g NaCl}} = 92,14\%$$

El rendimiento de la reacción fue del 92,14%.

4.1 Cuál fue el rendimiento en la reacción de 50gH₂SO₄ con 70g de K(OH), si se obtuvo 10,0g del producto K₂SO₄

- a) 36,2%
- b) 95,4%
- c) 276,2%
- d) 100%

4.2 Cuál es el reactivo limitante en la reacción de 150g NaOH y 70g HClO?

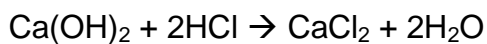
- a) NaOH
- b) HClO
- c) NaClO
- d) ninguno

4.3 Realice el diagrama de flujo para el ejercicio 4.2

4.4 Qué cantidad de LiOH se forma en la reacción de 400g de óxido de litio con suficiente H₂O?

- a) 610g LiOH
- b) 400g LiOH
- c) 293,8g LiOH
- d) 320,5g LiOH

4.5 Cuál es el rendimiento de la reacción de 50g de Ca(OH)₂ con suficiente HCl si se obtuvo 70g de CaCl₂



- a) 93,5%
- b) 70,5%

c) 82,8%

d) 100%

4.6 Realice el diagrama de flujo para el rendimiento químico del ejercicio 4.5.

4.7 Qué cantidad teórica se debe obtener de $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$ en la reacción de 75g de HNO_3 al 96% en pureza con 98g de $\text{Cu}(\text{OH})_2$ al 56% de pureza? Y Cuál es el reactivo limitante R.L?

a) 106.90g $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$ y R.L HNO_3
 HNO_3

b) 105.02g $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$ y R.L

c) 105.02g $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$ y R.L $\text{Cu}(\text{OH})_2$
 $\text{Cu}(\text{OH})_2$

d) 106.89g $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$ y R.L

Desempeño 4

Proyecto de síntesis.

La docente explica la solución del tópico generativo junto con los estudiantes que han previamente indagado sobre la solución. Finalmente los estudiantes entregan un documento escrito de su solución al hilo conductor o tópico generativo teniendo en cuenta los resultados obtenidos en el laboratorio y lo trabajado en la teoría.

Valoración continua

La docente hace el acompañamiento constante de los estudiantes durante la aplicación de cada desempeño de comprensión y también durante el desarrollo del taller, resolviendo sus dudas, al finalizar cada sesión de clase la docente recoge los avances en el taller y junto con el estudiante hace las correcciones a las que haya lugar de tal manera que el estudiante entrega en la siguiente sesión las correcciones. Al finalizar cada temática realiza un refuerzo y genera nuevos ejercicios e interrogantes a los estudiantes a fin de evaluar sus

progresos. La coevaluación la harán dos integrantes del grupo cada vez que el estudiante entregue sus desempeños de comprensión.

Anexo 6

ENSEÑANZA PARA LA COMPRENSIÓN

Unidad didáctica equilibrio químico

Hilo conductor

Una de las formas de determinar si una fuente de agua está contaminada es mediante la cantidad de las siguientes especies presentes en el agua, CO_2 , H_2CO_3 Y $(\text{HCO}_3)^{-1}$, $(\text{CO}_3)^{-2}$ si tienes una muestra de agua de un lago y deseas saber si está contaminado ¿cómo puedes determinar la concentración de los iones mencionados anteriormente? ¿cuáles son los límites permitidos para considerar que no está contaminada? ¿En qué consiste la demanda bioquímica de oxígeno y cómo la puedes determinar? ¿en qué consiste la demanda química de oxígeno?, ¿cómo se presenta el equilibrio de las especies CO_2 , H_2CO_3 Y $(\text{HCO}_3)^{-1}$, $(\text{CO}_3)^{-2}$ en el agua? ¿Qué diferencias hay en el pH del agua potable y la fuente de agua contaminada?

Metas de comprensión

- Los estudiantes comprenderán como se establece el equilibrio en un sistema químico.
- Los alumnos expresarán en forma correcta las ecuaciones químicas que permitan describir un sistema en equilibrio.
- Los estudiantes describirán y resolverán correctamente ejercicios relacionados la ley de conservación de la masa.

Desempeños de comprensión

Desempeño 1

Indague en la internet y discuta con sus compañeros los siguientes interrogantes ¿Qué es una sustancia ácida, básica y neutra?, ¿qué ejemplos de sustancias ácidas, básicas y neutras conocen?, ¿Qué es el pH de una mezcla o de una sustancia?, ¿podemos disolver infinitamente cualquier cantidad de azúcar en un vaso que contiene agua?, ¿qué ocurre si añado demasiada azúcar, por qué se presenta el fenómeno?, ¿por qué algunas sustancias permiten la conducción de la corriente eléctrica, otras débilmente y otras no?

Entregar a la profesora el consolidado de la discusión del grupo.

Desempeño 2

A continuación aprenderás sobre algunas temáticas que te permitirán resolver las preguntas del tópico generativo. Lee con detenimiento y resuelve las preguntas y ejercicios que se plantean. Si tienes dudas consulta al docente

TALLER

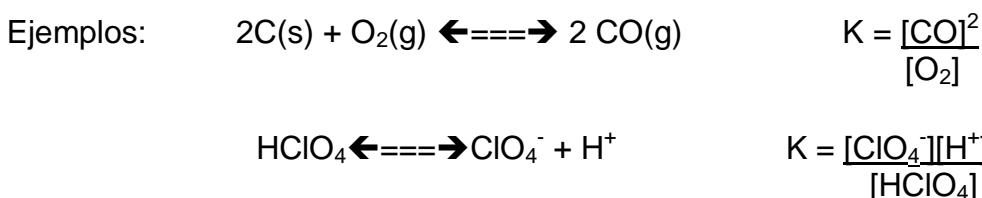
Todas las preguntas que resuelvas debes justificarlas.

Todas las reacciones químicas que se presentan en la naturaleza tienden al equilibrio y cuando este se alcanza las velocidades de formación de reactivos y productos se hacen iguales y las concentraciones de todas las sustancias que participan en la reacción permanecen constantes.

Observe la ecuación general $aA + bB + cC \dots \rightleftharpoons dD + eE + fF \dots$

La ecuación de equilibrio que se obtiene es $K = \frac{[D]^d[E]^e[F]^f}{[A]^a[B]^b[C]^c}$

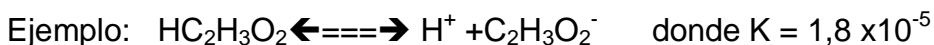
Donde K es la constante de equilibrio y varía con la temperatura pero no depende de la concentración inicial ni de reactivos ni de productos. A la expresión de la derecha se le llama expresión de acción de masas. Cuando hay una sustancia sólida o líquida pura en la reacción no se tiene en cuenta en la ecuación de equilibrio, dado que sus valores están incluidos en el valor de K.



1.1 Escribe las ecuaciones de equilibrio de las siguientes reacciones:

- a) $N_2(g) + 3H_2(g) \rightleftharpoons 2 NH_3(g)$
- b) $H_2(g) + Cl_2(g) \rightleftharpoons 2 HCl (g)$
- c) $H_2SO_4 \rightleftharpoons H^+ + HSO_4^-$

La magnitud de K indica la dirección de la reacción: si K es mayor que 1 la reacción que genera los productos es casi completa y si K es menor que 1, indica que la reacción de formación de los reactivos es casi completa y por lo tanto poco eficiente para obtener los productos.



Como K es menor de 1 indica que los productos H^+ y $C_2H_3O_2^-$ casi no se forman.

1.2 Indique en cada caso quienes predominan en la reacción:

- a) $NH_3 (ac) + H_2O (l) \rightleftharpoons NH_4^+(ac) + OH^-(ac) \quad K = 1,8 \times 10^{-5}$.
- b) $H_2 + Cl_2 \rightleftharpoons HCl (ac) \quad K = 1,2$
- c) $HCN \rightleftharpoons H^+ + CN^- \quad K = 4,0 \times 10^{-10}$

1Tópico generativo EQUILIBRIO CON ÁCIDOS DÉBILES

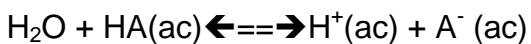
Antes de iniciar con los equilibrios es importante tener claro el concepto de ácido y base.

Arrhenius define un ácido como aquella sustancia que aumenta la concentración de iones hidrógeno H^+ , cuando se disuelve en agua y base como aquella sustancia que aumenta la concentración de iones Hidróxido OH^- cuando se disuelve en agua.

Mientras que para Brønsted-Lowry un ácido es una sustancia capaz de donar un protón y una base es una sustancia capaz de aceptar un protón.

A diferencia de los ácidos fuertes, los ácidos débiles si establecen un equilibrio dado que se disocian parcialmente.

La ecuación general de disociación de un ácido débil en agua es:



La expresión de equilibrio es entonces: $K_a = \frac{[H^+][A^-]}{[HA]}$

donde K_a : constante de disociación ácida.

Y H^+ indica H_3O^+ debido a que el protón es recibido por el agua que sería la base según Brønsted-Lowry.

Ejemplo: ¿Cuál es la concentración de todas las especies presentes en una solución 0,125M de HClO, cuya $K_a = 3,5 \times 10^{-8}$?

Para resolver siga estos pasos:

1. Expresar el equilibrio de disolución: $\text{HClO}(\text{ac}) \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{ClO}^-$
2. Escriba la ecuación de equilibrio $K_a = \frac{[\text{H}^+][\text{ClO}^-]}{[\text{HClO}]}$
3. Elabore una tabla indicando la cantidad de cada especie presente tanto inicialmente como en el equilibrio

Inicialmente		equilibrio
[HClO]	0,125	0,125 - x
[H ⁺]	0	x
[ClO ⁻]	0	x

La x representa que en equilibrio hay cierta concentración que es desconocida.

4. Reemplace en la ecuación de equilibrio los datos que están en la tabla en el equilibrio.

$$5. K_a = \frac{[\text{H}^+][\text{ClO}^-]}{[\text{HClO}]} \qquad K_a = \frac{[x][x]}{[0,125-x]}$$

$$6. \text{ Como } x \text{ es muchísimo menor que } 0,125 \text{ se puede considerar que } [0,125-x] \text{ es aprox. } 0,125 \text{ entonces queda } 3,5 \times 10^{-8} = \frac{[x][x]}{[0,125]}$$

$$7. \text{ Despeje } x \text{ de la ecuación } x^2 = 3,5 \times 10^{-8} \cdot 0,125$$

$$X = \sqrt{4,37 \times 10^{-9}}$$

$$X = 6,6 \times 10^{-5}$$

Se considera válido el valor de x hallado si es menor o igual al 5% de la concentración inicial $(6,6 \times 10^{-5} / 0,125) \cdot 100\% = 0,05\%$ entonces en este caso es válido.

8. Las concentraciones en el equilibrio son respectivamente: [HClO] 0,124; [H⁺] $6,6 \times 10^{-5}$ y [ClO⁻] $6,6 \times 10^{-5}$.

3.1 resuelve los siguientes ejercicios:

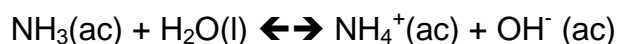
a) ¿Cuál es la concentración de todas las especies presentes en una solución 0,098M de ácido acético? $\text{HC}_2\text{H}_3\text{O}_2$. $K_a = 1,8 \times 10^{-5}$.

b) Realiza el diagrama de flujo de los pasos que seguiste para resolver el ejercicio anterior.

c) ¿Cuál es la concentración de todas las especies en una solución 0,25M de HClO , $K_a = 3,5 \times 10^{-8}$.

2 Tópico generativo EQUILIBRIO CON BASES DÉBILES

Las bases fuertes al igual que los ácidos fuertes se disocian completamente formando iones en soluciones acuosas. Un ejemplo de esto es la solución de una base fuerte como el NaOH . Si se tiene una solución de NaOH 0.10M se obtendrá 0.10M de Na^+ y 0.10M de OH^- . Por el contrario las bases débiles se disocian escasamente y establecen equilibrios de disolución. Ejemplo:



La expresión del equilibrio de disolución es entonces: $K_b = \frac{[\text{NH}_4^+][\text{OH}^-]}{[\text{NH}_3]}$

Si se tiene 1L de solución 0.25M de NH_3 ¿Cuál es la concentración de cada una de las especies presentes en equilibrio en la solución? La constante de disociación del NH_3 es $K_b = 1,8 \times 10^{-5}$

Para resolver el ejercicio siga estos pasos:

1. Escriba la ecuación de disolución $\text{NH}_3(\text{ac}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l}) \rightleftharpoons \text{NH}_4^+(\text{ac}) + \text{OH}^-(\text{ac})$

2. escriba la ecuación de equilibrio de disolución: $K_b = \frac{[\text{NH}_4^+][\text{OH}^-]}{[\text{NH}_3]}$

3. elabore una tabla que indique la cantidad de moles presente en cada fase de la disolución.

INICIO	EQUILIBRIO
$[\text{NH}_3] = 0.40$	$0,40 - X$
$[\text{NH}_4^+] = 0$	X
$[\text{OH}^-] = 0$	X

X representa los moles por litro de NH_3 disociados.

4. reemplace los valores de la tabla en la ecuación de equilibrio: $1,8 \times 10^{-5} = \frac{[x][x]}{[0,40-x]}$

4. despeja la x de la ecuación $x = 2,7 \times 10^{-3}$

La respuesta es $[\text{NH}_3] = 0.40 - 2,7 \times 10^{-3} = 0,397 \text{ M}$

$$[\text{NH}_4^+] = 2,7 \times 10^{-3}$$

$$[\text{OH}^-] = 2,7 \times 10^{-3}$$

Resuelve los siguientes ejercicios:

4.1 Indique las concentraciones que se obtiene de cada especie en disolución para las siguientes bases. a) 0.25M KOH b) 0.30M $\text{Ba}(\text{OH})_2$ c) 0.5M $\text{Ca}(\text{OH})_2$

4.2 Se tiene un litro de solución 0,10 M de piridina ($\text{C}_5\text{H}_5\text{N}$) cual es la concentración en equilibrio de cada especie ($\text{C}_5\text{H}_5\text{NH}^+$, OH^- , $\text{C}_5\text{H}_5\text{N}$) en la disolución

4.3 Cuál es la constante de basicidad de una solución de hidroxilamina H_2NOH 0.5 M, si las concentraciones en el equilibrio son $\text{H}_2\text{NOH} = 0,495$, $\text{H}_3\text{NOH}^+ = 5,0 \times 10^{-3}$, $\text{OH}^- = 5,0 \times 10^{-3}$

4.4 Realiza el diagrama de flujo de los pasos que seguiste para resolver el ejercicio anterior.

3 Tópico generativo PH

Para determinar la concentración de iones hidronio en una solución se usa como indicador el pH. Este se define como el logaritmo negativo de la concentración molar de iones hidrógeno.

$$\text{pH} = -\log [\text{H}^+]$$

Si en la expresión $1,0 \times 10^{-14} = [\text{H}^+][\text{OH}^-]$ sacamos el logaritmo negativo a ambos lados de la ecuación obtenemos $-\log 1,0 \times 10^{-14} = -\log[\text{H}^+] - \log[\text{OH}^-]$

Si el $\text{pH} = -\log [\text{H}^+]$ entonces el pOH será $-\log[\text{OH}^-]$ al reemplazar y resolver, obtenemos:

$$14 = \text{pH} + \text{pOH}$$

Si decíamos que una solución es ácida cuando $[\text{H}^+] > 1,0 \times 10^{-7}$. Entonces será ácida cuando el pH sea menor a 7, básica cuando el pH sea mayor a 7 y neutra cuando el pH sea igual a 7. Del mismo modo una solución será ácida cuando el pOH sea mayor de 7, básica cuando el pOH sea menor a 7 y neutra cuando el pOH sea igual a 7.

Ejemplo: ¿Cuál es el pH y la concentración de iones hidrógeno en una solución $1,0 \times 10^{-2} \text{M}$ de Na(OH)?

Para resolverlo seguimos estos pasos:

1. Como el hidróxido de sodio es una base fuerte se disocia completamente, entonces, la concentración de OH^- es igual a $1,0 \times 10^{-2} \text{M}$
2. Despejemos $[\text{H}^+]$ de la ecuación $1,0 \times 10^{-14} = [\text{H}^+] [\text{OH}^-]$

$$[\text{H}^+] = 1,0 \times 10^{-14} / [\text{OH}^-]$$
3. Sustituimos $[\text{H}^+] = 1,0 \times 10^{-14} / 1,0 \times 10^{-2} \text{M}$
4. Realizamos la operación: $[\text{H}^+] = 1,0 \times 10^{-12} \text{M}$
5. Reemplazamos en la ecuación $\text{pH} = -\log [\text{H}^+]$

$$\text{pH} = -\log 1,0 \times 10^{-12} \text{M}$$
6. Resolvemos $\text{pH} = 12$

Realiza los siguientes ejercicios:

- 5.1 ¿Cuál es el pH y la concentración de iones hidrógeno de una solución $2,5 \times 10^{-4}$ de $\text{Ba}(\text{OH})_2$?
- 5.2 ¿Cuál es el pH de una solución $1,5 \times 10^{-3}$ de H_2S ?
- 5.3 ¿Cuál es el pOH de una solución $1,2 \times 10^{-9}$ de HNO_3 ?
- 5.4 Realiza el diagrama de flujo del ejercicio anterior

pH en ácidos y bases débiles

Determine el pH y pOH de una solución de ácido acético $0,1 \text{M}$ $K_a = 1,75 \times 10^{-5}$ a 20°C .

Recordemos que los ácidos y bases débiles a diferencia de los fuertes se disocian solo parcialmente y por lo tanto estableces equilibrios. Para resolver el ejercicio sigamos estos pasos:

1. Escribe la reacción de disolución $\text{CH}_3\text{COOH} \leftrightarrow \text{CH}_3\text{COO}^- + \text{H}^+$
2. Elabore la tabla del número de moles presentes de cada especie en todo el proceso.

INICIO	EQUILIBRIO
$\text{CH}_3\text{COOH} = 0,1$	$0,1 - X$
$\text{CH}_3\text{COO}^- = 0$	X
$\text{H}^+ = 0$	X

3. Escriba la ecuación de equilibrio $K_a = \frac{[\text{CH}_3\text{COO}^-][\text{H}^+]}{[\text{CH}_3\text{COOH}]}$
4. Reemplaza los valores en la ecuación $1,75 \times 10^{-5} = \frac{X^2}{0,1 - x}$
5. Despeja la X mediante la fórmula $x = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a}$ $X = 1,3 \times 10^{-3}$
6. Como la concentración de CH_3COO^- y H^+ es igual a $1,3 \times 10^{-3}$
7. Reemplaza en la ecuación y resuelve $\text{pH} = -\log [\text{H}^+]$

$$\text{pH} = -\log 1,3 \times 10^{-3}$$

$$\text{pH} = 2,89$$

Reemplaza en la ecuación $14 - \text{pH} = \text{pOH}$

$$14 - 2,89 = \text{pOH}$$

$$11,11 = \text{pOH}$$

Realiza los siguientes ejercicios:

- 6.1 ¿Cuál es el pOH de una solución $2,5 \times 10^{-3} \text{M}$ de metilamina (NH_2CH_3)?
- 6.2 ¿Cuál es el pH de una solución $1,5 \times 10^{-6} \text{M}$ de ácido fórmico HCOOH ?
- 6.3 ¿Cuál es el pH y pOH de una solución $1,25 \times 10^{-7}$ de ácido fluorhídrico HF ?

6.4 Realiza el diagrama de flujo del punto anterior

4 Tópico generativo **HIDRÓLISIS DE SALES DE ÁCIDOS DÉBILES**

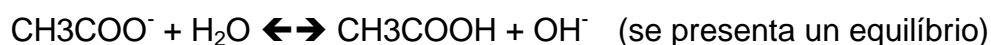
Las sales que provienen de un ácido o una base débil al disolverlas en agua producen soluciones ácidas o básicas respectivamente. Esto se debe a las interacciones entre estas sales y el agua lo cual se conoce como hidrólisis.

En el caso de las sales provenientes de ácido débiles podemos representar la reacción en general como:



La solución se vuelve básica porque la concentración de OH^- se hace superior a la del agua 1×10^{-7} , entre más débil sea el ácido mayor será la hidrólisis de su anión.

Ejemplo: $CH_3COONa \rightarrow Na^+ + CH_3COO^-$ (observe que la disociación es completa)



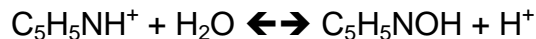
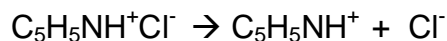
Indica en cada caso la reacción de disolución de la sal en agua.

- a) K_2S b) $HCOONa$ c) CH_3CH_2COOK

En el caso de las sales provenientes de bases débiles podemos representar la reacción general de hidrólisis como:



Ejemplo: $C_5H_5NH^+Cl^-$



Se forman soluciones básicas cuando las sales provienen de un ácido débil y una base fuerte, ejemplos: $NaClO$, $Ca(C_2H_3O_2)_2$

Cuando se trata de sales derivadas de ácidos y bases débiles el pH de la solución depende de la extensión en la cual cada ión se hidroliza, ejemplos: NH_4CN , $FeCO_3$

Las sales provenientes de ácidos y bases fuertes no se hidrolizan por tanto producen soluciones neutras, ejemplos: KCl , $NaClO_4$

Determinación de la constante de hidrólisis

Para determinar la constante de hidrólisis veamos un ejemplo.

Retomemos la hidrólisis de un ácido débil. $A^- + H_2O \rightleftharpoons HA + OH^-$

La ecuación para el equilibrio es: $K_h = \frac{[HA][OH^-]}{[A^-]}$ K_h es la constante de hidrólisis

Si se multiplica y divide por $[H^+]$ obtenemos $K_h = \frac{[HA][OH^-][H^+]}{[A^-][H^+]}$

Observemos que en el numerador esta la expresión $[OH^-][H^+]$ que es K_w y el restante es el inverso de la expresión de la constante de acidez.

Reordenando tenemos $K_h = \frac{[HA][OH^-][H^+]}{[A^-][H^+]}$

$K_h = \frac{1}{K_a} \times K_w$

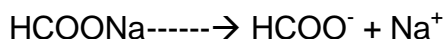
$K_h = \frac{K_w}{K_a}$

Cuando la hidrólisis es de una sal derivada de una base débil obtenemos $K_h = \frac{K_w}{K_b}$

Ejemplo: Calcular el pH de una solución 0,3 M de HCOONa la $K_a = 1,80 \times 10^{-4}$.

Para resolverlo sigamos estos pasos:

1. Escriba la reacción de hidrólisis



2. Escribe la ecuación de equilibrio

$$K_h = \frac{[\text{HCOOH}][\text{OH}^-]}{[\text{HCOO}^-]}$$

3. Para hallar la K_h reemplaza los valores en $K_h = \frac{K_w}{K_a}$ $K_h = \frac{1,0 \times 10^{-14}}{1,80 \times 10^{-4}}$
 $K_h = 5,5 \times 10^{-11}$

1. Elabore la tabla del número de moles presentes de cada especie en todo el proceso.

INICIO	EQUILIBRIO
$\text{HCOO}^- = 0,3$	$0,3 - X$
$\text{HCOOH} = 0$	X
$\text{OH}^- = 0$	X

4. Sustituya en la ecuación de equilibrio todos los valores

$$5,5 \times 10^{-11} = \frac{X^2}{0,3 - x}$$

5. Despeja la X mediante la fórmula $x = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a}$ $X = 3,3 \times 10^{-11}$

6. Como la concentración del $\text{OH}^- = 3,3 \times 10^{-11}$ podemos hallar el pOH

$$\text{pOH} = -\log 3,3 \times 10^{-11} \quad \text{pOH} = 10,48$$

7. Para hallar el pH recordemos $14 - \text{pOH} = \text{pH}$ $\text{pH} = 14 - 10,48 = 3,52$

Resuelve los siguientes ejercicios:

7.1 ¿Cuál es el pH de una solución 0.05M de K_2S ? $K_a = 9,0 \times 10^{-8}$

7.2 ¿Cuál es el pOH de una solución $1.5 \times 10^{-5} \text{M}$ de CaCO_3 ? $K_a = 4,35 \times 10^{-7}$

7.3 ¿Cuál es el pH de una solución $2,5 \times 10^{-9} \text{M}$ de KH_2PO_4 ? $K_a = 6,3 \times 10^{-3}$

5. Tópico generativo SOLUCIONES AMORTIGUADORAS

Las soluciones amortiguadores o buffer son aquellas que son capaces de mantener relativamente constante el pH cuando se les añade pequeñas cantidades de ácidos o bases fuertes. Se elaboran al mezclar un ácido débil y su sal ó una base débil y su sal por ejemplo, HCOOH y HCOONa en concentraciones aproximadamente iguales.

Ejemplo: cuando se añaden 0,01 moles de HCl a 1L de agua pura, el pH cambia de 7 a 2, es decir, se obtiene una variación de 5 unidades en el pH. Mientras que si se añade esta misma cantidad de moles de HCl a una solución buffer elaborada con ácido acético y acetato de sodio ambos 0,1M, el pH cambia de 4.76 a 4.66 es decir, solo se modifica en 0,08 centésimas.

La ecuación de equilibrio para una solución amortiguadora de un ácido débil y su sal como por ejemplo el CH_3COOH y CH_3COONa la podemos establecer así:

1. Escriba las ecuaciones de reacción de disolución en equilibrio



Observe que en la solución hay cuatro especies H^+ , CH_3COO^- , Na^+ y CH_3COOH y en ambas reacciones esta el ión CH_3COO^- .

Al agregar los iones CH_3COO^- provenientes de la sal la reacción se desplazará hacia la izquierda es decir hacia la formación del ácido sin

disociar CH₃COOH por el principio de Le Chatelier (el equilibrio se desplaza en la dirección de menor concentración), al desplazarse la reacción, la concentración de H⁺ disminuye entonces aumenta el pH de la solución amortiguadora con respecto a la solución del ácido débil sola.

Tenemos que el equilibrio está dado por el ácido

$$K_a = \frac{[\text{CH}_3\text{COO}^-][\text{H}^+]}{[\text{CH}_3\text{COOH}]}$$

2. Despeja el [H⁺] de la ecuación. $[\text{H}^+] = \frac{K_a [\text{CH}_3\text{COOH}]}{[\text{CH}_3\text{COO}^-]}$

Al sacar el logaritmo negativo a ambos lados de la ecuación obtenemos:

$$-\log [\text{H}^+] = -\log K_a - \log \frac{[\text{CH}_3\text{COOH}]}{[\text{CH}_3\text{COO}^-]} \quad \text{ó}$$

$$-\log [\text{H}^+] = -\log K_a + \log \frac{[\text{CH}_3\text{COO}^-]}{[\text{CH}_3\text{COOH}]}$$

Observa que $-\log [\text{H}^+] = \text{pH}$ y $-\log K_a = \text{p}K_a$ entonces reemplazamos.

3. $\text{pH} = \text{p}K_a + \log \frac{[\text{CH}_3\text{COO}^-]}{[\text{CH}_3\text{COOH}]}$

Esta última ecuación corresponde a la ecuación de Henderson-Hasselbalch y se expresa en forma general como:

Henderson-Hasselbalch

$$\text{pH} = \text{p}K_a + \log \frac{[\text{sal}]}{[\text{ácido}]}$$

En el caso de una base y su sal $\text{pOH} = \text{p}K_b + \log \frac{[\text{sal}]}{[\text{base}]}$

Ejemplo: ¿Cuál es el pH de una solución amortiguadora que se prepara mezclando 1L de solución NH₃ 0,1M y 1L de NH₄Cl 0,1M? $K_b = 5,5 \times 10^{-10}$ a 25°C

Para resolver sigamos estos pasos:

1. Halle el $\text{p}K_b = -\log K_b$ $\text{p}K_b = -\log 5,5 \times 10^{-10} = 9,26$

2. Reemplacemos en la ecuación de Henderson-Hasselbalch para una base y su sal.

$$\text{pOH} = \text{p}K_b + \log \frac{[\text{sal}]}{[\text{base}]}$$

$$pOH = 9,26 + \log \frac{0,1}{0,1}$$

$$pOH = 9,26$$

Observe que cuando la concentración del ácido o la base y su sal son iguales el pH o pOH son iguales a la constante Ka o Kb según corresponda.

Cuando la concentración del ácido o la base sea mayor que la sal el pH ó pOH será menor que el pKa ó pKb y por tanto aumentará la acidez o la basicidad.

Por el contrario cuando la sal sea mayor al ácido o la base, el pH será mayor que el pKa y por tanto la acidez disminuye, de igual modo ocurre con las bases.

EN RESUMEN

Si	pH	Relación [Sal] / [Ácido]	Acidez
[Sal] = [Ácido]	pH = pKa	1	-
[Sal] > [Ácido]	pH > pKa	mayor a 1	disminuye
[Sal] < [Ácido]	pH < pKa	menor a 1	aumenta

3. Reemplazar en

$$pH = 14 - pOH$$

$$pH = 14 - 9,260$$

$$pH = 4,74$$

Resuelve los siguientes ejercicios:

7.1 ¿Cuál es el pH de una solución buffer que se preparó mezclando 1L de solución 0,2M de HCOONa y 1L 0,1M de HCOOH?

7.2 Realiza el diagrama de flujo del punto anterior

7.3 ¿Cuál es el pH de una solución amortiguadora preparada a partir de 1L de

solución 0.3M de H_3PO_4 con 1L de solución 0,15M de NaH_2PO_4 ?

7.4 ¿Cuál es el pOH de una solución amortiguadora preparada a partir de 1L de solución 0.25M de CH_3NH_3 con 1L de solución 0,25M de $\text{CH}_3\text{NH}_4\text{Cl}$?

Desempeño 3

Práctica de laboratorio

Con base en la guía de laboratorio entregada por la docente, realice un pre informe de laboratorio que contenga: título, objetivos, fundamento teórico, ficha técnica de los reactivos a utilizar, materiales y reactivos, procedimiento en forma de diagrama de flujo, resultados esperados y bibliografía.

Una vez termine la práctica de laboratorio entregue un informe que contenga: título, materiales y reactivos usados, procedimiento en forma de diagrama de flujo, observaciones y resultados, cálculos, análisis de resultados, conclusiones y bibliografía.

Desempeño 4

Proyecto de síntesis.

La docente explica la solución del tópico generativo junto con los estudiantes que han previamente indagado sobre la solución. Finalmente los estudiantes entregan un documento escrito de su solución al tópico generativo teniendo en cuenta los resultados obtenidos en el laboratorio y lo trabajado en la teoría.

Valoración continua

La docente hace el acompañamiento constante de los estudiantes durante cada desempeño de comprensión y en el desarrollo del taller, resolviendo sus dudas, al finalizar cada sesión de clase la docente recoge los avances en el taller y junto con el estudiante hace las correcciones a las que haya lugar de tal manera que el estudiante entrega en la siguiente sesión las correcciones. Al finalizar cada temática realiza un refuerzo y genera nuevos ejercicios e interrogantes a los estudiantes a fin de evaluar sus progresos. La coevaluación la harán dos integrantes del grupo cada vez que el estudiante entregue sus desempeños de comprensión.

Anexo 7

ENSEÑANZA PARA LA COMPRENSIÓN

Unidad didáctica heterodispersos y soluciones

Hilo conductor

Se requiere preparar un shampoo para el cual se usará como agente espumante lauril sulfato de sodio, pero este presenta una baja solubilidad en agua. ¿Cómo se puede preparar el shampoo utilizando esta materia prima? Si el shampoo debe quedar con consistencia semifluida y transparente ¿Qué se le debe añadir? ¿Qué afecta la solubilidad de una sustancia? ¿Si una gaseosa es transparente y traslúcida y un gel para cabello es también traslúcido y transparente porque la primera es una solución y el segundo un coloide?

Metas de comprensión

- Los estudiantes comprenderán la incidencia del tamaño de partícula en la conformación de mezclas.
- Los alumnos describirán las diferencias entre heterodispersos, coloides y soluciones.
- Los estudiantes comprenderán las propiedades coligativas presentes en los coloides.
- Los estudiantes aplicarán con sentido las fórmulas para determinar la concentración de una solución.

Desempeños de comprensión

Desempeño 1

Discuta con sus compañeros los siguientes interrogantes ¿qué diferencias generales hay entre las siguientes mezclas: una crema de manos, un jabón líquido, un vaso de agua con sal?, explique qué ocurre en cada caso: cuando añada en un vaso con agua 1 cucharadita de sal, 2 cucharaditas de sal, 5 cucharaditas de sal, 25 cucharaditas de sal, cuando calienta cada una de las mezclas anteriores. ¿Cómo incide el calentamiento en la mezcla?

Entregar a la profesora el consolidado de la discusión del grupo.

Desempeño 2

TALLER

Todas las preguntas que resuelva debe justificarlas. Realice también los diagramas de flujo de los problemas que resuelva.

1. Tópico generativo Heterodispersos y coloides

Cuando realizamos una mezcla de dos o más sustancias que no son miscibles entre sí por ejemplo agua y azufre en polvo obtenemos una mezcla heterogénea, dado que podemos diferenciar los componentes de la mezcla. Estas son conocidas también como suspensiones. El tamaño de partícula es superior a 100nm.

Sin embargo hay otras mezclas heterogéneas en las cuales no se diferencian fácilmente sus componentes por ejemplo: la leche, es una mezcla que contiene

agua y dispersa en ella pequeñas gotas de aceite que solo son visibles al microscopio. En este caso se dice que la mezcla es un coloide. El tamaño de partícula de un coloide está entre 10 a 100nm.

Hay otras mezclas donde el tamaño de las partículas es tan pequeño que no podemos observarlo ni siquiera al microscopio por ejemplo cuando mezclamos una pequeña cantidad de sal de cocina en un vaso con agua, a estas últimas le llamamos soluciones. El tamaño de partícula es inferior a 0,1nm.

A continuación hablaremos un poco más de cada uno de estos sistemas.

Los sistemas heterodispersos como ya se indicó están formados por dos o más fases. La fase que se encuentra en mayor proporción se le denomina fase dispersante y aquella(s) que está(n) en menor proporción que se dispersan en la fase dispersante se denomina(n) fase dispersa.

Estos heterodispersos los hay de dos tipos: *coherentes* cuando las fases se mantienen entremezcladas por algún mecanismo físico-químico, como ocurre por ejemplo en un gel. *Incoherentes* cuando las fases están bien diferenciadas, una de las fases se encuentra inmersa en la otra por ejemplo en una crema para manos, la fase oleosa está inmersa en la fase acuosa.

Los sistemas heterodispersos son por lo general muy inestables y se mantienen solo bajo ciertas condiciones. Los factores que inciden en su estabilidad son:

Grado de dispersión: está dada por la fuerza que soportan las partículas para mantenerse dispersas en la mezcla.

Cuando el grado de dispersión de la fase dispersa es elevado y homogéneo, se incrementa la estabilidad, esto se observa especialmente en las emulsiones.

$$\checkmark F = 4/3.d (\rho \text{ int} - \rho \text{ ext.}).g$$

$\checkmark d$: diámetro medio de la partícula o gotículas fase interna.

$\checkmark g$: aceleración, gravedad

$\checkmark \rho \text{ int}$: densidad del medio disperso.

$\checkmark \rho \text{ ext}$: densidad del medio dispersante.

$\checkmark F$: fuerza soportada por las partículas.

Ejemplo: ¿Cuál será el grado de estabilidad de una emulsión formada por las partículas de un antibiótico cuyo diámetro es de 1×10^{-10} cm, si la densidad del antibiótico es de 1,7g/mL y la densidad de la fase dispersante es de 1,35g/mL?

Para resolver el ejercicio reemplacemos en la ecuación anterior.

$$F = 4/3.d (\rho \text{ int} - \rho \text{ ext.}).g$$

$$F = 4/3 * 1 \times 10^{-10} \text{ cm} (1,7 \text{ g/cm}^3 - 1,35 \text{ g/cm}^3) * 980 \text{ cm/sg}^2$$

$$F = 1,47 \times 10^{-8} \text{ g.cm/sg}^2$$

1.1 ¿Cuál será el grado de estabilidad de un sistema heterodisperso formado por partículas de azufre cuyo diámetro es de 1×10^{-8} cm, si la densidad del azufre es de 1,96g/mL y la densidad de la fase dispersante es de 2,5g/mL?

Viscosidad: es la propiedad de un fluido que tiende a oponerse a su flujo cuando se le aplica una fuerza. La adición de aditivos reológicos dificulta la movilidad de las partículas y en consecuencia la posibilidad de floculación debido al acercamiento de las partículas. La ley de Stockes permite medir la velocidad de sedimentación de las partículas en un sistema.

$$v = 2d \cdot (\rho_{int} - \rho_{ext}) \cdot g / 9\eta$$

Š d : diámetro medio de la partícula

Š g : aceleración, gravedad

Š ρ_{int} : densidad del medio disperso.

Š ρ_{ext} : densidad del medio dispersante.

Š η : viscosidad del medio dispersante.

Š v . velocidad de cremado o sedimentación.

Ejemplo: Determine la viscosidad de una salsa de tomate si el diámetro de partícula es de $3,7 \times 10^{-7} \text{m}$, las densidades del medio disperso y dispersante son respectivamente $2,2 \text{g/mL}$ y $3,4 \text{g/mL}$, la velocidad de sedimentación determinada experimentalmente fue de $0,25 \text{m/sg}^2$.

Para resolver el ejercicio despejamos de la ecuación $n. v = 2d \cdot (\rho_{int} - \rho_{ext}) \cdot g / 9\eta$.

$$\eta = 2d \cdot (\rho_{int} - \rho_{ext}) \cdot g / 9v$$

$$\eta = 2 \cdot 3,7 \times 10^{-7} \text{cm} (3,4 - 2,2) \text{g/cm}^3 \cdot 980 \text{cm/sg}^2 / 9 \cdot 25 \text{cm/sg}$$

$$\eta = 3,87 \times 10^{-6} \text{g/sg}$$

1.2 Determine la viscosidad de una emulsión si el diámetro de partícula es de $4,8 \times 10^{-7} \text{cm}$, las densidades del medio disperso y dispersante son respectivamente $2,5 \text{g/mL}$ y $3,6 \text{g/mL}$, la velocidad de sedimentación determinada experimentalmente fue de $0,35 \text{m/sg}^2$.

Según el estado físico en que se encuentre la fase dispersa y la dispersante los coloides se clasifican en:

Clase	Medio dispersante	Medio disperso	ejemplo
Sol	Líquido	Sólido	Tempera
Emulsión	Líquido	Líquido	Crema de afeitar
Espuma	Líquido	Gas	Espuma de peinar
Aerosol sólido	Gas	Líquido	Neblina
Aerosol líquido	Gas	Sólido	Humo
Espumas sólidas	Sólido	Gas	Caucho
Emulsión sólida	Sólido	Líquido	Yogurt
Sol sólido	Sólido	sólido	Soldadura

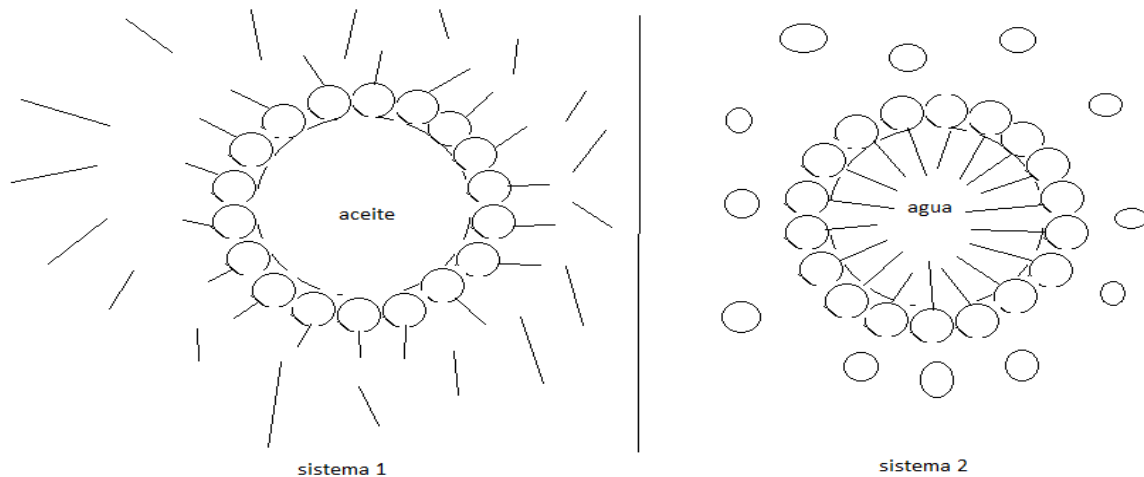
1.3 De dos ejemplo más de cada clase de coloide.

Sobre cómo se forman los sistemas emulsionados hay varias teorías; estabilización de gotas, tensión interfacial, película interfacial, repulsión electrostática e interacción de gotas. Veamos brevemente cada una.

Estabilización de gotas: se usan agentes activos que son capaces de reducir la tensión interfacial y actúan como barreras para la coalescencia de las gotas por lo que son absorbidos en la interfase o en la superficie de las gotas formadas.

Tensión interfacial: consiste en reducir la tensión superficial entre la fase dispersante y la dispersa permitiendo la mezcla entre las dos.

Película interfacial: consiste en la formación de una película por un emulsificador en la superficie de la fase dispersa. Formado una micela como se observa en la gráfica No.1.



Gráfica No. 1 formación de micelas

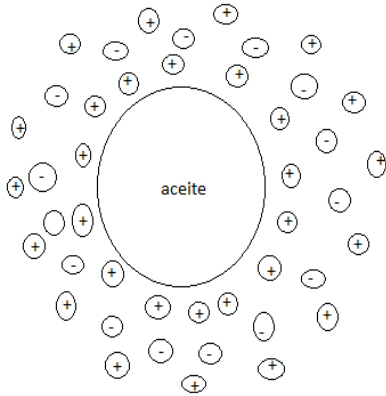
Observe en el sistema 1 la fase dispersante es el agua que está representada mediante las líneas las gotas de aceite son rodeadas por el agente tensioactivo el cual tiene una cabeza no polar el círculo y una cola polar la línea, la cabeza rodea la gota de aceite formando una película y la cola polar atrae al agua formando una emulsión estable.

En el sistema dos la fase dispersante es el aceite representada por los círculos, observe que en esta ocasión las colas del emulsificante están en dirección a la gota de agua y las cabezas no polares atraen la porción no polar del sistema que es el aceite.

1.4 averigua ejemplos de agentes emulsificantes o tensioactivos.

Repulsión electrostática: consiste en una película interfacial que produce fuerzas de repulsión electrostática (cuando dos cargas tienen la misma polaridad se repelen) que hace que se mantengan las gotas cercanas separadas.

Generalmente son grupos cargados eléctricamente orientados en la superficie de los glóbulos de la emulsión. Observe la gráfica No.2



gráfica No.2 repulsión electrostática

Interacción de gotas: consiste en el potencial total de repulsión entre dos gotas cargadas en función de la distancia entre partículas este potencial no solo tiene en cuenta las fuerzas de repulsión sino también otras fuerzas como las de London y Van der Waals.

1.5 Averigüe en qué consisten las interacciones de London y de Van der Waals.

2. Tópico generativo Propiedades coligativas

Las propiedades coligativas son aquellas que dependen de la cantidad de partículas del soluto presentes en una solución y no del tipo de soluto añadido. Cuando tenemos un solvente puro este presenta unas propiedades como puntos de fusión y ebullición, presión de vapor y otras las cuales se modifican con la adición de un soluto. Entre más partículas presentes mayor será la variación de esas propiedades.

Disminución de la presión de vapor:

Para poder comprender esta propiedad coligativa, debemos entender primero en qué consiste la presión de vapor. Cuando tenemos un líquido puro las partículas de la superficie tienden a evaporarse y generan una presión de vapor o fuerza contra la superficie del líquido hasta alcanzar el equilibrio, esta presión de vapor depende de la naturaleza de las partículas del líquido y de la temperatura. Dado que a mayor temperatura, mayor energía cinética de las partículas y por tanto, mayor presión de vapor.

Cuando se añade un soluto al solvente puro se requiere mayor energía cinética para que las partículas del solvente puedan escapar a la fase gaseosa y por tanto disminuye la presión de vapor, entre mayor sea el número de partículas de soluto presentes mayor será la disminución de la presión de vapor. En otras palabras, el descenso de la presión de vapor del solvente dependerá de la concentración de la solución, a temperatura constante. Lo cual se expresa mediante la ley de Raoult. Donde la presión total de un sistema es la sumatoria de las presiones parciales de cada componente en el sistema.

$P_t = P_1 + P_2 + P_3 + P_n \dots$ donde P_t es presión total

$$P_1 = P_o \cdot X$$

Donde, P_1 es la presión de vapor del solvente 1 en la solución.

P_o es la presión de vapor del solvente puro

X es la fracción molar del solvente

Ejemplo: Cuál es la presión total de una mezcla formada por tolueno, benceno, dimetiltetraclorotereftalato, y éter etílico, en las siguientes proporciones 10%,

20%30% y 40% respectivamente, si las presiones de los componentes puros son 0,05atm; 0,15atm; $3,3 \times 10^{-9}$ y 0,58atm respectivamente a 20°C.

Para resolver el ejercicio sigamos estos pasos:

1. La fracción molar está dada por $X = \text{moles soluto} / \text{moles totales mezcla}$

Hallémoslo para cada componente:

tolueno= el 10% nos indica que hay 10g de tolueno por cada 100g de mezcla entonces, hallemos los moles de tolueno. $10g \cdot \frac{1 \text{ mol}(\text{C}_6\text{H}_5\text{CH}_3)}{92,13g (\text{C}_6\text{H}_5\text{CH}_3)} = 0,11 \text{ mol}(\text{C}_6\text{H}_5\text{CH}_3)$

Para los demás queda : benceno(C_6H_6) = 0,26 mol (C_6H_6) verificalo

dimetiltetraclorotereftalato ($\text{C}_{10}\text{H}_6\text{Cl}_4\text{O}_4$)=0,09mol($\text{C}_{10}\text{H}_6\text{Cl}_4\text{O}_4$)

éter etílico ($\text{C}_4\text{H}_{10}\text{O}$) = 0,54mol $\text{C}_4\text{H}_{10}\text{O}$

La fracción molar para cada uno de ellos queda: $X(\text{C}_6\text{H}_5\text{CH}_3) = \frac{0,11 \text{ mol} (\text{C}_6\text{H}_5\text{CH}_3)}{0,1+0,26+0,09+0,54 \text{ mol}}$

$X(\text{C}_6\text{H}_5\text{CH}_3) = 0.11$

$X(\text{C}_6\text{H}_6) = 0,26$

$X(\text{C}_{10}\text{H}_6\text{Cl}_4\text{O}_4) = 0,09$

$X(\text{C}_4\text{H}_{10}\text{O}) = 0,54$

2. Reemplace en la ecuación $P_1 = P_0 \cdot X$

$P(\text{C}_6\text{H}_5\text{CH}_3) = 0,05 \text{ atm} \cdot 0,11 = 5,5 \times 10^{-3} \text{ atm}$

$P(\text{C}_6\text{H}_6) = 0,15 \text{ atm} \cdot 0,26 = 0,04 \text{ atm}$

$P(\text{C}_{10}\text{H}_6\text{Cl}_4\text{O}_4) = 3,3 \times 10^{-9} \text{ atm} \cdot 0,09 = 2,97 \times 10^{-10} \text{ atm}$

$P(\text{C}_4\text{H}_{10}\text{O}) = 0,58 \text{ atm} \cdot 0,54 = 0,31 \text{ atm}$

3. Reemplaza en la ecuación $P_t = P_1 + P_2 + P_3 + P_n \dots$

$P_t = (5,5 \times 10^{-3} + 0,04 + 2,97 \times 10^{-10} + 0,31) \text{ atm} = 0,35 \text{ atm}$

Resuelve los siguientes ejercicios:

2.1 Cuál es la presión total de una mezcla formada por clorobenceno C_6H_5Cl , benceno y sulfuro de carbono, en las siguientes proporciones 25%, 25% y 50% respectivamente, si las presiones de los componentes puros son $1,15 \times 10^{-5} \text{ atm}$; $0,15 \text{ atm}$; y $0,47 \text{ atm}$ respectivamente a 20°C .

2.2 Cuál es la presión total de una mezcla formada por metanol, etanol e isopropanol, en las siguientes cantidades 2.5 moles, 1.8 moles y 3.7 moles respectivamente, si las presiones de los componentes puros son 100 mmHg ; 40 mmHg ; y 33 mmHg respectivamente a 20°C .

Aumento del punto de ebullición

El punto de ebullición se define como la temperatura a la cual la presión de vapor del líquido iguala la presión atmosférica, lo cual observamos por ejemplo en el agua cuando esta hierve y la temperatura permanece por algunos segundos constante. El fenómeno se debe a que las partículas del líquido ganan la suficiente energía cinética como para pasar de la fase líquida a la gaseosa.

Cuando añadimos un soluto a un líquido puro este último requiere mayor energía para lograr que todas las partículas alcancen el punto de ebullición. Por tanto, la adición de un soluto aumenta el punto de ebullición del solvente, entre mayor sea la cantidad de soluto mayor será el aumento del punto de ebullición.

Esta variación del punto de ebullición está dada por la ecuación: $\Delta T_b = K_b \cdot m$ donde,

K_b es la constante de ebullición la cual establece el descenso del punto de ebullición de una solución 1 molal y es propia de cada líquido puro. m es la concentración molal. $m = \text{moles soluto} / \text{Kg solvente}$.

Ejemplo:

¿Cuál es la variación en el punto de ebullición del agua en una solución 0,33 molal? La k_b del agua es $0,52^\circ\text{C}/m$.

Para resolverlo reemplace en la ecuación $\Delta T_b = K_b \cdot m$ donde $\Delta T_b = T_{b\text{puro}} - T_b$

$$\Delta T_b = 0,52^\circ\text{C}/m * 0,33m = 0,17^\circ\text{C}$$

2.3 ¿Cuál es el punto de ebullición de una solución acuosa 0,5 molal? Usa la k_b dada en el ejercicio anterior para el agua, ten en cuenta como punto de ebullición del agua 100°C .

Descenso del punto de congelación

El paso de la fase líquida a la sólida se presenta cuando la energía cinética de las moléculas del líquido disminuye y aumentan las interacciones entre las moléculas y se establecen enlaces que permiten formar las estructuras cristalinas propias de los líquidos.

Al añadir un soluto a un solvente es necesario no solo disminuir la energía cinética del solvente sino también la del soluto, esto trae en consecuencia una disminución del punto de congelación del solvente. Nuevamente a mayor cantidad de soluto mayor será el descenso del punto de congelación. La variación en el punto de congelación está dado por la ecuación $\Delta T_f = K_f \cdot m$

Ejemplo: ¿Cuál es el punto de congelación de una solución acuosa 0,13 molal? la k_f dada para el agua es $1,86^\circ\text{C}/\text{m}$.

Para resolverlo reemplace en la ecuación $\Delta T_f = K_f \cdot m$ $\Delta T_f = T_{f\text{puro}} - T_f$

$$\Delta T_b = 1,86^\circ\text{C}/\text{m} \cdot 0,13\text{m} = 0,24^\circ\text{C}$$

Si tomamos como punto de congelación del agua 0°C entonces el punto de congelación del agua será: $0^\circ\text{C} - 0,24^\circ\text{C} = -0,24^\circ\text{C}$

2.4 ¿Cuál es el punto de congelación de una solución acuosa 0,05 molal? la k_f dada para el agua es $1,86^\circ\text{C}/\text{m}$.

2.5 ¿Cuál es el punto de congelación de una solución de etilenglicol 0,2 molal? la k_f para el etilenglicol es $3,11^\circ\text{C}/\text{m}$.

3. Tópico generativo Soluciones

Definimos las soluciones como mezclas homogéneas es decir, se observa una sola fase. Las soluciones están formadas por una fase dispersante que está en mayor proporción llamada solvente y una o más fases dispersas que están en menor proporción en la solución llamados solutos. Sin embargo, también se pueden formar solución en proporciones iguales. Cuando el solvente es agua se suelen llamar soluciones acuosas.

Las soluciones se pueden clasificar cualitativamente en *insaturadas* que son aquellas que contienen menor cantidad de soluto que la necesaria para alcanzar el equilibrio entre la cantidad de soluto disuelto y el soluto sin disolver. *Saturadas* que son aquellas que alcanzan exactamente el equilibrio y *sobresaturadas* que

son aquellas que pasan el punto de equilibrio pero se mantienen estables generalmente mediante calentamiento leve.

Las soluciones al igual que los coloides pueden presentarse en varios estados como se observa en el siguiente cuadro.

solvente	Soluto	Nominación	Ejemplo	
Gas	Gas	Gaseosas	Aire	Es una mezcla de gases
Líquido	Gas	Líquidas	Gaseosa	Dióxido de carbono en agua
Sólido	Gas	Sólidas	Hidrógeno en paladio	Se usa en reacciones como catalizador
Líquido	Líquido	Líquidas	Aguardiente	Etol en agua
Líquido	Sólido	Líquidas	Salmuera	Sal en agua
Sólido	Sólido	Sólidas	Aleaciones	Zinc en estaño
Sólido	Líquido	Sólidas	Aleaciones	Mercurio (líquido) en plata (sólido)

3.1 averigua un ejemplo de cada uno de las anteriores soluciones.

Las propiedades y características de las soluciones dependen de:

Composición química: tanto del soluto como del solvente, dado que entre mayor similitud haya entre ambos con respecto a propiedades de polaridad o no polaridad mayor será su miscibilidad o grado de disolución del soluto en el solvente.

Temperatura de disolución: generalmente a mayor temperatura mayor es la cantidad de soluto que se disuelve en el solvente.

En el caso de soluciones gaseosas también el grado de disolución depende de las presiones de los componentes de la mezcla.

1. Tópico generativo Concentración de las soluciones

Definir una solución como saturada, insaturada o sobresaturada resulta en muchas ocasiones ambiguo, por tanto, es necesario expresar con exactitud la relación entre soluto y solvente presentes en la solución. Para esto se han establecido ciertas formas de expresar la concentración de una solución, las cuales se muestran en el siguiente cuadro.

Concentración	Nominación	Fórmula	Unidades
%p/p	Concentración porcentual peso a peso ó masa a masa	$\%p/p = (g_{sto} * 100\%) / g_{sln}$ Sto= soluto Sln= solución	% p/p
%p/v	Concentración porcentual peso a volumen	$\%p/v = (g_{sto} * 100\%) / mL_{sln}$ Sto= soluto Sln= solución	%p/v
%v/v	Concentración porcentual volumen a volumen	$\%v/v = (mL_{sto} * 100\%) / mL_{sln}$ Sto= soluto Sln= solución	%v/v
M	Molaridad	$M = \text{moles}_{sto} / L_{sln}$	Mol/L
Xsto	Fracción molar del soluto	$X_{sto} = \text{moles}_{sto} / (\text{moles}_{sto} + \text{moles}_{ste})$ Ste= solvente	Sin unidades
Xste	Fracción molar del solvente	$X_{ste} = \text{moles}_{ste} / (\text{moles}_{sto} + \text{moles}_{ste})$ Ste= solvente	Sin unidades
M	Molalidad	$m = \text{moles}_{sto} / Kg_{ste}$ Ste= solvente	Mol/Kg
N	Normalidad	$N = eq\text{-gr}_{sto} / L_{sln}$	eq/L

p.p.m.	Parte por millón	p.p.m.= mg sto/ Kg sln ó p.p.m.= mg sto/Lsln	mg/Kg ó mg/L
--------	------------------	---	-----------------

Observemos un ejemplo que abarque cada una de las expresiones del cuadro anterior.

Ejemplo: ¿Cuál es la concentración %p/p, %p/v, %v/v, Xsto, Xste, M, m, N y p.p.m de una solución hidroalcohólica que se preparó disolviendo 45mL de etanol (C₂H₆O) de densidad 0,79g/mL en 80mL de agua de densidad 0,99g/mL?

para resolver observa que datos de cada ecuación necesitas y si los tienes o si debes realizar algún paso previo.

$$\%p/p = (g \text{ sto} * 100\%) / g \text{ sln} \quad \text{Sto} = \text{solute} \quad \text{Sln} = \text{solución}$$

Observa que se requiere gramos de soluto pero conocemos es mL de soluto y su densidad, entonces podemos despejar de la ecuación de densidad (ρ) los gramos de soluto.

$$\rho = \text{masa sto} / \text{volumen sto} \quad \text{despejando} \quad \text{masa sto} = \rho * \text{volumen sto}$$

$$\text{masa sto} = 0,79\text{g/mL} * 45\text{mL} = 35,55\text{g (C}_2\text{H}_6\text{O)}$$

Realizamos lo mismo con el solvente agua.

$$\text{Masa ste} = 0,99\text{g/mL} * 80\text{mL} = 79,20\text{g (H}_2\text{O)}$$

Para conocer la masa de la solución sumamos la masa del soluto y la del solvente.

$$35,55\text{g} + 79,20\text{g} = 114,75\text{g solución}$$

Reemplacemos ahora si en la ecuación original. %p/p=(g sto *100%)/ g sln

$$\%p/p = (35,55g(C_2H_6O) * 100\%) / 114,75g \text{ sln} = 30,98 \%p/p$$

$$\%p/v = (g \text{ sto} * 100\%) / mL \text{ sln} \quad \text{Sto} = \text{solute} \quad \text{Sln} = \text{solución}$$

Observa que se requiere gramos de soluto pero ya lo conocemos es 35,55g (C₂H₆O), pero necesitamos el volumen de la solución el cual hallaremos sumando el volumen del soluto y del solvente. $V_{\text{sln}} = 45\text{mL} + 80\text{mL} = 125\text{mL sln}$

Reemplacemos ahora si en la ecuación original. $\%p/v = (g \text{ sto} * 100\%) / mL \text{ sln}$

$$\%p/v = (35,55g(C_2H_6O) * 100\%) / 125\text{mLsln} = 28,44\%p/v$$

$$\%v/v = (mL \text{ sto} * 100\%) / mL \text{ sln} \quad \text{Sto} = \text{solute} \quad \text{Sln} = \text{solución}$$

Observa que conocemos todos los datos de la ecuación, por lo tanto solo debemos reemplazar. $\%p/v = (mL \text{ sto} * 100\%) / mL \text{ sln}$

$$\%p/v = (45\text{mL}(C_2H_6O) * 100\%) / 125\text{mLsln} = 36,00\%p/v$$

$$X_{\text{sto}} = \text{moles sto} / (\text{moles sto} + \text{moles ste}) \quad \text{Ste} = \text{solvente}$$

No conocemos los moles de soluto pero si los gramos de soluto, los cuales podemos pasar a moles al establecer la relación con el peso molecular.

$$35,55g(C_2H_6O) * \frac{1 \text{ mol } (C_2H_6O)}{46,07g(C_2H_6O)} = 0,77 \text{ mol}(C_2H_6O)$$

Realicemos lo mismo para hallar los moles de solvente

$$79,20g(H_2O) * \frac{1 \text{ mol } (H_2O)}{18,0g(H_2O)} = 4,40 \text{ mol}(H_2O)$$

Reemplacemos ahora en la ecuación original.

$$X_{\text{sto}} = \text{moles sto} / (\text{moles sto} + \text{moles ste})$$

$$X(C_2H_6O) = 0,77 \text{ mol}(C_2H_6O) / (0,77 \text{ mol } C_2H_6O + 4,40 \text{ mol } H_2O) = 0,15$$

Observe que la fracción molar no tiene unidades.

$$\mathbf{X_{ste} = \text{moles ste} / (\text{moles sto} + \text{moles ste})} \qquad \mathbf{Ste = \text{solvente}}$$

ya conocemos los moles de soluto y de solvente por tanto solo reemplazamos en la ecuación.

$$X(\text{H}_2\text{O}) = 4,40 \text{ mol}(\text{H}_2\text{O}) / (0,77 \text{ mol } \text{C}_2\text{H}_6\text{O} + 4,40 \text{ mol } \text{H}_2\text{O}) = 0,85$$

Observe que la sumatoria de la fracción molar del soluto y del solvente da 1. (0,15 + 0,85)

$$\mathbf{M = \text{moles sto} / \text{L sln}}$$

Para la determinar la molaridad conocemos los datos pedidos pero el volumen de la solución está en mL entonces es necesario pasarlos a litros (L).

$$125 \text{ mL sln} * \frac{1 \text{ L sln}}{1000 \text{ mL}} = 0,125 \text{ L sln}$$

Reemplacemos ahora en la ecuación original.

$$M = \frac{0,77 \text{ mol } (\text{C}_2\text{H}_6\text{O})}{0,125 \text{ L}} = 6,16 \text{ mol/L}(\text{C}_2\text{H}_6\text{O})$$

$$\mathbf{m = \text{moles sto} / \text{Kg ste}} \qquad \mathbf{Ste = \text{solvente}}$$

Debemos pasar los gramos de solvente a kilogramos de solvente antes de reemplazar.

$$79,20 \text{ g } (\text{H}_2\text{O}) * \frac{1 \text{ Kg } (\text{H}_2\text{O})}{1000 \text{ g } (\text{H}_2\text{O})} = 0,079 \text{ Kg } \text{H}_2\text{O}$$

Reemplacemos en la ecuación original.

$$m = \frac{0,77 \text{ mol } (\text{C}_2\text{H}_6\text{O})}{0,079 \text{ Kg } \text{H}_2\text{O}} = 9,75 \text{ mol/Kg}(\text{C}_2\text{H}_6\text{O})$$

$$\mathbf{N = \text{eq-gr sto} / \text{L sln}}$$

Para hallar la normalidad de la solución debemos conocer los equivalentes gramos de soluto.

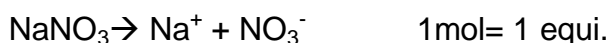
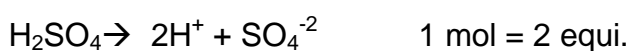
Un equivalente hace referencia a la cantidad de H^+ , electrones, cationes (especies con carga neta positiva) que se forman o se ceden en una reacción o disolución.



1 mol 1 equi. Observa que un mol del ácido clorhídrico forma

un ión hidrógeno es decir un equivalente.

Observa cuántos equivalentes se han formado en cada caso.



3.1 indique en cada caso cuántos equivalentes se forman por cada mol del compuesto.

- a) H_3PO_4 b) $Fe_2(SO_4)_3$ c) $Mg(OH)_2$ d) CuS

Para pasar de gramos de sustancia a equivalentes gramos de la sustancia debemos establecer relaciones como la que se observa a continuación.

Ejemplo. Cuántos equivalentes gramo hay en 45g de H_2S .

Para resolver entonces pasemos primero los gramos a moles. $45g H_2S \cdot \frac{1 \text{ mol } H_2S}{34,0g H_2S}$
 = 1,32 mol H_2S



1 mol 2 equi.

Establezca la relación para los moles de producto así: $1,32 \text{ mol } H_2S \cdot \frac{2 \text{ equi. } H_2S}{2,64 \text{ equi. } H_2S}$
 =

1 mol H_2S

3.2 indique en cada caso cuántos equivalentes gramo hay.

- a) 500g NH₃ b) 150,5g V(OH)₅ c) 25,7g HNO₃ d) 98,56g CoI₂

Para nuestro ejercicio original se necesita pasar los moles de etanol C₂H₆O a equivalente gramos. Los alcoholes actúan como ácidos débiles que aportan el H⁺ en reacción entonces observemos que cada mol forma solamente 1 H⁺.

$$0,77 \text{ mol C}_2\text{H}_6\text{O} * \frac{1 \text{ equi. C}_2\text{H}_6\text{O}}{1 \text{ mol C}_2\text{H}_6\text{O}} = 0,77 \text{ equi. C}_2\text{H}_6\text{O}$$

Reemplacemos ahora si en la ecuación original.

$$N = 0,77 \text{ eq-gr C}_2\text{H}_6\text{O} / 0,125 \text{ L sln} = 6,16 \text{ eq.g/L C}_2\text{H}_6\text{O}$$

$$\text{p.p.m.} = \text{mg sto/ Kg sln} \quad \text{ó} \quad \text{p.p.m.} = \text{mg sto/Lsln}$$

Debemos pasar primero g del solute a mg del solute.

$$35,55\text{g(C}_2\text{H}_6\text{O)} * \frac{1000\text{mg (C}_2\text{H}_6\text{O)}}{1\text{g(C}_2\text{H}_6\text{O)}} = 3,5 \times 10^4 \text{ mg(C}_2\text{H}_6\text{O)}$$

De las dos ecuaciones tenemos todos los valores pedidos en las unidades de la

Segundo ecuación entonces reemplacemos en esta. p.p.m. = mg sto/Lsln

$$\text{p.p.m.} = 3,5 \times 10^4 \text{ mg(C}_2\text{H}_6\text{O)} / 0,125 \text{ Lsln} = 284,4 \text{ mg/L C}_2\text{H}_6\text{O}$$

3.3 Resuelve los siguientes ejercicios.

a) Indica cuál es la concentración %p/p, %p/v, %v/v, Xsto, Xste, M, m, N y p.p.m de una solución que se preparó disolviendo 45,5g de KCl y se llevó a un volumen final de 1,0L de solución, las densidades son: del KCl 1,98g/mL, de la solución 0,97g/mL y del agua 1,0g/mL

b) ¿Cuál es la concentración %p/p, %p/v, %v/v, Xsto, Xste, M, m, N y p.p.m de una solución de NaOH que se preparó disolviendo 23,6g de NaOH de densidad 2,16 g/mL en 150mL de agua de densidad 1.0g/mL?

c) ¿Cuántos gramos de Pb hay en 350mL de solución que tiene una

concentración 0,15N de Pb^{2+} ? La densidad de la solución es de 1,6g/mL

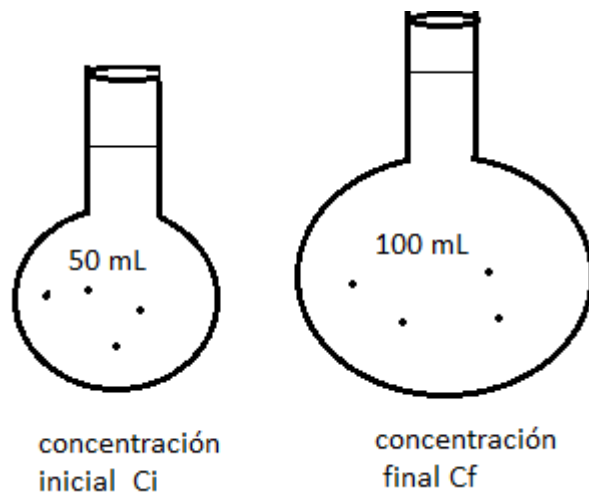
d) Pasar 100mL de solución de $Cu(OH)_2$ 1,3x10³ p.p.m. a concentración molar. La densidad del $Cu(OH)_2$ es 6,31g/cm³ la densidad de la solución es de 2.4g/mL

4. Tópico generativo Diluciones

En varias ocasiones se tienen soluciones concentradas y es necesario diluirlas a una concentración conocida. Para esto se parte del principio de que el número de equivalentes de la solución concentrada es igual al de la concentración diluida. Entonces.

Si la concentración normal $N = \frac{\text{equi-g sto}}{LsIn}$ si despejamos equivalentes de la ecuación obtenemos.

$\text{equi-g sto} = N * LsIn$ si los equivalentes de la solución inicial concentrada se mantienen al hacer la dilución como se observa en el dibujo representados por puntos.



Entonces podemos decir que $\text{equi (inicial)} = \text{equi (final)}$ al reemplazar N por C que representa concentración para hacerla más general. Tenemos entonces $\text{equi-g sto} = N * LsIn$ $\text{equi} = C * V$

si planteamos la equivalencia en el estado inicial y el final tenemos.

$$C_i \cdot V_i = C_f \cdot V_f$$

Donde C_i = Concentración inicial

V_i = volumen inicial

C_f = concentración final

V_f = volumen final

Ejemplo:

Se desea preparar 500mL de solución de HCl 0,15 molar partiendo de una solución 0,2molar ¿Qué volumen se requiere de esta solución?

Para resolverlo debemos tener en cuenta primero cuantos equivalentes genera el ácido clorhídrico, en este caso es 1 equi por cada mol por ende la concentración normal y la contración molar son iguales.



1 mol 1 equi

Entonces podemos usar directamente la ecuación $C_i \cdot V_i = C_f \cdot V_f$

Despejemos V_i de la ecuación. $V_i = \frac{C_f \cdot V_f}{C_i} =$

Reemplaza $V_i = \frac{0,15\text{M} \cdot 500\text{mL}}{0,2\text{M}} = 375\text{mL}$

Resuelve los siguientes ejercicios:

4.1 ¿Cuál es la concentración de 150mL de una disolución de FeS si se partió de 50mL de solución con una concentración 1N?

4.2 ¿Qué volumen de una solución 0,45M H_2SO_4 se requiere para preparar 250mL de solución 0,32M?

4.3 ¿Cuántos gramos de $\text{Mg}(\text{OH})_2$ se requieren para preparar 200mL de solución 0,089M?

Desempeño 3

Práctica de laboratorio:

Con base en las temáticas vista diseñen una práctica de laboratorio en la que prepare y determine la concentración de una solución. En la página web:<http://www.xente.mundo-r.com/explora/quimica3/Quimica%202020Bachillerato-Laboratorio.pdf> encontrarán algunas prácticas de laboratorio sobre soluciones, úselas como ejemplo para realizar su diseño. Elabore un pre informe de laboratorio que contenga: título, objetivos, fundamento teórico, ficha técnica de los reactivos a utilizar, materiales y reactivos, procedimiento en forma de diagrama de flujo, resultados esperados y bibliografía.

Una vez termine la práctica de laboratorio entregue un informe que contenga: título, materiales y reactivos usados, procedimiento en forma de diagrama de flujo, observaciones y resultados, cálculos, análisis de resultados, conclusiones y bibliografía.

Desempeño 4

Proyecto de síntesis.

La docente explica la solución del tópico generativo junto con los estudiantes que han previamente indagado sobre la solución. Finalmente los estudiantes entregan

un documento escrito de su solución al tópico generativo teniendo en cuenta los resultados obtenidos en el laboratorio y lo trabajado en la teoría.

Valoración continua

La docente hace el acompañamiento constante de los estudiantes durante la aplicación de cada desempeño de comprensión y también durante el desarrollo del taller, resolviendo sus dudas, al finalizar cada sesión de clase la docente recoge los avances en el taller y junto con el estudiante hace las correcciones a las que haya lugar de tal manera que el estudiante entrega en la siguiente sesión las correcciones. Al finalizar cada temática realiza un refuerzo y genera nuevos ejercicios e interrogantes a los estudiantes a fin de evaluar sus progresos. La coevaluación la harán dos integrantes del grupo cada vez que el estudiante entregue sus desempeños de comprensión.

Anexo 8

APRENDIZAJE POR DESCUBRIMIENTO GUIADO

Unidad didáctica estequiometría

Sesión 1 y 2

Se entrega a los estudiantes una muestra de ácido clorhídrico de concentración y densidad conocida la cual estaba en la etiqueta del recipiente, también se les entrega hidróxido de calcio de concentración conocida.

1. Midan una pequeña cantidad de ambas sustancias y mézclelas con precaución. Tengan en cuenta dejar caer por las paredes del recipiente el líquido. Observen y tomen todas las anotaciones que consideren.
2. Calienten ahora la mezcla y nuevamente escriba lo que observan.
3. Repitan el procedimiento del primer paso pero ahora añadan una pequeña cantidad de agua a la mezcla. Escriban sus observaciones.
4. Calienten nuevamente la mezcla del paso 3.

Resuelvan los siguientes interrogantes:

1. ¿Qué características físicas presentan las sustancias que le fueron entregadas?
2. Averigüe la ficha técnica de estas sustancias: fórmula química, DL50, solubilidad, constantes física, reactividad, etc.
3. Cuando se mezclan a temperatura ambiente ¿Qué ocurre?
4. ¿Qué producto(s) se obtienen cuando se mezclan?
5. ¿Qué ocurre cuando se calienta la mezcla?
6. ¿Qué características presentan las sustancias obtenidas en la reacción?

7. ¿Qué cantidad de producto se obtuvo?
8. ¿Han quedado sobrantes de los reactivos?
9. ¿Qué es reactivo limitante?
10. ¿Cuál fue el reactivo limitante en reacción efectuada en el laboratorio?
11. ¿Qué cantidad de los materiales iniciales se requieren para obtener solamente los productos?
12. ¿La mezcla tiene algún contaminante?
13. ¿Cómo se puede eliminar los contaminantes en la obtención del producto principal?

*consulte en textos y utilice el computador para averiguar en la internet la información que requiera y pregunte a la profesora cuando tenga dudas sobre lo consultado.

Evalúen el desempeño de cada integrante en el grupo. La docente devolverá la evaluación de desempeño con sugerencias.

Sesión 3 y 4

Repitan la mezcla pero en esta ocasión realice el siguiente procedimiento: mida 20,0mL de la solución de ácido clorhídrico y pese 20,0g del hidróxido de calcio, mezcle ambos materiales y pese la mezcla. Caliente con precaución, manteniendo agitación suave constante. Pese varias veces hasta obtener un peso constante.

14. Elaboren un diagrama de flujo sobre lo que va a realizar
15. Escriban todas las observaciones posibles.
16. ¿Qué cantidad de producto obtuvo?

17. ¿qué productos obtuvo?
18. ¿escriba la ecuación de la reacción?
19. ¿La ecuación está balanceada? ¿En qué consiste balancear una ecuación química?
20. ¿qué cantidad teórica debió obtenerse de los productos?
21. ¿Cuáles son las causas por las cuales no se obtiene la cantidad teórica?
22. ¿Qué es pureza química? ¿Cómo se puede determinar?
23. ¿qué contaminantes tiene el producto obtenido?
24. ¿Cómo pueden purificar el producto obtenido?
25. ¿Cuál fue el rendimiento de la reacción? Utilice la siguiente ecuación para determinarlo.

$$\text{Rendimiento químico} = R.Q. = \frac{\text{cantidad real} * 100\%}{\text{cantidad teórica}}$$

*consulten en textos y utilice el computador para averiguar en la internet la información que requiera y pregunten a la profesora cuando tengan dudas sobre lo consultado.

Evalúen el desempeño de cada integrante en el grupo. La docente devolverá la evaluación de desempeño con sugerencias en sesión de asesoría docente.

Sesión 5 y 6

Midan 20,0mL de la solución de ácido clorhídrico y pese 20,0g del hidróxido de calcio, mezcle ambos materiales y pese la mezcla, y caliente con precaución, manteniendo agitación suave constante. Pese varias veces hasta obtener un peso constante.

26. Elaboren un diagrama de lo que va a realizar en el laboratorio
27. ¿Cuáles creen que son los objetivos del trabajo que van realizar?
28. ¿Qué esperan obtener?
29. ¿Qué cantidad debieron obtener?
30. ¿Cuál fue el rendimiento de la reacción?

Comprueben que el producto obtenido es el esperado mediante la determinación de las constantes físicas.

31. Si los resultados obtenidos no corresponden a los valores teóricos ¿A qué se debe esto?
32. ¿Qué cantidades deben tomar de los reactantes (ácido clorhídrico e hidróxido de calcio) para asegurar reacción completa y obtener solamente los productos.

Diseñen un experimento en el que puedan obtener solamente los productos y purificar el producto obtenido. Ejecútalo.

33. ¿Qué cantidad debió obtener de producto?
34. ¿Cuál fue el rendimiento de la reacción?

Determinen nuevamente las constantes físicas al producto purificado.

*consulte en textos y utilice el computador para averiguar en la internet la información que requiera y pregunte a la profesora cuando tenga dudas sobre lo consultado.

Evalúen el desempeño de cada integrante en el grupo. La docente devolverá la evaluación de desempeño con sugerencias en sesión de asesoría docente.

Sesión 7 y 8

Resuelva el siguiente problema teniendo en cuenta lo realizado en las semanas anteriores.

Para la preparación de cierto queso se requiere cloruro de calcio el cual se encuentra agotado y lo han contratado a usted para que a partir de 5,0L de ácido clorhídrico al 50% que tiene una densidad de 0.45g/mL y 400,0g de hidróxido de calcio al 89% obtenga el cloruro de calcio. ¿Qué cantidad de cloruro de calcio obtendrá? ¿Cómo lo va a obtener? ¿Cuáles son los posibles contaminantes? ¿Cómo puede asegurar usted que obtendrá el cloruro de calcio sin contaminantes?

Expongan en carteleras su solución al problema a los demás compañeros del curso, indicando sus objetivos, hipótesis de trabajo, diagrama de flujo de su solución, cálculos realizados, resultados esperados y conclusiones.

Anexo 9

Aprendizaje por descubrimiento guiado

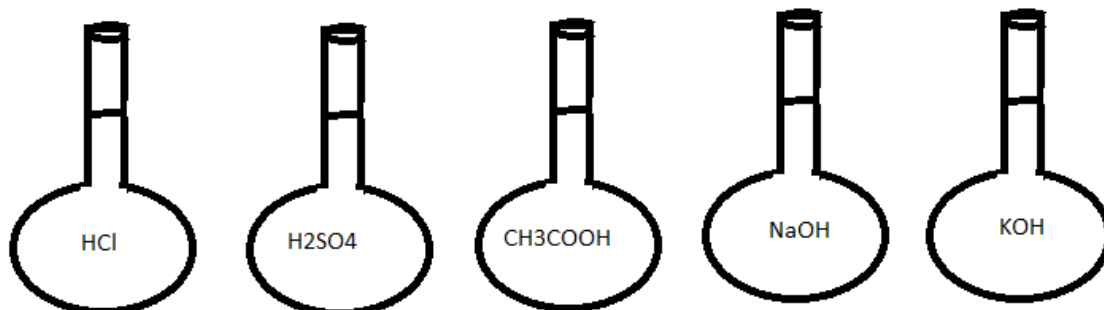
Equilibrio químico

Sesión 1, 2, y 3

Experimento 1.

OJO: tenga precaución con cada una de los ácidos con los que va a trabajar, son muy tóxicos y pueden producirle quemadura graves, use guantes de cirugía en buen estado, careta y gafas de seguridad estas últimas pídalas a la profesora.

Tome 10mL de cada una de las sustancias que se mencionan a continuación, llévelas a un balón aforado de 50mL y complete con agua, agite. Observe el ejemplo.



Ácido clorhídrico diluido, ácido sulfúrico diluido, ácido acético, hidróxido de sodio, hidróxido de potasio, cloruro de sodio, ácido sulfhídrico, carbonato de calcio, sulfuro de hierro, sulfuro de sodio.

Determina la temperatura y el pH de las soluciones formadas como te indique la profesora. Elabora una tabla que contenga

Muestra No.	solución	pH	T°
1	HCl		
2	H ₂ SO ₄		

*consulte en textos y utilice el computador para averiguar en la internet la información que requiera y pregunte a la profesora cuando tenga dudas sobre lo consultado.

Resuelve las siguientes preguntas:

¿Qué encuentras en común o de diferente en estas sustancias?

Consulta como se define un ácido y una base según Bronted- Lowry, Arrhenius y Lewis.

¿Cuál es la diferencia entre un ácido débil y uno fuerte?

¿Cuál es la diferencia entre una base débil y una fuerte?

¿Qué es el pH?

¿Mediante qué otras maneras puede determinar el pH?

Averigua en qué consiste el equilibrio químico.

Averigua que significan las siguientes constantes: constante de acidez, constante de basicidad, constante de hidrólisis.

Averigua como se establece las ecuaciones para determinar la concentración de estas soluciones a las cuales les conoce el pH.

Determina la concentración de iones hidrógeno de cada solución, la concentración inicial de cada solución y completa la siguiente tabla.

Muestra No.	Solución	pH	T°	[H ⁺]	K (constante que corresponda)	Concentración de la solución
1	HCl					
2	H ₂ SO ₄					

Abra la página interactiva que aparece a continuación, lea cada ventana y realice lo que esta indica tome los apuntes en su cuaderno. Pregunte a la docente lo que no comprenda.

http://recursostic.educacion.es/newton/web/materiales_didacticos/equilibrio_quimico/index.html

Evalúe el desempeño de cada integrante en el grupo. La docente devolverá la evaluación con sus sugerencias.

Sesión 4 y 5

Experimento 2

OJO: tenga precaución con cada uno de los ácidos con los que va a trabajar, son muy tóxicos y pueden producirle quemadura graves, use guantes de cirugía en buen estado, careta y gafas de seguridad estas últimas pídalas a la profesora.

1. Mida 10mL de agua con la pipeta e introdúzcalos en un vaso de precipitados de 25mL. Márquelo como tubo 1. Determina el pH del agua y anótalo.

2. Mida con una pipeta 0,5mL de ácido clorhídrico HCl diluido e introdúzcalos en el vaso que contiene el agua y agítalo.
3. Determina el pH de la solución formada y anótalo.
4. Mida con la pipita aforada 10mL de ácido acético glacial (V medido inicial) y llévelo a 100mL (V final de la solución) en un balón aforado. Agite. Marque el balón como solución de ácido acético.
5. Pese 24,6g de acetato de sodio, llévelo a un balón aforado de 50mL y complete con agua, agite.
6. En un nuevo vaso de precipitados mida 10 mL de la solución diluida de ácido acético CH₃COOH y añádele 10mL de la solución de acetato de sodio. Márquelo como tubo 2. Mezcle y determine el pH.
7. Mida con una pipeta 0,5mL de ácido clorhídrico HCl diluido e introdúzcalos en el vaso que contiene la mezcla del punto anterior (4). determine el pH.
8. Repita el procedimiento del paso 4 y 5 pero en lugar 5g de acetato de sodio añade 1g de acetato de sodio, luego con 2g de acetato de sodio, luego con 3g y finalmente con 4g. Elabora una tabla como se indica a continuación. Marca cada recipiente como tubo 3, 4 y 5 respectivamente

Tubo	H ₂ O	HCl	CH ₃ COOH	pH	Diferencia de PH
1					
2					
3					
4					
5					

Averigua y resuelve los siguientes interrogantes:

9. ¿Cuál es la diferencia entre el pH inicial en cada tubo y después de añadirle el ácido clorhídrico? Completa la tabla.

10. ¿A qué se debe la diferencia significativa en el pH entre el tubo 1 y los demás?
11. ¿Qué es una solución amortiguadora o buffer?
12. ¿Cuál de los tubos contiene una solución buffer y por qué?
13. Calcula la concentración del ácido acético glacial diluido mediante la siguiente ecuación:

$$\text{Acido diluido} = 60.05\text{M} \cdot V_{\text{medido inicial}} / V_{\text{final de la solución}}$$
 donde 60,05 es la concentración del ácido acético puro.
14. Determine la concentración molar (M) de la solución de acetato de sodio mediante la siguiente ecuación: $M = \text{moles de acetato de sodio} / L \text{ solución}$
15. Averigüe la ecuación de Henderson-Hasselbalch y con los datos que ya tiene, calcule la constante de acidez del ácido acético y la pKa.
16. Averigua la K_a del ácido acético y compárala con el valor que acabas de obtener. ¿Qué ocurre. ¿Si hay diferencias a que se debe? Investiga.

Evalúe el desempeño de cada integrante en el grupo. La docente devolverá la evaluación con sus sugerencias.

Sesión 6, 7 y 8

Resuelva el siguiente problema teniendo en cuenta lo realizado en las semanas anteriores.

Una de las formas de determinar si una fuente de agua está contaminada es mediante la cantidad de las siguientes especies presentes en el agua, CO_2 , H_2CO_3 Y $(\text{HCO}_3)^{-1}$, $(\text{CO}_3)^{-2}$ si tienes una muestra de agua de un lago y deseas saber si

está contaminado ¿cómo puedes determinar la concentración de los iones mencionados anteriormente? ¿cuáles son los límites permitidos para considerar que no está contaminada? ¿En qué consiste la demanda bioquímica de oxígeno y cómo la puedes determinar? ¿en qué consiste la demanda química de oxígeno?, ¿cómo se presenta el equilibrio de las especies CO_2 , H_2CO_3 Y $(\text{HCO}_3)^{-1}$, $(\text{CO}_3)^{-2}$ en el agua? ¿Qué diferencias hay en el pH del agua potable y la fuente de agua contaminada?

Exponga en cartelera su solución al problema a los demás compañeros del curso, indicando sus objetivos, hipótesis de trabajo, diagrama de flujo de su solución, cálculos realizados, resultados esperados y conclusiones.

Anexo 10

Aprendizaje por descubrimiento guiado

Heterodispersos y soluciones

Semana 1

Aprenderás a preparar mayonesa dietética.

Antes de prepararla necesitas saber ¿qué es un heterodisperso?, ¿cuáles son sus componentes?, ¿qué clases de heterodispersos hay?, ¿cómo se mantiene estable una mezcla heterogénea para que no se separen sus componentes?

Se hará la discusión de cada uno de estos interrogantes antes de realizar la práctica.

Experimento 1

Mide 50mL de aceite de oliva.

Añádele 10mL de agua.

¿Qué observas? Escríbelo. Toma con la punta de una cucharita una pequeñísima cantidad de la mezcla y pruébala con la punta de tu lengua. Escribe lo que ocurre.

Añade el zumo de 3 limones. Escribe lo que observas. Toma con la punta de una cucharita una pequeñísima cantidad de la mezcla y pruébala con la punta de tu lengua. Escribe lo que ocurre.

Añade la clara de 3 huevos. Agita con una cuchara. Escribe lo que observas.

Pasa la mezcla a la licuadora. Escribe que observa cuando terminas de licuar.

Añade sal a tu gusto o déjala sin sal (recuerda que es dietética)

Añade los siguientes ingredientes a tu gusto, cebolla en polvo, ajo en polvo y otras especias si lo deseas.

Empaca y etiquétalo indicando la fecha de elaboración y los ingredientes en el orden en que los añadieron.

Evalúen el desempeño de cada integrante en el grupo. La docente devolverá la evaluación de desempeño con sugerencias en la sesión de asesoría de la profesora.

Experimento 2

Mide 50mL de aceite de oliva.

Añade la clara de 3 huevos. Agita con una cuchara. Escribe lo que observas.

Añádele 10mL de agua. Agita y escribe lo que observas. Toma con la punta de una cucharita una pequeñísima cantidad de la mezcla y pruébala con la punta de tu lengua. Escribe lo que ocurre.

Añade el zumo de 3 limones. Escribe lo que observas. Toma con la punta de una cucharita una pequeñísima cantidad de la mezcla y pruébala con la punta de tu lengua. Escribe lo que ocurre.

Pasa la mezcla a la licuadora. Escribe que observa cuando terminas de licuar.

Añade sal a tu gusto o déjala sin sal (recuerda que es dietética)

Añade los siguientes ingredientes a tu gusto, cebolla en polvo, ajo en polvo y otras especias si lo deseas.

Resuelve los siguientes interrogantes cuando termines las prácticas.

¿Cuáles crees que son los objetivos de la práctica?

¿Qué diferencias encontraste en los dos procedimientos?

¿De qué está compuesta la clara del huevo?

¿Qué función cumple la clara de huevo en la mezcla?

¿Qué es un tensioactivo?

¿Qué es un emulsificante?

¿Cómo afectó la adición del jugo de limón a la mezcla? ¿Qué función cumple el limón?

¿Qué características organolépticas tiene el producto? ¿Es la mayonesa un heterodisperso? ¿Por qué?

Evalúen el desempeño de cada integrante en el grupo e indiquen como pueden mejorarlo. La docente devolverá la evaluación de desempeño con sugerencias en la sesión de asesoría de la docente.

Semana 2

Se entregará a los estudiantes las siguientes sustancias metanol, etanol, acetato de etilo, éter, cloruro de sodio, sulfato de cobre II, cloruro de potasio.

Realice el siguiente procedimiento con cada una de las anteriores sustancias.

1. Mide con ayuda de una probeta 10mL de agua y llévelos a un vaso de precipitados de 25mL.
2. Mide 1mL de una de las sustancias mencionadas anteriormente con ayuda de una pipeta graduada. Añádalos al agua y agite. Escriba sus observaciones en el cuaderno.
3. Realice una tabla como la que se observa a continuación. Complétela.

Sustancia	Agua	disuelve	No disuelve
1mL			
2mL			

4. Añade otro mL de la misma sustancia y agite nuevamente, escriba sus observaciones.
5. Repite el mismo procedimiento hasta completar 10mL. Escriba siempre sus observaciones.
6. Con las sustancias sólidas pese 1g y repite el procedimiento hasta completar los 10g.

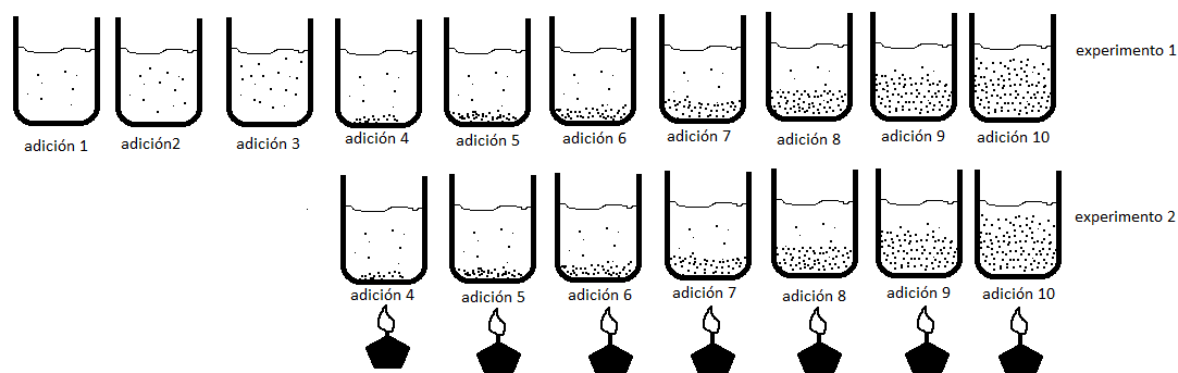
Resuelve los siguientes interrogantes.

1. Averigüe que significa disolver y que es una disolución o solución.
2. ¿Qué sustancias disolvieron y cuáles no?
3. ¿Qué sustancias se disolvieron en mayor cantidad?

4. Consulta que hace que una sustancia se disuelva o no en otra.
7. Repite el procedimiento anterior con las sustancias que se disolvieron en algún momento. Pero en esta ocasión inicie con la cantidad a la cual ya no se observó disolución. Caliente la mezcla. Haz anotaciones sobre sus observaciones. Observe el dibujo 1.

Realice el cuadro y complételo nuevamente como se observa.

Sustancia	Agua	Disuelve	No disuelve
1mL			
2mL			



Dibujo 1

Observe en los gráficos del experimento 1 que a partir de la cuarta adición empezó a precipitar. Entonces en el experimento 2, se preparó la mezcla con las adiciones hasta este punto y se calentó en cada adición siguiente.

Resuelve los siguientes interrogantes:

5. ¿Cómo afecta la temperatura en la solubilidad de las sustancias?
6. Averigua que características presentan las soluciones.

7. ¿qué tipos de soluciones hay? da ejemplo de cada una de ellas.
8. ¿Qué son las propiedades coligativas?

Evalúen el desempeño de cada integrante en el grupo e indiquen como pueden mejorarlo. La docente devolverá la evaluación de desempeño con sugerencias en la sesión de asesoría de la docente.

Semana 3

Los estudiantes aprenderán sobre cómo se determina cuantitativamente la concentración de una solución mediante la ejecución de las páginas web interactivas que se nombra a continuación, las cuales les permitirán paso a paso ver y ejecutar el procedimiento para resolver ejercicios relacionados con concentración.

<http://fyq1bach.blogspot.com/2011/06/propiedades-coligativas-de-las.html>

<http://teleformacion.edu.aytolacoruna.es/EQUIMICA/document/probdisol/inicio.htm>

<http://prezi.com/9sm21axzxprp/disoluciones/>

http://cwx.prenhall.com/bookbind/pubbooks/blb_la/

<http://quimicaeso2012.blogspot.com/search/label/03.%20DISOLUCIONES>

http://cwx.prenhall.com/bookbind/pubbooks/blb_la/chapter13/deluxe.html

semanas 4 y 5

Preparar una disolución de H_2SO_4 0,1N para esto debes resolver los siguientes interrogantes.

¿Qué es un equivalente?

¿Qué es la concentración normal (N)?

¿Cómo se determina?

¿Qué fórmula se usa para calcular la concentración de disoluciones? Averígualo si desea como volumetría.

¿Cómo se prepara una disolución de un ácido?

Averigua las características y riesgos de la manipulación del ácido nítrico.

Averigua cuál es la concentración del ácido nítrico del laboratorio.

Una vez conozcas la concentración del ácido nítrico realiza los cálculos para preparar 50mL de solución 0.1N.

Prepara la solución en el laboratorio, empácala en un frasco oscuro de vidrio y márcalo indicando la concentración, el volumen y la fecha de elaboración.

La concentración de una solución también se puede expresar en partes por millón p.p.m., molal m y porcentual. Averigua las fórmulas para expresar de esta forma la concentración.

Realiza los cálculos correspondientes para que expreses la concentración del ácido que preparaste en p.p.m., m y %, y escribe estas concentraciones en el frasco.

Evalúen el desempeño de cada integrante en el grupo e indiquen como pueden mejorarlo. La docente devolverá la evaluación de desempeño con sugerencias en la sesión de asesoría de la docente.

Semana 6,7 y 8

Resuelva el siguiente problema teniendo en cuenta lo realizado en las semanas anteriores.

Se requiere preparar un shampoo para el cual se usará como agente espumante lauril sulfato de sodio, pero este presenta una baja solubilidad en agua. ¿Cómo se puede preparar el shampoo utilizando esta materia prima? Si el shampoo debe quedar con consistencia semifluida y transparente ¿Qué se le debe añadir? ¿Qué afecta la solubilidad de una sustancia? ¿Si una gaseosa es transparente y traslúcida y un gel para cabello es también traslúcido y transparente porque la primera es una solución y el segundo un coloide?

Expongan en carteleras su solución al problema a los demás compañeros del curso, indicando sus objetivos, hipótesis de trabajo, diagrama de flujo de su solución, cálculos realizados, resultados esperados y conclusiones.

Anexo 11

PLANTILLA DE CORRECCIÓN No. 1

Evaluación de entrada No. _____ Evaluación de finalización No. _____

Nombre del estudiante _____ curso: _____

Escribir una equis (X) en el puntaje 1 cuando el problema esté correctamente resuelto o cero cuando no.

ITEM	Problema	puntaje	Puntaje
1	El estudiante resuelve sin dificultad el problema abierto sin datos dado que identifica las variables y constantes del problema	1	0
2	El estudiante resuelve sin dificultad el problema abierto con datos dado que identifica las variables y constantes del problema	1	0
3	El estudiante resuelve sin dificultad el problema semi abierto dado que identifica las variables y constantes del problema	1	0
4	El estudiante resuelve sin dificultad el problema cerrado con datos dado que identifica las variables y constantes del problema	1	0
5	El estudiante resuelve sin dificultad el problema cerrado sin datos dado que identifica las variables y constantes del problema	1	0
6	El estudiante resuelve sin dificultad el problema semicerrado sin datos dado que identifica las variables y constantes del problema	1	0
	Puntaje total		

Observaciones: _____

Anexo 12

PLANTILLA DE CORRECCIÓN No. 2

Pre informe de laboratorio

Pre informe No. _____

Estudiante: _____

Curso: _____

Escribir una X donde la afirmación sea la más indicada.

1. ¿Plantea objetivos?

No _____ (puntos 0)

Si _____ (puntos 1) Formula los objetivos con base en:

-no están relacionados con el problema planteado _____ (puntos 0)

-algunos están relacionados con el problema planteado _____ (puntos 1)

-el problema planteado _____ (puntos 2)

Total objetivos: _____

2. ¿Formula hipótesis?

No _____ (puntos 0)

Si _____ (puntos 1) Formula las hipótesis con base en:

- el conocimiento cotidiano. _____ (puntos 1)

- teorías y modelos científicos _____ (puntos 3)

-Ambos _____

Total hipótesis: _____

3. ¿El fundamento teórico es coherente y útil para el trabajo experimental?

No _____ (puntos 0) parcialmente _____ (puntos 1) si _____ (puntos 2)

Total fundamento teórico: _____

4. ¿Identifica las variables que influyen en los resultados del experimento? No _____ (puntos 0)

Si _____ (puntos 1) 1 variable _____ (puntos 1)

2 variables _____ (puntos 2)

3 o más variables_____ (puntos 3)

(Nota: las variables que el estudiante establece deben ser las que intervienen en el experimento para ser tenidas en cuenta)

Total variables:_____

5. describe los resultados esperados con base en:
fundamento teórico____ (puntos 3) experiencia personal____ (puntos 1) ambos____
(puntos 2)

Total resultados esperados:_____

6. ¿Realiza cálculos?
No_____ (puntos 0)
Si_____ (puntos 0) ¿Se requiere? No____ (puntos 1) Si_____ (puntos 2)
¿Está correctamente elaborado el cálculo? Si_____ (puntos 3) No_____ (puntos 0)
(Nota: si no se requiere el cálculo no se tendrá en cuenta si está correcto o no)

Total cálculos:_____

7. ¿Hace la referencia bibliográfica? No____ (puntos 0) Si_____ (puntos 1)
Número de fuentes utilizadas: 1____ (puntos 1) 2____ (puntos 1) 3____ (puntos 2) 4
o más____ (puntos 3)
Es pertinente la fuente bibliográfica: No____ (puntos 0) Si_____ (puntos 1)
(Nota: en caso de que haya más de una fuente bibliográfica y solamente una de estas
no sea pertinente se asumirá como que son pertinentes)

Total bibliografía:_____

8. Numero de pasos del diseño experimental (Nivel de eficiencia experimental):
2____ (puntos 3) 3____ (puntos 3) 4____ (puntos 3) 5____ (puntos 2) 6____
(puntos 2) 7____ (puntos 2) 8____ (puntos 1) 9____ (puntos 1) 10 o más____
(puntos 1)

Total diseño experimental:_____

9. Cantidad de reactivos que utilizará (eficiencia):
1____ (puntos 3) 2____ (puntos 3) 3____ (puntos 3) son más de tres los requeridos
(puntos 3) 4____ (puntos 2) 5____ (puntos 2) 6____ (puntos 1) 7 o más____ (puntos 1)

Total reactivos:_____

10. Cantidad de materiales o equipos que utilizará:
1____ (puntos 3) 2____ (puntos 3) 3____ (puntos 3) son más de tres los requeridos
(puntos 3) 4____ (puntos 2) 5____ (puntos 2) 6____ (puntos 1) 7 o más____ (puntos 1)
(Nota: para los puntos 6, 7 y 8 lo ideal es que sea el menor número posible por costos
en tiempo, dinero, espacio, pero debe ser efectivo el resultado)

Total materiales y equipos:_____

PUNTAJE TOTAL: _____

Anexo 13

PLANTILLA DE CORRECCIÓN No. 3

Informe de laboratorio

Informe No. _____

Estudiantes: _____

Curso: _____

Este instrumento es llenado por la profesora investigadora.

Colocar una X en la respuesta más acertada para cada estudiante.

1. ¿El estudiante se plantea objetivos claros relacionados con el experimento?
No ___ (puntos 0) Si ___ (puntos 1)
2. ¿El estudiante plantea hipótesis acordes con el problema a resolver experimentalmente?
No ___ (puntos 0) Si ___ (puntos 1)
3. ¿El esquema procedimental está acorde con lo realizado en el laboratorio?
No ___ (puntos 0) Si ___ (puntos 1)
4. ¿Registra los resultados en forma organizada?
No ___ (puntos 0) Si ___ (puntos 1)
5. ¿Los datos fueron alterados? No ___ (puntos 1) Si ___ (puntos 0)
6. ¿El estudiante describe todo el fenómeno químico o fisicoquímico? No ___ (puntos 0) Si ___ (puntos 1)
7. ¿El estudiante utiliza los instrumentos o equipos adecuados para realizar las mediciones? No ___ (puntos 0) Si ___ (Puntos 1)
8. ¿Los cálculos son coherentes con las mediciones realizadas?
No ___ (puntos 0) Si ___ (puntos 1)
9. ¿Están correctamente elaborados los cálculos? No ___ (puntos 0) Si ___ (puntos 1)
10. ¿El estudiante realiza el análisis de los resultados basándose en las teorías o principios abordados en los subtemas vistos? No ___ (puntos 0) Si ___ (puntos 1)
11. ¿El estudiante realiza el análisis de los resultados teniendo en cuenta los resultados en los cálculos realizados? No ___ (puntos 0) Si ___ (puntos 1)(Nota: este numeral se tendrá en cuenta solamente si se requerían cálculos)
12. ¿El estudiante verifica las hipótesis que se formuló al hacer el análisis de resultados?
No ___ (puntos 0) Si ___ (puntos 1)
13. ¿El estudiante establece relaciones entre conceptos para explicar el fenómeno observado? No ___ (puntos 0) Si ___ (puntos 1)
14. ¿Las conclusiones son coherentes con los objetivos que se propuso el estudiante?
No ___ (puntos 0) Si ___ (puntos 1)
15. ¿Las conclusiones del estudiante se basan en teorías o principios científicos?
No ___ (puntos 0) Si ___ (Puntos 1)

16. ¿Las conclusiones se basan en las observaciones y mediciones realizadas? No____
(puntos 0) Si____ (puntos 1)

17. ¿En las conclusiones el estudiante tiene en cuenta la magnitud del error
experimental? No____ (puntos 0) Si____ (puntos 1)

Puntaje total:_____