



BENEMÉRITA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE PUEBLA
FACULTAD DE FILOSOFÍA Y LETRAS
DOCTORADO EN INVESTIGACIÓN E INNOVACIÓN EDUCATIVA

**INCORPORACIÓN DE AMBIENTES VIRTUALES DE
APRENDIZAJE EN QUÍMICA
Un Caso para Enseñar Química Analítica**

TESIS QUE PARA OBTENER EL GRADO DE
DOCTOR EN INVESTIGACIÓN EN INNOVACIÓN EDUCATIVA

PRESENTA

LUIS ANGEL AGUILAR CARRASCO

DIRECTOR DE TESIS:
Dr. Fermín Rueda Hernández

Puebla, Pue.

2020

HOJA DE AUTORIZACIÓN

Dr. Fermín Rueda Hernández

Dr. Antonio Fernández Crispín

Dra. Carmen Cerón Garnica

Dr. Abraham Moctezuma Franco

Dra. Claudia María Ramírez Culebro

AGRADECIMIENTOS

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACyT) por el apoyo otorgado a través del financiamiento con el número de apoyo 464559.

CONTENIDO

RESUMEN	9
ÍNDICE DE TABLAS	10
ÍNDICE DE FIGURAS	11
ABREVIATURAS.....	14
Justificación	15
Planteamiento del Problema	23
Las preguntas de Investigación	26
Objetivos	26
General.....	26
Específicos	26
Hipótesis.....	26
Hipótesis de Investigación.....	26
Hipótesis Nula	27
Hipótesis Alternativa.....	27
CAPÍTULO I	28
Ambientes de Aprendizaje	28
Introducción.	28
1.1 Los Ambientes de Aprendizaje	28
1.2. Actividades Lúdicas	34
1.3 Actividades Lúdicas en el Nivel Superior.....	36
1.4 Ambientes de Aprendizaje en la Enseñanza de la Química	38
1.5 Uso de las Tecnologías de la Información en México	40
1.6 Educación a Distancia.....	43
1.7 Ventajas de los medios en la educación a distancia	48
1.7.1 La web 2.0.	50
1.7.2 Redes sociales	51
1.7.3 <i>Blog</i>	53

1.7.4 Moodle	55
1.7.5 Blackboard.....	59
1.7.6. Google Sites	60
1.8 El diseño Instruccional.....	61
1.8.1 Modelos de diseño instruccional	63
1.8.2. Modelo ASSURE.....	64
1.8.3. Modelo ADDIE	65
Conclusión.....	67
CAPÍTULO II.	69
Didáctica de la Química.....	69
Introducción.....	69
2.1 Enseñar Química	69
2.2 Didáctica de la química en educación superior.....	77
2.3 El Conocimiento Pedagógico del Contenido	79
2.4 Enfoque Ciencia Tecnología y Sociedad (CTS) en Química.....	83
2.5 Otras Estrategias Didácticas para Enseñar Química.....	86
2.6 Rendimiento académico.....	89
Conclusión.....	92
Capítulo III.	93
La Química Analítica como parte del Currículum.....	93
Introducción.....	93
3.1 Importancia de la Química en México	93
3.2 ¿Qué es la Química Analítica?	94
3.3 Química Analítica en México.....	94
3.3.1 ¿Qué temas enseña la Química Analítica?	95
3.4 La Química analítica como parte del Currículo	104
3.4.1 UNAM.....	104
3.4.2 IPN	107
3.4.3 UAM	109
3.4.4 Universidad de Guadalajara	112
3.4.5 BUAP.....	113
Conclusión.....	115
CAPÍTULO IV	117
Contexto de la Enseñanza de la Química	117

Introducción	117
4.1 Enseñanza de la Química en México	117
4.2 Química en Secundaria.....	119
4.2.1 El trabajo en el laboratorio en secundaria.....	121
4.3 La Química en el Nivel medio Superior	122
4.3.1. El laboratorio en la Educación Media Superior.....	125
4.4 Enseñanza de la Química en el nivel superior.....	126
4.5 Contexto de la Enseñanza de la Química en Latinoamérica	132
4.5.1 Argentina.....	132
4.5.2 Uruguay	133
4.5.3 Chile.....	133
4.5.4 Colombia	134
4.5.5 Brasil.....	135
4.5.6 Costa Rica	136
4.6 Resto del Mundo	138
4.7 PISA.....	142
Conclusión.....	144
CAPÍTULO V	148
TEORÍA.....	148
Introducción	148
5.1 Constructivismo.....	149
5.2 Constructivismo de Ausubel.....	151
5.2.1. La enseñanza de las ciencias desde la visión de Ausubel.....	153
5.3 Constructivismo de Vigotsky	154
5.3.1. Zona de Desarrollo Próximo.....	155
5.4 Enfoque Sociocultural	157
5.4.1. Uso de las ideas de Vigotsky en la enseñanza de la Química.....	159
5.5 Currículo.....	160
5.5.1 Currículo según César Coll.....	160
5.5.2 Currículo según Taba.....	166
5.2.3 El currículo según Pansza	167
5.5.4 El Currículo según Tyler.....	170
5.6 El Currículo de la Química	174
5.7 Diseño Curricular en la Educación Superior	176

5.7.1 Currículum de Química en Educación Superior.....	178
5.4.2 Currículum de la Licenciatura en Química de la BUAP.....	179
5.8 Propuesta de adecuación de curricular.....	180
Conclusión.....	191
CAPÍTULO VI	193
DISEÑO METODOLÓGICO.....	193
Introducción.....	193
6.1. Diseño de la estrategia metodológica.....	193
6.2 Población objetivo.....	201
6.3 Muestra/Unidad de análisis	202
6.4 Tipo de muestreo.....	203
6.5 Variables e indicadores	204
6.6 Datos de relevancia socioeducativa.....	205
6.7 Método de investigación.....	206
6.8 Técnicas y procedimiento de recogida de la información	207
6.9 Instrumentos o guiones de recogida de información	210
6.9.1 Examen.....	210
6.9.2 Guión de observación.....	212
6.10 Técnicas y procedimiento de análisis de la información.....	212
6.11 Dificultades y limitaciones.....	214
6.12 Plan de trabajo de campo	216
6.12.1 Primera Fase:.....	216
6.12.2 Segunda Fase.....	217
6.12.3 Tercera Fase	217
6.12.4 Cuarta Fase.....	218
6.12.5 Calendario de realización	218
CAPÍTULO VII	219
RESULTADOS Y ANÁLISIS	219
Introducción.....	219
7.1 Aplicación de los instrumentos	219
7.2 Análisis Paramétricos	222
7.3 Análisis No Paramétrico	224
7.4. Evidencias de Aprendizaje (Tareas).....	227

7.4.1 Tarea 1.....	227
7.4.2. Tarea 2.....	230
7.4.3 Tarea 3.....	232
7.4.4 Tarea 4.....	235
7.4.5 Tarea 5.....	238
7.4.6 Tarea. 6.....	241
7.4.7 Tarea 7.....	244
7.4.8 Tarea. 8.....	246
7.4.9 Tarea 9.....	249
7.4.10 Tarea 10.....	252
7.5. Resultados sobre el cumplimiento de actividades.....	254
7.6 Apuntes del diario de clase	256
7.7. Resultados del Índice de satisfacción.....	260
7. 8 Análisis.....	268
CONCLUSIONES	281
Referencias.....	289
ANEXO 1 PRIMER EXAMEN PARCIAL QUÍMICA ANALÍTICA.....	309
ANEXO 2 SEGUNDO EXAMEN PARCIAL QUÍMICA ANALÍTICA BÁSICA	310
ANEXO 3 TERCER EXAMEN PARCIAL QUÍMICA ANALÍTICA BÁSICA.....	313
Anexo 4 Ejemplo del Resumen.....	314
Anexo 5. Rúbrica del resumen	315
ANEXO 6 EJEMPLO DE CRUCIGRAMA	318
ANEXO 7. EJEMPLO DEL CRUCIGRAMA RESUELTO	319
ANEXO 8. EJEMPLO DE CÓMIC.....	320
Anexo 9. Rúbrica del cómic	324
Anexo 10. Ejemplo del Caso del proyecto final.....	329
ANEXO 11. FORMATO PARA LA RESOLUCIÓN DE CASOS.....	330
Anexo 12. Rúbrica del proyecto final.	332
ANEXO 13. VISTA DEL DISEÑO DE SITES.....	336
ANEXO 14. VISTA DE <i>GOOGLE DRIVE</i>	337

RESUMEN

El presente trabajo exploró la posibilidad de incorporar el uso de distintas herramientas de acceso gratuito (*googlesites, googledrive, pixton* entre otras) como parte del curso Química Analítica Básica que se impartió en la Facultad de Ciencias Químicas de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla (BUAP) durante el periodo Otoño (Agosto-Diciembre) 2018. Se comparó el rendimiento académico de un grupo de estudiantes donde se hizo uso de estas herramientas y se disminuyó el número de sesiones presenciales, respecto a un grupo de estudiantes en donde se impartió el curso totalmente presencial y donde las evidencias de aprendizaje en su mayoría fueron revisadas en sesión plenaria antes de su entrega. Se realizó un estudio de corte postpositivista, longitudinal, deductivo-analítico con una perspectiva educativa, para lo cual se aplicaron tres instrumentos validados por un grupo de expertos, dichos instrumentos se aplicaron a un total de 80 alumnos inscritos en las dos secciones que se evaluaron, durante tres momentos del periodo evaluable en lo que se utilizaron a manera de exámenes parciales. La aplicación de los instrumentos fue en papel para el grupo de referencia, en tanto que para el grupo experimental (donde se implementaron los cambios y adecuaciones al programa de estudios) se aplicaron haciendo uso de los formularios de *Google*, aunado a esto se generaron una serie de evidencias de aprendizaje en un arco constructivista lo que a la postre permiten analizar detalladamente los resultados de la propuesta curricular que se implementó, encontrándose mejoras importantes en el desarrollo de actividades y la construcción de productos de aprendizaje por parte del los alumnos del grupo experimental.

ÍNDICE DE TABLAS	
Tablas	Página
Tabla 1.1 Criterios para Clasificar los Medios en la Educación a Distancia	48
Tabla 4.1 Comparación entre Programas de Química	125
Tabla 4.2 Ingreso de estudiantes con puntaje por año a la Lic. en Química	128
Tabla 4.3 Resultados en el área de Ciencias en la Prueba PISA de los países Latinoamericanos	142
Tabla 5.1 Asignaturas de Química Analítica en el PE de Química	181
Tabla 6.1 Actividad requerida a los alumnos por cada examen parcial	197
Tabla 6.2 Disponibilidad de la Bibliografía Básica del Curso	214
Tabla 7.1 Determinación de la confiabilidad de los instrumentos	222
Tabla 7.2 Resultado de la prueba t	224
Tabla 7.3 Promedio de aplicación por grupo respecto a la media de la Facultad	268
Tabla 7.4 Comparación entre los promedios de los dos grupos incluyendo y excluyendo el ejercicio de ácidos polipróticos	270

ÍNDICE DE FIGURAS	
Figura	Página
Figura 1.1 Esquema del funcionamiento de <i>Moodle</i>	56
Figura 1.2. Proceso del Modelo ADDIE	66
Figura 3.1. Ruta Curricular de la Licenciatura en Química UNAM	105
Figura 3.2. Ruta Curricular de la Licenciatura en Química de la Universidad de Guadalajara	112
Figura 3.3. Ruta Curricular de la Licenciatura en Química de la BUAP	113
Figura 5.1. Triángulo Interactivo de Coll	162
Figura 5.2. Visión de Conjunto de la Estructura del Diseño Curricular	163
Figura 5.3. Estructura Interna del primer nivel de concreción	164
Figura 5.4. Estructura interna del segundo nivel de concreción.	165
Figura 5.5. Diseño curricular a partir de diversos autores.	172
Figura 6.1. Definición de Variables de estudio	204
Figura 6.2. Cronograma de Actividades	217
Figura 7.1. Comparación de los promedios por instrumento	218
Figura 7.2. Comparación de los promedios de los instrumentos	219
Figura 7.3. Relación aprobados-reprobados aplicación del primer examen	220
Figura 7.4. Relación aprobados-reprobados aplicación examen 2	221
Figura 7.5. Relación aprobados-reprobados aplicación examen 3	221
Figura 7.6 Histograma de las distribuciones de calificaciones	222
Figura 7.7. Datos de asimetría	222
Figura 7.8 Prueba Q	226
Figura 7.9. Pruebas de normalidad	228
Figura 7.10. Resumen “El papel de la Química en las Ciencias Ambientales”	228

Figura 7.11. Comparación entre las medias de los resultados obtenido por los alumnos en la actividad 1.	230
Figura 7.12: Gráficas de titulación ácido-base.	231
Figura. 7.13. Comparación entre las medias de los resultados obtenido por los alumnos para la actividad “Problemario de Titulaciones ácido-Base”	232
Figura 7.14. Línea del tiempo.	234
Figura. 7.15. Comparación entre las medias de los resultados obtenido por los alumnos para la actividad “Línea del Tiempo”	236
Figura 7.16. Gráficas de titulaciones de ácidos polipróticos	236
Figura. 7.17. Comparación entre las medias de los resultados obtenido por los alumnos para la actividad “Volumetría de Polipróticos”.	238
Figura. 7.18. Opinión sobre videos	239
Figura 7.19. Video editado en <i>YouTube</i>	240
Figura 7.20. Comparación entre las medias de los resultados obtenido por los alumnos para la actividad “Revisión de Videos”.	242
Figura 7.21. Gráficas de curvas de titulación óxido-reducción	243
Figura. 7.22. Comparación entre las medias de los resultados obtenido por los alumnos para la actividad “Problemario Óxido-Reducción”.	244
Figura 7.23. Crucigrama elaborado por alumnos	245
Figura 7.24. Comparación entre las medias de los resultados obtenido por los alumnos para la actividad “Crucigrama”.	247
Figura 7.25. Gráficas de curvas de titulación complejométricas	248
Figura. 7.26 Comparación entre las medias de los resultados obtenido por los alumnos para la actividad “Problemario Complejos”.	249
Figura. 7.27. Cómic elaborado en <i>Pixton</i>	250
Figura 7.28. Comparación entre las medias de los resultados obtenido por los alumnos para la actividad “Cómic”.	252
Figura 7.29. Explicación de una titulación de especies fuertes en <i>eXeLearning</i>	252
Figura 7.30. Comparación entre las medias de los resultados obtenido por los alumnos para la actividad “Resolución de casos empleando <i>eXeLaerning</i> ”.	253

Figura 7.31. Comparación entre los porcentajes de entregas de los dos grupos	254
Figura 7.32. Comparación entre los promedios por actividad en los grupos.	255
Figura 7.33. Comparación del rendimiento de los grupos considerando las actividades de aprendizaje	260
Figura 7.34. Definición de las variables del cuestionario sobre el índice de satisfacción	261
Figura 7.35. Número de alumnos que respondió cada opción de la pregunta 1.	262
Figura 7.36. Número de alumnos que respondió cada opción de la pregunta 2.	263
Figura 7.37. Número de alumnos que respondió cada opción de la pregunta 3.	264
Figura 7.38. Número de alumnos que respondió cada opción de la pregunta 4.	273
Figura 7.39. Análisis de redes.	274
Figura 7.40. Cómic del tema Ácido-Base del grupo experimental	275
Figura 7.41. Análisis de Redes de la Construcción del Cómic	276
Figura 7.42. Ejemplo de línea del tiempo del grupo control..	277
Figura 7.43. Ejemplo de línea del tiempo del grupo experimental.	278

ABREVIATURAS

Abreviatura	Significado
ABP	Aprendizaje Basado en Problemas
AVA	Ambientes Virtuales de Aprendizaje
BUAP	Benemérita Universidad Autónoma de Puebla
CETIS	Centro de Estudios Tecnológicos Industrial y de Servicio
CIEES	Comités Interinstitucionales para la Evaluación de la Educación Superior A.C.
CONACyT	Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología
CONALEP	Colegio Nacional de Educación Profesional Técnica
CPC	Conocimiento Pedagógico del Contenido
CTS	Ciencias Tecnología y Sociedad
DePa	Departamento de Producciones Audiovisuales
DGB	Dirección General de Bachillerato
ENDUTIH	Encuesta Nacional Sobre Disponibilidad y Uso de las Tecnologías en el Hogar
EVA	Entornos Virtuales de Aprendizaje
IFCM	Instituto Federal de Capacitación del Magisterio
INEGI	Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática
IPN	Instituto Politécnico Nacional
ITESM	Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey
OCDE	Organización para la Competitividad y el Desarrollo Económico
pH	Potencial de hidrógeno
QBP	Químico Bacteriólogo Parasitólogo
QFB	Químico Farmacobiólogo
RIEMS	Reforma Integral a la Educación Media Superior
SQM	Sociedad Química de México
TIC's	Tecnologías de la Información y la Comunicación
UAM	Universidad Autónoma Metropolitana
UdeG	Universidad de Guadalajara
UNAM	Universidad Nacional Autónoma de México
UNESCO	Organización de las Naciones Unidas para la Educación la Ciencias y la Cultura
UPN	Universidad Pedagógica Nacional

JUSTIFICACIÓN

Una de las partes más importantes dentro del trabajo que se realiza en el aula, tiene que ver con el mutuo respeto que el proceso enseñanza aprendizaje exige de los actores que se encuentran en una forma activa. Desafortunadamente, los avances de la tecnología y la incorporación de estos a este proceso parecieran retar día a día la labor del docente, y es que, de una forma simple, el estudiante tiene en segundos acceso, a bases de datos e información, aunque en muchas ocasiones, la primera fuente que consultan es la que arroja el buscador que eligen y ésta, como se ha demostrado en diferentes estudios, carece muchas veces de veracidad. Sin embargo, pese a que los estudiantes saben que no pueden fiarse de la primera información que estos encuentran, al considerar (erróneamente) que sus profesores no dedicarán tiempo a la revisión de los trabajos, copian de manera irresponsable la información que encuentra en estas fuentes sin hacer una revisión exhaustiva, lo cual perjudica no solo la evidencia de aprendizaje que resulta de esa búsqueda, sino también su propio historial como estudiante. Esto en detrimento de su formación y poniendo en tela de juicio su capacidad de estudio, de resumen y de síntesis para realizar los trabajos que sus profesores encargan.

Ávila y Bosco (2001. p. 2) especifican que se carecen de datos para determinar en qué momento surgió la educación a distancia. No obstante, es posible ubicar su aparición a finales del siglo XIX para, posteriormente, tener un crecimiento exponencial en la década de los 60, usando el libro de texto como su principal herramienta, la utilización del radio, el cine y la televisión dentro de la educación, marca una segunda etapa de la educación a distancia. La tercera etapa, la determina el uso del fax, la videoconferencia y la audioconferencia. En la cuarta etapa, desaparece el concepto de distancia, esto es a mediados de los 80 alcanzando su máximo desarrollo a mitad de la década de 1990 con la incorporación del video y la imagen como recurso diferido y, posteriormente, en tiempo real.

En México en el año 1972 la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) crea sus primeros programas a distancia, para 1992 funda la Coordinación de Universidad Abierta y a Distancia, en 1995 comienza el programa UNAM-E.U. (Estados Unidos) de Educación a distancia y servicios en línea. En 2001 arranca el Sistema Integral para la Creación, Administración y Seguimiento de Cursos en Línea.

En el 2005 la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla (BUAP), se ubicaba dentro del 6.7 % de las universidades que incorporaban la educación virtual con bajas capacidades de desarrollo (Torres 2005). Hoy día la BUAP oferta 6 licenciaturas en modalidad a distancia y 5 semiescolarizadas, además de contar con la Dirección General de Cómputo y Tecnologías de la Información y la Comunicación (DCyTIC) que soporta cursos en las plataformas *Blackboard* y *Moodle* institucionales, las cuales están a disposición de la planta docente para complementar las actividades docentes de las licenciaturas presenciales.

Para el caso de las licenciaturas que oferta la Facultad de Ciencias Químicas, no se concibe la posibilidad de una modalidad semiescolarizada o a distancia dada la carga de horas prácticas de los programas educativos. De hecho, los únicos antecedentes de universidades que oferten este tipo de programas son: la Universidad del Desarrollo de Puebla (UNIDES) institución educativa que se transformó en el Instituto Digital del Estado de Puebla (IEDEP) desapareciendo distintas carreras de la oferta académica, entre ellas Químico Farmacobiólogo (QFB). La otra institución es la Universidad del Noroeste en Tampico. En realidad, son pocos los programas de este tipo que hacen un aprovechamiento de la educación virtual, la propia UNAM cuenta con un espacio del Departamento de Programas Audiovisuales (DePA), consistente en un espacio en la red de libre acceso donde los profesores colocan materiales, programas y ejercicios, pero donde no hay herramienta alguna para la retroalimentación.

En 1998 Collins (en Miranda, 2004 p. 3) planteó 5 posibles usos del cómputo en la educación:

- a) Aprovechar los programas que consideramos paquetería básica (Word, Excel, Power Point o similares) para poder realizar tareas que anteriormente se realizaban a mano o con el apoyo de materiales visuales desechables.
- b) Desarrollar Sistemas Integrados del Aprendizaje. Estos sistemas se sustentan en actividades de aprendizaje las cuales deben llevar un registro metódico con el objetivo de que tanto los docentes como los alumnos cuenten con una referencia.
- c) Diseñar actividades lúdicas enfocadas a temas específicos que permitan facilitar la comprensión de un tema en específico.
- d) Usar redes de comunicación, regularmente asociadas a actividades de socialización pero que cuentan con un elevado potencial como herramienta didáctica.

- e) Aplicar entornos de aprendizaje interactivos: En estos entornos a diferencia de los simuladores lúdicos se busca que el estudiante tenga un rol activo simulando que desarrolla una actividad o profesión.

Según Brown (2002) antes de la aparición del internet como una herramienta, el concepto de alfabetización se centraba únicamente en el uso del texto y la gramática, las reglas ortográficas eran vitales en el desarrollo de cualquier actividad escrita. La máquina de escribir era una herramienta que, si bien facilitaba la escritura de grandes cantidades de texto, no desarrollaba otro tipo de aptitudes, en tanto que el internet ayuda a responder a la parte visual, musical, textual y quinestésica.

De acuerdo con esta idea, la incorporación del internet en la educación pareciera ser determinante para la mejora de los procesos educativos, sin embargo, en una visión personal esto puede ser completamente opuesto. Las facilidades que brinda el uso del internet han ocasionado que se desdeñe la importancia de realizar una investigación y revisión en los textos. Por otra parte, pese a que existen una gran cantidad de propuestas de uso de herramientas como multimedia, nubes o plataformas, estas se encuentran subutilizadas por los docentes, El chat surgió como una herramienta de discusión y de debate que se ha transformado en una herramienta de tipo social, si bien es cierto que puede aprovecharse con fines educativos, la labor del docente como mediador y acompañante en esta parte es vital.

Un Ambiente Virtual de Aprendizaje (AVA) es una herramienta que, nos facilita desarrollar contenidos y actividades fuera de las horas asignadas a los cursos de asignatura lo que nos permite dedicarle mayor tiempo al planteamiento de dudas en sesiones presenciales, trabajar por proyectos, aprendizaje basado en problemas, plantear debates y exámenes fuera del salón lo que puede ayudarnos a cubrir los contenidos programáticos en tiempo y forma. Stiles (2000, p.5) define un AVA como “Un sistema diseñado para actuar como centro de las actividades de los estudiantes para su administración y facilitación junto con la disposición de los recursos requeridos para ellos”. Se trata de una herramienta que buscará favorecer los aprendizajes y afianzar los tópicos que se trabajan en el día a día en las aulas. Los ambientes virtuales de aprendizaje (AVA) si bien han sido revolucionarios en el sentido de facilitar actividades como la búsqueda o el trabajo colaborativo, también, parecen desafiar situaciones

como la importancia de las relaciones cara a cara y la posible resolución de conflictos que el trabajo en pares o triadas siempre representa

Algunos estudios revelan (Renes, 2013 p. 8) que los estudiantes se sienten satisfechos dado que los AVA les brindan una mayor facilidad para las relaciones y el trabajo en equipo puesto que muchas veces estos no pueden verse en horas que no sean las destinadas a las sesiones presenciales, debido a que todos ellos tienen actividades complementarias. Uno de los puntos críticos dentro de este trabajo se encuentra en el poco o nulo conocimiento que los profesores tienen sobre el uso de AVA y de plataformas. Esta modalidad al no ser tan empleada en carreras de ciencias naturales y de la salud, corresponden a uno de los retos más importantes que los profesores de estas áreas deben asumir en pleno siglo XXI donde sus alumnos han desarrollado habilidades y competencias al respecto que superan en mucho las que los docentes han podido desarrollar un tanto forzados por la necesidad de conocer estas herramientas e implementarlas.

La educación semiescolarizada y a distancia se está convirtiendo en una nueva opción para quienes no pudieron estudiar una licenciatura o quienes la dejaron inconclusa. De acuerdo con Landeta (en Aguilar, 2016) las TIC (Tecnologías de la Informática y la Comunicación) han generado nuevos retos educativos, que, si bien se apoyan en el desarrollo de nuevos materiales psicopedagógicos, su función principal se centra en las actividades de aprendizaje asociadas a los contenidos temáticos. La anexión de las TIC incorporadas en el amplio espectro que conforman toda la tecnología educativa, es un proceso complejo y debe ser la consecuencia de una perspectiva educativa amplia e integral que contemple un abanico de respuestas y soluciones bajo diferentes concepciones de problemas y situaciones referidos a la enseñanza y el aprendizaje. Llevar a cabo lo anterior implica un conjunto de conocimientos, aplicaciones y dispositivos que permite el uso de las herramientas tecnológicas en el ámbito de la educación, es decir, resolver problemas educativos mediante el uso de la tecnología de la información.

Y ¿cómo llegar a este objetivo? Si los docentes que son especialistas o subespecialistas en sus áreas de formación profesional, cuentan sólo con las habilidades básicas en el uso de las tecnologías de la información, o incluso se ven rebasados por los conocimientos que sus estudiantes tienen al respecto. En otras ocasiones el docente cuenta con los conocimientos en

el uso de las Tecnologías de la Información, pero las instituciones para las que laboran no cuentan con la infraestructura y sus estudiantes no desarrollan las habilidades necesarias para el uso de estas tecnologías.

La alfabetización tecnológica permite desarrollar los conocimientos y habilidades tanto instrumentales como cognitivas en relación con la información vinculada a través de nuevas tecnologías (manejar el *software*, buscar información, enviar y recibir correos electrónicos, utilizar los distintos servicios de plataformas *web*, etc.), además plantear y desarrollar valores y actitudes de naturaleza social y política con relación a las tecnologías. Sin embargo, las licenciaturas con una fuerte carga de horas prácticas se encuentran en el debate sobre si es posible generar currículos a distancia, probablemente esta discusión continúe por un largo periodo de tiempo, lo que no puede negarse es la utilidad que las herramientas de tipo digital brindan a los profesores de cualquier licenciatura, independientemente de si hay o no horas prácticas asignadas. Por una parte, los profesores de las asignaturas prácticas ponen sobre la mesa la discusión de que, no es posible que los estudiantes desarrollen habilidades en el marco de la experimentación sino se encuentran un número determinado de horas en las sesiones de laboratorio, aunado a lo anterior el tiempo que los estudiantes dedican a construir los reportes o llenar las bitácoras de laboratorio pareciera interesar mucho a los docentes.

Fredes y otros (2012, p. 46) consideran que cuando se han adoptado estrategias a nivel institucional y de aula para que los alumnos usen adecuadamente *software* educativo; la simulación en ambientes virtuales puede ser una poderosa herramienta. No obstante, es necesario tener en claro que el papel del docente adquiere mayor importancia dado que además de ser facilitador de los conceptos que se realizan en el aula, también lleva a cabo una labor de mediación entre los conceptos revisados en el aula, los revisados en el laboratorio, las habilidades que desarrolla el alumno y el compromiso de este por trabajar con las actividades que se plantean fuera del aula y que no aterrizan en lo denominado como “tradicional”.

Giordan y Gois (2009, p. 303) realizaron un análisis sobre el uso de Ambientes Virtuales de Aprendizaje en la Química, considerando que el cambio hacia estos entornos contribuye a cuestionar el papel del profesor en el aula y en general, en la enseñanza centrada en el discurso y el método tradicional. Pese a que en la actualidad existen numerosos programas

de simulación que se enseñan en los programas de licenciatura en química, el uso de estos está limitada a la explicación del docente y no la interacción que el alumno realiza en el momento de ser manipulados. Esto transforma una herramienta para favorecer el trabajo virtual, en un complemento de clase.

El creciente uso de los dispositivos electrónicos por parte de los estudiantes parece convertir a las actividades cotidianas como socializar, hablar e incluso asistir a la escuela en una tarea casi obsoleta. Actualmente, las personas han desarrollado un lenguaje nuevo asociado a abreviaturas y símbolos que hace treinta años no existían o cuyo uso comenzaba. Lo anterior es sin lugar a duda en deterioro del proceso de comunicación, pero también del proceso educativo. Dado que, para los estudiantes es más sencillo tomar una foto de un pizarrón o un video de una clase que tomar una nota, el alumno de hoy día pareciera desarrollar una pereza por escribir, para él es más sencillo contar con documentos electrónicos que sean transcripciones de los temas que revisa en el aula, o en su defecto contar con la copia de los materiales preparados por los estudiantes.

Ahora bien, existe la posibilidad de ocupar estas primicias en favor de los docentes y del proceso enseñanza-aprendizaje, el uso de Ambientes Virtuales de Aprendizaje se encuentra en estos momentos sumamente difundido en el área de las Ciencias Sociales, no así en las Ciencias Naturales. La principal causa es que los docentes de estas áreas consideran que no es posible analizar fenómenos medibles a partir del uso de herramientas virtuales. Sin embargo, el uso de estas herramientas puede favorecer entre otras cosas a despertar el interés de los estudiantes, emplear el tiempo dedicado inicialmente a revisar redes sociales y páginas de internet con información de dudosa veracidad, a utilizar fuentes bien referenciadas y explotar la utilidad de un chat o de un aula virtual en pro de sus aprendizajes. Sumado a lo anterior el uso de los ambientes virtuales favorecen el trabajo en la resolución de problemas que por distintos motivos puede verse limitado en el aula. Al mismo tiempo, son una buena estrategia para desarrollo en los alumnos hábitos de estudio haciéndolos menos dependientes de la palabra del maestro y más autodidactas.

Es necesario analizar la funcionalidad de contar con este tipo de ambientes en la educación superior. Por una parte, situaciones como la disponibilidad de los equipos y la conectividad con la que cuentan los estudiantes, tanto en las escuela, como en el hogar son cuestiones que

necesariamente debemos tomar en cuenta, por otro lado se explora la posibilidad de apoyar a una licenciatura con elevada carga horaria y en donde las sesiones presenciales de laboratorio no pueden tener un diseño “virtual” o a distancia, puede dar pie a comenzar un programa que incorpore en diferentes momentos de la formación profesional el uso de los ambientes virtuales de aprendizaje, llegado incluso a pensar en diseñar una licenciatura semiescolarizada.

Abordar el uso de las Tecnologías de la Información, pareciera en un primer momento un tema sencillo y hasta en cierto modo sobre estudiado en la actualidad, el acceso que los estudiantes tienen a dispositivos móviles y la relativa facilidad con la que hoy pueden conectarse a una red inalámbrica de internet pudiesen, en un primer momento, descartar casi por completo la innovación en un proyecto de esta índole. Sin embargo, como ya se ha mencionado, en México la Universidad del Noroeste en Tampico oferta la Licenciatura en QFB en un modelo a distancia, en tanto que la Universidad Michoacana de San Nicolás soporta en la plataforma *Moodle* materiales de asesoría en Química Orgánica y en asignaturas de corte biológico (bioquímica, biología y fisiología). La Universidad Nacional Autónoma de México cuenta para la Facultad de Ciencias Químicas con una plataforma llamada DePa-UNAM. Esta plataforma es de libre acceso y en ella se encuentran apuntes, presentaciones de clase, artículos e incluso exámenes. Sin embargo, no permite adjuntar archivos de tareas o realizar actividades, tampoco permite una interacción entre el docente y los estudiantes. Aprovechar el uso de *Google Sites* como herramienta en el desarrollo de los cursos de Química Analítica para la Facultad de Ciencias Químicas de la BUAP, busca desarrollar un espacio exclusivo para complementar la formación de los estudiantes en el análisis químico.

Este proyecto busca beneficiar el aprendizaje de los estudiantes a través del diseño de actividades, tareas e incluso exámenes que ellos puedan resolver a través de esta herramienta de libre acceso. Así como desarrollar un programa de asesorías a distancia en el que los estudiantes puedan estar en contacto constante con sus profesores, lo que busca en todo momento, reducir los índices de reprobación en las asignaturas de Química Analítica.

Otra de las vertientes que se desea analizar en paralelo es el conocimiento que tanto estudiantes como profesores tienen en torno al uso y manejo de herramientas de autor y de Ambientes virtuales de Aprendizaje, pese a vivir en una época en la que la tecnología es parte

de nuestro quehacer cotidiano. No en todos los casos, los actores del proceso enseñanza-aprendizaje están completamente familiarizados con el uso de este tipo de herramientas. Finalmente, se busca comprobar si la incorporación de los Ambientes Virtuales de Aprendizaje en una Licenciatura meramente presencial favorece el desarrollo de habilidades, mejora el cumplimiento de la cobertura de los planes de estudio y mejora el nivel de aprovechamiento de los estudiantes.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Después de la revisión curricular que dio paso a los planes y programas de estudio para las licenciaturas de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla en el año 2009, los cursos iniciales de Química Analítica para las tres licenciaturas que se ofertan (Química, Químico Farmacobiólogo y Farmacia), sufrieron cambios respecto al contenido y la distribución de horas, mismos que se describen a continuación.

- Para el caso de las Licenciaturas en Químico Farmacobiólogo y Farmacia, los planes de estudio 97 y 2002 contenían las asignaturas Química Analítica I y Química Analítica II, cada una de estas tenía un total de 4 horas de teoría y 3 horas de práctica (sesión de laboratorio) en los planes 2009, ambas asignaturas se convirtieron en el curso Química Analítica Básica con 3 horas de teoría y 3 horas de laboratorio, la amplitud del programa de estudios ha generado que en la Licenciatura en Químico Farmacobiólogo desde el 2009 de acuerdo a la percepción de los estudiantes únicamente el 15 % de los cursos ofertados de Química Analítica Básica hayan cubierto su contenido al 100 %.
- Respecto a la Licenciatura en Química, los cursos Química Analítica I y Química Analítica II se mantuvieron en la currícula en la revisión del 2009. Sin embargo, disminuyeron, de 4 horas teóricas y 3 de práctica a 3 horas de teoría y 3 de práctica.

Si bien la disminución de una hora en los cursos curriculares no ha afectado el que los docentes en cuestión puedan cumplir con el plan de estudios, los estudiantes comentan que existe falta de tiempo para resolver problemas ejercicios modelo en el aula lo que de acuerdo con su criterio favorecería la comprensión de los conceptos que se revisan en las sesiones presenciales.

El programa de estudios está compuesto por un total de 7 unidades temáticas, divididas de la siguiente forma:

La Unidad I se titula Introducción. En esta unidad el docente presenta a los alumnos el panorama general sobre la asignatura las definiciones básicas que deben dominar los estudiantes al culminar el curso se tratan de una unidad en la que el alumno trabajará un nivel taxonómico básico, consiste en conocer y recordar estos conceptos.

La unidad 2 recibe el nombre de disoluciones. El tema disoluciones se incorpora en el currículo de química desde la formación básica, de hecho en el estudio de Ciencias III (énfasis en química) asignatura del área que se estudia en el nivel secundaria, se enseña el tema de disoluciones, en la formación superior el tema disoluciones es parte del temario de los cursos iniciales de química, en la asignatura que nos ocupa el tema disoluciones se aborda con la intención de contextualizar este tema en situaciones asociadas al estudio de cuadro clínicos y desarrollo farmacéutico. En la tercera unidad se incorpora el concepto equilibrio químico, este tema es de suma importancia para que los alumnos que se encuentran realizando estudios asociados a la química puedan comprender el comportamiento que tienen las reacciones químicas en diferentes medios aunque se privilegia el medio acuoso dado que las reacciones que suceden en dicho medio son fáciles de controlar, aunado a lo anterior es necesario comentar que las reacciones fisiológicas se llevan a cabo en este medio por ello resulta importante profundizar en el tema y dotar al alumno de los conceptos fundamentales que le ayudarán a comprender las reacciones en equilibrio en los diferentes medios.

En la unidad 4 se revisarán los temas de equilibrio químico y volumetría de reacciones ácido-base, en este momento los estudiantes ya conocen el concepto de equilibrio químico y como se aplica este en una serie de reacciones, lo que estudiará es el comportamiento de las reacciones ácido-base y cómo este tipo de reacciones son afectadas por diferentes factores extremos lo que tendrá una influencia determinante en el equilibrio de estas reacciones, aunado a esto en la unidad el estudiante conocerá el concepto de volumetría así como su aplicación para reacciones ácido-base. Con las bases de equilibrio químico y volumetría ácido-base, la unidad se concentrará en revisar ambos conceptos, pero aplicados a reacciones complejo-métricas, si bien las nociones básicas tanto de equilibrio como de volumetría se mantienen, los alumnos aprenderán en qué casos se lleva a cabo cada una de estas reacciones y por qué es importante dominar la parte matemática que dará respuesta a las situaciones que plantea la química. Las unidades 6 y 7 estudiarán el equilibrio y las volumetrías en reacciones de precipitación y de óxido-reducción respectivamente, como ya se ha mencionado el tratamiento en cualquiera de los cuatro casos (ácido-base, complejométrico, precipitado y óxido-reducción) es en principio el mismo, sin embargo, cada tipo de reacción posee características que los hacen diferentes del resto.

Como se puede observar el temario es extenso y pese a que en una primera inspección los temas descritos tienen títulos similares, el tratamiento que debe darse es distinto pues las propiedades y características tanto de las sustancias como de las reacciones que se están trabajando son distintas y por tanto confiere a cada medio (ácido-base, complejométrico, redox y precipitado) de propiedades únicas que permiten realizar el análisis por separado.

En este sentido los profesores han expresado cumplir con el 100 % de los programas de asignatura, pero constantemente se quejan del poco tiempo que tienen para impartir los temas, de acuerdo con los maestros los temas se tocan superficialmente, lo cual complica el desarrollo de los estudiantes en cursos superiores.

En la última modificación de los planes y programas de estudio en el año 2015, la Licenciatura en Química recuperó una hora en sus clases de teoría, pero vio incrementados los temas que deben revisarse, en tanto que, para la Licenciatura en Químico Farmacobiólogo, la asignatura mantiene el extenso programa de estudios con una hora más de teoría. Si a esto les sumamos que, para el caso específico de la Facultad de Ciencias Químicas de la BUAP, los estudiantes inscritos en un curso no comparten las mismas asignaturas con el resto de los alumnos de dicho curso, esto complica el trabajo presencial colaborativo, en este sentido la opción del uso de plataformas y de AVAS, se convierten en una poderosa herramienta para los profesores de las clases de teoría.

Ahora bien, es necesario analizar si la incorporación de los Ambientes Virtuales de Aprendizaje en una Licenciatura que tradicionalmente no ha considerado el uso de las mismas como una herramienta, permite que los alumnos tengan al menos el mismo nivel de dominio que se alcanza en los cursos presenciales, para ello se plantean una serie de actividades y estrategias de enseñanza.

LAS PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN

- ¿Cuáles son las actividades específicas que podrán desarrollarse para cada Unidad de Aprendizaje que favorezcan el trabajo a distancia?
- ¿Cuál es el impacto de las actividades virtuales del programa de Química Analítica Básica al proceso Enseñanza-Aprendizaje de la Química Analítica, en la Licenciatura en Química de la Facultad de Ciencias Químicas de la BUAP?
- ¿De qué manera impacta la Incorporación de los Ambientes Virtuales de Aprendizaje en la evaluación de la asignatura Química Analítica en los estudiantes de la Licenciatura en Química?

OBJETIVOS

General

- Investigar el impacto al rendimiento académico mediante el uso de herramientas virtuales de aprendizaje en las asignaturas de Química Analítica de la Licenciatura en Química de la Facultad de Ciencias Químicas de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla

Específicos

- Diseñar actividades específicas que puedan ser desarrolladas para cada Unidad de Aprendizaje para trabajar de manera presencial y a distancia.
- Determinar el impacto que tiene en los estudiantes el uso de estrategia virtuales en el curso de Química Analítica Básica
- Comprobar a través de la evaluación del curso si los estudiantes logran una mejor apropiación de los conceptos.

HIPÓTESIS

Hipótesis de Investigación

HI. La incorporación del uso de herramientas virtuales de aprendizaje en una ruta curricular rígida para la asignatura de Química Analítica contribuirá a mejorar el

rendimiento académico de los estudiantes a través del logro de objetivos de cada unidad de aprendizaje, lo que favorecerá cubrir los programas académicos al 100 %.

Hipótesis Nula

HO. Implementar Ambientes Virtuales de aprendizaje en los cursos de Química Analítica, no permite mejorar el rendimiento académico.

Hipótesis Alternativa

HA: Al incorporar ambientes virtuales de aprendizaje en la asignatura de Química Analítica, el nivel de logro de aprendizaje de los estudiantes es similar al de los estudiantes que no cuenta con la herramienta por lo que no se puede concluir que se mejora el rendimiento académico.

CAPÍTULO I

AMBIENTES DE APRENDIZAJE

Introducción.

En la actualidad la educación no se puede concebir como un proceso unidireccional en el que los participantes se dediquen uno exclusivamente a hablar y el resto de ellos a escuchar, la forma en que se exprese el docente y cómo se comporta suelen ser definitivos en la comprensión de los temas que se revisan en el aula, pero al margen de esto, las condiciones del espacio en el que se lleva a cabo la cátedra son también trascendentales, hace quizá 50 años la idea misma de los salones era la de tener lugares en los que el docente tuviera, en primera instancia un control absoluto, situación regulada incluso desde la conformación del aula, no obstante, en pleno siglo XXI debe existir una preocupación sobre el ambiente que rodea al proceso enseñanza-aprendizaje y el ambiente en el que se lleva a cabo dicho proceso. Por otra parte, la incorporación en el uso de los dispositivos electrónicos y las tecnologías de la información a los procesos educativos es hoy una tendencia, debemos reconocer que estas herramientas juegan un papel importante en la impartición de cursos y en general en todas las situaciones asociadas a enseñanza, incluso en ocasiones parecieran sustituir el papel del docente en el aula, la mala gestión de ellos puede llevar al estudiante a ralentizar su aprendizaje y confundir términos y conceptos correctos con ideas a las que de forma muy simple puede tener acceso en la web.

1.1 Los Ambientes de Aprendizaje

El concepto de ambiente se asocia regularmente a temas de ecología y cuidado del medio ambiente, si nos apegamos a este rubro podemos definir a un ambiente conforme la propia legislación ambiental vigente como: un conjunto de variables (biológicas, físicas y químicas) que requieren los seres vivos, en particular la humanidad para poder existir. Esta definición si bien muy técnica puede darnos pie a analizar qué es lo que sucede con los ambientes de aprendizaje.

Lo primero que debemos tener en claro es que no hay dos grupos totalmente idénticos y que las formas en las que aprenden dependen en su totalidad del “entorno” en el que se esté trabajando. Castro y Morales (2015) construyen una definición de ambiente de aprendizaje,

esta definición nos explica que un ambiente de aprendizaje es: Un espacio que responde a una estrategia educativa, convirtiéndose en un instrumento que apoya el proceso enseñanza-aprendizaje.

Herrera (2006) define a los ambientes de aprendizaje como espacios físicos y psicológicos donde existen objetivos educativos precisos, destaca la importancia que tiene en el marco de ambiente la regulación que el docente hace de este espacio situándose como uno de los actores que conviven dentro de éste. El ambiente estará caracterizado por principio por la forma en la que existe la distribución de espacios, los muebles, la distancia entre mesas o sillas, el espacio existente entre alumno-alumno y alumno-mobiliario (Jaramillo 2007), si consideramos algo tan simple como la facilidad del estudiante para moverse dentro del aula, es decir que no existan espacios mínimos que le permitan caminar de un lado a otro del salón de clases o hacia afuera de éste, podremos asegurar que esto es determinante para la comodidad del estudiante

Bonelli (en Castro y Morales, 2015) comentan que existen dos elementos importantes dentro del entorno físico:

1. Instalación Arquitectónica: Refiriéndose a la edificación y los detalles, cantidad de ventanas, trabes, contactos, número de focos, tipo de piso e incluso la clase y color de la pintura y
2. El ambiente: Todas las condiciones y situaciones que se dan dentro de la instalación arquitectónica, la clase de imágenes que se colocan, la iluminación, la ventilación, y principalmente la relación que a partir de las condiciones ambientales se desarrolla entre el docente y el alumno y entre los compañeros estudiantes.

Esas condiciones deberían atender las necesidades de aprendizaje de los estudiantes, entendiendo que cada individuo aprende de forma distinta y en la mayoría de los casos a distinta velocidad, esto podría también estar relacionado con el hecho de que existen estudiantes que son más hábiles en una asignatura que en otra, lo cual no indica que no tengan las habilidades para desarrollarse en las dos áreas del conocimiento, simplemente el ambiente de una de las materias es más propicio para el desarrollo del estudiante y la consecución de los logros de objetivos planteados al inicio de las módulos o de las unidades temáticas según sea el caso.

En 2015 Castro y Morales (pp. 4-5) especificaron que los elementos de un ambiente de aprendizaje están relacionados con:

1. Espacios estéticos que posean la iluminación necesaria para que los alumnos puedan estar atentos a clase, donde la resonancia permita que los alumnos escuchen indicaciones y explicaciones sin importar el lugar del salón en el que se encuentren
2. Debe existir una comunicación respetuosa, constante y horizontal
3. Tendrá que poner atención a las diferentes inteligencias y estilos de aprendizaje de los alumnos.

Duarte (2003) recalca la importancia de convertir a los ambientes de aprendizaje en espacios interdisciplinarios, lo que enriquecerá el desarrollo de estos, y es que si partimos de la idea de que en ese espacio se deben impartir distintos conceptos e ideas de asignaturas que en muchas ocasiones parecen no tener nada en común.

Por otra parte, Rodríguez (2014) propone 5 principios sobre los cuales se fundamentan los ambientes de aprendizaje, estos son:

1. El ambiente de la clase ha de posibilitar el conocimiento de todas las personas del grupo y el acercamiento de unos hacia otros. Progresivamente ha de hacer factible la construcción de un grupo humano cohesionado con los objetivos, metas e ilusiones comunes.

Este principio considera como un factor importante dar un mayor peso al docente en el sentido de que no puede quedarse únicamente como transmisor (concepción clásica con la que se identifica al trabajo docente), por el contrario debe tener la habilidad de entablar una comunicación con los alumnos y de fomentar las relaciones entre los alumnos, esto favorecerá entre otras cosas, el desarrollo de trabajo colaborativo que posteriormente impactará en actividades y evidentemente en el logro académico de los alumnos, por alguna razón parece que mientras más se avanza en el nivel académico, la preocupación del propio estudiante por el trabajo colaborativo va disminuyendo, en ese sentido es muy importante reforzar actitudes y valores dentro del aula.

2. El entorno escolar ha de facilitar a todos y a todo el contacto con materiales y actividades diversas que permitan abarcar un amplio abanico de aprendizajes cognitivos, afectivos y sociales.

El principio dos, se fundamenta en la idea de que no solamente el salón de clases es un ambiente de trabajo, sino que es posible mediar y gestionar otros sitios donde se pueda enseñar, el primer ejemplo que cita son los laboratorios, los subsistemas de enseñanza tecnológica en México como los CETIS o el CONALEP, fundamenta la formación de sus estudiantes en el trabajo práctico, pero no solo el laboratorio es un ambiente de aprendizaje, las visitas industriales también o incluso la comunidad en donde se encuentren asentadas las escuelas pueden funcionar como ambientes de aprendizaje, la única condición para ello es que los alumnos verdaderamente desarrollen conocimientos y habilidades. Respecto a la última propuesta, en torno a que los lugares donde estén ubicadas la escuelas pueden bien funcionar como ambientes de aprendizaje, podemos destacar la importancia que tiene el trabajo comunitario de egresados de licenciatura y prestadores de servicio social en diferentes ámbitos de la administración pública o de los servicios de salud, valdría bien la pena incorporar a los estudiantes desde temprana formación en la licenciatura, en actividades de tipo comunitario a fin de que desarrollen distintas competencias y se comprometan con un bien común, lo que también reforzaría el trabajo que debe hacer en el tema de los valores.

3. El medio ambiente escolar ha de ser diverso, debiendo trascender la idea de que todo aprendizaje se desarrolla entre las cuatro paredes del aula. Deberán ofrecerse escenarios distintos, ya sean construidos o naturales- dependiendo de las tareas emprendidas y de los objetivos perseguidos.

Rodríguez menciona en este punto, complementando lo que cita en el principio 2, que la sociedad del conocimiento nos exige a los docentes de hoy día una mayor apertura al uso de herramientas digitales, es por ello que los profesores deben ser conscientes que el uso de ambientes virtuales es hoy una realidad que cada día va ganando más terreno en la educación, sobre todo si tomamos en cuenta que una competencia básica con la que debe contar el profesor de hoy día, es el uso de las tecnologías de la información, si a esto sumamos que los alumnos cuentan ya desde formación básica con instrucción en temas de computación y además de ello hablamos de generaciones que nacieron ya cuando existía la telefonía móvil

e incluso algunos cuando ya existía el internet, podemos entonces darnos cuenta fácilmente del por qué esta parte es tan importante.

4. El entorno escolar ha de ofrecer distintos subescenarios de tal forma que las personas del grupo puedan sentirse acogidas según distintos estados de ánimo, expectativas e intereses.

Nuevamente se hace énfasis en el papel del docente más allá de la transmisión del conocimiento, los alumnos que actualmente se encuentran cursando estudios, provienen de contextos distintos, algunos han tenido que dejar sus lugares de origen, otros aún dentro de las mismas ciudades donde se encuentran estudiando, deben desplazarse un tiempo importante para poder llegar a estudiar, esto a la larga puede traer complicaciones en el rendimiento académico de los alumnos, además de esto existen distintas situaciones de carácter económico, social o familiar que estarán presentes de manera inequívoca en ese ambiente en el que el alumno va a estar aprendiendo, es por eso que el profesor se convierte en la figura central, no solo de la transmisión de conceptos, sino también de la mediación de tiempo y principalmente de la construcción del conocimiento por parte del alumno.

Evidentemente no se exigirá del docente ser quien resuelva los problemas y conflictos que cada uno de los alumnos cargue en sí mismo por el medio en el que se desarrolla, pero si puede conocer las necesidades de su grupo para con ello poder realizar una planeación mejor dirigida y que las estrategias que planifique se pueden llevar a cabo de mejor manera.

5. El entorno ha de ser construido activamente por todos los miembros del grupo al que acoge, viéndose en él reflejadas sus peculiaridades, su propia identidad.

Si ya mencionamos que el docente puede (o en su caso) debe estar enterado de las condiciones de cada uno de sus alumnos, con esa información puede construir escenarios macroscópicos para el aprendizaje, esto en función de aquellas necesidades que ha identificado en su salón de clase, e incluso puede generar nuevas actividades a lo largo del curso, de acuerdo con lo que busca descubriendo en la clase día a día. Evidentemente es imposible diseñar clases a la medida de cada uno de los alumnos que se encuentren en un salón de clases, sin embargo, si es posible contextualizar ese ambiente en beneficio de los alumnos.

Todo ello nos da idea de lo importante que es la correcta gestión de los ambientes de aprendizaje, en el sentido de favorecer la apropiación del conocimiento por parte de los alumnos, el rol del docente como mediador en el aula es vital. Los ambientes deben estar creados y orientados colocando al centro del proceso didáctico pedagógico al estudiante, situaciones asociadas a capacidades diferenciadas deben estar presentes el día de hoy en el diseño de los ambientes de aprendizaje, estos espacios hacen uso constante de actividades lúdicas para trabajar en el salón de clases, aunque no son las únicas herramientas de las cuales se apoyan.

En nivel superior los alumnos se enfrentan a esquemas diseñados por los maestros, donde el tiempo para llevar a cabo cada una de las actividades es importante, se enfrentan a escenarios distintos que intentan desarrollar en ellos distintas competencias, incentivarlos a plantear soluciones ante situaciones complejas, razonen, apliquen y propongan cada uno de los temas y respuestas que proponen ante los que el docente plantea (Cañedo y Coll, 2013) al margen de que deberá atender la problemática convencional que se presenta en todo salón de clases y en toda institución educativa, lo que sin lugar a dudas también formará parte de su ambiente de aprendizaje.

Podríamos pensar que la preocupación sobre el ambiente en el que van a estudiar alumnos de las universidades está muy alejado de la preocupación tanto de los maestros como de las instituciones donde estos están inscritos, esta aseveración se hace basándonos en el hecho de que un estudiante inscrito en cualquier programa educativo de licenciatura se espera que sea responsable de la gestión de sus propios conocimientos, nada más alejado de la realidad, los alumnos del nivel licenciatura también requieren de guía, orientación y trabajo por parte de los profesores y del compromiso de los alumnos, si bien es cierto que el acompañamiento de los padres se lleva de una manera distinta respecto al de otros niveles, también es importante destacar que en todo momento la participación de los mismos es importante.

Al respecto Flores (2008) escribió un ensayo en el que describía cuáles eran las características para que la educación universitaria se volviera de mayor exigencia en un sentido estrictamente académico, en ese ensayo emitió una serie de recomendaciones en torno a los ambientes de aprendizaje para la enseñanza en los programas de licenciatura, de acuerdo con lo que escrito estas recomendaciones serían:

- a) El profesor debe de crear un ambiente de aprendizaje entusiasta y profesional: Este ambiente debe estar caracterizado por la participación constante de los alumnos en todo momento, tanto en actividades dirigidas como al responder preguntas o incluso interrogar la exposición del maestro, manteniendo en todo momento la disciplina.
- b) Grupos reducidos, la idea es que las universidades eviten tener grupos con un número muy alto de estudiantes, ya que esto puede ser considerado una de las razones para que los temas que se explican no queden claros del todo para los estudiantes, lo cual evidentemente repercutirá en su rendimiento académico, de no ser posible esto, el docente deberá construir actividades donde se involucre a los alumnos sin importar el número que haya por clase o sección, tratando de dar un seguimiento personal al desarrollo de cada uno de los jóvenes.
- c) Salones bien acondicionados, esto no se refiere únicamente a que cuenten con el equipamiento tecnológico (como una computadora o un cañón), sino también a que sean espacios bien iluminados y con la acústica necesaria para que todos los que tomen una clase se encuentren cómodos, lo cual repercutirá en su estado de ánimo y por ende en el empeño y dedicación con que atiendan a las clases.

La propuesta de Flores no es muy distinta a las condiciones que debe tener un salón de nivel básico o medio superior, la conformación espacial de las aulas es, sin lugar a duda lo primero que se tiene que resolver en el sentido de que debe ser un espacio cómodo, ajeno a cualquier tipo de distractores y donde el proceso enseñanza –aprendizaje puede llevarse de la mejor manera, no únicamente pensado en la consecución de los objetivos planteados en los programas de estudio, sino pensando en dotar al alumno de las herramientas básicas para continuar su formación profesional y posteriormente desarrollarse en el sector laboral.

1.2. Actividades Lúdicas

El juego es una actividad inherente de los seres humanos en distintas etapas de la vida, el concepto lúdico no es nuevo, ya desde hace años se ha incorporado la idea de aprender a través del juego. Posada (2014) retoma la definición brindada por la Real Academia de la Lengua Española, indicando que por lúdica se entiende todo lo que provenga del juego o lo que sea referente a él. La intención de implementar las actividades lúdicas en el salón de

clases es en primera instancia desarrollar en el estudiante curiosidad, lo que lo lleve a descubrir, aprender e interpretar, estos pasos le permitirán apropiarse del conocimiento (Posada, 2014)

La idea de jugar en un salón de clases puede contraponerse a la visión clásica que se tiene de lo que sucede en el aula, dado que de manera general se tiene la idea de que los salones de clase deben ser lugares donde impere el orden, la puntualidad y donde la opinión del estudiante depende de que el docente autorice o rechace las ideas que se vierten a lo largo de la sesión en la que comparten, este espacio, esta visión conductista puede deberse a la forma en la que durante años se instruyó en las escuelas mexicanas a los estudiantes, sin importar el nivel educativo en el que estuvieran inscritos, por otra parte, la propuesta de incorporar el juego dentro de los salones de clase pareciera estar dirigido al jardín de niños o a los primeros años de la formación primaria, quizá porque el concepto como tal se asocia a la edad temprana es decir a la niñez.

Minerva (2007) describió una serie de cualidades con las que cuenta el juego como estrategia didáctica para ser implementado en el salón de clases, resulta por demás interesante observar que en ningún momento cierra la posibilidad de emplear el juego en nivel educativo alguno. Las cualidades del juego según esta autora son:

1. Facilita el aprendizaje: Esto se encuentra condicionado por la forma en la que se conduzca la actividad, no se trata de incorporar en el aula el juego como una mera distracción de los temas, este debe estar perfectamente orientado hacia la consecución del logro de objetivos determinados.
2. Favorece el desarrollo biológico, mental y social del estudiante, ello se debe a que en primer término a que los alumnos realizan un trabajo en equipo en el que comparten la necesidad de alcanzar la meta que el mismo juego ha planteado desde que es presentado, así mismo la búsqueda de la respuesta ante la situación o el caso que el maestro ha planteado, obliga a que el alumno primero entienda plenamente las indicaciones, razones, las ideas y conceptos que lo llevarán a responder las interrogantes que se plantean y finalmente aplica lo razonado.
3. Brinda al alumno herramientas necesarias para poder enfrentar futuros conflictos con decisión.

Quizá lo más complejo es migrar la visión tradicional que se tiene del juego como algo equivalente a perder el tiempo, los niños juegan durante su receso, sin embargo el uso de rimas y coplas en la formación temprana no es nueva, Juan y García (2016) consideran que las clases más exitosas son aquellas que brindan en la educación una sensación de disfrutar el rato que pasan aprendiendo los temas o ideas que se imparten, particularmente se refieren al uso de canciones en la enseñanza de una segunda lengua (inglés) aseguran que el uso de canciones en el aula tiende a favorecer la retención por parte de los alumnos, además de generar ambientes de confianza e incrementar el desenvolvimiento de los niños.

No es difícil imaginar a un grupo de estudiantes de educación inicial realizando actividades guiadas por el docente que implementan juegos, rimas y canciones, quizá por ello es por lo que la primera impresión que se tiene sobre las actividades lúdicas es que están reservadas para ese nivel educativo. No obstante, es necesario apuntar que las actividades lúdicas pueden ser implementadas en cualquier nivel educativo, evidentemente el diseño, la forma de implementar, realizar y la evaluación va cambiando en función del nivel académico en el que se esté trabajando.

1.3 Actividades Lúdicas en el Nivel Superior

La educación universitaria debe estar dirigida a la formación de profesionales en distintos campos del conocimiento, a fin de que, al concluir sus estudios, estos recién formados tengan las habilidades para resolver problemas en el contexto social, la oferta académica en México. De acuerdo con datos de los Comités Interinstitucionales para la Evaluación de la Educación Superior A.C. (CIEES), en nuestro país existen un total de 2, 997, 266 estudiantes matriculados en alguno de los 19,788 programas de licenciatura que se encuentran actualmente registrados en la República Mexicana, de ahí la importancia de diseñar ambientes en donde el estudiante de Licenciatura se sienta cómodo para poder desarrollar perfil profesional.

El desarrollar actividades lúdicas en el nivel superior debe contar con una estrategia creativa, según Torre y Violan (2012) el diseño de esta estrategia se caracteriza por una serie de pasos los que a continuación se explican brevemente:

- a) Planeación flexible: Las planeaciones son la base de todos y cada uno de nuestros cursos, y aunque en principio desearíamos que se cumplieran al 100%, pueden existir

situaciones tanto internas como externas que nos impidan llegar propiamente a su cobertura, en el caso de estrategias creativas, la planeación debe tener un carácter totalmente flexible, esto se debe a que el docente puede construirla requiriendo algún insumo o dispositivo tecnológico, de no contar con estos, en un diálogo alumno-docente se puede plantear la manera de sustituirlo teniendo siempre en cuenta que esto se hará pensando en la mejor forma para realizar la actividad.

- b) Adaptación Contextual: El número de estudiantes, el tiempo con el que se cuenta, la asignatura y la carrera en la que se pretenda implementar la estrategia, son trascendentales para que el docente decida el tipo de estrategia que se va a implementar, pues en todo momento debe dirigirse a las condiciones en las que se trabajará.
- c) Clima distendido y gratificante. Es innegable que, si existe confianza en la figura del docente, es más sencillo desarrollar climas en donde el alumno guste de participar, romper la monotonía de la exposición, el alumno se debe sentir escuchado y debe tener la confianza para realizar una pregunta ante cualquier duda que tenga, esto sin lugar a duda favorecerá el desempeño de los estudiantes en la asignatura y permitirá realizar actividades con buenos resultados.
- d) Roles participativos e interactivos. El uso de estrategias creativas implica que los alumnos tengan roles activos dentro de cada una de ellas, lo que provocará disminuir las intervenciones del docente, dándole peso específico a las opiniones e ideas de sus estudiantes.
- e) Productividad: La evidencia de aprendizaje puede ser muy variada, la única condición que tendría es que no sea una copia de algo hecho, la principal intención de aplicar estrategias es que el producto final (texto, organizador gráfico, maqueta, etc.) ejemplifique la apropiación del conocimiento por parte de los jóvenes.
- f) Satisfacción Docente. Todo estudiante que alcance logros académicos experimentará de manera inmediata la satisfacción, Torres y Violant (pp. 12) comparan esta satisfacción con la que le ocurre al actor que obtiene un papel o gana un premio, en todo caso es responsabilidad del profesor generar el clima y las condiciones para que los estudiantes desarrollen esa sensación.

- g) Conciencia de autoaprendizaje. Es el alumno quien desarrollará completamente este parte basado en la satisfacción que le ha resultado de los productos que realiza, es él mismo quien reconoce que ha aprendido.

1.4 Ambientes de Aprendizaje en la Enseñanza de la Química

Los temas de ciencia suelen ser complejos para los alumnos, los docentes deben estar conscientes de que es necesario implementar estrategias que les permitan facilitar la comprensión de los temas por parte de sus alumnos, García (2014) analizó la importancia del ambiente de aprendizaje en un laboratorio de ciencias en el nivel bachillerato, para que sus alumnos tuvieran un mejor rendimiento académico, el trabajo partió del análisis de las condiciones físicas, sociales e incluso emocionales de un total de 35 estudiantes inscritos en el curso de química de un Bachillerato Internacional. Este ejercicio implicó realizar un trabajo diferenciado entre aquellos estudiantes que presentaran características similares, no obstante, el resultado final (como proyecto de innovación) demostró que se podían aplicar a cualquier grupo de estudiantes que a futuro cursen la asignatura de química, para ello el estudio se concentró dentro de las horas de laboratorio.

García (2014) menciona que el laboratorio puede bien ser considerado un ambiente de aprendizaje complejo por los distintos matices y contextos que convergen en el trabajo alumno-docente. En muchos sentidos esto es cierto, el propio ambiente que se desarrolla en un laboratorio tiene de entrada una serie de requisitos para que se puedan desarrollar las actividades académicas en éste.

En el laboratorio de docencia, el alumno explorará (muchas veces a partir de una serie de indicaciones) la utilidad de materiales y funcionalidad de los reactivos, esto deberá reforzar todos y cada uno de los temas que se encuentren analizando es sus cursos teóricos, las condiciones de las que se dispongan en el laboratorio son vitales para la correcta realización de las prácticas, y por ende, para que los alumnos puedan desarrollar las habilidades necesarias en el manejo de materiales y reactivos, pero también respecto a la implementación de las medidas de seguridad e higiene que se deben tomar en cualquier laboratorio, sin importar el nivel educativo en el que se esté trabajando. Apegándonos a la idea de que un ambiente de aprendizaje se conforma por todas las características del entorno en el que se esté llevando a cabo la enseñanza, debemos entender la importancia que tienen la correcta

distribución de espacios, el tipo de asientos que se tiene, la ventilación y la iluminación de este. Por razones asociadas al costo de los materiales y las sustancias con que se trabaja, es prácticamente imposible que en un grupo de 5 estudiantes cada uno de ellos cuente con material de manera individual, los laboratorios de química, son ambientes donde se favorece el trabajo colaborativo, las prácticas son realizadas en un tiempo establecido por equipos de trabajo que comparten responsabilidades de uso y seguridad, así mismo los resultados de esas experiencias que presenten los estudiantes serán responsabilidad de todos los integrantes de los equipos de trabajo.

Por otra parte, el trabajo en un salón de clase de un Programa Educativo de la Licenciatura en Química, se vuelve un tanto más complejo respecto a lo que sucede con un laboratorio, las clases teóricas regularmente se llevan a cabo en aulas con un mayor número de estudiantes que aquellos que tienen acceso a una clase laboratorio, respecto a esto Rodríguez (2014) considera que los salones de clase deben ser espacios acordes para desarrollar las competencias de los estudiantes, su distribución debiera hacerse de tal forma que en todo momento, el alumno se encuentre interesado en el tema que se está impartiendo y de ser posible equipados con materiales que ayuden a realizar actividades de exploración, remarca también que se debe poner especial atención en la heterogeneidad con la que pueden contar las aulas, dado que los jóvenes tienen distintas expectativas sobre un mismo tema o incluso sobre la misma carrera que se encuentren cursando.

No quiere decir que los maestros deban diseñar cursos individuales para cada uno de los alumnos del salón de clases, pero si resulta muy útil conocer antecedentes específicos, la forma de trabajar en un grupo donde la mayoría de los alumnos no provienen de la ciudad donde se encuentra ubicado el campus universitario será diferente a aquel salón donde la mayor parte del grupo sean originarios de esa ciudad, lo mismo pasa en salones con distinta distribución de hombres y mujeres, no se trata de pensar que unos son más capaces que otros pues el objetivo sigue siendo cubrir los contenidos temáticos asegurándose en todo momento de que los estudiantes razonen, comprendan y apliquen los conocimientos que adquieren durante las horas que dedican a estudiar la asignatura en cuestión.

Enseñar un tema cualquiera que sea del área de química implica que los estudiantes tengan una completa atención, como ya se ha mencionado el ambiente de aprendizaje en cualquier

disciplina debe estar netamente orientado a que los alumnos comprendan lo que el docente está explicando, y estos se deben sentir en la confianza de preguntar por cualquier duda sobre lo que se está exponiendo, en el caso de las ciencias (particularmente de la química) el ambiente debe ser cuidado mayormente, dado que los temas son áridos y la mayoría de las veces es la primera ocasión en la que el estudiante entra en contacto con ellos, es por eso que se debe ser totalmente cuidadoso en la comunicación de conceptos, pero también en la parte afectiva, si el estudiante no se siente en confianza de cuestionar sobre sus dudas o sobre un tema en específico que le interese, su rendimiento puede verse comprometido, lo que a la larga puede repercutir en su evaluación, pareciera pues que las ciencias se aprenden mejor en el laboratorio dadas las condiciones ambientales y la facilidad de desarrollar el trabajo colaborativo, no obstante también se podría desarrollar un ambiente de aprendizaje en un salón de clases, a través de la implementación de estrategias didácticas adecuadas.

1.5 Uso de las Tecnologías de la Información en México

Es innegable que en los últimos años el uso de los dispositivos electrónicos y del internet ha tenido un crecimiento exponencial, de acuerdo con cifras oficiales emitidas por el Instituto Nacional de Geografía y Estadística (INEGI) la Encuesta Nacional Sobre Disponibilidad y Uso de las Tecnologías en el Hogar (ENDUTIH 2015) señala que en México existen 55.7 millones de personas usan una computadora, mientras que 62.4 millones ocupan internet, 44.9 % de los hogares reportan tener al menos una computadora en casa. La misma encuesta revela que el uso de las Tecnologías de la Información (TIC) es un fenómeno de carácter urbano, pues de las 32 ciudades que conformaron el espacio muestral de análisis, el 59.5 % de los hogares disponen de computadora, en tanto que el 56.2% cuentan con internet.

Con estas condiciones es claro que la incorporación de ambientes de aprendizaje asociados a las TIC, son hoy por hoy una tendencia en la educación en cualquiera de sus niveles. La oferta educativa es variada, incluso la Secretaría de Educación Pública anunció en 2017 la oferta académica de programas en línea, la oferta incluyó carreras tales como: Administración de Empresas Turísticas, Contaduría, Derecho, Matemáticas, Nutrición, Ingeniería en Biotecnología, entre otras (Convocatoria Universidad Abierta y a Distancia de México, 2017)

En todos los casos, la enseñanza debe hacerse a partir de la generación de ambientes virtuales de aprendizaje (AVA). De acuerdo con Martínez de la Cruz et al., la primera definición frontal de ambientes virtuales de aprendizaje es una propuesta de la UNESCO que en 1998 los definió como:

“Una forma totalmente nueva de Tecnología Educativa que ofrecen una compleja serie de oportunidades y tareas a las instituciones de enseñanza de todo el mundo, el entorno de aprendizaje virtual lo define como un programa informático interactivo de carácter pedagógico que posee una capacidad de comunicación integrada, es decir, que está asociado a Nuevas Tecnologías.”

De acuerdo con López Carrasco (2013) la finalidad de un ambiente virtual de aprendizaje es la conformación de comunidades virtuales, las cuales apoyarán actividades educativas presenciales orientadas al diseño e implementación de cursos en línea a través del uso de una plataforma digital. Los ambientes virtuales a diferencia de los ambientes de aprendizaje enteramente presenciales, buscan ser espacios más dinámicos, donde el flujo de la información sea constante, pero donde se pondere la interacción entre los participantes de la misma forma que sería en un curso presencial

Si nos apegamos a los datos que nos proporciona INEGI, podemos asegurar que más de la mitad de la población podrían desarrollarse en esos ambientes virtuales, si en primera instancia consideramos a los ambientes virtuales como el medio idóneo para que las nuevas generaciones adquieran conocimientos de distintas áreas, podremos concluir que estamos frente a una herramienta potencial que favorecería la consecución de los estudios en cualquiera que sea el grado académico en el que se implementan.

Los ambientes virtuales de aprendizaje se desarrollan en sistemas mixtos o a distancia. De acuerdo con Peñaloza (2013), el aprendizaje mixto se compondrá de un número determinado de sesiones presenciales donde el docente aplicará estrategias y técnicas que pueden incluso ser tradicionales. La segunda parte que compone la enseñanza mixta son las horas que el estudiante pasará realizando actividades que fueron diseñadas para trabajarse enteramente en línea y finalmente, las horas que el alumno dedica al autoaprendizaje. En este caso, la figura del docente respecto a la realización de actividades y a la administración del tiempo de autoestudio, se potencializa desde el punto de vista de un gestor de los tiempos, y conocimientos que el alumno va adquiriendo, ambas figuras son importantes y son con-

responsables de los avances, éxitos y en su caso de los problemas de aprendizaje y de apropiación del conocimiento que los alumnos puedan tener.

Por su parte Gómez Ruíz (2014) considera que la modalidad mixta ha tenido un aumento importante en su demanda en los últimos años, debido a que constituye en primera instancia una opción más económica, así mismo define que parte del éxito que tiene esta modalidad, radica en la responsabilidad que se le asigna al estudiante. En el modelo presencial, las actividades son dirigidas por el docente, en muchas ocasiones son repeticiones de ejercicios y problemas modelo, la modalidad mixta aprovecha el trabajo en línea a través de la producción de materiales audiovisuales en los que el alumno se responsabiliza del cómo los analiza, en qué tiempo, cómo los discute, etcétera. La modalidad mixta requiere un doble compromiso por parte de los docentes, primeramente, deberán diseñar los materiales con los que se ha de trabajar, desde los escritos, los visuales y los audiovisuales, la revisión de las actividades, la colaboración con los alumnos, la supervisión de la participación de estos, el diseño de estos escenarios pedagógicos trae como resultado la definición de modelos de aprendizaje con algunas ventajas (Burgos y Corbalán, 2008)

Estas ventajas radican en el hecho de alcanzar la contextualización de la realidad docente-alumno a través de reutilizar un modelo enseñanza-aprendizaje conforme a las situaciones de aprendizaje lo señalen, además de esto se diversifica la utilidad de los escenarios diseñados con base a las necesidades de cada uno de los grupos de estudiantes donde se maneje, pese a que las actividades y materiales diseñados sean idénticos para todos. Roldán López (2006) realizó un análisis en torno a la importancia de los ambientes virtuales en el proceso enseñanza-aprendizaje, citó una serie de propiedades y ventajas que se le adjudican a este tipo de ambientes, según su análisis, se considera que los ambientes virtuales de aprendizaje son:

1. Modelo de educación centrado en el estudiante: Con esto se garantiza que se desarrolle una interacción entre los dos actores del proceso enseñanza-aprendizaje (docente-alumno), favoreciendo la comunicación de los dos a través de distintas vías, no únicamente la presencial.
2. Centrados en el aprendizaje: a diferencia de los modelos tradicionales en que se pondera la enseñanza presencial, los cuales se centran precisamente en la enseñanza,

los AVA buscan ponderar el aprendizaje, lo que exige un cambio en el rol del docente y un mayor compromiso de éste para el curso y para con los estudiantes que se encuentren inscritos en el mismo.

3. Son flexibles: Es quizá el primer valor agregado con el que cuenta la educación mixta, no únicamente dependen un horario fijo con horas marcadas de inicio y de fin, la flexibilidad, se basa en el hecho de que cualquier persona pueden desarrollar sus actividades en una serie de horarios propuestos para su ejecución.
4. Que los actores cuentan con tiempos sincrónicos y asincrónicos para la interacción.
5. Que la comunicación es horizontal entre docente y estudiantes, razón por la cual el primero es un facilitador, guía, tutor y aportante a la construcción de conocimientos y aprendizajes significativos de los segundos.
6. Que el perfil de estudiante de la educación virtual es un adulto enriquecido de experiencias previas e intereses particulares, por tanto, selecciona más críticamente aquello que realmente llama su atención para convertirlo en conocimiento y aprendizaje significativo.

Con estas ideas, podemos darnos cuenta de que el trabajo a través de ambientes virtuales no es más sencillo que el trabajo presencial, de hecho, es necesario que los estudiantes tengan un elevado sentido de la responsabilidad, de igual forma deben ser disciplinados y autodidactas, los ambientes virtuales como ya se ha mencionado estarán siempre centrados en el aprendizaje.

1.6 Educación a Distancia

El concepto educación a distancia se refiere a un conjunto de estrategias tecnológicas y metodológicas que posibilitan la entrega en tiempos previamente establecidos de actividades programadas para personas que no coinciden en tiempo y espacio destinado a la región de un tema de una clase o asignatura en común (Moreno, 2015)

No obstante, la educación a distancia no es un concepto nuevo o que necesariamente se asocie a la incorporación de las Tecnologías de la Información en las escuelas, en el libro La educación a Distancia en México. Una nueva Realidad Universitaria, (2015) Moreno Castañeda realiza un análisis cronológico de cómo ha ido evolucionando la educación a

distancia en México. De acuerdo con el orden que propone, la educación a distancia en México ha ido evolucionando de la siguiente manera:

1. En 1944 se crea el Instituto Federal de Capacitación del Magisterio (IFCM): Su objetivo era que los docentes que ejercían sin título pudieran obtenerlo, para ello recurrían al uso de materiales impresos y las herramientas a distancia de la época como el radio y el correo. El Instituto siguió en funciones hasta el año de 1971
2. En la Década de los 70: Durante esta década las universidades en México incursionaron en la educación abierta y a distancia, el modelo implementado se vio ampliamente influenciado por las universidades europeas. En el año de 1972 se funda el Sistema Universidad Abierta que cambiaría posteriormente su nombre al de Sistema de Universidad Abierta y a Distancia, la idea de fundar este sistema fue el de ofrecer a personas que por cualquier razón no podían asistir a la universidad de forma presencial, una vía para obtener un título universitario con validez oficial, exactamente como los estudiantes que aquellos que cursaban licenciaturas de la manera tradicional.
3. En 1974 en el Instituto Politécnico Nacional (IPN) se funda el Sistema Abierto para la Enseñanza del IPN, pese a que su formato no era propiamente a distancia, sino semipresencial, este sistema marcó un referente sobre cómo se debería incorporar el sistema mixto en las instituciones de educación superior de todo el país.
4. En 1976 se funda el Sistema Abierto de Educación tecnológica Industrial dependiente de la Secretaría de Educación Pública, al igual que el proyecto emprendido por el IPN, este sistema tenía como objetivo ofertar una serie de programas de estudio para las personas que no podían asistir regularmente a cursar una licenciatura de carácter presencial.
5. Se funda en 1976 el Sistema de Enseñanza Abierta y a Distancia del Colegio de Bachilleres. Este es el primer esfuerzo de carácter institucional para ofrecer programas de bachillerato a personas que no lo concluyeron en tiempo y forma o que deseaban obtener el bachillerato y no les era posible asistir a las clases.
6. Otro proyecto de la Secretaría de Educación Pública fue la oferta de los programas de Licenciatura en educación primaria y preescolar en un sistema a distancia, esta oferta duró únicamente tres ciclos de 1975 a 1978.

7. 1979 se crea el Sistema de Educación a Distancia de la Universidad Pedagógica Nacional (UPN).
8. 1980 teniendo como antecedente el trabajo de las instituciones que desde inicios de la década de los 70 comenzaron a ofertar programas escolares a distancia, la Universidad Veracruzana funda el Sistema de Enseñanza a Distancia de la Universidad Veracruzana y el Telebachillerato de Veracruz. Desde su origen el sistema ha funcionado (pues aún prevalece) con una serie de estrategias mixtas, en donde el estudiante es apoyado por una serie de asesorías presenciales.
9. En 1997 el Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey (ITESM) funda la Universidad Virtual, este es el primer proyecto que relanza la opción de educación a distancia, en esta ocasión comienza a hacer uso de las Tecnologías de la Información para la oferta de programas de estudio.
10. En 2004 la Universidad de Guadalajara (U de G) decreta la fundación del Sistema de Universidad Virtual, la cual, entre otros ejemplos, ha trabajado en la incorporación de asignaturas de la carrera de medicina al formato a distancia y semipresencial.
11. En 2005 se crea en Veracruz el Consorcio Clavijero, responsable de ofertar el bachillerato Oficial en Línea en el Estado de Veracruz.
12. En 2007 se funda la Universidad Virtual de Guanajuato, ofertando bachillerato en línea y las Licenciaturas en Pedagogía, Derecho, Sistemas Computacionales y Administración de las finanzas en su primera convocatoria.
13. En 2011 se decreta el inicio de los trabajos de la Universidad Virtual de Michoacán.
14. En 2012 se crea la Universidad abierta del Estado de México.

Esta cronología cita únicamente aquellas instituciones y dependencias que han creado programas de Universidades a distancia. Como ya se ha mencionado, a partir de 1997 con el trabajo realizado en el ITESM, la educación a distancia se basa en el uso e implementación de herramientas digitales que permiten que los estudiantes accedan desde cualquier lugar donde haya conexión a la red, a cursos, ejercicios, materiales bibliográficos y asesorías tanto diferidas como en tiempo real.

Universidades como la Autónoma del Carmen, la Autónoma del Estado de Morelos, la del Estado de Hidalgo, la Autónoma de Chiapas y la Benemérita Universidad Autónoma de

Puebla, entre otras, cuentan en su interior con dependencias que se han especializado en soportar plataformas, tanto institucionales, como de libre acceso para el uso de docentes y alumnos, tanto en cursos de capacitación como auxiliares de las licenciaturas presenciales; aunado a esto, las instituciones que hemos mencionado ofertan programas semipresenciales y a distancia, los cuales son regulados, curricularmente por estas dependencias, aunque la parte administrativa está en manos de las Facultades a las cuales pertenecen los programas de estudio que ofertan.

No obstante, las ventajas que ofrece la educación a distancia en su correcta implementación y el uso de ambientes virtuales de aprendizaje, también podemos citar algunos problemas asociados a este sistema. Barrón (2004) describió seis problemas que enfrentan los sistemas universitarios en línea, estos son:

- a) Globalidad paradigmática y especificidad lingüística.
- b) Administración de tendencias de la información y la comunicación digital
- c) Individualización de los servicios educativos.
- d) Tránsito discursivo de los sistemas lineales del conocimiento a los sistemas rizomáticos de conocimiento.
- e) La conceptualización del texto didáctico en línea enfrente de sus posibilidades de uso.
- f) La demanda real y la necesidad del texto didáctico en línea.

Esta clasificación la realiza a partir de la premisa de que los sistemas que se implementan en la educación a distancia han sido desarrollados por empresas de bienes y servicios y no por instituciones educativas, en el documento Barrón explica que las nuevas formas en las que se organizan los estudiantes han condicionado las nuevas formas en las que se pretende enseñar y las herramientas con las que se intenta hacerlo, agrega la importancia que tienen los textos didácticos para el mejor aprovechamiento de los temas en línea, pero condiciona el éxito de estos documentos a que deben estar dirigidos para alumnos con una serie de características distintivas, asociadas a la inmediatez que tienen al acceso a los textos, y a los conocimientos con los que cuentan para acceder en línea a ellos.

En otra parte del documento Barrón (pp. 15-18) hace hincapié en que no se debe pretender que el texto didáctico por sí mismo resuelva los problemas de comprensión de los temas pues

también será responsable de ocasionar otros, concluye diciendo que este tipo de textos trascienden la parte editorial pues deben concentrarse en las aportaciones que hagan a la comunicación entre los actores implícitos en el proceso a distancia, de ahí la importancia de la figura del docente en la orientación del manejo de textos y materiales y por supuesto para la realización de actividades.

Santiago et al. (2011) acuñaron el concepto “demagogia” con el que definen la negación de los docentes a realizar actividades, tanto de docencia, como de tutoría en un marco constructivista, el término fue desarrollado a partir de observar el comportamiento de los docentes ante la incorporación de las TIC’s para cada uno de los cursos a cargo, reconociendo la importancia que tiene para los estudiantes actuales en el uso e implementación de estrategias asociadas a la utilización de los medios digitales.

A esta serie de elementos, podemos sumar los problemas asociados a la veracidad de la validez de los estudios a distancia, pues en diversas ocasiones se ha puesto en entredicho la validez de estos estudios. En 2007 la UNESCO publicó el documento Escuelas Corruptas, Universidades Corruptas ¿Qué se puede hacer?, de acuerdo con dicho reporte al momento de su publicación existían más de 800 instituciones ficticias que ofrecían la emisión de títulos por internet en distintas áreas del conocimiento e inclusive en posgrado, esto implica un reto mayor en la generación de planes y programas de estudio, la adecuación de los mismos al modelo a distancia o semipresencial, así como en el diseño de los ambientes virtuales que apoyen a estos programas.

El documento plantea la necesidad de regular la oferta académica de programas virtuales o por internet, no en el sentido de la cantidad de licenciaturas o posgrados que se ofertan, sino porque cada una de las propuestas para cursar estudios cuenten con la validez oficial para expedir certificados y títulos, esto no solamente garantizaría la inversión de los estudiantes, sino que también daría seriedad a los estudios que se cursen en línea y los proyectará como una opción viable y confiable para obtener un título universitario o un grado de maestría o doctorado.

Al margen de esta idea, el uso de los recursos en línea, así como de los recursos a distancia pueden empezar a incorporarse en aquellas carreras donde hasta ahora no se había

considerado esta posibilidad, ello ayudaría a reducir el número de horas presenciales siempre y cuando se garantice que los contenidos temáticos se cubran a partir de la realización de actividades, las cuales estarían asociadas a lecturas electrónicas, videos, audios, todos ellos soportados en una plataforma, para que de esta manera, los recursos estén a disposición de los alumnos en todo momento, una de las posibles ventajas de este tipo de diseño, es que el docente está en contacto continuo con los alumnos y puede revisar avances, consultas e incluso el tiempo que los estudiantes pasan conectados a la plataforma para revisar documentos o realizar tareas, esto en un formato tradicional no es posible.

1.7 Ventajas de los medios en la educación a distancia

Barajas (2009) hace una revisión de las distintas formas en las que se ha clasificado a los medios en la educación a distancia, la Tabla 1 concentra los datos con los que hace un resumen de esta clasificación.

Criterio	Clasificación	Autor	Año
Rasgos	<ul style="list-style-type: none"> • Inmaterialidad • Interactividad • Instantaneidad • Innovación • Parámetros de calidad de imagen y sonido • Diversidad • Mayor influencia sobre los procesos que sobre los productos • Automatización • Interconexión 	Cabrero	1996

	<ul style="list-style-type: none"> • Digitalización 		
Medio tecnológico y de transmisión en el que se basan	<ul style="list-style-type: none"> • Papel • Dispositivos analógicos • Dispositivos y soportes digitales 	José Silvio	2004
Evolución de la historia de la educación a distancia	<ul style="list-style-type: none"> • Estudios por correspondencia • Grabaciones de audio, radio y televisión • Tecnología satelital • Campus virtuales • Realidad virtual 	Simonson, Smaldino, Albright y Zvazcek	2006
Uso de la educación a distancia	<ul style="list-style-type: none"> • Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC's) • Tecnologías el aula para el aprendizaje en línea 	Simonson, Smaldino, Albright y Zvazcek	2006
Rol o función	<p>Soporte o medio para llevar el saber</p> <p>Soporte del aprendizaje</p>	Fleury	1994
Rol o Función	Apoyo a la Enseñanza y a la Comunicación	Souvé	1995

Tabla 1.1 Criterios para Clasificar los Medios en la Educación a Distancia Fuente: Barajas, Juan I. La clasificación de los medios tecnológicos en la educación a distancia. Un referente para su selección y uso. Revista Apertura, Año 9, No 10 pp. 119-129. 2009

Barajas (2009) menciona que desde sus orígenes, los Ambientes Virtuales de aprendizaje generaron grandes expectativas en su inclusión dentro de la educación a distancia, una de las principales razones es que el hacer uso de los mismos, permitió entre otras cosas, omitir problemas asociados a que las personas se encuentren en un lugar distinto a aquel donde se estén impartiendo los cursos, así como los husos horarios, lo cual entre otras cosas permitió la masificación de este tipo de programas, otra de las ventajas que se encuentran dentro del uso de los ambientes virtuales fue la de flexibilizar los modelos tradicionales, haciendo uso de la comunicación en dos vías que permiten estas herramientas.

Es innegable que existe una relación estrecha entre la educación a distancia y los Ambientes Virtuales de Aprendizaje (Silvio 2000) el uso pues de las Tecnologías de la Información estos programas han permitido extender la oferta educativa de las universidades del país; además, ante la creciente demanda de oportunidades de ingreso a la educación superior, estamos pues, frente a una opción real para cursar estudios de nivel superior.

1.7.1 La web 2.0.

El término web 2.0 fue acuñado por Dale Dougherty en el año 2004, este se emplea para definir a sitios web donde se pueden llevar a cabo actividades colaborativas, desde las redes sociales hasta plataformas como *Moodle* y *Blackboard*, donde se puede compartir información, documentos, realizar foros, chats y otro tipo de actividades que permiten al usuario tener experiencias de retroalimentación. La web 2.0 nos permite generar ambientes de aprendizaje, en este caso virtuales, los estudiantes pueden construir actividades colaborativas, editar documentos, organizar discusiones a través del chat o de las propias redes sociales, la generación de materiales de audio y video también son potencializados con el uso de sitios catalogados dentro de esta web.

Ruíz Reyes (2014) considera que el uso de esta red ha cambiado el paradigma de clasificación de la información entre los usuarios, de acuerdo con este paradigma los usuarios pueden separar la información en alguno de los siguientes subgrupos.

1. *Flickr*. Es un espacio de uso gratuito que permite al usuario almacenar fotografías. Su utilidad en el tema educativo radica en el hecho de que los usuarios pueden

almacenar imágenes fotográficas en tiempo real de una actividad académica, por ejemplo de una práctica de laboratorio en donde los resultados visuales de la misma o pueden colocarse en la red y ser compartidos entre los alumnos de una sola sección de laboratorio o entre secciones, esto permitiría comparar los resultados obtenidos por los estudiantes con lo que se puede llegar a una sana retroalimentación entre los distintos grupos

2. *Delicio.us*. Es un sitio para almacenar páginas catalogadas por el usuario como favoritos. En este rubro los alumnos pudieran colocar páginas que traten temas de interés para los cursos, que esté tomando un estudiante, bases de datos y páginas de alguna institución que provea materiales útiles para cada uno de los cursos.
3. *Technorati*. Es un sitio para guardar blogs, en este se podrían anclar blogs sobre los temas que se revisan en una clase o en curso, de hecho, el uso de los blogs como material educativo pudieran potencializarse si los estudiantes (guiados por el docente) ocuparan este sitio para almacenar los blogs de interés o incluso los deseados por los maestros con los que están trabajando.
4. *CiteUlike*. Es un sitio para albergar trabajos académicos. En función del nivel educativo puede ser empleado de manera autónoma por los estudiantes o con apoyo de los docentes.

Cualquiera de estas herramientas puede estar presente en cursos de educación superior, la funcionalidad de estas dependerá del tiempo que tanto el docente como los alumnos dediquen al diseño, revisión y evaluación de las diferentes actividades de aprendizaje. Una situación que puede determinar el éxito de utilizarlas es el manejo y conocimiento que el docente tenga respecto a ellas. Cabe mencionar que únicamente se enlistaron algunas de las herramientas de la web 2.0, no obstante, han existido un sinnúmero de herramientas que los profesores de distintos niveles académicos pueden utilizar para completar sus cursos.

1.7.2 Redes sociales

De acuerdo con el INEGI, las personas en México ocupan el 45% de su tiempo en revisar y explorar los contenidos de las redes sociales, siendo *Facebook* la más popular con el 86% de menciones. Distintos autores señalan la importancia que tiene el uso de las redes sociales en la actualidad. Haro (2009) considera que existen tres ventajas fundamentales respecto al uso de las redes sociales en el ámbito educativo, estos son:

1. Uso de un mismo espacio de comunicación entre los docentes y los estudiantes, lo que favorecerá la comunicación en ambas vías.
2. Son de uso universal.
3. No requieren de un ejercicio de formación complejo.

Ahora bien, es necesario valorar el uso de las redes sociales, si consideramos el tiempo que los estudiantes invierten en el uso de estas, nos podemos dar cuenta del enorme potencial que tienen las mismas para incorporarlas en los procesos de enseñanza-aprendizaje (Castañeda y Gutiérrez 2010)

No obstante, para incorporar a las redes sociales como parte de este proceso, es necesario valorar una serie de condiciones que podemos considerar como idóneas (Camacho 2010) para que esto suceda, por ejemplo:

1. Formación docente en el uso de las redes.
2. Contar con los recursos tecnológicos necesarios.
3. Desarrollo de competencias docentes.
4. Ponderar el tiempo de uso de la herramienta.

De nada servirá contar con las condiciones adecuadas de tecnología y de acceso a la red, si los docentes no tienen las competencias necesarias para el uso de las redes, de igual forma de nada sirve que los docentes y los alumnos se comprometan a usar las redes sociales, si la implementación de éstas en el curso es parcial o no tendrá una ponderación y un impacto real sobre lo que los alumnos hacen o trabajan en el curso en el que se encuentran inscritos. La idea de ocupar las redes sociales como una herramienta en las clases, es potencializar el tiempo que los alumnos pasan en el uso de estas, para que puedan consultar materiales o tener discusiones dirigidas en torno a algún tema que se esté revisando como parte del curso en el que se encuentran inscritos.

Aunado a lo anterior, es necesario que exista un pleno convencimiento por parte de los estudiantes en el sentido de la importancia que tiene el uso de las redes sociales como parte

cotidiana de sus cursos escolares, si se pudiera canalizar el tiempo que los alumnos invierten en conversar, revisar publicaciones y actualizar sus estados en las redes sociales, en favor de la resolución de problemas o la recesión de textos, se podrían obtener resultados favorables al revisar conceptos y teorías propios de alguna materia.

1.7.3 Blog

Bruguera (2008) define desde un punto de vista “técnico” al blog (también llamado bitácora) como una página web con un sistema de edición y de publicación sumamente simple, lo que permite que cualquier usuario pueda crear contenidos sin necesariamente contar con conocimiento alguno sobre diseño y programación de páginas web.

Por su parte De Haro (2010) define al blog como un sistema de edición de publicación de artículos, llamados comúnmente entradas o posts, finalmente López Carrasco (2008) incluye al blog como una de las nuevas herramientas de lectoescritura en la era digital, en cualquiera de los casos, es innegable que el blog es una herramienta con mucho potencial para el intercambio de información en la red.

Palma y Piñero (2010) realizaron un estudio sobre la Implementación del *Blog* en un curso de Tecnología educativa. En su documento discuten que el origen de esta herramienta fue la compañía denominada “punto con”, quien en el año de 1999 lanzó *Blogger*. *Blogger* es considerado por autores y expertos en Tecnologías de la Información como la primera herramienta de publicación personal, a la que cualquier persona podía tener acceso, lo que facilitó, entre otras cosas, el intercambio de datos y de información, aunque originalmente *Blogger* fue diseñada como una herramienta de uso corporativo, no obstante, la herramienta muy rápido comenzó a ser usada por otros sectores entre ellos el académico.

Actualmente *Blogger* es una más de las plataformas con las que se pueden editar blogs, sin embargo no es la única, un análisis publicados en elearningmasters.galileo.edu y <https://www.educaciontrespuntocero.com> consideran que las 10 mejores plataformas para editar un blog son:

1. *Blog.com*

2. *Blogetery*
3. *Google Sites*
4. *Weebly*
5. *Live Journal*
6. *Posteurus Space*
7. *Tumblr*
8. *Jux*
9. *Blogger*
10. *WordPress*

Cada una de estas plataformas difiere de la anterior respecto a la capacidad de sus motores, el diseño, la facilidad de edición. Una de las ventajas que ofrece la creación de un *blog* es que pueden hacerse respecto a cualquier tema (Pérez 2006) y que prácticamente cualquier personas está en condiciones de editar un *Blog* centrando la información, en el tema en el que es experto o en el tema que le interesa desarrollar, la idea de que cientos de miles de personas lean lo que se coloca en un *Blog*, es sin lugar a duda, el principal atractivo de esta herramienta para el sector académico.

La página web www.goconqr.com realiza año con año un análisis sobre los 10 *blogs* académico más importantes del año, en su última lista incluye blogs sobre matemáticas, ciencia, tendencias en educación, enseñanza del inglés y tecnología. Cada uno de estos blogs son desarrollados por expertos en los temas que tratan. De acuerdo con su contador, “El Blog de Sarajavo” primer lugar de la lista cuenta con un total de 2, 355,061 visitas, se trata de un sitio especializado en temas de enseñanza, donde entre otras cosas se realizan análisis de los modelos de educación actual en el mundo. Más abocado al aprendizaje, esta “Ciencia de Sofá” un blog de ciencias naturales y exactas, cuenta con entradas gratuitas y otras restringidas, incluye videos y textos, los temarios que cubre son equivalentes a los que se revisan en la formación media superior de nuestro país para las áreas de física, química y biología, funciona como una herramienta de divulgación respecto a la astronomía.

Es posible realizar un análisis puntual de los 10 blogs académicos que se encuentran posicionados como los más importantes de los últimos años; sin embargo, más allá de describir las ventajas particulares, es importante citar el resto de las ventajas que ofrece el blog para el ámbito académico de acuerdo con Martín y Montilla (2016) algunas de estas ventajas son:

1. Facilitan la comunicación de dos vías mediante el intercambio de opiniones.
2. Consulta de documentos e información.
3. Permite la participación de personas externas al proceso enseñanza-aprendizaje (siempre que el docente lo permita).
4. Facilidad de retroalimentación.
5. Son gratuitos.

Al igual que sucede con la Web 2.0 la edición y uso del blog con fines académicos se encontrará limitada entre otros factores, por el interés de los docentes, la participación de los estudiantes, el desarrollo de competencias docentes en el uso y manejo de la herramienta y principalmente por la disponibilidad con la que los participantes del proceso cuenten respecto al acceso a la red. Estas limitaciones deben ser primero rebasadas antes de considerar el diseño y uso de un blog como herramienta y estrategia en cursos presenciales, en aquellos cursos semipresenciales y a distancia, el blog es parte fundamental de los cursos, pero evidentemente se espera que los usuarios de estos sistemas estén más allá de las limitaciones encontradas.

1.7.4 Moodle

En el ámbito de los ambientes virtuales de aprendizaje, es necesario definir la participación de los actores principales dentro de este proceso, Hopper (2005) propuso la analogía de los ambientes de aprendizaje respecto a una obra de teatro en donde cada uno de los participantes tiene un rol específico, el cumplimiento en estricto apego a este rol, permitirá a los participantes obtener los resultados deseados. De acuerdo con esta propuesta, el edificio funcionaría como teatro, la planeación didáctica sería el argumento y el escenario es el ambiente de aprendizaje, tanto el virtual como el real. La Figura 1 ejemplifica la propuesta de Korn según Fernández Papalón (2010)

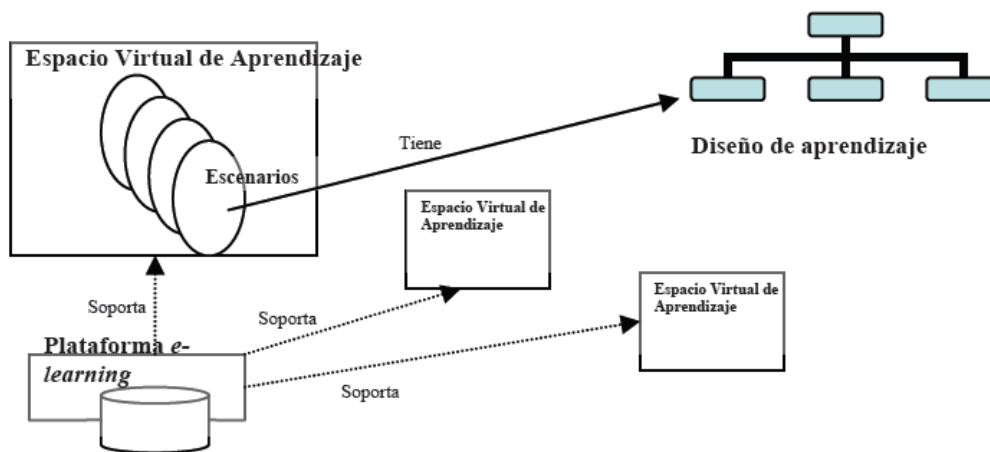


Figura 1.1 Esquema del funcionamiento de Moodle. Fuente: Fernández, A. (s. f.). *Nuevas metodologías docentes*. Valencia: Instituto de Ciencias de la Educación, Universidad Politécnica de Valencia.

Dos de las plataformas para la implementación de ambientes virtuales son Moodle y Blackboard. Moodle es LMS Learning Management System (Sistema para la Gestión del Aprendizaje) que surgió de trabajo de tesis del australiano Martin Dougiamas (en Martínez de Lahidalga, 2008). El término Moodle proviene del acrónimo *Modular Object Oriented Dynamic Learning Enviromennt* (Entorno Modular de Aprendizaje Dinámico Orientado a Objetos), la intención del autor con la creación de Moodle era el de crear un programa de fácil uso y mediante el cual se pudieran enseñar distintas actividades fáciles de compartir con un grupo de personas determinadas con el objeto de intercambiar ideas e información en torno al tema central sobre el cual se creará el espacio. Moodle cuenta con tres opciones para crear una cuenta, la primera es gratis y de libre acceso, limita algunas funciones como la

cantidad de personas que se pueden inscribir en los cursos y algunas de las actividades con las que cuenta no están disponibles, existen otras dos versiones por las cuales el usuario debe efectuar un pago, la diferencia entre el costo de estas versiones es la capacidad de almacenamiento con la que cuenta cada una de ellas.

Al tratarse de una plataforma para el diseño de ambientes virtuales, nos estamos refiriendo a una herramienta que apoya el aprendizaje de estudiantes (Pampillón 2008) que inscritos en cursos, talleres, programas de licenciatura y de posgrado sin la necesidad de acudir a sesiones presenciales o con una mezcla de sesiones presenciales y a distancia, en este espacio los estudiantes podrán colocar tareas editadas en alguno de los complementos de *office*, responder cuestionarios y exámenes, abrir espacios de discusión dirigidos por el docente, quien toma el papel de un mediador en grupos que él mismo planea en función de las necesidades de los cursos que esté impartiendo. De forma análoga a lo que sucede con el *blog*, no se requiere de conocimientos avanzados respecto a programación o edición de páginas para hacer uso de *Moodle*.

Garcés Argüello y Rivera Enríquez, (en Ariel 2013) enlistan una serie de ventajas que ofrece la implementación de Moodle como parte de los cursos, enlistando las ventajas que los autores han citado a continuación:

- a) Existe un control total del profesor sobre el curso, el docente diseñará distintos tipos de actividades a cada una de las cuales se les puede programar una fecha de entrega y una fecha máxima de entrega, con lo cual, el diseño de una rúbrica puede verse facilitado, con esta asignación de fechas, el docente puede dar seguimiento a trabajo de cada uno de los alumnos inscritos en el curso.
- b) Es posible realizar exámenes, compartir contenidos y generar espacios de conversación y debate.
- c) En cada una de las actividades, la retroalimentación por parte del docente es prácticamente inmediata, lo que permite que el alumno pueda realizar correcciones y generar una réplica.
- d) Todos los cursos que se diseñan pueden ser reutilizados.

- e) Permite la creación y edición de cursos por más de un docente, esto favorece el trabajo departamental o de academia.
- f) Es posible colocar en plataforma cualquier tipo de archivo (hoja de cálculo procesador de textos, presentación, audio o video).
- g) Es posible generar encuestas para conocer el estado de avance de los alumnos, los conocimientos iniciales de los alumnos e incluso se puede generar encuestas de satisfacción, tanto para los alumnos como para los docentes.
- h) Los docentes pueden cambiar su rol de actividades, es decir pueden cambiar de modo docente a alumno, esto permite revisar que los contenidos sean visibles y el cómo son observados por los estudiantes.
- i) La plataforma cuenta con un sistema de acceso y manejo amigable para los usuarios.
- j) No condiciona el avance de los alumnos.

Si bien es cierto que son muchas las ventajas enumeradas, ningún sistema es perfecto en su totalidad, de acuerdo con el análisis de Ariel (2013, pp. 77-78) Moodle también tiene una serie de desventajas cuando es usado con fines educativos, estas desventajas son:

- a) No incorpora juegos de roles, ni tampoco permite editar ni crear crucigramas o sopas de letras.
- b) Presenta algunos problemas respecto a la seguridad, esto en muchas ocasiones depende de la interfaz donde se haya configurado.
- c) No integra automáticamente el uso de videoconferencias.
- d) En algunas ocasiones presenta un lento acceso, esto es debido a que hace uso de muchos recursos externos.
- e) Cuando el número de usuarios es elevado, la configuración de la plataforma puede sufrir algunas complicaciones.

Pese a estas desventajas, es claro que *Moodle* es una plataforma que puede ser usada a la perfección cualquier curso de nivel superior, la incorporación de esta plataforma en cursos de carácter presencial puede representar una importante herramienta que complemente la labor del docente frente a grupo.

1.7.5 Blackboard

Al igual que *Moodle*, se trata de un LMS, Ariel (2013) define a la plataforma *Blackboard* como un sistema de gestión en línea que representa un sistema de interacción entre el docente y el alumno. *Blackboard* permite una comunicación fluida entre los participantes, genera ambientes colaborativos. Entre sus herramientas de comunicación se encuentra el chat y el videochat, lo que permite que el docente organice discusiones e incluso exposiciones sobre temas específicos que desee se analicen como parte del curso.

En su libro “Analizamos 19 Plataformas de e-Learning” (2013) Ariel et al. (pp. 97-98) enuncian las ventajas que tiene el usar *Blackboard* en la enseñanza, estas ventajas son:

- a) Tiene acceso en cualquier momento, los tiempos de las actividades pueden ser regulados por el docente.
- b) Posee un almacenamiento centralizado, lo que permite que el intercambio de información sea sencillo.
- c) Favorece la interacción entre los participantes, y, por tanto, el desarrollo de contenidos.
- d) Promueve actividades colaborativas las cuales se pueden desarrollar en el salón de clases y fuera de él, con lo que se potencializa un esquema mixto, aunque también promueve actividades completamente fuera del aula, desarrollando con esto la educación a distancia.
- e) Es de fácil uso y busca que quienes la manejen, lo puedan hacer de manera intuitiva dada la flexibilidad en el manejo de ésta.
- f) Otra de las ventajas que se pueden atribuir al uso de *Blackboard*, es que cuenta con un sistema exclusivo para el uso de invidentes.

Por otra parte, es posible también describir las desventajas en el uso de esta plataforma, éstas son:

- a) Es necesario contar con nociones básicas de código HTML por parte del docente para tener una mejor eficiencia de la plataforma.
- b) Un número elevado de usuarios puede comprometer el buen funcionamiento de la plataforma.
- c) Sufre de constantes actualizaciones, y aunque esto puede verse como una ventaja, también implica que el usuario conozca nuevas herramientas y las comience a utilizar en algunas ocasiones dentro de un curso diseñado en una versión anterior.
- d) Tiene desventajas asociadas a la seguridad.
- e) La forma en la que se plantean las actividades suele volverlas mecanizadas.

Pese a esto *Blackboard* sigue siendo una de las plataformas de más uso para la incorporación de los ambientes virtuales, la presentación de esta plataforma es diferente a la que hace *Moodle* de sus contenidos, no obstante, el manejo de la misma es sencillo y como ya se ha mencionado, el hecho de que parte del trabajo que se realiza en ella resulta ser intuitivo, proporciona una clara ventaja para el usuario novicio en el uso de las plataformas para los ambientes virtuales de aprendizaje.

1.7.6. *Google Sites*

Google Sites es una de las herramientas que ofrece *Google* como complemento cuando se crea una cuenta de correo electrónico soportada en el correo diseñado por la empresa *Google* (*Gmail*), *Sites* permite al usuario la creación de páginas web ligadas a sus cuentas de correo y otras herramientas de *Google* como por ejemplo *drive* que a su vez funciona como una nube (repositorio de documentos). Una de las posibles ventajas que ofrece *Sites* a todos los usuarios es que éste no tiene que conocer ningún tipo de lenguaje especial, dado que a partir de archivos diseñados en formato doc, ppt, etc. puede construir su página. También es posible añadir imágenes y videos, una de las ventajas que ofrece *Sites* es que está disponible para ser visualizado en una computadora o en algún dispositivo móvil (tableta o celular), ofrece también una barra de navegación amigable que permite explorar entre diferentes “pestañas” (hojas de contenido). Otra situación importante que debemos mencionar es que *Sites* al igual que sucede con plataformas como *Blackboard* y *Moodle*, también permite al editor tener un trabajo de gestión sobre quiénes pueden tener acceso a los contenidos.

El diseño en *Sites* está supeditado al uso de otras herramientas de *Google* como *one drive*, aplicación que sustituirá a los espacios para colocar tareas que sí ofrecen otras plataformas, los exámenes deberán ser diseñados con formularios de *Google*, actividades como foros y chats están prácticamente descartados a menos que todas las personas que hagan uso del *Sites* diseñado tengan una cuenta de correo electrónico de *Gmail*, en ese caso *hangouts* sería la herramienta que puede permitir el desarrollo tanto de chats como de foros.

En los estudios que han explicado las funciones e implementaciones de *Sites*, se encuentra el de Bassas (2013), quien realizó un estudio en el que implementó el uso de *Google Sites* como una estrategia innovadora para enseñar álgebra a un grupo de estudiantes con trastorno por déficit de atención e hiperactividad (TDAH). En el trabajo antes mencionado, el autor concluye que el uso de la herramienta fue positivo para los estudiantes, dado que la literatura en general refiere que los estudiantes con TDAH tienen problemas, tanto de comprensión, como de asimilación de los conceptos matemáticos, el uso de la herramienta favoreció el aprendizaje de los estudiantes, de igual forma menciona que la mayoría de los profesores del área con los cuales se trabajó, mencionaron que incluir *Sites* como herramienta para el aprendizaje de las matemáticas es una acción por demás positiva.

Por otra parte, Bassas menciona que existen una serie de limitaciones, principalmente de tiempo en el diseño y la implementación de la herramienta, de igual forma reconoce que pese a que los primeros datos son favorables respecto al aprendizaje, es necesario profundizar más en los conceptos y en el tiempo que se hace uso de la herramienta.

Quizá uno de los problemas que puede tener *Sites*, es que el diseño de la misma depende de quien lo trabaje, pese a contar con una serie de plantillas y colores, es innegable que la atención del usuario es vital y en ese sentido será responsabilidad del gestor el diseñar contenidos que sean atractivos para quienes estarán consultando la página, considerando sobre todo, que el trayecto a lo largo de una asignatura o incluso una carrera, pudiera estar supeditado al uso y consulta de esta herramienta.

1.8 El diseño Instruccional

Cuando se plantea la realización de una actividad como parte de un curso o una clase, la actividad debe tener una razón de hacerse y un por qué, de forma convencional podemos decir que toda actividad como parte de un curso debe tener un objetivo claro que se encuentre

alineado al propósito o a los objetivos de la asignatura con la que esté trabajando. En la actualidad la masificación de la educación ha permitido el diseño de cursos que no limitan la cantidad de participantes en los mismos, sin embargo, la firma en la que se presentan los cursos y el éxito de los mismos dependerá de una correcta planeación y por ende de un buen diseño de las actividades que posteriormente serán evaluadas para asignar la nota de los participantes.

Para Koper (2004) el diseño instruccional es el diseño que se realiza en torno al aprendizaje, en tanto que Broderick (2001) considera que el diseño instruccional es un arte o ciencia que se encargará de crear un ambiente en donde los estudiantes aprenderán un tema determinado, poniendo especial atención a las capacidades que el alumno logrará desarrollar a fin de cumplir las tareas que se requieren. No se trata de colocar actividades con la intención de tener ocupados a los estudiantes, por el contrario, se trata de alinear estas actividades a la planeación de la clase, la cual a su vez debe estar en sintonía con el programa del curso que se está impartiendo, no es posible concebir un diseño instruccional que no se centre en el aprendizaje y por ende deberá ser evaluado a través de mecanismos claros.

Este concepto es enteramente aplicable a todos los niveles educativos, Hernández Luque (2015) realizó una propuesta constructivista para la asignatura “TIC Aplicadas a la Educación” en la currícula de una Licenciatura en Educación Preescolar, la autora presenta una propuesta en torno al desarrollo de la asignatura como una de las principales herramientas que los egresados de la carrera deberán implementar, en esta propuesta se refiere como elementos indispensables en el diseño:

- Definición de las competencias que se desarrollarán en la formación
- Formulación de contenidos
- Selección de estrategia de aprendizaje
- Recursos
- Evaluación

A partir de estas etapas la autora considera que se puede abordar a lo largo del curso una serie de conceptos y contenidos que refuercen el uso de las TIC como una herramienta importante en la formación del estudiantado, así mismo es posible articular las diferentes fases de la

trayectoria curricular, no obstante, también considera que el éxito del diseño instruccional se ve claramente limitado por la capacidad que tiene las instituciones de llevar a cabo la parte práctica de los cursos y cuando se tiene poco manejo en tópicos asociados al curso, en el caso particular de la propuesta de Hernández Luque, se refiere al dominio de softwares educativos.

Hernández et al. (2015) realizaron una propuesta sobre el diseño instruccional de una microunidad del curso ecuaciones diferenciales de la carrera de Ingeniería Química para ello se concentraron en la resolución de problemas químicos mediante ecuaciones diferenciales de primer orden en tres niveles taxonómicos diferentes con los que los autores buscan que los estudiantes tengan dominio total en torno a Ecuaciones Diferenciales de Primer grado, de igual forma, los autores por ponen una rúbrica para calificar las tareas a los estudiantes.

Al finalizar el estudio, se concluye que los estudiantes fueron progresando a lo largo del curso y lograron incrementar su dominio entorno al tema ecuaciones diferenciales, y por ende del dominio de las matemáticas, lo que les permitió aplicar estos conocimientos para resolver ejercicios y situaciones asociadas a la química. En la visión de los autores es necesario trabajar aún más con el diseño instruccional no solo de microunidades sino de un curso en donde se pueda verificar la funcionalidad del diseño instruccional en la enseñanza de este tipo de temas.

1.8.1 Modelos de diseño instruccional

Góngora y Martínez (2012) realizan una cronología sobre el desarrollo del diseño del aprendizaje, ubicando los primeros antecedentes en el año 1900 con los trabajos de Thorndike sobre la relación que existe entre el estímulo y la respuesta, una visión netamente conductista que sentó las bases del diseño educativo de principios del siglo XX. Tyler (en Góngora y Martínez 2012) sentó hacia 1930 las bases para proponer dentro del diseño curricular los objetivos específicos y conductuales, en los siguientes cincuenta años se desarrolló el diseño instruccional como una necesidad de instrucción primero para capacitar a combatientes de la Segunda Guerra Mundial, posteriormente para capacitar al personal de diferentes empresas, conforme transcurrió el siglo se incorporaron las teorías psicológicas de varios autores (Ausubel, Bruner y Gagné) son incorporadas como parte del diseño de instruccional de los cursos y currícula (Ryder en Góngora y Martínez 2012)

1.8.2. Modelo ASSURE

Su nombre proviene de un acrónimo en inglés, si divididos cada una de las letras, podemos entender el nombre del modelo como:

- A por Analizar los aprendizajes
- S por Redactar Objetivos
- S por Seleccionar el medio y los materiales
- U por Utilizar el medio y los materiales
- R por Requiere la participación de los estudiantes
- E por Evaluar

Este modelo de diseño instruccional considera que el aprendizaje se genera de diferentes formas o maneras e de acuerdo con Buitrago (2016) existen cinco premisas constructivistas del modelo ASSURE:

- El conocimiento conceptual se adquiere por la integración de múltiples perspectivas de colaboración: esto significa que no podemos esperar que el aprendizaje se de únicamente a través de un ejercicio de repetición de ideas y conceptos, es necesaria la relación y colaboración entre los diferentes participantes del proceso enseñanza-aprendizaje, lo que posteriormente deberá beneficiar a dichos participantes.
- El aprendizaje es una interpretación personal del mundo. Esta premisa refuerza la necesidad de conceptualizar tanto los cursos como las actividades que se diseñen en cada uno de ellos, ya que en la medida que el estudiante asocie los temas que se encuentra estudiando con situaciones que puede encontrarse en su vida cotidiana o en un futuro campo laboral, su dominio de estos puede ser menor, dado que parten de su interés y por lo tanto de la forma en la que estudia, analiza y comprende su entorno.
- El aprendizaje debe ser significativo y holístico, basado en la realidad de forma que se integren las diferentes tareas: no es posible considerar que la repetición de actividades de un tipo específico es la única vía para que los estudiantes aprendan, en las áreas duras (física, matemática y química) era usual solicitar a los estudiantes la resolución de una serie de ejercicios y problemas, dado que se consideraba que esa era la única manera en la que un estudiante podía aprender, desafortunadamente, estas actividades estaban basadas en responder ejercicios modelos que no permitían a los

alumnos tener una visión más allá de lo que los mismos enunciados planteaban, de ahí la importancia que tiene en el diseño instruccional el que se pueda proponer más de un tipo de actividad a lo largo de un curso la cual debe garantizar que los estudiantes alcancen los objetivos de aprendizaje.

- El aprendizaje supone una modificación de las propias representaciones mentales por la integración de los nuevos conocimientos: No podemos esperar que un estudiante termine un curso del nivel que sea con las mismas ideas y conocimientos con los que lo inició, a lo largo del mismo el estudiante irá modificando sus ideas para lograr construir nuevos saberes, esta es una parte importante dentro del modelo instruccional dado que su construcción debe tener en cuenta este tipo de situaciones
- El conocimiento se construye a partir de la experiencia: todo lo que los alumnos revisan o aprenden en un curso, aporta a sus experiencias, la implementación de estos conceptos y temas por parte de los estudiantes en una situación real (o al menos simulada) contribuirá de manera notoria a sus aprendizajes.

Es importante mencionar que en todo momento el diseño instruccional deberá planear las actividades enfocadas hacia la evaluación, esta deberá ser específica y estar alineada a los objetivos del curso, no es posible un diseño en donde las actividades no tengan relación alguna con los contenidos temáticos, es decir, no podemos esperar que una actividad pueda ser improvisada de momento a fin de comprender un tema.

Los objetivos de las actividades de aprendizaje deben ser claros para los estudiantes, esto con la finalidad de que los propios alumnos antes de iniciar la actividad comprendan cómo es que entregar una evidencia de aprendizaje les está contribuyendo de alguna u otra forma a su aprendizaje.

1.8.3. Modelo ADDIE

Otro de los modelos instruccionales que suele usarse es el modelo ADDIE, la abreviatura ADDIE significa Análisis, Diseño, Desarrollo, Implementación y Evaluación, este modelo, de acuerdo con Tresser (2015) el modelo es flexible además de no encontrarse fijado a una teoría de aprendizaje.

Góngora (2019) menciona que pese a los diferentes modelos de enfoque instruccional, es ADDIE el que más uso tiene, esto puede asociarse a la flexibilidad del mismo y a la facilidad

con la que a partir del modelo puede diseñarse una actividad y esta a su vez es explicada a los estudiantes, por su parte Belooch 2013) define al modelo ADDIE como un proceso de diseño instruccional interactivo, dado que los resultados de las actividades permiten a los participantes en cualquier momento del proceso de evaluación regresar a las fases previas (Figura 1.2)



Figura 1.2. Proceso del Modelo ADDIE Fuente: Martínez, F. González, J. *Una propuesta metodológica en la adecuación de aulas virtuales de aprendizaje para las facultades de ingeniería*. Revista Espacios. Vol. 38 No. 55. 2017

Para poder llevar a cabo la metodología del modelo es necesario realizar un análisis de los contenidos, la condiciones con las que se cuenta, e incluso del propio alumnado con el que se cuenta, ninguno curso es igual a otro sin importar si se trata de la misma asignatura, unidades o temas, si el docente conoce bien tanto las condiciones como las necesidades de su estudiantado, estará dado un paso importante hacia la implementación del modelo.

El diseño se realizará a partir de lo que el estudiante debe manejar al concluir la unidad o el contenido temático que está estudiando. En el caso de los programas de estudio el diseño de las actividades se realiza con base a los objetivos y necesidades que cada currículo va presentando.

La tercera fase es la del desarrollo, si bien los contenidos temáticos indican los contenidos que se deben revisar, el diseño de los materiales es responsabilidad enteramente del instructor de curso, estos materiales deben construirse en función de lo que se conoce desde el diseño.

Se llega a la etapa de implementación cuando el instructor comienza a ocupar los materiales que desarrolló a partir de conocer las condiciones con las que estará trabajando, el éxito de esta implementación será en gran parte responsabilidad el convencimiento que el instructor haga sobre los estudiantes respecto al cumplimiento con lo que se les solicita.

La etapa final es la evaluación, como en muchos otros casos podemos decir que es la etapa crítica, el instructor deberá aportar todos los elementos para no dejar duda alguna sobre el cómo se está evaluando, ello permitirá que el estudiante tenga claro en todo momento que debe y que no debe hacerse para obtener una nota determinada. De acuerdo con Arshavskiy (2014) el modelo ADIIE trabaja con mayor efectividad en el enfoque virtual, debido a la naturaleza interactiva del diseño mismo.

Conclusión.

Es innegable que todo alumno busca tener condiciones óptimas para su aprendizaje, también es cierto que las instalaciones de las instituciones educativas en muchas ocasiones son aulas construidas desde hace tiempo, por lo que el docente deberá esforzarse para desarrollar su clase sin importar si éstas cuentan con buena iluminación, acústica o con equipamiento tecnológico, el desarrollo e implementación de actividades lúdicas, casos, problemas y la exposición como tal, deberán abonar al desarrollo de ese ambiente donde el estudiante aprende, ponderando en todo momento la confianza entre los dos actores del proceso, pero también promoviendo el respeto y responsabilidad por parte de ambos.

La incorporación de las Tecnologías de la Información en la Educación no es algo nuevo, como se ha hecho mención desde hace varios años, distintas instituciones han explorado el potencial de éstas como parte de los cursos que ofertan, ahora bien, tomando en cuenta los datos oficiales sobre el uso de estas tecnologías en México, vale bien la pena que aquellas carreras que hasta la fecha ven utilidad únicamente en el envío de archivos o el uso de redes sociales como medio de comunicación, consideren el potencial que el uso de las plataformas tienen para el diseño y la evaluación de los cursos que imparten así como en los resultados de aprendizaje.

CAPÍTULO II.

DIDÁCTICA DE LA QUÍMICA

Introducción.

La enseñanza en su conjunto es un reto complejo para quienes se dedican a ejercer la profesión, en el caso de las ciencias, el reto comienza con despertar en los alumnos el interés por revisar temas y conceptos complejos en su manejo y en su lenguaje, el caso particular de la química es digno de estudiar, pues el docente además de realizar sus planeaciones y evaluaciones, debe innovar con las estrategias para explicar un área que tiene sus propias reglas de escritura, que se apoya en conceptos de la física y en ejemplos matemáticos, pero que además le explica al estudiante una serie de fenómenos e ideas que no son observables a simple vista, es por ello que los profesores del área de química deben estar en una búsqueda continua de ejemplos y analogías que les permitan llevar a sus estudiantes de la mano para el análisis y comprensión de los contenidos temáticos.

2.1 Enseñar Química

Regularmente el término química se concibe en el argot popular como una serie de combinaciones (pseudopociones) que permiten crear sustancias nuevas que en ocasiones benefician a quienes las consumen, aunque en la mayoría de las ocasiones, hablar de compuestos o sustancias químicas, es hablar de todo aquello no natural que se agrega a los productos que consumimos en el día a día (Sosa, 2012). La enseñanza de esta área en cualquiera que sea sus niveles ha tenido un notorio cambio en los últimos 30 años. La idea de memorizar símbolos valores y nombres en la actualidad ya no debiera permitirse, este ejercicio memorístico debiera ser sustituido por la comprensión de los fenómenos y propiedades que son objeto de interés y estudio por esta asignatura.

En México los contenidos temáticos de los cursos de los niveles básico y medio superior, han sufrido en los últimos 10 años una serie de adecuaciones que a largo plazo han repercutido en la enseñanza de los conceptos de ésta y que por ende impactan directamente en la formación de los futuros profesionistas de esta área. Para el caso de la enseñanza básica, la reforma a los planes y programas de estudio que se suscitaron en el sexenio 2000-2006 propusieron un rearrreglo de las asignaturas de ciencia, en el caso de la química, se pasó de tener un curso general (introducción a la física y a la química) y un curso especializado

(química) al curso Ciencias 3 (énfasis en química) este cambio pretendió favorecer el trabajo por proyectos por encima de la repetición de conceptos, no obstante la disminución de contenidos y horas, ha reducido la comprensión de los mismos, en estos momentos en el nivel secundaria un alumno no estudia temas como la nomenclatura o la estequiometría, pues se considera que no es una herramienta necesaria con la que el estudiante debe contar al egresar del nivel básico.

Para el caso de la Educación Media Superior, la Reforma Integral a la Educación Media Superior (RIEMS) que se impulsó en el sexenio posterior (2006-2012) pretende desarrollar en el estudiante una serie de competencias (preconcebidas), en este ejercicio, los contenidos de química parecen no atender necesidades futuras, nuevamente la revisión de estequiometría es apenas un acercamiento del tema, es cierto que no se pudo saturar a los estudiantes de terminologías que no han de usar en su formación profesional, no obstante las revisiones de los planes y programas de estudio de educación media superior urgen a definir la construcción de nuevas áreas terminales, donde los futuros estudiantes de nivel licenciatura adquieran las ideas y habilidades básicas sobre aquello que han de estudiar en un futuro.

Por ello, es necesario concebir a la química como un ejercicio donde, antes que otra cosa, se aprende un nuevo idioma con sus reglas de escritura, los libros de texto que se usaron en la década de los 60's y que aún hoy en día son un referente por los conceptos que ocupan (los cuales en muchos casos no han tenido cambios importantes) más no por las técnicas o estrategias que presentan, casi todos ellos hacen referencia a una serie de fórmulas y ejemplos donde la sustitución de letras por números son suficientes para resolver las incógnitas que se presentan (Hernández, 2011), en muy pocas ocasiones encontramos textos donde el estudiante deba razonar los procedimientos para hallar los resultados deseados según el método o tema que se esté enseñando, conforme a pasado el tiempo, esta idea ha experimentado una serie de cambios hoy día más allá de la resolución propia del ejemplo se busca que los estudiantes tengan un pleno razonamiento de lo que están realizando, debemos ser enfáticos en el hecho de que un joven en formación en el campo de la química debe desarrollar distintas destrezas más allá de conocer el nombre y símbolo de los elementos químicos, estas habilidades tienen relación entre otras cosas con respecto de la higiene y

seguridad que se debe tener en aquellas instalaciones, en donde se manejen reactivos y/o residuos.

Es en esta línea en donde la didáctica de la química cobra una trascendencia importante, es necesario mencionar que a diferencia de las matemáticas y de la física, la química como ciencia es joven, estamos hablando de que fue posterior a la revolución francesa que la química fue considerada como una ciencia. Previo a los experimentos de Lavoisier, la química no contaba con las bases teóricas para considerarse una ciencia como tal, no obstante, la etapa previa de la química, cuando se denominó alquimia requirió que los conceptos, las ideas y los experimentos se enseñaran de maestros a discípulos, es quizá desde ese momento de donde podemos comenzar a hablar de la didáctica de la química. Izquierdo (2014) considera que a lo largo de la historia la relación que guarda el trabajo práctico con el teórico ha sido vital para la enseñanza de la química desde el renacimiento, esta idea la sustenta en el hecho de que es a partir de esta época de la humanidad cuando el trabajo experimental cobra una fuerza real en los trabajos de lo que a la postre se denominaría como química

Ahora bien, es necesario reconocer lo complejo que puede ser en sí aprender química, como ya se ha mencionado, estamos ante el aprendizaje de un lenguaje nuevo, al ser un lenguaje posee significados y sentidos, se debe comunicar y descifrar códigos (semántica) y ser coherentes (Vigotsky pp. 160-162), sumado a ello es importante reconocer que muchos de los términos y teorías que se revisan a lo largo de los cursos de químicas no son observables, parten de ideas y postulaciones teóricas, no es posible concebir a la química sin un sustento físico y matemático, quizá en ello radique uno de los principales problemas para su comprensión, el estudiante no observa en qué momento la sustancia X reacciona con la Y, únicamente hay indicios cómo un cambio de color o un cambio de temperatura de que lo anterior haya sucedido, explicar estos fenómenos ha sido una ardua tarea de investigadores y científicos a lo largo de los siglos, es en este apartado donde el trabajo de los docentes de la química se vuelve trascendental.

Jara (2012) Clasifica los modelos didácticos de la química en:

- a) Modelo transmisor
- b) Modelo tecnológico

- c) Modelo de espontaneidad
- d) Modelo alternativo

Cada uno de estos modelos cumple con una serie de características para que podamos considerar que un docente (o academia) los está aplicando en un salón de clase o en aula, así mismo los modelos cuentan con una serie de limitantes, en muchas ocasiones es fácil que el docente migre de un modelo a otro, la ventaja o desventaja de esto radicará en el contexto en el cual se esté desarrollando cada una de las clases que están impartiendo los maestros, a continuación se describe cada uno de estos modelos.

a) Modelo transmisor:

Lo podemos definir de manera simple como aquel modelo en donde el docente se ocupa únicamente de transmitir definiciones y ocuparse de que los estudiantes las repitan casi sin error de cómo el mismo docente los explica, su propuesta de resolución práctica de ejercicios parte de los problemas modelo que plantean los libros de texto, en este modelo los docentes son la parte central del proceso. Jara también considera que en este modelo los únicos responsables del fracaso escolar son los alumnos, esto puede deberse a que al ser la repetición el punto medular del modelo, aquellos alumnos que no tengan la capacidad de efectuar estas repeticiones, están automáticamente descartados para aprobar los contenidos.

En este modelo, ejercicios como memorizar la tabla periódica en uno o más sentidos son altamente recurrentes, independientemente del nivel educativo en el que se trabaja, esta práctica debería estar en desuso, pues de nada sirve que un estudiante recite los nombres y símbolos de algo que difícilmente conocerá, la función de la tabla como tal es que los estudiantes conozcan aquellas propiedades que le sirvan para sus estudios. Para el modelo transmisor no existe lugar para la revisión de aspectos históricos ni epistemológicos, considera a la ciencia como un cúmulo de conocimientos cuya verdad es inherente y absoluta (Kauffman 2000)

La clase magistral, donde el docente es el centro de la exposición y por ende de los conocimientos y los saberes es el recurso más empleado, no parece existir espacio para alternativas de explicación, la figura del profesor es la de la autoridad que tiene en sí mismo la verdad absoluta, la revisión de la ideas y dudas por parte de los estudiantes se da en

intervalos marcados por el mismo docente, no existe espacio para la discusión en dos vías por parte de los estudiantes, la evaluación se centra en exámenes memorísticos, en donde el alumno únicamente tiene que mostrar que es capaz de repetir textualmente lo que el docente ha dicho en las exposiciones magistrales.

Este modelo didáctico se encuentra vigente en el área de la química. Los reportes de evaluación docente de los años 2012-2016 de la Facultad de Ciencias Químicas de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, muestran que el 80% de los docentes adscritos a esta Unidad Académica trabajan aplicando este modelo, estos mismos informes demuestran que los estudiantes prefieren este modelo ya que consideran que cuando el docente hace uso de otro tipo de recursos, es porque desconoce los fundamentos de las asignaturas, explican ampliamente que la resolución de problemas o el estudio de casos son estrategias que docentes sin conocimientos usan para “matar tiempo” útil de clases. Esta aseveración que hacen los estudiantes es contradictoria en demasía, pues se están formando en áreas, donde la resolución de problemas y los casos clínicos, son el quehacer diario del profesional de área.

La persistencia en el modelo didáctico tradicional puede bien estar asociada a la manera en la que los docentes se han formado y a la resistencia de estos a innovar en estrategias que favorezcan el aprendizaje de sus estudiantes. La didáctica tradicional, como tal, no debiera verse totalmente negativa, en particular en los primeros semestres de formación de los estudiantes de Licenciatura, esta aseveración se realiza a partir del análisis antes citado sobre los cambios de los contenidos temáticos en los niveles anteriores, por ejemplo, un estudiante que inició su formación de educación en el nivel secundaria en el año 2009 estudiaría dicho nivel con las adecuaciones de la reforma del año 2006, este alumno egresaría en el 2012 mismo año en el que iniciaría sus estudios de bachillerato o equivalente (nivel medio superior), ya con el programa de estudios sustentado dentro de la Reforma Integral a la Educación Media Superior. Estos estudiantes a lo largo de su formación básica y del nivel medio superior ya experimentaron la reducción de contenidos y horas que se ha descrito, los mismos alumnos al llegar al nivel superior cuentan con un déficit de conceptos que la instrucción universitaria debería de compensar, es en este momento y en temas muy particulares, donde la didáctica tradicional podrá ser útil, no obstante, no puede ser la única

forma con la que en pleno siglo XXI se continúe enseñando las ciencias sin importar el nivel en el que se esté trabajando.

No solo se trata de las clases donde se explican los conceptos teóricos, la prácticas de laboratorio también siguen con el corte tradicional, donde la realización de las mismas es únicamente seguir una serie de pasos, como si se tratase de una receta de cocina, las prácticas se consideran un éxito cuando se obtiene un resultado que ya en la redacción del manual se anticipa, si este resultado no es el obtenido, se considera que la práctica es errónea, pero en esta parte ese mal llamado error, podría ser el punto de partida de un análisis mucho más profundo por parte de los estudiantes, analizar los por qué una práctica no resulta como se espera, es ahondar en una discusión que puede sentar las bases de que tanto un estudiante ha comprendido los conceptos que se revisan en la parte teórica. La didáctica de transmisión no se ocupa de formar en los estudiantes este tipo de razonamientos que, trasladados a un entorno práctico, pudieran ser determinantes en su desarrollo profesional.

b) Modelo Didáctico Tecnológico

El modelo didáctico tecnológico surge como una opción para contrarrestar el enorme peso que tienen las cátedras magistrales (Jara, 2012 pp. 29-31), pretende que el papel del docente migre del mero conferencista, a un regulador de los aprendizajes a partir de la incorporación de problemas y proyectos que deberían favorecer los aprendizajes del estudiante, estos problemas están asociados a condiciones que la sociedad experimenta en la actualidad, aquellos ejercicios donde se presenten problemas asociados al impacto ambiental son muy recurrentes, dicha problemática es bien sabido que constituye diversas líneas de trabajo en Universidades y centros de Investigación, el tratar de que los estudiantes debatan entorno a estos problemas es una estrategia recurrente del modelo.

Sin embargo una de las partes que se pueden criticar a este modelo es que en su mayoría los ejercicios que se desarrollan tiene previamente una respuesta asociada a trabajos que se han venido realizando, nuevamente caemos en el problema de que se considera una sola respuesta como la correcta pese a que el tratamiento que se le da al ejercicio pudiera arrojar distintas, la justificación de las mismas pudiera aprovecharse al máximo, sin embargo los proyectos se diseñan de tal forma que se pondera con una mayor calificación aquellos proyectos que den

la respuesta denominada “correcta” sin darle oportunidad a los estudiantes de explorar otras vías.

Un ejemplo claro de esto es lo que sucede en la asignatura Ciencias 3 énfasis en química que se imparte en el tercer año de secundaria en México. El cierre de cada Bloque (periodo que se cubre en un bimestre) debe ser evaluado con un “Proyecto Integrador” ese proyecto integrador viene definido desde los programas de estudio, cada bloque brinda la opción de trabajar dos proyectos a escoger por los alumnos, pero cuyas respuestas se incluyen en las guías del profesor, esto no solo inhibe la creatividad de los estudiantes, sino que condena a esta didáctica a ser repetitiva y recae en el aspecto tradicional dado que al no poder cambiar los proyectos y las respuestas, nadie asegura que después de un tiempo, los alumnos no pierdan el interés en los proyectos al conocer de antemano la respuesta y los procedimientos que los docentes valorarán como los correctos en la asignatura en cuestión. Esto implica un reto mayor para los docentes de ese nivel, sin embargo, es clara la analogía que se puede hacer al nivel inmediato superior y al nivel de licenciatura.

c) Modelo Didáctico Espontaneísta

Porlán y Martín Toscano (1991) definieron a este modelo como una alternativa espontaneísta al modelo tradicional, es decir este modelo busca, en sus orígenes, generar una revolución del modelo didáctico tradicional y un complemento del modelo tecnológico. En la didáctica espontaneísta el descubrimiento es la principal herramienta con la que cuenta el estudiante, no existen instrucciones por parte del profesor que limiten las actividades y participación de los estudiantes en actividades, ejercicios o resolución de problemas, el docente se convierte en un mediador, con lo que los estudiantes podrán centrar sus avances para completar cada una de las actividades que los docentes les plantean. La evaluación no se centra en contenido ni mucho menos en repetición de conceptos o fórmulas, la evaluación se vuelve un factor integral, en donde el campo conceptual tiene un peso, pero no es el todo, los procedimientos serán evaluados, actitudes y aptitudes, como el trabajo en equipo serán ponderadas para asignar la calificación o nota al final de cada actividad.

Uno de los problemas que presenta este modelo se ubica precisamente en la evaluación, según Jara (2012 pp. 31-32) considera que, al ponderar conocimiento, aptitudes y actitudes, la evaluación en algunos de los casos no es coherente pues al final solo buscará medir niveles

como si se tratara de una didáctica tradicional, esto contrapone la propuesta inicial del modelo. Es necesario decir que en un entorno, donde la mayoría de los estudiantes consideran al profesor tradicional como el mejor, la aplicación de este modelo se complica, la asignación final de la nota pareciera (dada la opinión vertida por los estudiantes), el fin básico del trabajo en los salones de clase, esta nota supera en mucho la intención de los estudiantes por conocer, comprender y aplicar los temas revisados en las horas destinadas a las asignaturas que se revisen, en este sentido, la labor de los docentes queda limitada a innovar en sus procesos de enseñanza, no obstante como ya se ha mencionado, los cambios tecnológicos y de comunicación demandan un cambio radical en este modelo, que pese a seguir siendo percibido como el que posee la verdad absoluta en diversas áreas del conocimiento, se está quedando cada vez más obsoleto ante el cúmulo de información de la cual cualquier sujeto puede disponer en cuestión de segundos.

d) Modelo Didáctico Alternativo

El modelo denominado alternativo es una propuesta didáctica que se enfoca en aportar el mayor número de elementos en favor del aprendizaje del estudiante. Este modelo busca favorecer la multidisciplinariedad de lo que se está enseñando, pues considera que no basta con una revisión de conceptos y nociones, sino que es necesario desarrollar responsabilidades respecto a los entornos en los que se desarrollan los estudiantes, ya el modelo tecnológico había explorado a través de los proyectos, la importancia de resolver aquellas situaciones del entorno diario que afectan al estudiante, no obstante, la idea del modelo alternativo trasciende un proyecto de clases y busca que los estudiantes se conviertan en corresponsables de las posibles soluciones que se presentan a casos específicos del entorno en el que viven. Jara (2012 pp. 32-37) considera dos etapas en las que el estudiante irá generando sus constructos en el marco de este modelo.

1. Investigación escolar. Se trata de un proceso que los alumnos llevarán a cabo, mediado por ellos mismos, aunque en todo momento contarán con la guía y participación de los profesores, esta investigación se hace en torno a los problemas que se desean resolver.
2. Problemas de conocimiento escolar. El alumno desarrollará las secuencias necesarias para poder dar respuesta a las primicias que se plantean, en este apartado es muy

importante que los alumnos marquen los alcances y limitaciones de lo que pueden plantear como solución, es en este apartado donde la figura del docente se vuelve vital para poder llegar a una solución pertinente.

La construcción del conocimiento es el enlace entre las dos etapas la investigación da pie a que los estudiantes conozcan la parte disciplinaria y los conceptos necesarios para posteriormente resolver los problemas, el impacto (social o ambiental) que la resolución de estos problemas pueda tener, es sin lugar a duda la aportación más importante que tiene la implementación de este modelo en el salón de clases. Ahora bien respecto a la evaluación, esta misma se concibe como un proceso de investigación, en ese sentido la evaluación no se puede concebir a través del uso únicamente de exámenes escritos, sino que se nutrirá de distintos instrumentos que den cuenta del dominio conceptual de los estudiantes, pero también de la importancia que los mismos alumnos dan a los alcances de la resolución propuesta a los temas que impactan en su medio, ya sea en el momento en que se lleva a cabo la investigación o a futuro.

2.2 Didáctica de la química en educación superior.

Como ya se ha mencionado, las estrategias didácticas en educación superior en pleno siglo XXI siguen estando en el centro de la discusión, por un lado existe una resistencia por parte de un sector de docentes que consideran que un modelo tradicional de enseñanza donde se pondere la repetición y la memorización, así como la solución de problemas modelo, garantiza que el estudiante conozca y domine la asignatura, esto puede deberse en parte a que se trata de docentes que se formaron con ese paradigma, aunado a lo anterior, la formación didáctico-pedagógica de los mismos es pobre, o en algunos casos nula, esto mismo dificulta la transmisión de los conocimientos.

Aguilar (2016) concluyó que la incorporación de plataformas en la enseñanza de la química analítica generó un mayor tiempo de dedicación de los estudiantes al revisar la asignatura, por su parte Ravioli y Ferré (2017) indicaron que la incorporación de simulaciones a los cursos de química analítica como estrategia didáctica, favorecía la comprensión del tema que se estaba impartiendo.

No se trata de garantizar que el uso de un simulador o de una plataforma es garante de que los alumnos aprendan mejor o en menor tiempo los temas que se deben abordar en

un curso de nivel licenciatura, pero si se pueden presentar ambos ejemplos del interés que existe en la actualidad de innovar los aspectos didácticos, sobre todo si consideramos que hasta finales de los años 90 la didáctica de la química no hacía uso de un número importante de herramientas. Las actitudes lúdicas se encuentran ampliamente investigadas en el campo de la química en cualquiera de los niveles en los que ésta se imparta, emplear este tipo de actividades no es nuevo, Franco et al. (2012) llevaron a cabo una revisión bibliográfica sobre el papel de los juegos didácticos en el estudio de los elementos químicos, esta es una opción clara para que los docentes la tomen como una alternativa viable para eliminar la memorización de los elementos, se trata de un ejemplo claro de cómo se puede diseñar una estrategia didáctica que desarrolle habilidades y favorezca la comprensión de los temas que se revisen en un curso.

Por otra parte, Martínez y González (2013) desarrollaron una investigación sobre las aportaciones de Marie Curie a partir de analizar los sellos postales, en tanto que otros investigadores como Alejandro Anaya (2018) han desarrollado a lo largo de los años, trabajos de investigación tomando como centro de las actividades que se desarrollan en el aula, la construcción y resolución de crucigramas en torno a los temas que se revisan en las clases.

Cada área de la química tiene una complejidad distinta, las actividades didácticas que se pueden desarrollar, también irán cambiando en función de los temas y niveles en el que se encuentren los estudiantes, si bien es cierto que el crucigrama es una herramienta interesante, incluso para la evaluación de los términos revisados en una unidad o en un bloque temático, no obstante, la repetición de esta estrategia podría resultar contraproducente, pues los estudiantes podrían llegar a considerar que se responden los crucigramas por ser más fácil para los docentes respecto a un tema en particular.

Dejando de lado esto, el uso de actividades lúdicas tampoco garantiza el éxito en la formación universitaria, el reto para los docentes de este nivel se encuentra en descubrir cómo podemos enseñar tal o cual tema a los alumnos, estos alumnos que se encuentran rodeados de una serie de aparatos y dispositivos electrónicos, que en algún momento pueden convertirse de herramientas de trabajo a distractores.

Uno de los puntos que más se debe valorar cuando se habla de didáctica en el nivel superior, es de la formación académica con que los mismos docentes universitarios cuentan, los docentes universitarios se formaron como especialistas en un campo del conocimiento, pero su formación en términos didáctico-pedagógicos suele ser pobre o nula, en función del área, los docentes trasladan sus experiencias en el campo laboral hacia un salón de clases (ejemplo claro son los médicos o los abogados) pero la implementación de estrategias, herramientas o incluso la propuesta de un cambio en las formas de evaluar, no son una preocupación de los docentes de este nivel, pues suelen considerar que lo primordial es que el estudiante conozca prácticamente de memoria los tópicos que se revisan en su asignatura y en el caso de que ésta sea llevada al campo práctico que los estudiantes sepan cómo actuar y como resolver situaciones en ambientes específicos, si el aprendizaje se lleva a cabo a partir de una actividad o de una lectura o si solo basta con que el alumno ejecute una u otra acción pasa a segundo plano, lo importante es que “sepa hacer” aquello para lo que se está preparando.

2.3 El Conocimiento Pedagógico del Contenido

A partir del hecho de que los docentes universitarios al incorporarse al ejercicio docente carecen de una sólida formación docente, pese a tener una formación disciplinar, es importante explorar el concepto Conocimiento Pedagógico del Contenido, concepto acuñado por Lee Schulman en 1986 y que trata de explorar cómo un estudiante universitario exitoso se convierte sin más entrenamiento ni conocimientos en temas de educación en el nuevo profesor, ese que domina la teoría, pero que carece de las herramientas para que quienes ahora son sus estudiantes comprendan lo que está diciendo y aprendan lo que deben aprender a lo largo del curso que este nuevo profesor está impartiendo.

Para 1987 el mismo Schulman considera que el profesor que se está incorporando a la enseñanza universitaria debe poseer una serie de conocimientos en materia de enseñanza.

1. Conocimiento del contenido disciplinario de la asignatura (CD). Es en muchos casos uno de los que mayor peso debe tener, el nuevo docente debe ser un especialista en esa asignatura que pretende impartir. Algo que es importante rescatar es que la profundidad con la que se aborda un tema puede estar determinado por el perfil

profesional, por ejemplo, el concepto modelo atómico no será abordado de la misma forma por un químico, un QFB (químico farmacobiólogo) o un ingeniero químico.

2. Conocimiento pedagógico general (CPG). Se refiere a las nociones con las que el profesor novato cuenta en torno a temas de pedagogía, suele suceder que su idea de pedagogía es repetir los modelos de aquellos profesores que en su percepción individual fueron los que mejor le enseñaron a lo largo de su formación profesional.
3. Conocimiento curricular (CC). Los docentes conocen el impacto que tiene la asignatura que imparten dentro de la ruta curricular que los estudiantes cursan, es parte de su función dar el debido peso específico a su asignatura y a los temas que se revisan para las materias subsecuentes, así mismo, espera que las materias consecuentes aporten los conceptos y temas necesarios para desarrollar los contenidos que deberá impartir, mediar el peso específico de lo que imparte es para el estudiante que se está formando de suma importancia.
4. Conocimiento Pedagógico del Contenido (CPC) Se trata de los conocimientos que el docente novel debe tener para impartir una asignatura y que en muchas ocasiones ellos mismo ignoran, es decir un estudiante universitario revisa una serie de asignaturas y temas, cuando este culmina su formación superior, ha comprendido y revisado los temarios de una ruta curricular y pocas veces se detiene a pensar en el cómo adquirió esos conocimientos.
5. Conocimiento de los Aprendices y de sus Características. Debemos ser conscientes de que el proceso enseñanza-aprendizaje no es un proceso unidireccional ni dependiente de un solo actor, quizá si nos ubicáramos en el Modelo Transmisor esto sería funcional, pero la realidad es que tanto el docente como el alumno son dos entes activos en este proceso y por tal motivo, el conocer las características de los estudiantes en materia académica, económica e incluso social, pueden ser determinantes para lograr el éxito deseado en el aprendizaje.
6. Conocimiento del contexto educativo. Resulta importante, dado que el docente debe conocer el contexto en el que se está desarrollando, la formación de estos futuros profesionistas, las condiciones en las que aprenden, en las que se forman, en las que pueden desempeñarse a futuro, las áreas de oportunidad deben ser exploradas y conocidas por el docente.

7. Conocimiento de los Fines, Propósitos y Valores Educativos y sus bases Filosóficas e Históricas. El desarrollo histórico de las disciplinas profesionales por alguna razón se aborda poco en los estudios universitarios, esto quizá se debe a que existe mayor interés en las revisiones conceptuales propias del área que se está estudiando, no obstante, la parte histórica y valoral deben formar parte de los ejes transversales de toda carrera, este tipo de conocimiento aporta ideas y nociones en el estudiante que lo llevan más allá del nivel técnico de repetición de ideas.

Estos siete conocimientos forman parte del perfil deseable de un docente, el problema radica en que un estudiante de licenciatura que se incorpora a la docencia ¿qué tanto ha desarrollado cada uno de estos? Responder la pregunta puede ser aventurado, sin embargo, partiendo del hecho de que en México solo el 15% de los programas relacionados con la química presentan asignaturas asociadas a la didáctica o la impartición de temas y química como materias obligatorias podemos comenzar a asegurar que difícilmente un profesor que se incorpora por primera vez a la docencia cuenta con los 7 conocimientos desarrollados.

Tal y como se ha mencionado, el desarrollo de estrategias y metodologías didácticas por parte de los profesores ocurre en muchas ocasiones que se imitan o se copian aquellas actividades y comportamientos por parte de los profesores, que de acuerdo con la percepción del nuevo docente fueron buenos pues con ellos aprendió.

Garriz y Trinidad (2004) luego de hacer una revisión cronológica en torno al Conocimiento Pedagógico del Contenido y de los autores que lo han tratado, concluyen que el concepto es sumamente importante, dado que en un primer momento nos ayudaría a conocer cómo son los profesores que enseñan en nuestro país (en particular a los autores les interesa los profesores de química). Estos mismos autores consideran que los maestros más experimentados deberían desarrollar un mayor número de herramientas que lleve a que sus alumnos comprendan de mejor forma todo aquello que se debe revisar a lo largo del curso que está impartiendo.

La química, al igual que la física y las matemáticas, son consideradas complejas respecto a su aprendizaje, esto quizá se deba en parte a que como ya se ha mencionado, en un primer momento se está aprendiendo un nuevo lenguaje con sus propias reglas gramaticales y ortográficas, la correcta aplicación de estas reglas (como pasa en cualquier idioma) son

vitales para entenderlo y para comunicarlo. La didáctica de la química representa, sin lugar a duda, uno de los principales retos de los profesores que la imparten, sin importar el nivel académico en el que trabajen, una queja constante de los alumnos se centra en cuestionar cuál es la importancia de memorizar esa tabla periódica en riguroso orden, esta estrategia (como muchas otras) no garantiza en los más mínimo el que los estudiantes verdaderamente aprendan química, al contrario puede encaminarlos a un rechazo y desinterés por el área. En este sentido, las estrategias didácticas para su enseñanza recobran su particular interés, es sabido que existen diversas estrategias didácticas, de acuerdo con Sosa (2016) las estrategias más utilizadas en la enseñanza de la química son:

1. Aprendizaje Basado en Problemas (ABP). Estrategia ampliamente usada en diversos campos del conocimiento y en distintos niveles educativos, en el caso de la química puede usarse para incentivar al estudiante a aplicar los contenidos que se revisan en el salón de clases en un entorno diseñado por el docente, el problema puede ser un caso hipotético o un problema con una aplicación directa en un medio conocido o en un medio que debe ser investigado por los estudiantes, esta estrategia puede entre otras cosas, usarse para que los alumnos conozcan el funcionamiento de determinados equipos instrumentales.
2. Método del Estudio de casos. En este el entorno debe ser una situación real, en el campo de la química es muy utilizado en temas asociados al análisis, por ejemplo, de tipo ambiental o el control de calidad, ni este modelo ni el ABP pueden sustituir a las prácticas de laboratorio que son vitales en la formación de los estudiantes de química, pero si son muy buen complemento de éstas, que pueden desarrollarse como actividad previa a las prácticas.
3. Simulaciones. Los avances tecnológicos permiten que, a través del uso de programas como *flash* o *media player* se construyan simulaciones de los resultados prácticos, existen también programas diseñados para generar esta simulación con base a cantidades y concentraciones de las especies que interactúan. Tal y como se mencionó en el estudio de casos, las simulaciones no sustituyen la práctica real, pero pueden funcionar como alternativa en aquellas situaciones donde no se cuente con la infraestructura necesaria para poder desarrollar la parte práctica, es importante no

confundir esta estrategia con el trabajo de simulación por computadora, que se realiza en el diseño de fármacos y de algunas moléculas con propiedades distintivas.

Estas tres herramientas didácticas pueden bien favorecer el aprendizaje de los estudiantes, no obstante, para que ello ocurra hay una serie de factores que se deben tomar en cuenta. Desde temprana formación, los estudiantes se relacionan con el término molécula y elemento, vale la pena reflexionar qué tanto comprenden esto. Sosa (1999) consideró como uno de los principales problemas que aquejan a la enseñanza de la química, el asegurar que la química es responsable de estudiar la materia, no solo la química estudia la materia, también lo hace la física y la biología. En ese mismo estudio, Sosa da cuenta de una serie de conceptos como molécula, elemento o mezcla que son abordados de distinta forma entre libros de texto de química e incluso dentro de los mismos, esto sin lugar a duda complica la comprensión de los términos, el estudio del campo como tal y conlleva a una serie de errores que a lo largo de los años se ha venido repitiendo en la enseñanza de la química y que parecen ser solventados a partir del hecho de seguir repitiendo las definiciones. Por ello pese a buscar estrategias didácticas innovadoras siempre será necesario trabajar en los niveles iniciales de metacognición de los alumnos para con ello lograr los aprendizajes requeridos y los niveles de logro que se esperan de un futuro Licenciado en Química.

2.4 Enfoque Ciencia Tecnología y Sociedad (CTS) en Química

De acuerdo con García Palacios et al. (2011) el enfoque CTS representa la triada compleja al aplicarse al mismo tiempo en la enseñanza de alguna de las ramas de las ciencias, esta complejidad se debe a que al mismo tiempo se pretende enseñar los conceptos de las asignaturas de ciencias naturales o exactas y su interrelación con la sociedad actual. En su libro Ciencia, Tecnología y Sociedad: Una aproximación conceptual, consideran que los aspectos concernientes a esta triada rebasan el aspecto académico para convertirse hoy en día en centros de atención de la sociedad en su conjunto. Esto puede deberse a que cada vez existe una mayor preocupación por la sociedad en general, sobre el impacto que los avances científicos y tecnológicos tienen sobre nuestra vida y nuestro contexto diario, en este sentido resulta de suma importancia que los temas en torno a ciencia, tecnología, su desarrollo y los riesgos de estos sean abordados de manera clara y explícita.

El Enfoque Ciencia Tecnología y Sociedad se ha estudiado desde hace años en su interacción con la Química, Vilches (1994) realizó un primer análisis sobre los textos que en ese entonces se habían publicado al respecto, en ese compendio colocó como primer artículo un documento fechado en 1985, el título *Collective decision making in the social context of science*, que se publicó en la revista *Science Education*, el cual realizaba un análisis sobre la importancia que tienen las asignaturas de ciencias en el currículo de la educación secundaria y cómo estas asignaturas impactan en la formación social y de valores de los ciudadanos. En química el primer libro de texto que incorpora el enfoque CTS fue Química de José Antonio Chamizo y Andoni Garritz editado por Addison Wesley en 1994. En este libro, los autores incorporaban a lo largo de distintos capítulos, ejercicios y actividades, en donde el estudiante debía realizar investigaciones documentales y preparar foros de discusión y exposiciones a fin de explicar cómo impactan temas tan diversos como la estequiometría o las unidades de concentración en el ambiente social. Hablar de temas tan específicos pareciera estar sumamente alejados de una realidad social, no obstante, si consideramos el impacto ambiental que tiene el correcto uso y disposición de agentes químicos, podemos entender cómo afectan socialmente los temas que se estudian. En ese mismo año (1994) Garritz escribe un documento llamado *Ciencia Tecnología y Sociedad: A diez años de iniciada la corriente*, en este documento cita ejemplos de problemas sociales que pueden analizarse en el aula: convertidores catalíticos, blanqueado con cloro, química de las albercas. Estos son solo ejemplos, lo más increíble es que a 23 años de distancia estos ejemplos siguen encontrándose vigentes y son dignos de estudiarse, analizarse y se encuentran en el centro de nuevas propuestas de mejora. De hecho, de acuerdo con QS Ranking (2016) la catálisis es una de las 5 áreas de la química de mayor importancia respecto a su investigación y desarrollo, si a esto aunamos la importancia de tener convertidores más eficientes que ayuden a disminuir los contaminantes que los vehículos envían a la atmósfera, entenderemos el por qué es importante que se trabaje esta parte.

Cazaux (2008) destaca la importancia de la relación entre la ciencia y la sociedad, así mismo destaca la importancia de trabajar en la difusión social de los trabajos y avances de la ciencia, y es que no basta con informar año con año sobre quiénes son los ganadores de los Premios Nobel en las áreas de la ciencia, es necesario diseñar estrategias que acerquen el conocimiento de la ciencia a la sociedad en general, no únicamente en un aspecto de

alfabetización científica, sino para que en conjunto, la sociedad pueda encontrar soluciones a problemas generales que la aquejan y que pueden ser resueltos a través de la ciencia.

Didácticamente el enfoque CTS puede abordar distintas estrategias para implementarse en el aula, Rodríguez Acevedo (1998) generó un esquema para implementar en el aula el enfoque, se trata de la aplicación de 6 etapas:

1. Entender el Problema
2. Describir el Problema
3. Considerar Soluciones alternativas
4. Elegir la solución
5. Actuar
6. Evaluar el producto

Esta secuencia (a manera de método científico) busca que los alumnos no solo describan las partes del problema planteado o aquello que se encuentre mal postulado, la intención es que los alumnos brinden soluciones a problemas reales que les afecten en su entorno local o incluso a su entorno global. El trabajo por proyectos con este enfoque busca hacer un ejercicio de conciencia social entre los participantes (Cazaux 2008). En México, la Reforma a la Educación Secundaria de 2009 incorpora proyectos planteados en el área de las ciencias, persiguen como objetivo la incorporación del enfoque CTS, no obstante, al ser proyectos rígidos (la Secretaría de Educación Pública marca dos opciones de proyectos por bloque) se desperdicia el análisis, la crítica y la propuesta por parte de los alumnos, convirtiendo esta estrategia en un trabajo de repetición.

Hoy día el enfoque CTS continúa ocupándose en distintos niveles educativos, pues se considera que a lo largo de toda la formación de los estudiantes debe ponderarse el aspecto de cómo se impacta socialmente, Grilli Silva y Coelho (2017) realizaron un estudio sobre cómo enseñar zoología con un enfoque CTS. Este artículo se basa en la descripción de la experiencia de los autores en la formación de docentes recién incorporados a la enseñanza ocupando este enfoque, los autores concluyeron que basados en el programa de la asignatura Zoología I, pudieron obtener resultados alentadores en la formación de nuevos docentes de la asignatura a través del enfoque CTS.

En cualquiera de los casos hablar de la triada Ciencia, Tecnología y Sociedad requiere de un compromiso importante por parte de los docentes en el desarrollo de temas y en la revisión de las actividades que van a realizar, la didáctica empleada para la enseñanza de los temas que se encuentren dentro del plan de estudios que van a revisar puede verse beneficiada por la implementación de este enfoque, no obstante, se requiere de un pleno convencimiento por parte de los maestros en torno a que es productivo solicitar el desarrollo de proyectos de este tipo por parte de los estudiantes no como mera tarea o trabajo entregable, sino como una verdadera opción de aprendizaje e incluso evaluación de los saberes.

2.5 Otras Estrategias Didácticas para Enseñar Química

En el año 2000 Chamizo y Hernández propusieron la incorporación de la V heurística como estrategia para que los estudiantes de cursos de química presentaran sus reportes de laboratorio. El reporte de laboratorio (de vital importancia en los cursos de química) se concibe de manera tradicional como la presentación de resultados a través de un formato rígido que incluye etapas desde la introducción, los antecedentes, en algunos casos los objetivos de la práctica, los cálculos, los resultados y las conclusiones, en este formato los alumnos no hacen otra cosa más que repetir una serie de pasos para la preparación de reactivos y para la obtención de resultados que en muchas ocasiones los alumnos conocen de antemano, la propuesta de usar la V heurística como alternativa al reporte tradicional genera un ejercicio de mayor reflexión en los estudiantes, promueve la creatividad de los mismos para la construcción de sus reportes y fomenta el desarrollo de la capacidad de síntesis en los estudiantes pues pasan de presentar reporte de 5 a 15 hojas en promedio, a concentrar toda la información en una cuartilla mediante la construcción de la V a partir de una pregunta detonadora.

Menargues (2014) consideró que es un error clasificar a la química un área compleja y pesada, esto depende principalmente de la forma en cómo los docentes introducen a sus estudiantes en la materia, resalta que la forma en la que los docentes presentan el área y sus contenidos a los estudiantes (principalmente de nivel bachillerato) afecta el número de alumnos que seleccionarán el área lo que posteriormente repercutirá en una disminución de los profesionales en este campo, por este motivo propuso la creación de prácticas de laboratorio que se desarrollaren para estudiantes de primaria, la principal razón de ello es cambiar la percepción general que tienen las personas en torno a la química como algo

negativo o tóxico. Respecto a los estudiantes de nivel secundaria y media superior propone la generación de ferias de ciencias en las que los alumnos presenten proyectos de investigación en el campo de la química, algunos de los temas de interés son trabajos en torno al petróleo y la utilización de energías alternativas, tratamiento de las aguas residuales y diseño de alimentos libres de conservadores.

No solo el trabajo por proyectos o el diseño de prácticas de laboratorio para enseñar química funcionan como estrategias didácticas. Anaya (2018) propuso el diseño de crucigramas para aprender conceptos importantes de Ingeniería Química tales como energía, trabajo, conceptos de termodinámica y de procesos químicos, en la actualidad la elaboración de este tipo de actividades puede realizarse con programas de libre acceso como *Hot Potatoes*, también es posible diseñar crucigramas en línea a través de páginas como educima o *worksheets*, en ambos casos el usuario puede diseñar crucigramas de cualquier tema, el único inconveniente es que en ambos casos se limita el número de palabras que se pueden incorporar al mismo.

Martín Sánchez et al. (2013) realizaron una revisión histórica sobre el origen del reactivo de Lugol, una especie química que se prepara a partir del uso de dos reactivos, el yodo y el yoduro de potasio, la combinación de ambas especies dan origen al Lugol, esta sustancia tiene uso en el área de la medicina y la biología dado que se emplea para poder observar distintas especies parasitarias en el microscopio, la estrategia didáctica se sustentó en realizar dicha revisión para rescatar la importancia del origen del reactivo y generar una reflexión en los estudiantes sobre la utilidad, a partir de esta reflexión se logró revisar a profundidad temas como oxidación-reducción, relación entre solubilidad y enlace químico. Para un caso como éste elaborar una línea del tiempo pudiera parecer la herramienta acertada para completar el análisis, la línea puede desarrollarse de manera tradicional o también mediante el uso de sitios web como *Dipity* o *Timeline*.

Marchán Carvajal y Sanmartí Puig (2015) desarrollaron un método para el diseño de unidades didácticas contextualizadas, teniendo como objetivo la enseñanza del tema estructura atómica, tema que es de suma importancia en la formación de los estudiantes de química dado que sentarán las bases para la comprensión del comportamiento de la materia y de cómo se llevan a cabo los enlaces entre elementos. En el estudio analizaron los diferentes contextos que existen para enseñar química y los problemas a los que se enfrenta el maestro cuando

está en el aula listo para explicar los temas de su plan de estudios, en ese sentido se dieron a la tarea de preparar una serie de pasos que le permitiera a los docentes desarrollar unidades temáticas contextualizadas, aunque su propuesta se limita a estructura atómica, la metodología que implementaron puede bien ser aprovechada por los docentes para desarrollar unidades propias en cualquier tema y área de la química.

En estos momentos el análisis del contexto constituye un área de investigación en torno a la didáctica de la química, de hecho, se ha incorporado a recientes investigaciones el concepto químico en contexto (Meroni, Copello y Paredes. 2015) a partir del enfoque Ciencia Tecnología y Sociedad. La química en contexto analiza a partir de investigaciones en profundidad, las condiciones que rodean a los docentes y a los estudiantes que se encuentren inscritos en cursos de química sin importar el nivel académico donde se lleven a cabo las clases, en muchos casos las actividades cotidianas dan elementos suficientes para trabajar tanto a nivel laboratorio como a nivel teórico, en otros el propio contexto dificulta la integración del entorno en el aula, en estos casos el reto de los docentes es mayúsculo para al tratar de que todos los estudiantes comprendan la importancia y la aplicación de los temas.

Además de lo antes citado, existen diversas estrategias que van desde el uso del video, la envista, software de libre acceso, software especializado, el blog, la wiki o incluso el teatro. En el año 2003 el Fondo de Cultura Económica publicó la versión en español de “Oxígeno” obra de teatro en tres actos de los químicos Roald Hoffman y Carl Djerassi. En Oxígeno los autores desarrollan la trama en medio de dos épocas, la actual en la conmemoración de los 100 años del Premio Nobel, en el marco de la celebración el comité Nobel decide otorgar un Nobel retrospectivo en Química, la decisión es simple, se le otorgará el premio al descubridor del oxígeno, el problema es ¿quién lo descubrió primero? Lavoisier, Priestley o Scheele. Al mismo tiempo la historia nos lleva al siglo XVIII en la época prerrevolución francesa, en esta parte de la historia nos narra cómo los tres investigadores desarrollan sus trabajos que a la postre los llevarán a descubrir cada uno por separado al nuevo elemento.

El uso del teatro como estrategia didáctica nos permite no solo revisar los temas del área que nos interesa sino también desarrollar trabajos transversales a otras áreas, en el caso de la obra que se ha mencionado es indiscutible que las asignaturas de historia juegan un papel

importante, pero también nos puede ser puntual para un análisis en el área económica, política y social tanto del siglo XVIII como de la actual.

La diversidad de estrategias didácticas nos aporta una serie de elementos para enseñar química, coincidiendo con Menargues (2014) en el que uno de los principales problemas que tiene la enseñanza de la química en la actualidad es la forma en la que se presenta con los estudiantes y las maneras en las que se explican temas que si bien son complejos no deberían incrementar su nivel de dificultad debido a explicaciones erráticas y confusas. En ese sentido la didáctica de la química cobra una elevada importancia, tanto en el diseño, implementación y análisis de la funcionalidad de estrategias en pro del aprendizaje de los estudiantes.

2.6 Rendimiento académico

A los profesores de cualquier institución educativa sin importar el nivel en el que se encuentren, les preocupan una serie de factores dentro del trabajo en el aula, desde la convivencia, el cumplimiento de planes y programas de estudio y los resultados que obtengan sus estudiantes en todas y a cada una de las actividades que se planeen hacer durante el curso escolar. La idea clásica de un “buen profesor” radica en un sujeto responsable, desde su presencia puntual en el aula hasta la entrega de exámenes, planeaciones y calificaciones, una persona cuyo compromiso con los estudiantes y el sistema para el cual labora trasciende el hecho de dar una clase en un horario determinado, se ocupa de los problemas extraescolares que atañen a sus alumnos. Una parte que también es importante dentro del trabajo de los profesores es el rendimiento académico de sus grupos. Este concepto puede tener diferentes connotaciones, de hecho, Navarro (2003) realizó una revisión documental en torno a este concepto, sus hallazgos demostraron que existe una serie de autores que a lo largo de los años han descrito distintas variables que se asocian tanto con el rendimiento como con el fracaso escolar, algunas de estas variables son:

- Factores socioeconómicos: El estrato social no debería ser impedimento para la formación y educación de un niño, sin embargo, en un país como México en donde un elevado porcentaje de las personas no asisten a la escuela (63 % entre 6 y 10 años y 46 % de 15 a 24 años de acuerdo con datos del INEGI 2015), podemos preguntarnos si en verdad el estrato social no es condicionante para que los alumnos tengan acceso a la educación.

- Amplitud de los programas escolares: La saturación de contenidos, el número de horas pizarrón y la repetición de temas en más de una asignatura a lo largo de la trayectoria escolar de un estudiante pueden sin lugar a duda condicionar los resultados que este obtiene en el aula
- Los conceptos previos de los alumnos: sin importar el grado o nivel que este cursando un alumno, existen una serie de conceptos previos que se espera estos manejen, de hecho, si nos abocáramos a un programa de estudios oficial, encontraremos la definición de conceptos (saberes) previos con los que un estudiante debe contar antes de comenzar dicho curso.
- Las metodologías de enseñanza utilizadas: No todos los grupos de estudiantes aprenden igual, incluso dentro de un mismo salón no todos los estudiantes aprenden de la misma manera ni al mismo ritmo, es en este sentido en el que el docente deberá buscar por cualquier medio, modificar las estrategias con las que cuenta e incluso diseñar estrategias y metodologías hechas a la medida de sus grupos, este punto puede sin lugar a duda condicionar seriamente el fracaso o rendimiento de un alumno o grupos de alumnos.

Ante estos factores se vuelve indispensable definir qué es el rendimiento académico, tomando en cuenta que a lo largo de la historia diversos autores han definido al rendimiento escolar como un sinónimo de aptitud y de desempeño, así como un sinónimo de rendimiento académico (Morales, Morales y Holguín. 2016), en lo subsecuente se trabajará el término como “rendimiento académico” De la misma forma, diferentes autores han definido el concepto, Joaquín Cano (en Morales, Morales y Holguín. 2016) considera que el rendimiento académico es un índice de valoración de la calidad académica, es decir a partir de los valores que se asignen al trabajo de los estudiantes, podemos determinar el grado de éxito o de fracaso no solo de los alumnos sino también de las instituciones en las que están inscritos, de manera indirecta el trabajo de los docentes se ve evaluado, un grupo de estudiantes con buenos índices de calidad reflejan un trabajo importante por parte del profesor en el aula y en las actividades complementarias, por otra parte bajos indicadores de calidad pondrán en tela de juicio el trabajo tanto de los estudiantes como del profesor.

Por su parte Varela, Irtigoyen, Acuña y Jiménez (2011) consideran que el rendimiento académico es una forma en la que se pueden medir resultados, esta medición da cuenta entre otras cosas de la eficiencia del trabajo que realizan maestros, alumnos e instituciones, los autores aclaran que dependiendo qué rubor se desea medir (egresados, inserción en el campo laboral, índices de aprobación o de deserción) la información que nos provea el rendimiento académico puede ser abordado de diferente forma.

Si nos centramos en el rendimiento académico como la evaluación del aprovechamiento escolar, encontramos a Camarena, Chávez y Gómez (1985) consideraron que el aprovechamiento académico de los alumnos es reflejo del trabajo de los profesores y por tanto indica si existe o no aprendizaje por parte de los estudiantes, los autores enuncian que la medición se hace en concordancia con los planes y programas de estudio (contenido temático, objetivos planteados, etc)

Carrillo (en Morales, Morales y Holguín 2016) relaciona el rendimiento académico a la jornada de trabajo que realizan los estudiantes, una aproximación a la propuesta de Navarro (2003) , en todo caso el rendimiento académico se asocia directamente al éxito o al fracaso escolar, estos dos conceptos son sin lugar a duda una de las principales preocupaciones, el fracaso escolar lo podemos asociar directamente al número de estudiantes que no aprueban un examen o incluso el año o grado escolar, este fracaso puede deberse a diferentes factores como los que se citaron anteriormente, en cualquiera de los casos tanto el rendimiento como el fracaso escolar pueden ser cuantificados a través de distintos instrumentos.

Retomando estos conceptos podemos entonces definir al rendimiento académico como:

Una medición del aprovechamiento de los estudiantes, el cual se verá reflejado en la calificación que se asienta, esta calificación será ponderada en función de los resultados que los estudiantes obtengan en diferentes actividades (exámenes, áreas, proyectos).

Aunado a lo anterior es importante comentar que la dispersión de los estudiantes para trabajar en las clases, así como para cumplir en tiempo y forma con las actividades que el docente solicite a lo largo del curso, en todo caso el rendimiento académico funcionará como un indicador, este indicador puede ser contrastado al interior de un grupo en un lapso determinado. Puede funcionar para contrastar los resultados entre dos grupos de personas en

el mismo lugar y en diferentes sitios, incluso funciona para comparar datos entre grupos de personas en diferente momento de la historia.

El rendimiento académico no debiera ser visto como un indicador numérico que pretenda decir en automático qué tan bien o qué tan mal se comporta en determinados temas un grupo de estudiantes, se trata de un valor de suma importancia pero que debe ser complementado en todo momento con el actuar de los estudiantes y del docente.

Conclusión.

No es posible continuar pensando en la enseñanza de la química como un conjunto de ejercicios memorísticos, en donde el alumno lateramente recite nombres y símbolos de elementos que probablemente nunca tendrá la oportunidad de observar. Desde hace ya varios años se ha planteado la necesidad de implementar estrategias en el aula que favorezcan el aprendizaje por parte de los estudiantes, disponer de cuanto recurso se tenga a la mano ya se de forma presencial o virtual, en todo momento la idea del docente debe ser la de mejorar el rendimiento académico de sus estudiantes mediante la aplicación de estrategias didácticas, pero garantizando que no sea únicamente una mejora numérica de la calificación sino también en la apropiación del conocimiento por parte de los alumnos.

El reto de la enseñanza de la química en la educación superior parece radicar en preparar profesionistas cuyas bases de los niveles medio superior y básico se encuentran únicamente en el nivel descriptivo, si a eso aunamos la carente formación didáctica que se recibe en la formación universitaria, podemos comprender la importancia de establecer mecanismos para que quienes en un futuro sean responsables de estar frente a un grupo de estudiante, sean capaces de implementar estrategias con las que quizá ellos mismos aprendieron a lo largo de sus estudios superiores.

CAPÍTULO III.

LA QUÍMICA ANALÍTICA COMO PARTE DEL CURRÍCULUM

Introducción.

Todas las áreas del conocimiento están compuestas por un conjunto de saberes los cuales se encuentran clasificados en ramas o subáreas, en el caso particular de la química, su estudio se puede dividir principalmente en cuatro subáreas: Físicoquímica, Química Analítica, Química Inorgánica y Química Orgánica, estas a su vez han generado distintas líneas de investigación que han permitido nuevas clasificaciones.

Todo estudiante universitario que cursa una licenciatura asociada a la química (Química, Ing. Química, Químico farmacobiólogo, Químico Bacteriólogo Parasitólogo, etc.) verá incorporado en el currículum de la carrera estas áreas y cada una de ellas aportará elementos importantes a su formación profesional lo que repercutirá en el perfil de egreso de los estudiantes y por ende en su desarrollo profesional.

3.1 Importancia de la Química en México

Garritz y Chamizo en su libro “Del Tequesquite al ADN” (pp. 10-24) consideran que la química en nuestro país sufre un retraso respecto a otras áreas de la ciencia como la física o la biología, comentario por demás interesante y digno de un análisis aparte, en especial si consideramos que México cuenta con un premio Nobel en este campo.

La primera escuela de química en México se creó en el año de 1916, llevó el nombre de Escuela Nacional de Química Industrial, la escuela fue fundada a instancias de Don Juan Salado Agraz, la escuela fue incorporada en 1917 a la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), esta escuela es la misma que hoy se conoce como Facultad de Química de la máxima casa de estudios. Dos años después de su incorporación se crearon distintos laboratorios entre ellos el de análisis. De acuerdo con Garritz y Chamizo las 4 aportaciones trascendentales de la química en México en el siglo XX son:

1. Los anticonceptivos orales y la cortisona
2. El Instituto Mexicano del Petróleo
3. El hierro esponja
4. La revolución verde

Estos mismos autores consideran que el problema central de la química en México se asocia directamente a la falta de financiamiento y de tradición, y es que si analizamos datos duros sobre cuántos jóvenes que están cursando la educación media superior responderán “química” como su primera opción de formación profesional, podremos encontrar el por qué se emite este juicio.

La revista Universo Laboral elaboró a principios de 2017 un texto sobre las 10 carreras con mayor demanda de ingreso en México contra las 10 carreras más requeridas por las empresas, en ninguna de las dos listas aparece la Licenciatura en Química.

3.2 ¿Qué es la Química Analítica?

La química analítica es una rama de la química encargada de instruir a los estudiantes sobre las técnicas que existen para realizar análisis de una sustancia, además de la parte que explica las “técnicas de análisis”, es responsable de explicar las condiciones en las que una muestra puede analizarse, el tipo de interferencias que afectan dicho análisis y cómo puede el futuro analista compensar y resolver esa problemática.

De una manera general podemos decir que la química analítica provee al futuro profesional de la química de las herramientas básicas para su trabajo en el análisis diario que este hará por ello es por lo que resulta importante analizar el cómo se enseña la química analítica en México en nuestros días.

3.3 Química Analítica en México

La Química Analítica es parte de las rutas curriculares de las Licenciaturas en Química o afín (Ingeniería, Químico Farmacobiólogo, Químico de alimentos, Químico Bacteriólogo Parasitólogo, etc.) de ahí la importancia de encontrar herramientas y alternativas que faciliten la apropiación de los conocimientos por parte de los estudiantes.

Para el caso de las universidades que ofertan los programas de estudio en México, solo existe una en Tamaulipas que considera un sistema semiescolarizado y a distancia para dicho programa.

3.3.1 ¿Qué temas enseña la Química Analítica?

Podemos agrupar de forma muy general a la temática de la química analítica en tres apartados.

- a) Equilibrio químico
- b) Técnicas clásicas del análisis
- c) Técnicas instrumentales de análisis

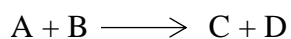
En cada uno de estos temas se revisarán desde conceptos básicos que le permiten al alumno comprender cómo se comporta una reacción química, hasta las técnicas con las cuales puede llevar a cabo un análisis en el laboratorio, para esto durante sus estudios aprenderá a diferenciar y excluir las muestras, a estudiar con base a su naturaleza y a los requisitos propios del análisis, a continuación, se hace una breve descripción de los contenidos que se cubren en cada apartado:

a) Equilibrio Químico

El estudiante que se está formando como futuro profesional de la química debe dominar el concepto de equilibrio químico, este término se refiere a cómo transcurre la reacción entre reactivos y productos de una reacción química, dominar este tópico permite al futuro químico comprender cómo se lleva a cabo una reacción sea cual sea.

Es necesario entender lo siguiente, la ciencia basa sus explicaciones a partir de teorías y modelos que buscan explicar los fenómenos que nos rodean, se menciona esto porque la química fundamenta su estudio y sus propuestas en la concepción de modelos con explicación matemática.

Explicar el concepto de equilibrio químico parece sencillo pero su razonamiento es más complejo, partamos del hecho de que las sustancias “reaccionan” entre sí para formar nuevos productos, lo anterior se ejemplifica fácilmente:



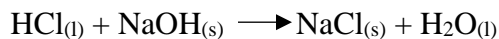
Los docentes explican a los estudiantes que esta “simple relación” aplica para cualquier reacción química (conocida o por conocerse) y que obedece a uno de los principios

fundamentales de la química “El Principio de Le Chatellier” este principio se define de la siguiente manera “Cuando existan factores externos (presión, temperatura, concentración) que afecten al sistema, éste se desplazará hacia los reactivos o hacia los productos de tal forma que el mismo sistema compense esta afectación”

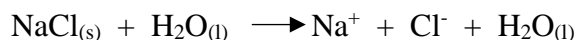
En el enunciado anterior podemos resaltar dos conceptos que los estudiantes deben dominar, uno es el de sistema y el otro es de equilibrio, el término equilibrio es entendible o al menos razonable, cuente el alumno o no con formación en el campo de la química, nos estamos refiriendo a que cualquier persona es capaz de entender cuando un objeto o algo está en equilibrio y que ese objeto puede desequilibrarse. Un ejemplo sería una balanza de dos platos, las personas entienden que se puede alcanzar un equilibrio entre esos dos platos sin necesariamente tener conocimientos de química, extrapolando esta idea a la química, se requiere comprender cómo se lleva a cabo una reacción, qué especies reaccionan con cuáles, y el estudiante debe comprender el otro término, el de “sistema”, un sistema es la región del espacio en donde está ocurriendo o donde ocurrirá una reacción química.

Ejemplificar el equilibrio en el aula es complejo en demasía por lo abstracto que se vuelve para el estudiante pensar que una reacción química como si se tratase de esa báscula de platillos se debe encontrar en equilibrio, los alumnos no observan en el pizarrón o en la proyección de diapositivas (según sea el caso) cómo es que ocurre la reacción, esto se basa en reglas sobre atracción y repulsión de cargas o por una serie de reglas asociadas a la naturaleza de los elementos y compuestos que intervienen en la reacción.

Por otra parte, experimentalmente es más sencillo mostrar los cambios de equilibrio que sufre un sistema, el cambio de coloración, la ebullición, la disminución de temperatura son pruebas de que ha sucedido la reacción y por ende que “algo” ha afectado el equilibrio del sistema, en este caso lo que puede resultar complejo es la interpretación de que los estudiantes hacen de lo que observan en el laboratorio. Por ejemplo, uno de los primeros tipos de reacción que se estudia dentro de la química analítica son las reacciones de neutralización, en estas un ácido reacciona al entrar en contacto con un álcali (base) para formar una sal más agua, la siguiente ecuación es un ejemplo de este tipo de reacciones.



Esta ecuación se encuentra en equilibrio y es posible que sufra un desplazamiento a favor de los reactivos o de los productos, sin embargo, si la reacción sucede en sentido contrario, es decir si se hace reaccionar la sal con el agua, no se obtendrán el ácido y la base. La reacción que ocurre es una reacción de ionización como se ejemplifica a continuación:



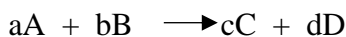
Una reacción de ionización es aquella en la que, a partir de la sal, se forman cargas positivas y negativas disueltas en el agua, estas cargas son responsables entre otras cosas de los procesos de hidratación, son estas cargas lo que comúnmente denominamos electrolitos. Los electrolitos se forman a partir de reacciones de ionización.

La explicación del por qué no se puede llevar a cabo la reacción para formar el ácido y la base a partir de la sal es por demás rebuscada ya que depende de la naturaleza de los reactivos y del cómo los elementos se unen entre sí para formar los compuestos (teoría de enlace). Generalmente los estudiantes analizan las reacciones, pero no cuestionan el por qué se lleva o no a cabo una reacción, todo se queda en un nivel descriptivo y de repetición de fórmulas.

En este punto se presenta un reto importante a enfrentar, el cómo debe el docente abordar el tema equilibrio químico, dado que los estudiantes pueden memorizar el Principio de Le Chatellier y por ende cuestionar el sentido en el que se llevan a cabo las reacciones y los productos que se formarán, lo importante es que esos estudiantes analicen y cuestionen el cómo se llevan a cabo las reacciones, pero además puedan proponer alternativas a las mismas, de igual forma el docente debe desarrollar en los alumnos a través de diferentes estrategias. Esa habilidad de interpretación que le permita predecir productos a partir de los cambios observados en el laboratorio. En un primer momento podría pensarse que basta con una descripción o con la repetición de conceptos, pareciera que explicar en qué condiciones se da un cambio es la demostración de que el alumno tiene los conocimientos en cuanto al tema se refiere, esto se encuentra totalmente alejado de la realidad, pese a que los estudiantes realicen una descripción esto no asegura que comprendan el concepto.

La descripción matemática del equilibrio químico es otra parte importante que debe ser dominada por el alumno. El equilibrio químico se ve afectado por la concentración tanto de

los reactivos como de los productos que intervienen en la reacción, de acuerdo con esto si nuevamente consideramos una reacción química de forma general como la que se escribe a continuación:



En esta ecuación las minúsculas son coeficientes estequiométricos (valores enteros) y las mayúsculas son las especies químicas que reaccionan.

Matemáticamente las reacciones químicas generan una constante denominada constante de equilibrio “K”, esta constante viene definida por el producto de la concentración de los productos elevados a los coeficientes estequiométricos, sobre el producto de la concentración de los reactivos elevados a sus coeficientes estequiométricos, de acuerdo con esto para la reacción generalizada:

$$k = \frac{[C]^c[D]^d}{[A]^a[B]^b}$$

La descripción es en sí complicada para los estudiantes, el uso de conceptos y términos tanto químicos como matemáticos, genera que la definición se convierta en algo difícil de comprender para los estudiantes, por lo mismo al seguir avanzando en los temas subsecuentes, los alumnos suelen presentar problemas al usar este tipo de información. Explicar el concepto de equilibrio químico sentará las bases para analizar cómo se comportan las reacciones, cómo se ven influenciados por todos los factores externos y cómo se han generado las escalas de pH, término que resulta vital para funciones química y biológicas.

Este tema y todos los conceptos que se revisan y desarrollan como parte de su contenido, constituyen una unidad temática de los programas de estudio de las licenciaturas de química, este contenido se revisa en un lapso de 6 a 8 horas (de acuerdo con los programas consultados), estas horas se calculan en función al tiempo aula/pizarrón que el docente trabaja con los estudiantes. Es innegable la importancia del tema, sin embargo, las horas frente al salón para poder explicarlo podrían ser insuficientes a fin de que el tema sea abordado con la

profundidad debida, es en este punto en donde el trabajo en línea a través del uso de plataformas puede resultar una herramienta por demás útil para revisar no solo los temas sino también para la resolución tanto de ejercicios como de dudas a partir del uso de conferencias en línea o del propio chat.

b) Técnicas Clásicas del Análisis Químico

Los estudiantes en formación en el área de las ciencias químicas deberán estudiar desde temprana etapa en dicha formación las técnicas y métodos del análisis químico, es necesario entender que el futuro profesional de estas áreas debe dominar estas técnicas pues impactan en otras subáreas de la química, estamos hablando de las técnicas que le permitirán al futuro químico realizar un análisis, interpretar y en su caso apoyar un diagnóstico o evaluar un riesgo. La química analítica es pues una parte trascendental de currículo, para su estudio se divide en dos partes, las técnicas de análisis clásico y las técnicas instrumentales que se discutirán más adelante.

Como técnicas de análisis clásicas vamos a describir a aquellas que se realizan sin el uso de herramientas computacionales ni de equipos diseñados exprofeso para un análisis, estas técnicas distan mucho de encontrarse en desuso, incluso existen algunas que son avaladas por las Normas Oficiales Mexicanas como las únicas para llevar a cabo un análisis, ejemplo de ello es la determinación de vitamina en jugo comerciales o la dureza en el agua. En este sentido enseñar a los estudiantes las técnicas base del análisis químico es trascendental para su currículo, básicamente estamos hablando de que un estudiante debe revisar los concerniente a la volumetría y a la gravimetría

Una titulación o volumetría es una técnica analítica, se basa en el principio de conocer la concentración de una disolución a partir de otra disolución. Esta otra disolución es de concentración perfectamente conocida. En química el concepto de concentración significa qué tanto de algo se encuentra disuelto en determinada cantidad de un disolvente, por ejemplo “n” cantidad de sal en agua representará una concentración determinada, hay distintas formas de expresar dicha relación entre la sal y el agua, lo mismo sucede con cualquier sustancia, con lo antes explicado, nos podemos dar cuenta de que para abordar el término titulación un alumno debe tener una serie de ideas previas perfectamente claras.

Para que se pueda llevar a cabo la técnica ambas sustancias deben ser de naturaleza distinta, por ejemplo se debe hacer reaccionar un ácido con una base, el cambio en el pH de la disolución que se está analizando será el indicativo principal de que se ha llevado a cabo de forma correcta la técnica, la concentración se averiguará a partir de la cantidad gastada para lograr ese cambio de pH, estamos refiriéndonos a una técnica netamente visual, el cambio de pH se vuelve notorio por un cambio de color, ese cambio de color se atribuye a la acción de una tercera sustancia un indicador. Químicamente hablando un indicador es una sustancia que cambia de color en función del medio en que se encuentre, es decir ese indicador tendrá un color cuando está en contacto con una sustancia ácida, y otro color cuando ese mismo indicador entre en contacto con una solución de tipo básica.

Lo antes descrito constituye el punto medular de un curso asociado a titulaciones, es importante decir que no solamente existen titulaciones que incluyen el análisis de sustancias ácidas y básicas, la misma técnica se aplica (con algunos cambios en la manera de realizar los cálculos) para sustancias de tipo oxidante y reductoras o para sistemas de complejos (sustancias que se forman entre los metales y compuestos denominados ligandos, la hemoglobina es un ejemplo de este tipo de sustancias). Ahora bien ¿cómo enseñar titulaciones a un estudiante?

Partiendo de la idea de que los alumnos dominan conceptos como concentración, pH y equilibrio químico, se puede revisar qué es una titulación y la forma en la que se deben llevar a cabo los cálculos matemáticos para la determinación de la concentración de aquella sustancia de la cual no la conocemos. Los libros de texto especializados en los temas de química analítica, abordan el tema desde un enfoque netamente descriptivo y de repetición, explican lo que es la técnica y ejemplifican los casos en los que se puede usar, proponen problemas modelo idealizando las concentraciones de las sustancias, explican a través de estos problemas modelo lo que alumnos deben encontrar cada vez que agregan una determinada cantidad de la sustancia de concentración conocida para luego solicitar resuelvan un conjunto de ejercicios respecto al tema.

Las titulaciones dan como producto una gráfica, los libros de texto editados a partir del año 2001 incluyen en los ejemplos una explicación para incorporar los resultados a una hoja de cálculo y obtener la gráfica deseada (anterior a esta edición los libros no contemplaban otra

forma de representar la gráfica que mediante el uso de hojas milimétricas y en su caso logarítmicas).

Al tratarse de programas académicos donde la carga horaria se divide entre la teoría y la práctica, el trabajo de los docentes en la revisión de éste y otros conceptos debe hacerse en el campo de la teoría y en el campo de la práctica, así como se ha mencionado que los alumnos deben contar con una serie de conceptos previos antes de revisar la parte teórica de la técnica, el trabajo en el laboratorio también requiere de que los alumnos conozcan otros aspectos, como punto inicial deben tener perfectamente claras las normas de higiene y seguridad para el trabajo en el laboratorio, además de ello los estudiantes deben conocer el material de laboratorio con el que trabajarán, por increíble que parezca un elevado porcentaje de alumnos que ingresan a estudiar estas carreras no conocen en su totalidad los materiales de laboratorio, esto es debido a que en el nivel inmediato anterior no todas las instituciones dan el peso necesario al trabajo en el laboratorio. Desde hace algunos años existe preocupación por la forma en la que se enseña y se evalúa en el laboratorio, precisamente por el peso que debe tener en la formación. Chamizo et al. (2004) exploraron la idea de usar la V de Gowling como una alternativa para generar reportes de laboratorio, lo que en teoría desarrollaría habilidades de resumen en los alumnos, los ayudaría a expresar de mejor manera lo que observan y favorecería la comprensión de los temas. Cardona (2013) consideró que la trascendencia de las prácticas de laboratorio en la formación de los estudiantes de ciencia radica en ser el fundamento del campo de investigación en la ciencia, así mismo describe que las prácticas de laboratorio deben de superar el carácter verificacionista que históricamente se le ha dado para demostrar que existe aprendizaje significativo en el aula.

Hasta este momento se ha tratado de dejar de manifiesto en primera instancia en qué consiste desde el tema que se revisa, así como la importancia de los conocimientos previos tanto a nivel teórico como a nivel práctico, se ha descrito también la forma en la que los libros de texto abordan el tema, ahora bien, las estrategias didácticas usadas para explicar el tema son variadas, desde un enfoque tradicional hasta el uso e incorporación de técnicas como el aprendizaje basado en problemas. Raviolo y Farré (2017) incorporaron con éxito el uso de una simulación para explicar el tema titulaciones ácido base, vale la pena analizar entonces las condiciones necesarias para desarrollar esta estrategia en distintos grupos.

Es importante entender el papel que juega en el currículo de los alumnos del área el conocer a profundidad los conceptos de la técnica, manejarlos y dominar la realización de la parte práctica. Revisar las técnicas de análisis no únicamente garantiza que los estudiantes adquieran los conceptos básicos de las asignaturas, lo que posteriormente los llevará a aprobar los cursos relacionados con la misma, sino que también les dotará de una habilidad que es básica en la formación del área, las técnicas de análisis trascienden las asignaturas en las que se revisan los fundamentos teóricos de las mismas, pues serán ocupadas en distintas áreas de la química a lo largo de sus estudios. Estas técnicas serán llevadas posteriormente al campo laboral, por tanto, la forma en la que se abordan los temas asociados al análisis químico impactará directamente en la formación académica y posteriormente en el desarrollo profesional del estudiante. La preocupación por desarrollar nuevas estrategias que busquen explicar de una forma más simple los conceptos de las técnicas clásicas de análisis va encaminada a encontrar alternativas que faciliten la comprensión de los temas por parte de los alumnos y que refuercen el trabajo práctico el cual como se ha mencionado hasta este momento es trascendental en la formación del estudiantado.

c) Técnicas instrumentales de análisis.

Con el paso de los años y el desarrollo de nuevas tecnologías, las técnicas de análisis también sufrieron cambios y mejoras, las técnicas clásicas tienen la desventaja de no ser capaces de detectar concentraciones muy pequeñas, es decir la sensibilidad de éstas es baja.

Las técnicas de análisis instrumental se basan en la dispersión de la luz, el ojo humano es capaz de detectar únicamente la región denominada visible de la luz, ésta oscila entre los 400 y los 700 nanómetros (aunque existen textos que consideran que es a hasta los 800) ello no quiere decir que el resto de las regiones del espectro electromagnético (ultravioleta, infrarrojo, rayos X, etc) no existan, es precisamente el diseño de aparatos capaces de detectar señales en estas regiones lo que ha generado el desarrollo de las técnicas instrumentales de análisis.

La espectroscopia es un conjunto de técnicas analíticas que se basan en el principio de que las moléculas, los enlaces y los iones son detectables en otras regiones del espectro electromagnético, esto que se menciona de una manera relativamente sencilla puede resultar ser muy complejo de entender para los estudiantes, retomando algo de lo que ya se ha hecho

mención el estudiante debe confiar en que está ocurriendo algo que no puede observar, ahora bien una de las ventajas de las técnicas basadas en la espectroscopia es que la comprobación de la presencia de una o más moléculas se da por una señal que arroja un equipo en específico, esa señal se ha “caracterizado” previamente y se sabe con antelación que corresponde a un compuesto o conjunto de compuestos.

Para poder enseñar estas técnicas nuevamente debemos recalcar la importancia de la parte teórica, la cual se basa en un ejercicio de repetición, al igual que sucede con las técnicas clásicas de análisis, los libros de texto que abordan las técnicas instrumentales lo hacen de una manera descriptiva usando ejercicios modelos que en muchas ocasiones son planteamientos idealizados, para posteriormente solicitar la resolución conjunto de problemas por parte de los estudiantes, los alumnos quizá sean capaces de resolver el planteamiento de estos ejercicios modelo, pero no podemos asegurar qué tantas habilidades pueden desarrollar para llevar a un campo práctico la resolución y aplicación de lo que se están revisando tanto en la teoría como en el laboratorio.

La parte de laboratorio suele ser más complicada para su explicación, los equipos instrumentales son equipos costosos de los cuáles difícilmente se tendrán más de dos en un laboratorio para docencia eso complica el que los alumnos aprendan el uso y manipulación de los mismos y por lo tanto la aplicación de los conceptos que se han revisado en el aula y que forman parte de los temas que deberían revisar, cierto es que el uso de los equipos se podría hacer de forma escalonada pero si tomamos en cuenta que una práctica de laboratorio en los programas de estudio asociados a la química es de 2 a 3 horas (según sea la asignatura) y tomamos en cuenta el tiempo de preparación que se debe tener en cuanto a las sustancias para realizar un análisis, una sesión de laboratorio no bastará para que todos los estudiantes de una sección de la materia en cuestión puedan ocupar y manipular un equipo especializado en análisis experimental.

Esta descripción da pie a analizar la trascendencia que tienen las asignaturas de química analítica en la formación de los estudiantes, la ubicación de las asignaturas dentro de los planes y programas de estudio muchas veces está asociadas a los perfiles de egreso con los que cada institución forma a sus estudiantes, en todos los casos los temas a cubrirse son los

mismos que se han descrito con diferencia de las horas que cada programa dedica a su revisión.

3.4 La Química analítica como parte del Currículo

De acuerdo con la Academia Mexicana de Química Analítica (2015), la incorporación de esta rama de la química en los currículos asociados a la misma es de vital importancia en la formación del futuro profesional del área. La química analítica dotará a los estudiantes de las herramientas necesarias para ejecutar el trabajo práctico que se encuentra íntimamente asociado a su formación, no se trata únicamente de hablar de técnicas o de instrumentos para realizar análisis, se trata también de brindar a los alumnos los conocimientos en torno a cómo hacer que un análisis sea considerado certero.

Las distintas rutas curriculares de los programas de química incorporan desde los primeros semestres asignaturas que tiene que ver con los temas de Química Analítica. De acuerdo con QS Ranking (2016), las cinco Licenciaturas en Química más importantes del país en orden de mayor a menor importancia son:

1. UNAM (Universidad Nacional Autónoma de México)
2. IPN (Instituto Politécnico Nacional)
3. UAM (Universidad Autónoma Metropolitana)
4. U de G (Universidad de Guadalajara)
5. BUAP (Benemérita Universidad Autónoma de Puebla)

Con base a este ranking podemos analizar las rutas curriculares de las cinco licenciaturas para conocer a partir de qué momento el alumno inscrito en alguno de estos programas comienza a tener contacto con la química analítica, así como la trascendencia que para su formación profesional tendrá esta área.

3.4.1 UNAM

La Universidad Nacional Autónoma de México oferta la Licenciatura en Química en un modelo semestral su plan de estudios se compone de un total de 51 asignaturas de las cuales 43 son denominadas disciplinarias, (estas asignaturas se encuentran divididas entre las subáreas química orgánica, inorgánica, analítica, fisicoquímica y las asignaturas del área fisicomatemáticas), 6 optativas disciplinarias (de las mismas subáreas de la química) y 2 optativas denominadas socio-humanistas (pretenden incorporar en el alumno habilidades en

el campo de la economía y los recursos humanos entre otros). Para el caso de la UNAM, 8 de las 43 asignaturas disciplinarias son del área de la química analítica, estas asignaturas se comienzan a cursar en el cuarto semestre de la carrera y se culminan en el octavo. De acuerdo con los planes y programas de estudio vigentes (2017) un alumno de la Licenciatura en Química de la UNAM cubrirá cinco asignaturas de química analítica enteramente teóricas en donde revisará los fundamentos del área, las técnicas, los conceptos y aprenderá el diseño de experimentos, además de ello deberá cursar tres asignaturas enteramente experimentales donde llevará a la práctica los conocimientos que revisa en las asignaturas teóricas. La Figura 3.1 nos presenta la ruta curricular del programa educativo de la Licenciatura en Química de la UNAM.

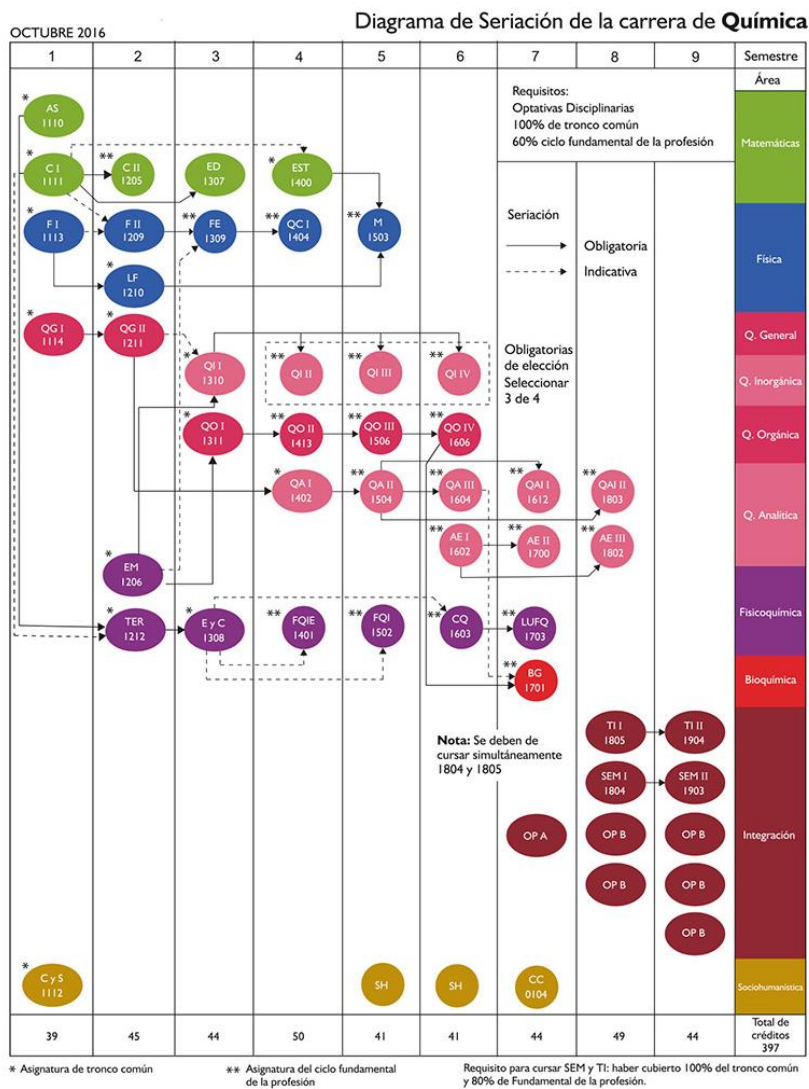


Figura 3.1. Ruta Curricular de la Licenciatura en Química UNAM. Fuente: Programa Académico Licenciatura en Química 2016. UNAM, disponible en: <https://quimica.unam.mx/ensenanza/licenciaturas-de-la-facultad-de-quimica/quimica/>

En este plan de estudios las asignaturas de química analítica comienzan a incorporarse a la mitad de la ruta curricular, de acuerdo al plan de estudios en ese momento el alumno ya cursó asignaturas que lo proveerán de los conceptos mínimos que le permitan realizar trabajo en el laboratorio lo que es indispensable en la parte del análisis, un alumno de cuarto semestre ya tiene dominio de técnicas básicas de laboratorio, a diferencia de otras áreas donde las asignaturas son de corte teórico-práctico (un mismo curso tiene horas dedicadas a la teoría y horas dedicadas a las prácticas) las asignaturas de analítica de este plan de estudios se separan en cursos completamente teóricos y otros completamente prácticos con el fin de reforzar en

los estudiantes las habilidades de análisis que serán una de las principales herramientas cuando se incorporen al campo laboral, de hecho dentro del perfil de egreso de este plan de estudios, se puede leer:

El químico egresado de la Facultad de Química de la UNAM es un profesional con una sólida formación en el área de la química y sus disciplinas como son la química orgánica, química inorgánica, química teórica, fisicoquímica y como parte esencial la química analítica; que le permiten aplicar sus competencias impulsando el desempeño de la industria química en general y la docencia.

Las asignaturas Analítica Experimental I, II y III que ofrece el programa de estudios a partir del sexto semestre de la carrera tiene como objetivo el trabajo continuo del alumno en el laboratorio, el primer curso se centra en revisar las técnicas volumétricas y gravimétricas, el trabajo se basa en la relación de prácticas de laboratorio planeadas para seguir una serie de instrucciones y en donde los estudiantes conocen de antemano los resultados es responsabilidad del alumno llegar a conclusiones sobre la práctica con base a una serie de cuestionarios. El curso de Analítica Experimental II se centra en enseñar las técnicas instrumentales de análisis, este curso desarrolla una metodología combinada, los primeros temas se revisan de la misma manera que en el curso anterior, posteriormente los alumnos empiezan a participar en el diseño de las sesiones experimentales. El tercer curso (Analítica Experimental III) busca desarrollar en los estudiantes una nueva habilidad, su objetivo es que los alumnos diseñen las pruebas analíticas, ocupen los métodos estudiados tanto en la teoría como en los cursos experimentales previos y validen los métodos que utilizan y aquellos que podrían diseñar.

Con ello podemos asegurar que este programa de estudios da un peso específico a la química analítica y que los egresados de éste tendrán las herramientas necesarias sobre el dominio del área para incorporarse a diversas áreas de trabajo donde se requiere a los expertos de este campo.

3.4.2 IPN

De acuerdo con el QS Ranking (2016), la segunda escuela de Química de México en importancia está asentada en el Instituto Politécnico Nacional, en este caso la carrera que se analiza es la de Químico Farmacéutico Biólogo. Esta carrera se cursa en un total de nueve semestres, a diferencia de la orientación que tiene el egresado de Química de la UNAM, el

egresado de la Licenciatura en QFB del Politécnico estará más abocado al área biológica y de la salud, su campo de trabajo es diverso, desde determinar agentes químicos, microbianos y parasitarios de interés en el ámbito de laboratorio hasta diseñar normas y manuales de seguridad para el trabajo en el laboratorio.

Cuando hablamos de la determinación de agentes químicos, microbianos y parasitarios estamos hablando del resultado del trabajo de análisis que un egresado de este programa de estudios realizará, es en esta parte donde la química analítica juega un papel importante. De acuerdo con el plan de estudios del IPN, el alumno inscrito en la Licenciatura en QFB cubrirá un total de 255 horas divididas en 125 horas de teoría y 130 horas de práctica, aunque la diferencia es pequeña desde la distribución de horas teoría y de horas prácticas nos da un indicio del peso que tiene el trabajo del laboratorio en la formación de los estudiantes. Por lo que respecta a la Química Analítica, los alumnos cursarán Química Analítica en el segundo semestre con un total de 4 horas de teoría y cuatro horas de práctica, en este curso los estudiantes revisarán las nociones de equilibrio químico, las técnicas volumétricas y gravimétricas y también destinarán un total de dos unidades temáticas a estudiar la utilidad de la estadística dentro del trabajo de laboratorio, esta etapa será determinante en las formación del estudiante, dado que el trabajo de análisis en el laboratorio se sustenta de la implementación de herramientas estadísticas que le den valor a los resultados que un analista ha encontrado. La otra asignatura íntimamente ligada a la química analítica es Métodos de Análisis que se cursa en el quinto semestre de la carrera, esta asignatura se compone de 4 horas de teoría y 6 de práctica, a lo largo del curso el estudiante revisará técnicas instrumentales específicas (métodos fotométricos, cromatográficos y radiobioquímicas). El plan de estudios es vigente en el IPN desde el año 2010 (<http://www.ipn.mx/educacionsuperior/Paginas/Quim-Bact-Para.aspx>)

Pese a que únicamente sean dos las asignaturas del área en el programa de estudios, los contenidos temáticos que revisan son de suma importancia para la formación del estudiante, las técnicas de análisis que se revisan en estas asignaturas impactan directamente en otras, por ejemplo las técnicas de análisis fotométrico le proporcionan al estudiante una herramienta sólida para el trabajo en hematología, virología e inmunología, dado que es necesario caracterizar distintos agentes biológicos y determinar la concentración de especies químicas,

todo ello encaminado a proporcionar un diagnóstico o brindar un resultado confiable en el análisis de muestras de tipo biológicas, las técnicas fotométricas y volumétricas son indispensables en el área clínica cuando los futuros químicos se encuentren realizando análisis de rutina encaminados a apoyar el trabajo médico. Las técnicas cromatográficas son la herramienta principal de trabajo en el área de la bioquímica en particular cuando los alumnos revisen lo concerniente al tema de proteínas.

3.4.3 UAM

La tercer universidad de este Ranking es la Universidad Autónoma Metropolitana que ofrece el programa de la Licenciatura en Química en su sede Iztapalapa en un plan trimestral, los estudiantes inscritos en este programa cursarán entre 467 y 488 créditos a lo largo de 12 periodos trimestrales, divididos en 4 áreas distintas de formación (propedéutica, básica, profesional y complementaria) los estudiantes inscritos en este programa de estudios tienen una carga de materias íntimamente ligadas al razonamiento lógico matemático (http://www.uam.mx/licenciaturas/pdfs/29_7b_Licenciatura_en_Quimica_Izt.pdf). El alumno cursará las asignaturas del área analítica a partir del cuarto trimestre de la licenciatura, en este plan de estudios las asignaturas de química analítica corresponden al bloque de asignaturas de Formación Profesional que comprende los trimestres del cuarto al décimo a lo largo de los cuales el estudiante cursará las asignaturas Química Analítica 1, 2 y 3, así como laboratorio de química analítica. Las asignaturas Analítica 1, 2 y 3 son de corte teórico-práctico, cada una de estas materias tiene 3 horas de teoría y 1 de práctica, en estos cursos los alumnos revisarán los conceptos de equilibrio químico, técnicas volumétricas y técnicas instrumentales, la carga de laboratorio de esta materia se reduce a enseñar los procedimientos básicos de trabajo en el laboratorio asociadas a las técnicas analíticas. La otra asignatura que cursarán, el Laboratorio de Química Analítica es una asignatura enteramente práctica, con 5 horas semana en donde los alumnos realizan prácticas de laboratorio y comenzarán el diseño de prácticas y métodos que les permitan identificar agentes químicos y concentraciones en distintas disoluciones. De acuerdo con el programa de estudios publicado por la UAM esta etapa de formación plantea 10 objetivos que deben ser cumplidos por el estudiante al cubrir el 100% de los créditos de formación, de los 10 objetivos que plantea el programa de estudios 4 están directamente ligados a sus estudios en torno a la química analítica, estos son:

1. Identificar, plantear y resolver problemas de química, desde las perspectivas ambiental, social, económica y ética.
2. Mostrar destreza profesional en el manejo de metodologías propias de la química.
3. Desarrollar una metodología de trabajo.
4. Sistematizar, organizar y evaluar información sobre temas propios de la química.

En una primera revisión podría pensarse que los temas que se revisan en química analítica nada tienen que ver con condiciones éticas, económicas y sociales, no obstante desde el primer momento en que el alumno reconozca la importancia de analizar agentes químicos y su concentración, reconocerán la trascendencia del trabajo ético desde la disciplina en una perspectiva ambiental y de salud tanto para con sus pares como para con quienes trabajarán, no es sencillo desligar la parte del análisis de la económica, dado que la presentación de resultados correctos serán determinantes en la etapa de ejercicio profesional e impactarán directamente en el aspecto económico. La metodología de trabajo si bien se desarrolla en todas las asignaturas e impacta en todos los laboratorios que curse el estudiante, se desarrolla principalmente en los laboratorios de análisis esto es debido a que las horas que el alumno dedique al aspecto de análisis se nutre de los conceptos básicos, de desarrollo de técnicas de análisis, estas técnicas de análisis serán utilizadas por otras ramas de la química (orgánica, inorgánica, fisicoquímica) para poder obtener resultados favorables en el laboratorio.

La destreza profesional se desarrolla en el trabajo de laboratorio, trasciende conocer (y en su defecto citar en un ejercicio memorístico) los nombres de los materiales de laboratorio en el ejercicio diario un escenario ideal sería un laboratorio totalmente equipado con materiales y reactivos que deben ser usados específicamente en una metodología, el problema es qué hacer cuando no se cuenta con toda la infraestructura y los materiales, en este caso el futuro químico debe tener un conocimiento pleno de las condiciones, de los materiales y de las posibilidades que se le presentan para hacer o sugerir un cambio, este objetivo abarca todo las asignaturas que trabajen la parte de laboratorio, no obstante ni la química orgánica, la inorgánica o la fisicoquímica en sus laboratorios, se ocuparán de analizar cómo puede el químico modificar las metodologías en pro de la obtención de resultados, en cambio la parte analítica si se ocupará de ello anteponiendo siempre el futuro ejercicio profesional de los egresados.

Finalmente, respecto al objetivo referente a la sistematización de la información, podemos asegurar que la revisión de temas estadísticos con aplicaciones a la química (quimiometría) incluidos en los cursos del área, le proporcionarán al alumno las herramientas necesarias para el manejo de la información, esto evidentemente deberá estar acompañado por otros cursos con un corte más social que también se incluyen en el programa de estudios de la licenciatura.

Dentro de la formación profesional, el programa de estudios contempla una subárea denominada integración de conocimientos las asignaturas de esta etapa se cursan desde el séptimo y hasta el undécimo trimestre de la carrera, en esta etapa son dos las asignaturas el área de química analítica: Proyecto Terminal Química Analítica I y Proyecto Terminal Química Analítica II, ambas asignaturas son de corte práctico con una carga de 15 horas prácticas a la semana, de acuerdo con el programa de estudios de la Licenciatura , esta etapa de formación tienen cuatro objetivos:

1. Integrar los conocimientos aprendidos a lo largo de su estancia en la Universidad para resolver problemas de nivel profesional en química.
2. Comunicar de manera clara y concisa en forma oral y escrita, ideas, conocimientos, técnicas y métodos relacionados con su trabajo.
3. Ser responsable de su trabajo y mostrar una actitud ética, creativa, crítica y activa.
4. Mostrar una actitud intelectual independiente y tener la capacidad de aprender por sí mismo.

Los cuatro objetivos se ven favorecidos por la información que el estudiante revisa a lo largo de los cursos, en esta parte de formación los alumnos son responsables de sus avances, en todo momento están dirigidos y bajo la supervisión de un profesor experto en el área, si bien es cierto que al ser asignaturas por proyectos donde se debe desarrollar un área en cuestión, el trabajo analítico en el laboratorio es trascendental para obtener resultados favorables en las aplicaciones de las técnicas revisadas las cuales serán usadas en el resto de las áreas de la química.

Para el caso específico de este programa de estudios, el impacto de la química analítica en el currículo no está asociado a la cantidad de cursos y horas que debe de cubrir el estudiante sino a cómo los conceptos que se revisan son de mucha utilidad en otras asignaturas e impactan directamente a la consecución de los objetivos de cada área que debe cursar un estudiante.

3.4.4 Universidad de Guadalajara

El penúltimo programa en el que se realizará el análisis del currículo es la Licenciatura en Química que oferta la Universidad de Guadalajara, ubicada en el número 4 de importancia en el país de acuerdo con QS Ranking, a partir del 2013 la Universidad de Guadalajara oferta el plan de estudios de la Licenciatura en Química en un formato modular. El programa académico está compuesto de 4 módulos que se cubren en un total de 8 semestres.

El primero módulo se denomina Estructura de la Materia, este módulo está integrado por 22 asignaturas del área matemática, las asignaturas de química general, una asignatura del área inorgánica y una del área fisicoquímica, este módulo incorpora asignaturas desde el primer semestre y hasta el cuarto. El segundo módulo se nombra Síntesis, Transformación y Purificación Química compuesto por 16 asignaturas que se cursan el Primer semestre y del tercero al séptimo (en segundo semestre no hay ninguna materia del bloque), las áreas que componente este módulo son orgánica, inorgánica, fisicoquímica y una asignatura sobre higiene y seguridad en los laboratorios. El tercer módulo se nombra Análisis y caracterización, está conformado por un total de 11 asignaturas que se cubren en segundo semestre y del cuarto al sexto semestre (en tercer semestre no se cursa ninguna materia del módulo), este es el módulo al que están ancladas las asignaturas del área de análisis, tanto las teorías como los laboratorios de analítica se encuentran en este módulo, al cubrir los contenidos temáticos el estudiante se apropiará de los conocimientos elementales en torno al equilibrio químico, técnicas clásicas y técnicas instrumentales de análisis. El cuarto módulo se denomina Prevención y Solución de Problemas en el Área Química, está compuesta por un total de 6 asignaturas 5 del área de la química y 1 del área económico-administrativa, las asignaturas de este último bloque están íntimamente ligados a los conceptos que se enseñan en química analítica, el último bloque incorpora como asignaturas obligatorias Química de los Alimentos, en este caso el análisis funcional (cantidad de carbohidratos, proteínas y macronutrientes) requiere de herramientas y técnicas analíticas para que poder llevarlos a cabo y para poder presentar reportes con resultados de confianza. Química Legal otra de las asignaturas que se ofrecen en el módulo requiere de las técnicas fotométricas de análisis para la determinación de pruebas de balística, la cromatografía (método de separación) se ocupa en determinación de presencia de drogas. En el caso de la Química Macromolecular y su laboratorio es necesario que el estudiante aplica todas las técnicas que ha aprendido en la

asignatura de análisis. Sobra decir que el resto de las asignaturas que cuentan con laboratorios harán siempre uso de la parte analítica

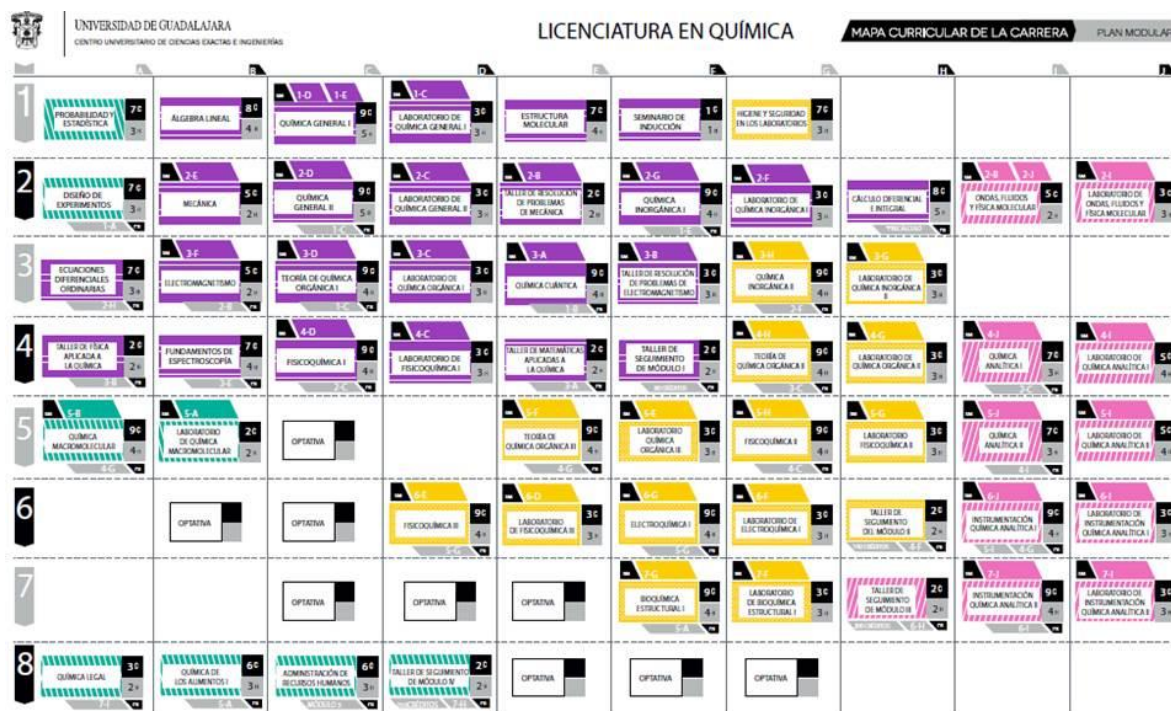


Figura 3.2. Ruta Curricular de la Licenciatura en Química de la Universidad de Guadalajara Fuente: Plan de estudios Química Universidad de Guadalajara. Disponible en: <http://www.cucei.udg.mx/carreras/quimica/es/alumnos/mapa-curricular/plan-modular>

3.4.5 BUAP

La Licenciatura en Química de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, es un programa de Licenciatura que se ofrece en un plan semestral, a diferencia de lo que sucede con el programa de la UNAM y al igual que sucede con el de la Universidad de Guadalajara, la Química Analítica se incorpora desde temprana formación, en este caso la primer asignatura de química analítica que cursa un estudiante inscrito en este programa se encuentra en el segundo semestre, en total el estudiante cursará de manera obligatoria 5 asignaturas de química analítica que integran los conceptos de equilibrio químico, técnicas clásicas de análisis y técnicas instrumentales, para el caso de las 5 asignaturas la carga horaria se divide en 4 horas teoría y 3 laboratorio para cada curso. Aunado a lo anterior existe una asignatura optativa denominada Química Analítica 6, solo que esta asignatura no tienen destinadas horas

de teoría, pues se pretende que esta asignatura se trabaje a partir de proyectos, en el proceso de revisión curricular se decidió que la secuencias de los cursos de química analítica (1 a 5) tenga una interrupción, es decir en tercer semestre los alumnos cursarán Química Analítica 2, en cuarto la carga horaria no incluye cursos de química analítica, es hasta el quinto semestre donde retomarán los cursos del área con Química Analítica 3, la única razón con la que se justificó esto es para no sobrecargar de horas los semestres de los estudiantes. La Figura 3.3 presenta la Ruta curricular del programa de la Licenciatura en Química de la BUAP.

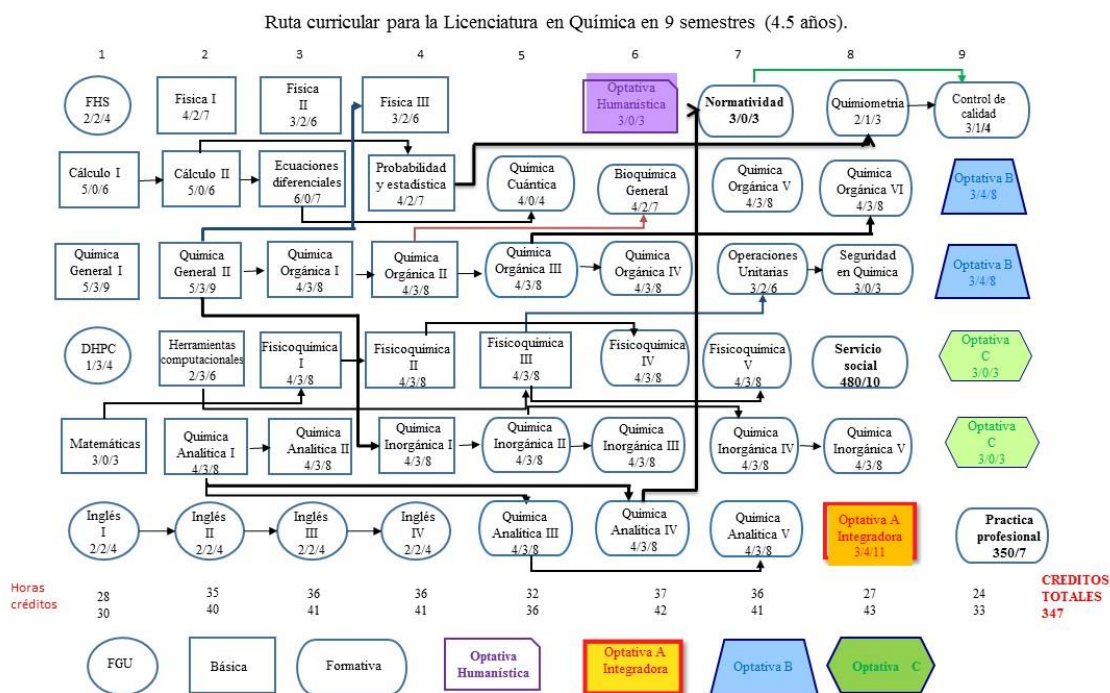


Figura 3.3. Ruta Curricular de la Licenciatura en Química de la BUAP. Fuente. Programa de estudios Química BUAP

Las asignaturas son transversales a lo largo de todo el programa de estudios, algo que es importante destacar es que en el programa educativo que se oferta en la BUAP, la academia responsable de ofertar las asignaturas de química analítica es también responsable de ofertar asignaturas dirigidas al área industrial (operaciones unitarias y procesos químicos) esto es debido a que dichas asignaturas basan la enseñanza de los conceptos que revisan en las pruebas y métodos analíticos que se enseñan en las asignaturas básicas. La carga de horas de laboratorio pondera la calificación respecto a la teoría, los programas de estudio citados en

la malla curricular consideran que el 30% de la calificación neta de la asignatura corresponde a la nota obtenida por los estudiantes en las sesiones de laboratorio, si nos apegamos a la idea de la importancia que tiene para esta área el trabajo práctico, puede parecer que el 30% de la calificación final es darles un peso bajo a los trabajos de laboratorio. Las prácticas que realizan los alumnos son de corte tradicional, es decir a través de una serie de indicaciones los alumnos realizan las sesiones de las prácticas, los productos esperados se colocan en la redacción de los manuales de prácticas, en el caso de las 5 asignaturas que los estudiantes cursan existe un cuestionario con el que los alumnos deberán de concluir los resultados obtenidos. Si bien es cierto que en un primer momento este modelo funciona cuando se está incorporando a los estudiantes en el manejo de reactivos y en la realización de las prácticas, seguir indicaciones como se plantean ya en los semestres avanzados no solo minimiza la iniciativa de los estudiantes en el trabajo práctico, también resta importancia a posibles hallazgos distintos a los que plantea el manual, es decir, puede darse el caso de que un estudiante o grupos de estudiantes hallen a través de la realización de la práctica resultados distintos a los previstos, sería importante que los alumnos explicaran con base a los conocimientos que revisan en la sesiones de teoría por qué sus resultados son distintos todo ello sustentado en los conocimientos adquiridos en el aula.

Dentro del currículo de este programa académico la importancia de la química analítica radica en dotar al estudiante de las técnicas básicas de análisis, por ejemplo las sesiones de espectroscopia (química analítica IV) son utilizadas en los cursos de química orgánica para encontrar la estructura de moléculas, en los de química inorgánica para analizar la presencia de metales en compuestos, la volumetría (química analítica II) dota a los alumnos de los conocimientos del análisis que van a aprender, esta será usada en las otras subáreas de la carrera (orgánica, inorgánica y fisicoquímica) con el fin de encontrar la concentración de determinados compuestos y caracterizarlos.

Conclusión.

Ha quedado de manifiesto la importancia que tienen para el estudiante de química las asignaturas del área de química analítica, esto obviamente sin demeritar la trascendencia que para su formación profesional tienen el resto de las áreas de la química, la realidad es que los

elementos que se aportan para el ejercicio profesional en el trabajo de laboratorio son responsabilidad prácticamente en su totalidad del área analítica, es por ello que se vuelve importante implementar nuevas formas con las que el estudiante revise los conceptos teóricos con lo que se podría dar un peso específico mayor a horas de laboratorio, haciendo una analogía a la forma en la que trabaja la Licenciatura en Química de la Universidad Nacional Autónoma de México donde existen asignaturas del área totalmente prácticas, si incorporamos ambientes virtuales de aprendizaje en las horas teóricas se podrían cubrir temas con mayor rapidez dedicando las horas pizarrón a la resolución de problemas y a la implementación de estrategias como el aprendizaje basado en problemas, así como a explorar el ámbito ciencia tecnología y sociedad.

CAPÍTULO IV

CONTEXTO DE LA ENSEÑANZA DE LA QUÍMICA

Introducción

Sea cual sea el nivel educativo en el que se pretende enseñar química, es necesario analizar las condiciones con las que cuentan las instituciones educativas, se hace mención de lo anterior puesto que no es la misma situación la que experimentan estudiantes en México respecto a otros países de América Latina o respecto a países Europeos, si bien la primer diferencia que cualquiera pudiera señalar se centra en el aspecto económico, esto tampoco garantiza de inicio que se cumplan los objetivos respecto a lo que un alumno debe aprender en torno a los conceptos de química. La discusión sobre la enseñanza de esta materia se situará en un primer momento en lo que sucede en los distintos niveles educativos de México, para posteriormente hacer una comparación con otros países miembros de la OCDE respecto al contexto de cómo se está enseñando química en estos y cuáles son las áreas de oportunidad que se tiene en nuestro país respecto a la didáctica y la pedagogía de esta ciencia.

4.1 Enseñanza de la Química en México

De acuerdo al informe 2015 del Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática, la percepción que tiene la población en general respecto a la ciencia y la tecnología es sumamente positiva, con base en estos resultados, el 84.6 % de la población se interesa por los avances en ciencia y tecnología, para el rubro Biología y Química se reporta que el 49.4 % de los mexicanos se interesan en temas en esta área, de igual forma el mencionado estudio reporta que la profesión de investigador es una de las más respetadas en nuestro país con un 26.6 % superando incluso a la de médico que aparece en 24.0 % aunque este dato del 2015, presenta una leve reducción respecto al informe del 2013 donde contaba con el 27.6 % de aprobación.

Aunado a lo anterior podemos citar la cantidad de producción de artículos científicos en temas de química que se producen en nuestro país, de acuerdo a la agencia de noticias de CONACYT, en el periodo 2007-2011, el área de Biología y Química publicó un total de 16 527 textos en revistas indexadas con factor de impacto, esto da muestra del trabajo que se hace en estas áreas, es necesario hacer mención de que el único Premio Nobel con el que cuenta México en áreas de ciencia es precisamente en química. La Sociedad Química de

México es una asociación civil fundada en 1956, dicha sociedad congrega a profesionistas de la química de todo el país y actualmente cuenta con un total de 3500 afiliados, anualmente se organiza el Congreso Nacional de Química en donde se presenta avances en distintas áreas como orgánica, inorgánica, fisicoquímica, química ambiental y educación química.

Sin embargo, la Sociedad Química de México no es la única asociación en nuestro país que se encarga de congregar a expertos en el área de la química, existen asociaciones como la Sociedad Mexicana de Bioquímica, la Asociación Nacional de Química Orgánica, la Asociación Mexicana de Química Analítica y la Sociedad Mexicana de Termodinámica, que entre otras cosas buscan a partir de congresos y publicaciones generará intercambio de ideas y de proyectos entre los especialistas de cada área, esto a fin de acrecentar la producción científica de la química, abriendo al mismo tiempo áreas temáticas y generando actividades de divulgación para atraer cada vez más a los jóvenes hacia el estudio de este campo del conocimiento.

Además de las asociaciones antes citadas existen programas de divulgación generados por distintas universidades, así como otros que ha creado la Academia Mexicana de Ciencias como los veranos de la investigación y las Olimpiadas nacionales de matemáticas, historia, biología y química. México participa desde 1995 en las olimpiadas internacionales de química, en dichos eventos los alumnos mexicanos han obtenido un total de 122 medallas a través de los años, 21 oro, 38 de plata y 63 de bronce, esto de acuerdo con datos de la Academia Mexicana de Ciencias.

Ante este panorama, resulta interesante cuestionar el por qué los alumnos mexicanos obtienen los resultados que se publican en las pruebas estandarizadas. De acuerdo a los datos publicados por la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE) en la última aplicación de la prueba PISA, el 48 % de los alumnos mexicanos en edad de cursar la secundaria (15 años) no tienen las habilidades básicas en el área de las ciencias, la pregunta resulta evidente ¿por qué no se desarrolla el conocimiento científico en los jóvenes? si pese al poco apoyo económico que recibe la ciencia en nuestro país, existe producción científica, existen colegios, asociaciones, estudiantes destacados y programas de licenciatura en todo el país, quizá el problema se encuentra en cómo estamos enseñando en la formación básica y media superior la ciencias, particularmente la química.

4.2 Química en Secundaria

La enseñanza de la química en México comienza desde que el estudiante se encuentra en educación secundaria, etapa final de la formación básica de acuerdo con el esquema de la Secretaría de Educación, Pública. En el actual esquema de Educación Secundaria, no existe una asignatura que lleve oficialmente el nombre “Química” pero los contenidos que se ofertan en este nivel entorno al área son cubiertos en la asignatura Ciencias 3 que lleva como subtítulo “Énfasis en Química” esta asignatura se cursa durante el último año de la secundaria y pretende introducir al alumno en los conceptos fundamentales del estudio de la química

De acuerdo con la guía del maestro (2011) el curso de Ciencias 3 tiene como objetivo fundamental que el estudiante conozca las propiedades y transformaciones de la materia, esta descripción general no se aleja del centro de estudio de la química, pues una definición tradicional nos diría que es la ciencia responsable de estudiar la estructura y composición de la materia, lo importante de esto radica en lo que el alumno será capaz de realizar al finalizar el curso, es decir las asignaturas en cuestión deberán asegurar que cuando el estudiante concluya su educación secundaria, el estudiante podrá explicar los fenómenos que ocurren con la materia (químicamente hablando). Además de lo anterior, el curso promueve el desarrollo de creatividad y del escepticismo informado, de manera transversal se pretende que los estudiantes conozcan y debatan los contextos históricos de los descubrimientos más importantes, desde los primeros elementos hasta la teoría atómica moderna, los alumnos deberán analizar qué es lo que sucedía en el mundo en el momento en que se daban estos descubrimientos. El contenido temático de Ciencias III se divide en 5 bloques cuyo contenido debe ser cubierto bimestralmente, se propone que al concluir cada uno de los bloques los estudiantes lleven a cabo un proyecto integrador.

Aguilar y Cid (2014) analizaron el cambio de contenidos curriculares de química en la educación secundaria a los largo de la historia, en un primer momento cuestionan la transversalidad que se da puesto que se asegura que la materia es transversal con historia, español y matemáticas, sin embargo se elimina el contenido programático la realización de cálculos de mediana complejidad, las matemáticas son sin lugar a duda una de las herramientas más importantes con las que cuenta la química sin importar el nivel educativo en el que se trabaje.

Si hacemos un análisis de cómo se ha modificado la enseñanza de la química en la secundaria, nos encontraremos con que a lo largo de la historia se han reducido tanto las horas como los cursos en torno a la química, las explicaciones pueden ser muchas y muy variadas, en un primer momento podemos asociarlo al desarrollo cognitivo del estudiante o al hecho del poco interés que un alumno puede mostrar en ese nivel respecto a asignaturas complejas, la reducción de horas impacta directamente en los contenidos que se estudiarán, uno de los temas que eliminó es el de nomenclatura. La nomenclatura enseña al estudiante las reglas básicas para escribir fórmulas y nombrar de manera correcta a los compuestos químicos, es cierto que esta parte de la química es abstracta pues se trata de aprender un nuevo lenguaje que cuenta con reglas propias sobre la correcta escritura y cuyo mal empleo resultará en un error de concepciones sobre lo que se está trabajando, no obstante, no queda clara la razón del por qué se elimina esta parte de los contenidos programáticos de Ciencias III, si la principal razón es la complejidad del tema, esto puede ser rebasado a través de la implementación de distintas técnicas y estrategias, otra posible justificación es que es un tema que no se debe cubrir en el nivel académico porque se considera que no es pertinente que el alumno comience a estudiar este tema. Pongámoslo así, aprender nomenclatura es aprender una serie de reglas y normas cuasi ortográficas que dictan el cómo se deben escribir correctamente los nombres y las fórmulas de los compuestos químicos, ante esto la idea de que jóvenes de 15 años estudien esta parte pareciera demasiado complejo, no obstante, podríamos cuestionar el por qué durante décadas se enseñó esta parte desde temprana formación. En México antes de la Reforma del sexenio 2000-2006 un alumno de secundaria debía cursar en primer año Introducción a la Física y a la Química y posteriormente en tercer año un curso de química en donde se profundizaba en los temas del área.

Por otra parte un tema que se mantiene en la asignatura es el correspondiente a la Tabla Periódica, herramienta fundamental para el estudio de la química en cualquier nivel de estudio e incluso en asignaturas afines a la química (como la física o la biología) Una actividad que durante años se ha llevado a cabo en la escuela es que los estudiantes memoricen la tabla periódica de los elementos, esta práctica es común en la educación básica, actualmente diferentes sitios de internet ofrecen actividades lúdicas canciones y hasta ejercicios de nemotecnia que aseguran a los estudiantes memorizar los 118 elementos de la tabla. Debemos considerar el número elevado de nombres y símbolos que se pretende

memorice un estudiante además del estado de oxidación de cada uno de estos (el estado de oxidación es importante para que el alumno a posteriori comprenda cómo se pueden unir dos elementos), esto complica el hecho de que los alumnos memoricen tanto el elemento como el símbolo, más aún si consideramos que existe una gran cantidad de elementos que nunca conocerán y mucho menos llegarán a usar, de ahí que la preocupación por parte de los docentes en este nivel educativo debería ser enseñar a los alumnos a leer e interpretar la información que brinda la tabla periódica, el por qué los elementos tienen el acomodo con el que se les muestra en la tabla, incluso analizar los contextos políticos y económicos de los descubrimientos de los elementos. Enseñar a los alumnos el correcto uso de la tabla periódica debería ser uno de los objetivos de los educadores en la secundaria en tanto que forzarlos a la memorización debería estar en completo desuso en nuestros días. En este contexto que se ha mencionado resulta evidente qué, tan complejo puede ser aprender las reglas de nomenclatura, como obligar a los estudiantes a memorizar la tabla, y sin embargo resulta que un tema está totalmente borrado del contenido temático de los programas de estudio, el otro sigue siendo una práctica común, un reto completo para los estudiantes y una de las posibles causas de la animadversión que tienen los jóvenes hacia la química.

4.2.1 El trabajo en el laboratorio en secundaria.

No se puede concebir el aprendizaje de la química sin la existencia de las sesiones de laboratorio, tomemos en cuenta que los conceptos que se enseñan en química son abstractos y la dificultad del aprendizaje de esta área radica en el hecho de que muchos de los conceptos que se enseñan no pueden ser visualizados por los alumnos, términos como átomo, molécula o enlace son conocimientos fundamentales que el alumno debe apropiarse, pero en la realidad un alumno no ve un átomo y la idea de elemento tal y como se presenta en la tabla periódica, en este sentido el trabajo práctico que desarrollan los alumnos en el laboratorio es trascendental para que puedan entender esos temas que se revisan en el salón de clases.

Desafortunadamente no todas las escuelas cuentan con infraestructura para tener un laboratorio de química, de acuerdo con García Ruíz (2001) el 61 % de las escuelas secundarias el país contaba con un laboratorio de ciencias que se utilizaba para impartir prácticas de biología física y química. En el 2012 el Instituto Nacional para la Evaluación de la Educación (INEE), publicó un texto en donde se analiza la enseñanza de las ciencias en México en el nivel básico, en dicho documento José Antonio Chamizo se concentró en

describir la problemática y las áreas de oportunidad del trabajo práctico en este nivel. De acuerdo con Chamizo en ocasiones los laboratorios no están equipados, en algunas instituciones se restringe el acceso a los laboratorios pretextando que no se cuenta con el material suficiente, esto limita en cierta medida el aprendizaje de los alumnos pues si bien es cierto que no contar con el laboratorio no les impedirá aprender química, si debemos recalcar que les ayudaría a comprender distintas nociones. El laboratorio en la formación secundaria puede también servir para el desarrollo de los proyectos y la implementación de estrategias como el Aprendizaje Basado en Problemas (ABP) todo el trabajo que se realice dentro del laboratorio deberá estar regido por un reglamento y apegado a las medidas mínimas de higiene y seguridad, la trascendencia de laboratorio se reconoce en todos los subsistemas de secundaria incluso en el de telesecundarias en donde de inicio podríamos pensar que no es posible llevar a cabo prácticas de laboratorio por el mismo esquema con el que se trabaja, no obstante muchas de las prácticas de laboratorio que se proponen para el curso hacen uso de materiales que pueden ser conseguidos en casa de los estudiantes o adquiridos en cualquier supermercado, esto abre un panorama distinto a los estudiantes pues van descubriendo que la química es inherente a todas las actividades de su vida diaria.

4.3 La Química en el Nivel medio Superior

Toda vez que el sexenio que culminó en el 2006 se concentró en la reforma curricular de la educación básica, el siguiente sexenio (2006-2012) trabajó la propuesta de migrar a la educación media superior (bachillerato o equivalente) a un enfoque basado en competencias, esto implicó un análisis de la estructura curricular que se ofertaba, quizá el primer problema al que se enfrentaba esta propuesta era la diversidad de subsistemas que existen en el país en este nivel educativo, algunos de ellos obtuvieron reconocimiento de estudios de equivalencia hasta casi finales de la década de los 90 del siglo pasado tal es el caso del Colegio Nacional de Educación Profesional Técnica (CONALEP). Toda vez que se realizó el análisis curricular se procedió a construir un esquema de competencias básicas y disciplinares las cuales el estudiante de preparatoria deberá haber desarrollado en su totalidad al concluir los tres años del nivel.

La química en el bachillerato pretende la revisión de diversos temas, además que incorpora la realización de cálculos, la asignatura se cursa en los primeros dos semestres o en el primer ciclo anual de la institución educativa. Al finalizar este periodo los estudiantes reforzarán

algunos de los conceptos que han revisado en la secundaria, profundizando en aquellos que les permitan continuar formándose en el área, la asignatura contribuye al desarrollo de la competencia genérica número 3 del Marco Curricular Común “Elige y Practica Estilos de Vida Saludable”. De primera impresión pareciera que esto no tiene nada que ver con el estudio de la química, no obstante es necesario remarcar que el estudio de procesos biológicos, bioquímicos y fisiológicos parte de un sustento químico, por lo cual desde la incorporación de conceptos tales como concentración, energía y termodinámica, se comienza la preparación de los alumnos que a futuro se inclinarán por el estudio de las áreas asociadas a las ciencias naturales y de la salud, aquellos que no se decanten por estas opciones contarán con las herramientas necesarias para valorar la importancia que tiene el conocer entre otros casos, las cantidades que se consumen de algo y las repercusiones que esto tiene entre otras situaciones.

Desde su implementación la RIEMS ha sufrido una serie de críticas y descalificaciones en parte porque se considera que se deja de lado la formación del alumno en cuanto a contenidos temáticos se refiere. Macías Narro (2009) considera que la limitada participación de profesores en el diseño de esta es una de las muchas causas que llevan al fracaso a la Reforma. Además de lo anterior describe que el modelo que se implementó únicamente responde a las directrices del Banco Mundial y de la OCDE, lo que termina en una mercantilización de la educación dejando de lado la preparación de los estudiantes para acceder a nivel educativo inmediato superior.

Por otra parte los defensores de la Reforma, consideran que más allá de la memorización de conceptos, se debe preparar al estudiante para implementar aquello que se revisa en el salón de clases, los alumnos deben estar preparados para enfrentar un mundo cada vez más globalizado donde el campo laboral demanda mayor número de capacidades, la realidad es que actualmente no basta que una persona cuente con una licenciatura y en muchas ocasiones haber realizado estudios de posgrado tampoco le garantiza estabilidad laboral, basta revisar los datos que aporta el INEGI para febrero del 2018, la tasa de desocupación de personas en edad productiva con estudios universitarios era del 38 %.

Las ciencias en la formación media superior se enfocan sí al desarrollo de las competencias que se encuentra concentradas en el Marco Curricular Común, a la par de esto es necesario

mencionar que las competencias deben ser desarrolladas en cualquier modalidad de la preparatoria o equivalente donde se encuentre inscrito el estudiante, sin embargo, los contenidos temáticos llamados formales que cursa un alumno no son iguales para cada subsistema. Podemos comparar el contenido de Química I para los Colegios de Bachilleres y para las instituciones pertenecientes a la Dirección General de Bachilleratos y nos daremos cuenta de que existen cambios tanto en los contenidos como en las horas que se imparten.

Química I	
COBACH	DGB
Bloque I Estados de Agregación de la Materia	Bloque I La Química una Herramienta para la Vida
Bloque II Mezclas y Sustancias	Bloque II Interacción Materia Energía
Bloque III Cambio Químico	Bloque III Modelo Atómico
	Bloque IV Tabla Periódica
	Bloque V Enlace Químico
	Bloque VI Nomenclatura
	Bloque VII Reacciones Química
	Bloque VIII Procesos químicos

Tabla 4.1. Comparación entre Programas de Química. Fuente: Elaboración propia- LAAC

Es notoria la diferencia de los programas de estudio, es necesario también mencionar que para el caso de los estudiantes que están inscritos en los Colegios de Bachilleres, la materia química I se cursa a partir del segundo semestre, teniendo como antecedente transversal a la asignatura Física I en donde los alumnos estudian el concepto de energía, tópico que los alumnos de bachillerato general revisarán en el bloque VIII de su programa de química. Ahora bien no podemos asegurar únicamente con los contenidos programáticos que los estudiantes que cursan sus estudios de nivel medio superior en un sistema sean mejores que aquellos que hacen lo propio en otro, esto dependerá de diversos factores, económicos, sociales, académicos, aptitudinales y actitudinales, sin embargo es necesario puntualizar que pese a la existencia del Marco Curricular Común, las diferencias entre lo que se revisa ya dentro de un salón de clases es distinta en cada una de las modalidades de bachillerato que asisten en nuestro País.

4.3.1. El laboratorio en la Educación Media Superior

Al igual que sucede con la secundaria, el laboratorio de ciencias en el nivel medio superior es importante dentro de la estructura curricular, Espinosa Ríos et al. (2016) consideran que las prácticas de laboratorio funcionan como una estrategia didáctica que permite a los estudiantes comprender de mejor manera los conceptos que se revisan en las clases de teoría, agregan que la implementación de las prácticas son en sí un proceso de enseñanza aprendizaje que se encuentra regulado por el docente que a su vez es responsable de salvaguardar al estudiante. Las prácticas de laboratorio pierden su valor como estrategia desde el momento en que se convierten en meras repeticiones de procesos tipo receta, cuyos resultados son fácilmente predecibles, por otro lado, si la práctica busca incentivar la reflexión del alumno, se convierte en una herramienta sumamente útil. Ahora bien, sería necesario analizar las condiciones de los laboratorios de los planteles de educación media superior en México, al hablar de condiciones nos referimos a infraestructura materiales y reactivos con los que las instituciones cuentan.

Cierto es que el documento base de la Reforma Integral de la Educación Media Superior, contempla que al finalizar los estudios el alumno deberá dominar una serie de ideas, conceptos y habilidades que le permitan desarrollarse en el siguiente nivel educativo, en el mejor de los casos, todos los alumnos que se gradúan del bachillerato y que deciden estudiar una licenciatura afín a la química deberían de poseer las habilidades y conocimientos para poder realizar dichos estudios. De acuerdo con datos publicados por la OCDE en México el porcentaje de alumnos que estudian una carrera asociada a la ciencia es menor que el promedio de los países miembros de la OCDE, esto puede deberse a que las ciencias, en particular la química, no resultan interesantes para los alumnos o incluso lo asocian con un campo complejo y de poca proyección, de igual forma asocian todo aquello “químico” con situaciones nocivas tanto para la salud como para el ambiente (Furió 2012)

El bachillerato en México se encuentra en momentos de evaluación sobre los resultados que la reforma arrojará en torno al tipo de estudiantes que ingresarán a las universidades. En el 2015 egresó la primera generación de estudiantes de bachillerato que cursaron los programas con un Enfoque Basado en Competencias, estos estudiantes estarán culminando sus estudios universitarios aproximadamente en el año 2020, no podemos adelantarnos a los resultados,

el análisis de trayectoria escolar de esos estudiantes nos dará la pauta para saber si los alumnos realmente desarrollaron o no las habilidades que se pretenden.

Enseñar química en el nivel medio superior implica que los docentes busquen estrategias que le permitan enseñar los conceptos que debe dominar el estudiante pero que al mismo tiempo le permitan evaluar condiciones actitudinales de los alumnos, trabajar sobre los valores e incorporar conceptos de otras asignaturas que les permitan enriquecer su formación, pero al mismo tiempo responder a la demanda sobre la utilidad de todo aquello que se revisa en un salón de clases.

4.4 Enseñanza de la Química en el nivel superior

Ante el panorama que hemos descrito, debemos cuestionar con qué nivel de conocimientos en torno a la química llega un estudiante al nivel superior, en términos reales se espera que los alumnos que deciden estudiar la licenciatura en química o una carrera aún han desarrollado habilidades y destrezas en el trabajo de laboratorio que incluye el manejo de determinadas sustancias y la clasificación de residuos, así mismo se debe tratar de estudiantes que manejan los conceptos y las nociones del área, sin embargo uno de los primeros problemas que se observa con los estudiantes de química es que no terminan de conocer la diferencia entre estudiar licenciatura e ingeniería química, además de esto los antecedentes (al menos en el papel) dejan claro que el alumno llega con conocimientos muy básicos del área de química lo que dificultará su desarrollo a lo largo de la carrera, es de esperarse que un estudiante que se va a formar como profesional en este campo debe tener claridad sobre temas, teorías y leyes que revisará a profundidad en sus estudios superiores y los cuales en muchas ocasiones son el preámbulo para desarrollar temas más complejos.

La enseñanza de la química en México se encuentra en una etapa de reconstrucción, si consideramos los programas de las 5 licenciaturas más importantes de este país, nos encontramos con que el programa de la Universidad de Guadalajara está construido con un enfoque basado en competencias, esta estructura curricular entró en vigor a partir del año 2013, el plan de estudios de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla siguió una metodología para generar sus programas de estudio con un enfoque en competencias, las otras tres instituciones (UNAM, IPN, UAM) continúan trabajando con programas que no siguen esta estructura.

El programa de la Universidad de Guadalajara sigue una estructura modular, su plan de estudios se divide en cuatro módulos, cada uno corresponde a una subárea específica dentro de la cual se concentran las distintas asignaturas, los módulos son:

1. Estructura de la materia: En este módulo se concentran las asignaturas de cálculo, física básica, fundamentos de espectroscopia, química general, los cursos básicos de química inorgánica y fisicoquímica.
2. Síntesis, purificación y transformación química: En esta parte encontraremos las materias de química orgánica, fisicoquímica avanzada y bioquímica
3. Análisis y caracterización: Se refiere a las asignaturas de química analítica
4. Prevención y solución de problemas del área química. Se incluyen las asignaturas de probabilidad y estadística, química legal, química de los alimentos y las asignaturas de corte administrativo

En total el alumno debe cubrir sus módulos en 8 semestres y cursará un total de 59 asignaturas de corte obligatorio y 9 asignaturas optativas. El esquema de evaluación mantiene los exámenes, pero el valor de estos ha disminuido respecto el resto de las actividades que contribuyen a la nota final del estudiante

Por su parte el programa de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla es un programa dividido en 9 semestres con un formato de créditos y una seriación de materias, pese a que los programas de asignatura tienen una construcción basados en el proyecto Tuning y se apegan al libro blanco, la implementación de los mismos ha continuado siendo con una estructura tradicional, el desarrollo de las competencias se deja más a las habilidades que los alumnos desarrollan por el trabajo propio del aula, la evaluación continua dándole un peso específico mayor al examen escrito y no se contemplan a los laboratorios como materias independientes sino como complementos de los cursos teóricos de alguna de las áreas. Los alumnos a lo largo de los 9 semestres cursarán un total de 48 asignaturas obligatorias y optativas.

Las diferencias entre ambos programas de estudios (que se dicen están diseñados con un Enfoque basado en Competencias) radica en un primer momento en la estructura de la ruta curricular, mientras uno tiene una conformación modular y posee flexibilidad curricular, el otro continua un esquema de seriación de materias, no es posible en este momento asegurar

cuál de los dos tiene mejores resultados puesto que mientras el programa de la Universidad de Guadalajara estará produciendo en 2018 a su segunda generación de egresados, el programa de la Autónoma de Puebla estará egresando la primera en el 2020, hasta ese momento a través de un análisis de trayectorias se podrá contrastar ambas propuestas.

Sobre cómo se enseña química en el nivel superior, Arredondo Rivera y Juárez Sánchez (2011) realizaron una serie de entrevistas en el marco del año internacional de la química, entre las personas que entrevistaron se encuentra el entonces director de la Facultad de la Química de la UNAM y el director de la FES Zaragoza, este último comentaba que uno de los principales problemas de la enseñanza de la química en el nivel superior era la falta de conocimientos básicos con los que contaba el alumno que se inscribía a la licenciatura, esto es de llamar la atención, para el año 2011 los estudiantes que ingresaban a la educación superior en nuestro país, ya habían cursado su educación secundaria de acuerdo a las modificaciones de la Reforma del 2006 con lo que en este nivel habrían cursado Ciencias III (énfasis en química), curso que como anteriormente mencionamos es meramente descriptivo y no profundiza en los conceptos y temas, pero al mismo tiempo son alumnos que no cursaron su educación media superior en los programas que se construyeron dirigidos al aprendizaje en competencias, esto nos lleva a cuestionar ¿qué tanto ha funcionado el cambio?

Si nos ubicamos dentro del programa de la Licenciatura en Química de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, podemos realizar una comparación de los estudiantes que han ingresado a dicho programa desde 2011 y hasta el 2017, hay tres factores importantes que analizar: el primero es que a partir del 2015 la institución eliminó el criterio del promedio obtenido en la preparatoria para tener derecho a examen, el segundo es que a partir de ese mismo año la Universidad decidió que no existía puntaje mínimo para ingresar, finalmente apuntar que los alumnos que ingresaron en el 2016 y 2017, estudian con la última modificación a los planes de estudio.

La tabla 4.2 presenta la relación de estudiantes que ingresaron por generación y los puntajes obtenidos en el examen de ingreso.

Año de Ingreso	Total de Alumnos que Ingresaron	Menor Puntaje de Ingreso
2011	45	550
2012	45	550
2013	40	585
2014	45	615
2015	45	630
2016	45	625
2017	45	640

Tabla 4.2. Ingreso de estudiantes con puntaje por año a la Lic. en Química. Fuente: Elaboración propia. LAAC

Como se puede observar los puntajes han fluctuado a lo largo de los años, antes del 2015 el aspirante a ingresar a un programa de licenciatura en la BUAP, debía obtener un puntaje mínimo de 550 en el examen de ingreso, cabe resaltar que se trata de un examen de razonamiento matemático y verbal, el examen de conocimientos del área es compartido (para el caso de la BUAP) entre un conjunto de licenciaturas que se catalogan en el área de Ciencias Naturales y de la Salud, así el alumno que desea ingresar a química, presenta el mismo examen de conocimientos que el aspirante a medicina o a veterinaria por esta razón las preguntas de química no son complejas, sino que se trata de conocimientos básicos que en teoría cualquier alumno que ha cursado la preparatoria puede responder. Pese a lo antes mencionado, sí es notorio que el puntaje de los alumnos ha incrementado, el hecho de que no existan alumnos con puntaje menor a 600 que ingresan a la licenciatura da cuenta de que se está trabajando de manera distinta con los alumnos en la educación media superior a raíz de la entrada en vigor del Sistema Nacional de Bachilleratos.

Es importante destacar el cómo han cambiado a lo largo de la historia los planes y programas de estudio del programa educativo de química de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. Es en 1867 cuando se imparte la primer cátedra de química en la ciudad de Puebla en el entonces Colegio del Estado, se ofreció el curso Introducción al estudio de la Química, en ese entonces solo tres estudiantes cursaron y aprobaron el curso, posteriormente se ofertaron cursos de química orgánica y química analítica cuantitativa, a la par de que se

ofertaron los cursos, se fundó el primer gabinete de química del Colegio del Estado, con el paso de los años la cátedra de química sufrió cambios, se fundó la escuela de Farmacéuticos, antecedente directo del hoy programa de la Licenciatura en Farmacia aunque con similitudes a los estudios que cursa el alumno de químico farmacobiólogo, el primer gran cambio curricular ocurrió en el año de 1921 cuando se sugirió cambiar el título de Farmacéutico (que era el que en aquellos años se otorgaba a los estudiantes) por el Químico farmacéutico. Para 1931 se registra una segunda modificación esta no es de nombre sino en la estructura plena del programa de estudios al activar asignaturas como Química Inorgánica Industrial y Química Orgánica Aplicada a la Industria.

Para 1937 ya transformado el Colegio del Estado en la Universidad de Puebla, la Facultad de Ciencias Químicas contaba con un total de 15 estudiantes que tomaban cursos enfocados a la aplicación de la química en áreas biológicas e industriales. En 1939 se decide adoptar el plan de estudios que en aquellos años era vigente en la Universidad Nacional Autónoma de México, de esta forma el estudiante de la Facultad debería cursar en 4 años un total de 25 materias para poder obtener su título. Para 1952 siguiendo este esquema se logró transformar la carrera técnica de Químico a la Licenciatura en Química siguiendo el mismo programa de estudios con que contaba la máxima casa de estudios del país, en 1963 se realiza una nueva estructura a la ruta curricular lo que obliga a pasar de 4 a 5 años la carrera de química, para 1968 se aprueba un nuevo plan de estudios y se reglamenta la aplicación de los exámenes desde los parciales hasta los extraordinarios. Es hasta la década de los 90 con la implantación del plan fénix cuando se migra a un esquema por créditos, a partir de ese momento las revisiones curriculares se realizan cada 5 años, siendo la de 2016 la que pretende incorporar el enfoque basado en competencias dentro de la estructura curricular de la licenciatura en la BUAP.

El alumno que aspira a ingresar a la Licenciatura en Química de la BUAP debe dominar una serie de tópicos del área de química (enlace, nomenclatura, estequiometría, teoría atómica, etc.) pero además de ello debe tener habilidades y aptitudes en temas de física y matemáticas los cuales son la principal herramienta para el estudio, análisis y comprensión de los temas que revisará a lo largo del programa de licenciatura. Desde el año 2000 y hasta el 2010 esta licenciatura podía ser elegida como “segunda opción” es decir, si el cupo ofertado en el

proceso de ingreso de la Universidad no era cubierto luego del examen de admisión, esos lugares podían ser ocupados por alumnos que hubieran sido rechazados en otra carrera: la mayoría de estos alumnos eran estudiantes que no habían alcanzado lugar en la Facultad de Medicina, esto implicaba una elevada deserción al primer año, ya que pese a que ambas licenciaturas están ubicadas en el área de Ciencias Naturales y de la Salud, los programas educativos no comparten más del 15 % de la currícula.

Respecto a cómo se enseña Química en el nivel superior, los trabajos más recientes apuntan a la importancia de desarrollar en los estudiantes habilidades del pensamiento científico a través de la experimentación (Padilla, 2012), al igual como sucede con la química en nivel básico y medio superior, el trabajo en el laboratorio se vuelve importante, solo que en este caso también es imprescindible, no es posible imaginar a un estudiante de nivel superior sin acceso a laboratorio, al contrario es parte medular de su formación, en este sentido la indagación y la resolución de problemas se transforman en herramientas que le permiten al alumno no solo formarse en materia disciplinar sino desarrollar nuevos escenarios de aprendizaje en donde el trabajo autónomo es vital.

Sin embargo, es precisamente el peso del trabajo experimental lo que posiblemente ha ocasionado que no se desarrollen esquemas semipresenciales o distancia, evidentemente no se puede concebir un laboratorio a distancia y aunque en la actualidad existen distintas aplicaciones multimedia que permiten simular diferentes experimentos, el trabajo presencial sigue teniendo un peso específico elevado, y esto no se debe únicamente a una resistencia al cambio o esquemas que pudiese pensarse están en desuso, el trabajo en el laboratorio no únicamente tiene que ver con repetir experimentos, hasta en los casos en que las prácticas de laboratorio sean repeticiones continuas de sección en sección de la materia ofertada o en los cursos transemestrales, las incidencias que pueden ocurrir son muchas y muy variadas, de ahí la importancia del trabajo práctico, el alumno debe saber cómo actuar en caso de una hipotética contingencia que se presente al momento de realizar la práctica.

En cualquiera de los casos, en México la enseñanza de la química en educación superior sigue estando apegada a un esquema tradicional en donde la memorización sigue teniendo un peso determinado, en este sentido la formación de los profesores que se incorporan a la enseñanza superior es vital (Garriz y Trinidad, 2013) puesto que enseñan de la misma forma

en la que fueron formados y la innovación didáctica no es parte importante de su quehacer docente pues centran la importancia de la misma en los conceptos que se deben enseñar sin que importe el cómo, así mismo las evaluaciones se siguen centrando en la resolución de problemas modelo sin incentivar el razonamiento de los estudiantes, es en este sentido en que la incorporación de plataformas y aplicaciones informáticas se vislumbran como el principal reto de la didáctica de la química en los próximos años.

4.5 Contexto de la Enseñanza de la Química en Latinoamérica

4.5.1 Argentina

Desde hace más de una década existe una preocupación constante en distintos países por el comportamiento de la matrícula de estudiantes que desean estudiar Química o un programa asociado, ya en el año 2005 el análisis de Galagovsky en Argentina, aseguraba que existía una disminución en la matrícula de estudiantes en ciencias experimentales, en este mismo sentido el estudio concluyó que tanto las competencias como los conocimientos para completar de los estudiantes eran deficientes lo cual impedía que aprobaran de manera satisfactoria la asignatura Química de los niveles básicos una vez que hubieran ingresado a la educación universitaria.

Si tomamos en cuenta que la química está en un continuo avance abriendo de manera constante fuentes de investigación con la creación de nuevas áreas, resulta preocupante el poco interés que presenta para las nuevas generaciones desarrollarse en esta área, hace 20 años poco se exploraba en torno a nanoquímica, área que hoy es sumamente explotada en todo el mundo, de manera paralela podemos apuntar que el descubrimiento de nuevos compuestos y formas de preparación de los mismos sigue siendo una de las líneas de investigación de más desarrollo en las distintas universidades del planeta, entonces ¿por qué el alumno no se interesa? . Vázquez y Manassero (2006) realizaron un estudio en la Universidad de las Islas Balderas para analizar el interés que presentaban los estudiantes en torno a la química, los resultados que obtuvieron de dicho estudio, demostraron que en primera existe una imagen pública negativa en torno a la química, asociado directamente a cuestiones de contaminación, toxicidad e incluso de abuso industrial por parte de los empresarios hacia sus trabajadores, en segundo término la fobia de los alumnos hacia temas de ciencia, lo cual muchas veces transita más por una consideración popular en torno a la complejidad de la misma, cualquiera que sea el caso, el estudio concluyó que era necesario

que a toda costa la propia industria busca esquemas para demostrar que el trabajo en torno a la química genera beneficios para la sociedad más allá de dañarlo, en el mismo artículo los autores expresan su preocupación en torno a las dificultades industriales y económicas que generaría la falta de expertos tanto a nivel técnico como profesional de esta área.

4.5.2 Uruguay

En esta tendencia distintos países han buscado incorporar nuevas formas de enseñanza de la química, Meroni, Copello y Paredes (2013) realizaron un estudio en Uruguay a través de la implementación de TIC's en la enseñanza de la química, a partir del mismo los autores cuestionan si la incorporación de estas tecnologías forma parte de una estrategia innovadora, el estudio partió de analizar el comportamiento de un grupo de profesores en torno al uso que estos hacen de las tecnologías de la información en sus clases de química, los autores comprobaron que las respuestas eran variadas, pero todas ellas reflejan que los maestros usan poco a nada las tecnologías de la información como parte de sus cursos de química, más aún existen quienes asocian el uso de la tecnologías a emplear el cañón y la computadora dentro de un salón de clases, el estudio concluye que falta mucho para que los profesores acepten que incorporar el uso de software especializado y de plataformas las cuales ayudarían a cubrir los contenidos, eficientar su planeación y ofrecerles apoyo en torno a la evaluación.

4.5.3 Chile

Por su parte Cofré et al. (2010) analizaron las debilidades de la enseñanza de la ciencia en Chile a manera de encontrar áreas de oportunidad que tanto los docentes como los directores podrían desarrollar para afianzar esta parte. Reconocen en primer término que pese a que Chile es uno de los países miembros de la OCDE que mejores resultados obtienen en la prueba PISA en el área de Ciencias en Latinoamérica, aún se encuentra por debajo de los resultados que obtienen países de Oriente Medio y de Asia, lo que no solo representa un área de oportunidad sino un reto total, ya que muchos de los resultados que se pueden alcanzar dependerá de la preparación que se les dé a los docentes y de cómo estos son capaces de enseñar a sus estudiantes en el salón de clases los conocimientos que adquieran a lo largo de su formación como profesores.

El estudio analiza entre otras cosas, las características de los profesores que están encargados de enseñar química, un primer acercamiento a estas características lo realizan en función de la edad promedio de los profesores, en tanto que internacionalmente el promedio de

profesores de ciencia menores de 30 años es aproximadamente del 20 %, en Chile los docentes ubicados en este rango de edad apenas ocupan el 5 %. Esto puede tener dos aristas, primero los profesores de Ciencias en Chile cuentan con un mayor número de años de experiencia enseñando a estudiantes de diferentes niveles educativos, esto les debería aportar en teoría un mayor conocimiento respecto al manejo de grupos y respecto a la implementación de estrategias en el aula, por otra parte, la incorporación de maestros de menos de 30 años pese a presentar falta de experiencia, puede aportar el uso de nuevas tecnologías dentro del aula. En el mismo estudio se hace mención de la poca preparación que tienen los maestros de ciencia a nivel posgrado, aunado a lo anterior se menciona que en su mayoría los profesores de ciencia no son egresados de una formación disciplinar es decir no son licenciados en química sino licenciados en la enseñanza de la química (algo análogo a tener licenciados en educación primaria con normal superior en química en México), pese a esto se asegura que los docentes consideran tener pleno dominio de los conceptos y de la materia que enseñan. Los autores concluyen que, de acuerdo con el análisis realizado, la enseñanza de las ciencias (química incluida) se realiza en aquel país en un contexto tradicional donde el ejercicio memorístico sigue teniendo un peso específico elevado, lo cual sin duda alguna no favorece el desarrollo de competencias y habilidades en los estudiantes.

Concluyen diciendo que se debe dar una formación sólida en temas de ciencia a los futuros profesores que se hagan cargo de dichas asignaturas en cualquiera de los niveles educativos, al margen de eso consideran que es necesario que los docentes tengan experiencia en torno a metodología de investigación, no únicamente como una asignatura sino en el desarrollo de un trabajo de investigación como tal, aseguran que la falta de programas de posgrados enfocados en la enseñanza de las ciencias es actualmente un problema, por ello consideran que cambiar la forma en la que se lleva a cabo la enseñanza de las ciencias dependerá mucho a futuro de una severa revisión de la currícula lo que debe desembocar en cambios a las estructuras curriculares en Chile todo esto en beneficio de la formación de profesores de ciencia, lo que a la larga repercutirá en cómo se enseña a los estudiantes los temas curriculares pero también cómo apuestan al desarrollo de habilidades y competencias en ellos.

4.5.4 Colombia

Ipuz y Parga (2014) se dedicaron a analizar el contexto de la enseñanza de la química en Colombia a partir de la problemática socio-ambiental, hemos ya mencionado que en otros

países (Chile y México) se asocia el estudio de la química a situaciones tóxicas y de destrucción ambiental, es por eso que el estudio que se realizó en la Universidad Pedagógica de Colombia tiene especial interés, ahora bien tal y como concluyó el estudio efectuado en Chile, el análisis realizado en Colombia concluye que es necesario generar una reestructura curricular en torno a la química para en un primer momento convencer a los estudiantes de que se trata de un área importante de oportunidad para su estudio, a diferencia del otro proyecto, en este trabajo se considera que para poder llegar a este objetivo es necesaria la incorporación de asignaturas del orden socio-científico y socio-ambiental, esto puede hacerse desde el enfoque CTS (Ciencia Tecnología y Sociedad)

Parga, Martínez y Téllez (2013) realizaron un análisis donde los libros de texto para la enseñanza la química en educación básica en Colombia, a largo del tiempo comprobaron que lo textos con los que los profesores se dedicaban a enseñar se podían clasificar en distintos grupos, en un primer grupo se encuentran los libros que poseen una secuencia lógica en su estructura, se trata de libros que ponderan los temas a tratar, son textos donde el conocimiento pedagógico disciplinar tiene una especial atención, en estos mismos textos los ejemplos y ejercicios que citan los autores aparecen totalmente descontextualizados, lo que puede provocar problemas a los estudiantes al momento de apropiarse del conocimiento.

Otro conjunto de textos analizados no responde a las necesidades de cambiar el estereotipo que se tiene por parte de los alumnos respecto a la química, presenta los avances científicos en un contexto histórico pero totalmente aislado de la situación social e ignorando también la trascendencia económica que cada uno de los avances en esta área de la ciencia le refleja a la humanidad a lo largo de la historia finalmente el tercer subconjunto de textos sobre los cuales se construyó el trabajo, presentan una serie de implicaciones y afectaciones desde el punto de vista ambiental, pero todos estos son presentados como información complementaria y como datos meramente estadísticos.

4.5.5 Brasil

Alberti et al. (2009) realizaron una serie de entrevistas a profesores y estudiante en Matto Grosso Brasil, para conocer cuál era la perspectiva de los docentes de química en torno al desempeño de sus alumnos en la asignatura, en una institución de enseñanza para los adultos, así mismo escucharon de los alumnos lo que opinaban no solamente de la asignatura sino de

los maestros que la imparten. De acuerdo con estos resultados, los docentes consideraron que los alumnos inscritos en los cursos de química son alumnos que por la propia necesidad de trabajar y estudiar presentan problemas de integración y de tipo social, no obstante son alumnos muy interesados en el contexto económico político e histórico de la química en Brasil y en el resto del continente, así mismo expresaron la necesidad de contar con material didáctico adecuado dado que los textos y materiales con los que se enseña a sus estudiantes son los mismos con los que se enseña a alumnos de bachillerato en edad cursativa, esta situación es posiblemente un área de oportunidad para generar textos y materiales educativos acorde a la edad de los estudiantes lo cual puede favorecer el aprendizaje de los mismos.

Los alumnos expresan antes que nada que la necesidad de continuar la formación asociada al desempeño y crecimiento laboral es lo que los orilla a solicitar su ingreso en la institución, estos mismos alumnos expresan que es importante el estudio de la química (88 % de los estudiantes respondieron así) esta importancia la asocian a la comprensión de diferentes fenómenos así como para estudiar y analizar los avances científico-tecnológico en la sociedad actual, solo el 5 % de los alumnos respondieron que no es importante estudiar química asociándola a problemas de salud o ambientales.

Marques y Machado (2018) reportan una propuesta para enseñar química verde considerando que, pese a que desde hace más de 20 años se conoce y se trabaja con esta rama de la química, es posible potenciar el aprovechamiento de ésta para migrar la percepción negativa que tienen los estudiantes en torno a la química. Esta idea, aunque prometedora requiere de un profundo trabajo de revisión y adecuación curricular dentro de los distintos niveles académicos. En este sentido la propuesta de los autores coincide con lo que se ha considerado en otros países de Latinoamérica respecto a que el cambio en la enseñanza de la química de cada uno de estos países debe partir en un primer momento de una revisión curricular profunda que favorezca el aprendizaje de los temas y subtemas que los programas académicos pretende que los alumnos conozcan.

4.5.6 Costa Rica

En el 2010 se publicó el Tercer Informe Estado de la Educación en Costa Rica, este informe se concentró en La Educación Científica en aquel país. Uno de los apartados que conforman dicho informe es la distinción entre ciencia y enseñanza de la ciencia, en este apartado los

autores comentan *“existe una gran diferencia entre saber ciencias, en términos de información y capacitación especializada de las mismas, y estar preparado para ser un buen educador de las ciencias”*

Vale mucho la pena comprender esta parte, la capacitación y la información con la que cuentan los docentes de los diferentes niveles educativos no es necesariamente proporcional a sus habilidades como profesores frente a un grupo, por otra parte no podemos asegurar que las personas que se encuentran netamente formadas en la enseñanza del área no sean profesores exitosos en la enseñanza de los conocimientos especializados, se trata entonces de encontrar un justo punto de equilibrio, esta mención que se hace en el informe costarricense, es también un tema de debate en Chile, Colombia y México, en todos los casos no podemos asegurar totalmente el éxito de unos o de otros.

Chacón, Saborío y Nova (2010) trabajaron en torno al tipo de materiales didácticos con los que cuentan los profesores en colegios de San José de Costa Rica, en este trabajo se da un peso específico para el trabajo del laboratorio como un eje fundamental en el aprendizaje de química de los estudiantes. Hace énfasis en que no es posible aprender química sin comenzar la demostración de los conceptos básicos que se revisan en las aulas, refieren que enseñar ciencias quedándose únicamente en el nivel teórico es una de las razones que limitan en aprendizaje de los alumnos.

A través del estudio los autores concluyen que los alumnos no se encuentran satisfechos con la forma en la que se les enseña química, la afirmación anterior parte de la falta de dinamismo de la cátedra, de igual forma los alumnos comentaron que las estrategias metodológicas eran las mismas que se hacían en distintos grupos e incluso que eran las mismas que se habían usado en diferentes generaciones de estudiantes lo que sin lugar a duda es en detrimento del desarrollo de la asignatura, pero también entorpece la innovación que los mismos alumnos pueden proponer en torno a cómo se está enseñando. No se pretende asegurar que los alumnos son determinantes en el cómo los maestros van a enseñar tal o cual temas, sino que las opiniones de estos podrían contribuir a que las clases sean más dinámicas y que se incorporen nuevas estrategias. El comentario de los estudiantes en torno a cómo se llevan a cabo las

clases es sin lugar a duda trascendental en el afán de comprender el contexto en el que se está enseñando química en este país, de acuerdo con esto el caso de Costa Rica es similar al de otros países de América Latina donde los alumnos reportan el tedio de las clases de química en los diferentes niveles de educación.

4.6 Resto del Mundo

Canadá es posiblemente el país del continente americano donde se ha llevado a cabo más trabajo respecto a la enseñanza de la ciencia y en particular de la química, el resultado de estos trabajos es claramente visible con los resultados que obtienen los alumnos canadienses en la prueba PISA, estamos hablando del país del continente americano que obtiene mejores resultados en dicha prueba, estos resultados superan a la media de la OCDE. Aydin (2013) llevó a cabo un estudio en educación secundaria en Quebec, la idea era analizar cómo contribuía una estrategia constructivista como el juego de roles para el aprendizaje de los alumnos. Los resultados demostraron que a través de esta estrategia era posible incorporar temas de historia, tecnología o de carácter social dentro del curso de química y llevar a cabo un análisis de cómo impactan estos temas al desarrollo de ésta.

Desde el año 2009 en Australia se implementó un programa para incorporar la enseñanza de las ciencias desde el nivel básico para los estudiantes de aquel país, la idea de incorporar este esquema dentro de los planes de estudio es que históricamente los resultados de Australia dentro de la prueba PISA superan por pocos puntos la media de la OCDE, esto en primera instancia es positivo sin embargo el hecho de que existan resultados por encima de la media no quiere decir que sea netamente exitoso, pero se debe hacer un trabajo para evitar que se disminuyan los resultados que se obtienen.

El gobierno de Australia ha apostado por una revisión circular de los planes y programas de estudio desde formación inicial hasta educación superior, la incorporación de conceptos de ciencia desde temprana formación busca en todo momento que exista una familiarización de los temas entorno a la ciencia desde temprana formación, los alumnos desde la educación primaria estarán en contacto con conceptos como materia y energía. El diseño de estos planes parte de un análisis que se llevó a cabo en el año 2008 en donde se reconocía que existía un déficit en el interés de los alumnos por estudiar ciencia, Venville (2008) analizó el desinterés de los alumnos por estudiar ciencias en el oeste de Australia, consideró que de continuar

disminuyendo el número de estudiantes que ingresaban a las escuelas de ciencia, el resultado sería una afectación a los avances científicos y tecnológicos del país. Si nos basamos en los resultados de la prueba PISA. Como ya se ha mencionado, los alumnos australianos siempre han obtenido resultados por encima de la media de los países miembros de la OCDE, no obstante, en la última aplicación el resultado fue el menor de las cuatro aplicaciones, aunque se mantiene todavía por encima de la media. El proyecto australiano intenta que los alumnos no solo se familiaricen con las ciencias, sino que vean en la química un área de oportunidad, y que reconozcan que más allá de generar problemas ambientales tal como se le asocia en otros países puede representar la solución a situaciones ambientales y desarrollar el sector económico a través de la investigación y de la innovación en el área.

Gilmanshina et al. (2016) trabajaron entorno al desarrollo de nuevos ambientes de trabajo en la escuela rusa, estos ambientes aportaban a profesores de un mayor número de herramientas en tanto que a los estudiantes los adentraría a nuevos contextos que les permitan estudiar y comprender la química de mejor manera. En este trabajo se pone como centro de discusión la necesidad que se tiene de incorporar a los recursos informáticos dentro de la enseñanza de la química como una parte medular para que los aprendizajes sean aprovechados de mejor forma, lo anterior pudiera garantizar la integración de una multidimensionalidad dentro de este campo del conocimiento. Una vez más nos encontramos en un contexto nacional (en esta ocasión de un país europeo) el cual analiza la problemática de enseñar química a partir de la necesidad de incorporar nuevas herramientas, en particular habla de la trascendencia que es la inclusión de ambientes informáticos. El estudio arrojó como resultado la relación entre el éxito del desarrollo de ambientes informáticos para enseñar química con los conocimientos y capacidades que el docente tiene para poder desarrollar estas nuevas herramientas, puesto que el uso de modelos virtuales y simulaciones puede bien favorecer la comprensión de determinados temas y también debe ocuparse como herramientas complementarias de las explicaciones que los expertos en el área realicen en torno a lo que se desea que los alumnos aprendan. Al mismo tiempo es importante que los docentes tomen en cuenta las diferencias de deducción e inducción con la que cada estudiante estará trabajando.

El estudio realizado en Rusia bien podría complementarse con lo que se ha trabajado en Uruguay, los ambientes virtuales se presentan como una opción para trabajar en el salón de

clases los tópicos de química, ahora bien es importante cuestionar si esta herramienta aporta de verdad al trabajo didáctico-pedagógico dentro del salón de clases, además de esto nos podemos enfrentar al problema de la capacitación, en un primer momento estaríamos hablando de la necesidad de capacitar a los docentes en aspectos didácticos (aquellos de formación netamente disciplinar) o en una especialización (aquellos con formación pedagógica) sumado a lo anterior será necesario capacitar de manera continua a los docentes en temas que conciernan al uso de herramientas informáticas, el manejo de las mismas e incluso el diseño de nuevas estrategias tomando como eje los ambientes informáticos, el éxito de estos. De acuerdo con el propio Gilmanshina se puede asociar a la capacidad y conocimiento de estos maestros, pero por supuesto no es lo único que pueda determinar el éxito de estos ambientes, la capacidad y conocimiento del alumno también juega un papel importante, de igual forma el hecho de que los alumnos tengan acceso a computadoras, tabletas e internet, determinará en gran medida el éxito de la implementación de este tipo de estrategias.

Bortik et al. (2017) analizaron los efectos de un laboratorio virtual para la asignatura de química analítica en estudiantes universitarios, el estudio se efectuó con 50 estudiantes en la *Ural State University of Economy Yekaterimburg* Rusia, de acuerdo con los autores, implementar una estrategia virtual resulta benéfica en un primer momento dado que los alumnos ingresan al trabajo de laboratorio presencial conociendo los fundamentos de dicha práctica, consideran también que el uso de softwares y herramientas virtuales pueden ser adecuados con buenos resultados a la educación terciaria, de igual forma concluyen que el uso de un laboratorio virtual contribuyen a la apreciación social de la química pero en todo momento aseguran que se trata de una estrategia complementaria que en ningún momento sustituye al laboratorio presencial.

Suay-Matallana y Bertomeu (2017) trabajaron la importancia de enseñar la historia de la química, en instituciones de Portugal, el hecho de aprender el contacto social, político y económico de la química, responde a una necesidad que otros países (Colombia por ejemplo) ya han colocado en el centro del debate respecto a que el estudiante debe conocer el impacto de la química no únicamente contemplado desde el punto de vista científico sino con su interacción respecto a otros campos y áreas del conocimiento. En el artículo se hace mención

sobre el contexto europeo respecto a cómo se ha enseñado la historia de la química, es importante hacer mención que la incorporación de la enseñanza de esta parte de la química en la educación europea se llevó a cabo a partir de la creación del área Europea de Educación Superior, es decir desde la conformación del proyecto Bolonia, no obstante son alumnos desde educación media superior hasta posgrado los que han demostrado tener interés particular en esta parte de la química, incluso en Europa misma los programas de doctorado y de posdoctorado se ocupan de especializar a los estudiantes respecto al estudio del avance histórico y desarrollo de la química, si tomamos en cuenta que en América Latina aún se discute la importancia de incorporar a las estructuras curriculares la revisión del contexto histórico de la química nos encontraremos ante un escenario que distingue la forma en la que se enseña la química en Latinoamérica y en Europa, no se trata desde luego de la única diferencia pero es claro que es un aspecto que se podría trabajar, y aun cuando se lograra incorporar en los programas de nuestro continente, deberíamos esperar al momento de la aplicación de las evaluaciones estandarizadas para comparar si esto tiene o no impacto en los resultados que los estudiantes obtienen en dichas pruebas.

Lo que si podemos destacar es que el trabajo que se hace a partir del análisis en Portugal, los autores confirman que las instituciones de otros países han reportado un incremento en el interés de los alumnos sobre el estudio de la historia de la química, como ejemplo de esto citan a República Checa, Serbia, Italia y Rusia, aunque de acuerdo con los autores uno de los casos que presenta un mayor incremento en el interés por el estudio de ésta área se ha dado en la Universidad de Ámsterdam cuyo curso de “alquímica” en uno de sus programas de maestría ha experimentado un aumento en su matrícula.

Ahora bien, el incremento de la matrícula no puede ser el único factor que nos indique si en realidad existe un interés por parte de estudiantes de distintos niveles educativos por aprender historia de la química, es necesario contar con medios de divulgación y de información en torno al tema, a la fecha son pocas las revistas que se especializan en esta parte, todas ellas provienen de países europeos (Suay-Matallana y Bertomeu 2017) por esta razón es que las personas interesadas en este tipo de temas optan por publicar en revistas sobre enseñanza de las ciencias las cuales existen en todo el planeta.

En el Estado de Israel, Eidelmann y Schwartz (2016) trabajaron en torno a un salón virtual de química para poder enseñar la asignatura a estudiantes que no pueden asistir de manera regular a clases presenciales, de acuerdo con los autores el éxito de la estrategia se debe en gran parte al trabajo en torno a la motivación que el docente es capaz desarrollar en sus alumnos. El estudio es un análisis comparativo entre un grupo control y un grupo donde se aplicaron las herramientas virtuales, el avance de los grupos en torno a los temas del curso tienen una serie de condicionantes, por un lado el grupo donde se implementaron las herramientas virtuales se encontraba condicionado por las habilidades de los alumnos y el conocimiento en torno a temas informáticos, el grupo control (aquel donde no implementaron las herramientas) el éxito dependía de la atención que los estudiantes prestaron a los profesores. Se concluyó que el grupo de intervención tuvo mejores resultados académicos pese a que ambos grupos lograron cubrir el total de programa de estudios. Proyectaron un mayor número de estudio de intervención buscando como incrementar los buenos resultados tanto académicos como de comprensión en estudiantes en sistema semipresencial y presencial.

4.7 PISA

En todos los casos que hemos mencionado, se llega a la conclusión de una serie de déficit en la enseñanza de la química, prácticamente en todo momento se hace mención de la importancia de generar una revisión curricular a fondo, la cual no debería estar únicamente enfocada a la reestructura de planes y programas de estudio desde el enfoque de agregar o restar horas de teoría y de laboratorio a las asignaturas, sino de generar en estas materia una orientación real que impacte en el perfil de egreso de los alumnos de cada uno de los niveles educativos. Si establecemos una comparación entre los países latinoamericanos miembros de la OCDE a partir de los resultados que han obtenido en PISA en el área de ciencias, encontraremos que todos los países de Latinoamérica se encuentran por debajo del promedio de la OCDE, algunos se encuentran muy cercanos, Tabla 4.3.

País	2006	2009	2012	2015
Promedio OCDE	500	501	500	493
CABA (Argentina)			425	475
Chile	438	448	445	447
Uruguay	428	427	416	435
Costa Rica		431	429	420
Colombia	338	402	399	416
México	410	416	415	416
Brasil	390	405	402	401
Perú		369	373	397
República Dominicana				332
Argentina	391	401	406	

Tabla 4.3. Resultados en el área de Ciencias en la Prueba PISA de los países Latinoamericanos. Fuente: Informe Nacional de Resultados Colombia, PISA 2016.

Es notorio que falta aún trabajo por hacer en los países de Latinoamérica para alcanzar el nivel óptimo respecto a comprensión de las ciencias, países como Colombia han experimentado una mejora respecto a los resultados que obtienen en la prueba, por otra parte es de llamar la atención los resultados que obtiene Chile, si bien se encuentran por debajo de la media, el puntaje faltante para llegar a dicho valor medio es corto, podríamos esperar que en futuras ediciones, los estudiantes chilenos alcancen el valor medio que reporta la OCDE por aplicación, se hace mención de que es importante el dato de Chile dado que en el análisis que se ha hecho uno de los factores que comentan como área de oportunidad es la formación disciplinar de sus profesores, de concretar esta parte podrían estar asegurando incrementar su desempeño que de inicio podríamos decir ha sido simplemente “bueno” hasta la fecha.

Ahora bien, es importante destacar el comportamiento que tienen los estudiantes mexicanos ha sido prácticamente igual desde el año 2006, mientras que Argentina, Chile e incluso Perú han mejorado sus puntajes en valores superiores a unidades de puntuación, esto puede

deberse a que en México se continúa viendo a la evaluación como un proceso de crítica, más no de análisis y mucho menos de retroalimentación.

La problemática de la enseñanza de la química en América Latina parece tener una serie de aristas, por un lado el rechazo que tienen los estudiantes para estudiar una carrera asociada a las ciencias, esto derivado en un primer momento a que lo asocia al estudio y análisis de procesos matemáticos y en un segundo momento porque no consideran que sea un área en donde puedan desarrollarse económicamente y finalmente por la creencia de que todo aquello asociado a la química tiene que ver con daño ambiental y con sustancias tóxicas, aunado a lo anterior debemos señalar la diferencia de perfiles de los profesores, mientras que en Chile no existe profesionalización de los maestros del área en los niveles básico y medio superior, Colombia y México favorecen que sean docentes formados en el área y que adquieren a través de cursos y diplomados o posgrados las habilidades didáctico pedagógicas.

Conclusión.

La percepción global sobre la enseñanza de la química parece ser la misma, por un lado se reconoce la importancia de enseñar desde temprana formación los conceptos básicos de química, así mismo se comenta que se debe llevar a cabo una revisión curricular de fondo de todos los niveles educativos para poder incorporar los temas de química (y en general de ciencia) a los alumnos desde la educación primaria, esto busca mitigar la visión que se tiene en torno al trabajo de la química asociándola a los actuales problemas de contaminación y al desarrollo de enfermedades que afectan a la población mundial. Colocar tópicos de química desde la formación inicial también busca que se comprenda la importancia social y económica que ha tenido a lo largo de la historia el desarrollo de la industria química, colocarla al centro del debate como una opción de carrera para los jóvenes de bachillerato (o equivalente). La diferencia entre los resultados en el área de ciencias en la prueba PISA de los países de Latinoamérica y los países cuyos puntajes están por encima de la media de la OCDE los podemos asociar en un primer momento a que se enseña desde pequeños a los alumnos la importancia de la ciencia además de ello, los países con mejores resultados han incorporado el uso de herramientas virtuales y plataformas como parte curricular en clase de química de distintos niveles tanto en cursos teóricos como prácticos, esto desmitifica la idea de que no es posible construir programas académicos de química en un formato semipresencial.

América Latina se encuentra hoy ante un panorama de oportunidades, el trabajo que cada uno de los países pueda realizar en torno a los programas de estudio desde la educación inicial a través de la incorporación de temas de química y la importancia que los estudiantes le den a los mismos representa uno de los principales retos de la educación en esta área. Es importante hacer notar las coincidencias que existen de país en país, la diversidad de culturas y de contextos que encontramos a lo largo del continente americano nos podría dar pie a pensar que no existieran estas condiciones ahora bien además del camino curricular que se proponen hacer a los planes y programas de estudio entorno a la ciencias está la importancia de la transversalidad no únicamente hacia la física o las matemáticas, son también a otras áreas como la historia, la economía o incluso la biología aprovechando precisamente la biodiversidad de la región. El trabajo de Brasil en torno a cómo se debe enseñar química en la formación para los adultos, representa un caso de estudio en el resto de los sistemas, México por ejemplo cuenta con el Instituto Nacional para la Educación de los Adultos (INEA) este instituto cuenta con una sólida estructura curricular además de contar con materiales y libros apropiados para la edad, de alguna forma los sistemas educativos de Latinoamérica podrían explorar el éxito del trabajo en México y Brasil, ahora bien en todos los casos de los países estudiados deberá reforzarse la concepción positiva que pueden tener los alumnos desde los niveles básico, hasta el superior e incluso aquellos adultos que continúen su formación académica, en torno a los beneficios que tiene la química, no se trata de centrar el problema del déficit de estudiantes del área únicamente en la preconcepción que estos pueden llegar a tener de la química, pero sin duda alguna si es una de las razones que se deben atacar, en una sociedad que consume una serie de productos de uso diario que son fabricados partir de procesos industriales que en menor o mayor medida tiene que ver con la química, cuestionar los posibles daos a la salud resulta no solo inminente sino necesario, pero por otra parte también es necesario apuntar la mejora a la calidad de vida que se ha alcanzado a partir del desarrollo de nuevos materiales, medicamentos e incluso alimentos, no es posible que se continúe asociando al consumo de productos todos los daños que se causan a la salud obviando que la actividad física también es uno de los principales problemas de la sociedad actual, en este punto es donde podemos mencionar que el trabajo de las reformas mexicanas los planes y programas de estudio de nivel básico y medio superior han contribuido desde el desarrollo de los proyectos en secundaria hasta proponer que practicar

estilos de vida saludable sea una de las competencias que necesariamente desarrollará el estudiante al culminar su educación media superior.

Finalmente debemos reconocer como la otra gran área de oportunidad la incorporación de ambientes virtuales, pese a que en Uruguay no se considere una innovación real el empleo de este tipo de herramientas, la verdad es que en toda Latinoamérica (a diferencia de lo que sucede en Canadá y en el resto del mundo) no se da un peso específico real a dichas herramientas esto puede ser asociado a que en esta latitud aún no se reconoce al trabajo virtual como un medio importante para estudiar y enseñar química (y prácticamente ninguna asignatura de ciencia).

Los países europeos han trabajado la reestructuración curricular y además estudian la importancia del uso de plataformas y herramientas web en cursos regulares de química de educación básica hasta superior, los resultados de cómo aprenden sus alumnos son evidentes respecto a lo que se obtiene en la prueba PISA, donde incluso aquellos países de Europa con resultados por debajo de la media de la OCDE, tiene resultados mayores que los países de Latinoamérica, es cierto que hay factores como la densidad poblacional que también pueden jugar un papel importante, no obstante la problemática del déficit de estudiantes de ciencia parece ser un problema global que preocupa de igual forma a Costa Rica, a Australia y a Francia, puesto que se sabe que el desarrollo industrial pasará por manos de las personas que se dediquen al estudio de la ciencia y la tecnología, quizá por eso es de llamar la atención que los propios gobiernos no apuesten en mayor medida a la educación científica de la población.

El trabajo de enseñar química en los países de Latinoamérica requiere tanta atención como la puede tener el razonamiento matemático, verbal o incluso la alfabetización, en una sociedad que construye comunidades del conocimiento a través del uso de la información que se encuentra disponible en la web, instruir a los estudiantes en temas de química y de ciencia en general les permitirá en una primera etapa discriminar la información verdaderamente útil que se encuentra a la mano en la red en un segundo momento serán capaces de analizar la importancia histórica y social de la química para finalmente entender cuánto ha contribuido al desarrollo económico de un país y una región, en la medida que sea posible un cambio curricular, un cambio de orientación y un cambio de percepción, los

sistema educativos podrán dejar de preocuparse por el bajo interés de los alumnos por estudiar química en pro del aumento del desarrollo científico y tecnológico del país.

CAPÍTULO V

TEORÍA

Introducción

En una visión netamente general, podemos asociar el concepto de currículo a los contenidos temáticos que conforman un plan de estudios, sin embargo hablar de currículo no es únicamente hablar de número de materias y créditos, sino también de las bases didácticas y pedagógicas que sustentarán a la ruta curricular, así como del contexto dentro de la institución que ofrece el plan de estudios, pero tomando siempre en cuenta las necesidades del campo de inserción de los futuros egresados del programa en cuestión. La revisión y actualización de los programas de estudio se fundamenta en la necesidad que tiene dicho campo de profesionistas expertos en una determinada área del conocimiento, al margen de ello, contar con programas actualizados es un requisito por parte de organismos acreditadores los cuales hacen constar que las instituciones educativas cuentan con un mínimo de factores denominados de “calidad” uno de los principales se asocia al diseño y actualización del currículo.

Proponer los cambios y adecuaciones de los programas y planes de estudio es sin lugar a duda una de las preocupaciones centrales de toda institución educativa sin embargo y pese a que desde la década de los 70 se vienen trabajando teorías y modelos en torno a cómo construir un currículo, los mismos cambios sociales demandan día a día un acercamiento de las instituciones hacia la realidad que se vive en la sociedad, esta sociedad que se encuentra inmersa en el uso cotidiano de tecnologías de la información con la que las personas buscan información y se comunican, es momento para que en general los programas educativos consideren el uso de este tipo de tecnologías, no como una herramienta, sino como una parte más en el diseño y adecuación de los nuevos planes y programas de asignatura.

La consumación del currículo está íntimamente ligada al enfoque de enseñanza que se pretenda incorporar, en el mejor de los casos podemos decir que el éxito de los cambios curriculares, dependerán de una correcta implementación de este enfoque.

5.1 Constructivismo

El constructivismo sostiene que las personas son responsables de construir lo que aprenden, de acuerdo con Bruning (2004) un sujeto es capaz de crear sus propios aprendizajes sin importar el cómo se le enseñe, aunque es cierto que las estrategias que los formadores ocupen pueden ser de vital importancia en este proceso. Harlou, Cuning y Aberosuti (2000) consideran que no se debería tratar al constructivismo como una teoría, sino como una explicación filosófica sobre cómo aprender, esta opinión se basa en el hecho de que no se trata únicamente de analizar el cómo está aprendiendo el sujeto sino de revisar aquellas ideas y percepciones que pudieran llevarlo a dominar un determinado tópico.

En una visión tradicional, el alumno que no entiende un tema en particular es debido a su falta de responsabilidad, ausencia de compromiso o incluso de una limitada capacidad para hacerlo, desde la perspectiva constructivista, el aprendizaje refiere problemas mucho más complejos.

Ortiz Granja (2015) considera que cualquier persona que funja como docente debe tener una posición teórica respecto a la forma en la que se debe de enseñar, para el caso de aquellos que tiene una formación dentro del constructivismo, es necesario revisar puntualmente cada uno de los siguientes aspectos:

1. Los objetivos de aprendizaje: El aprendizaje como tal está supeditado a las condiciones que se encuentran rodeando al estudiante, esta parte no solo se refiere a si un aula cuenta con las mejores condiciones para que los estudiantes puedan tomar una clase determinada, sino también a las relaciones que pueden existir entre los estudiantes, si estas relaciones son sanas, los alumnos tenderán a aprender en un ambiente propicio, la relación con el docente también es de suma importancia, aquellos docentes que consideren que lo que se enseña en su salón de clases solo es verdad si lo expresa el propio profesor optarán por centrar su proceso de enseñanza en medios pasivos sin importarle realmente si el alumnado trasciende de la memorización al aprendizaje.
2. Los Contenidos. No se pueden plantear contenidos que no estén alineados a los objetivos, los contenidos son la razón de ser dentro de la formación profesional, un

estudiante busca a través de la revisión de contenidos conocer nuevos conceptos y aprenderlos, en un primer momento el docente es responsable de comunicar a los alumnos los contenidos, no obstante desde la perspectiva constructivista el docente no debe definir como el actor principal del proceso, la secuencia, cantidad y duración con la que se abordarán los contenidos son de suma importancia para lograr alcanzar los objetivos que como ya se ha mencionado están íntimamente ligados, toda vez que los objetivos y los contenidos van de la mano, es posible pasar a la tercera etapa la cual tiene que ver con la metodología que se pondrá en práctica en el aula.

3. La Metodología: Impartir una clase implica más allá de un discurso que se brinde a un grupo de estudiantes, la metodología con la que se debe desarrollar tiene que tomar en cuenta situaciones como el hecho de que todos los estudiantes aprenden de diferentes formas, evidentemente no es posible individualizar la enseñanza, particularmente en grupo con un número elevado de alumnos, no obstante, lo anterior es posible que la metodología combine diferentes formas de explicar. La participación activa de los alumnos suele favorecer sus aprendizajes siempre y cuando se tenga en consideración el contexto y el nivel de los aprendizajes previos, un error común suele ser la suposición de los conceptos y niveles de dominio con los que un estudiante debe llegar a tal o cual curso, pero el docente no puede basarse únicamente en una suposición debe tener la certeza de aquello que el estudiante sabe para eso un examen diagnóstico suele ser una herramienta importante.
4. Las Técnicas: Son parte de la metodología, se trata de todas las herramientas de las que un docente puede hacer para el proceso formativo (Lamanta y Domínguez 2003), trabajar con actividades en equipo o de forma individual está en función de la metodología y de las necesidades que cada uno de los grupo presenta, cierto es que el docente puede prever determinadas situaciones con base a los niveles de dificultad de los temas y obviamente derivado de la experiencia del mismo en la impartición de tal o cual curso.
5. La Evaluación. Por alguna razón el concepto de evaluación se asocia con la aplicación de un examen, si bien es cierto que los exámenes permiten una retroalimentación lineal entre alumno y docente, no deben ser la única forma de evaluar, el aprendizaje se construye en el día a día en aula, en la resolución de tareas y en la realización de

prácticas en talleres o laboratorios. Medir el aprendizaje de los alumnos a través de la asignación de una nota puede no ser justo cuando no se consideran las condiciones de los alumnos, su contexto y sus oportunidades para desarrollar tal o cual actividad, este tipo de situaciones deben preverse desde la metodología y desde la selección de actividades a realizarse.

5.2 Constructivismo de Ausubel

Ausubel considera que el aprendizaje por descubrimiento es fundamental en la formación del estudiante, el sujeto por sí mismo es capaz de aprender conceptos a través de este proceso, contrario a la concepción tradicional en donde el aprendizaje por recepción es lo único válido (García, 2016)

Es cierto que durante mucho tiempo la enseñanza por exposición ha tenido un peso determinante en los diferentes niveles educativos, la cátedra magistral coloca en el centro del conocimiento al profesor que imparte una determinada asignatura en tanto que el alumno se convierte únicamente en el receptor de las ideas, conceptos e incluso teorías que el experto (docente) expone a manera de conferencia en un salón de clases. Para Ausubel el aprendizaje por descubrimiento tiene la misma importancia que el aprendizaje por recepción en un salón de clases, en su postulado hace una clara diferencia entre enseñanza y aprendizaje (Díaz Barriga y Hernández 2002) definido al primero como un proceso “significativo”

El aprendizaje significativo es un proceso activo y personal que consiste en la unión de pensamientos expresados simbólicamente con conocimientos previos del sujeto (Ausubel et al en Delgado, Arrieta y Camacho, 2012), esto quiere decir que todas las ideas que un sujeto tiene sobre un tema en cuestión puede aportar para su aprendizaje, claro está que las nociones erróneas que una persona tenga en torno a un tema en particular, pueden contribuir a que su conocimiento en torno al mismo sea incorrecto. Además del aprendizaje significativo, la propuesta de Ausubel contiene otros conceptos que se consideran centrales de la misma estos son:

- a) Fuerza de disociación: Cuando una persona conoce un tema en particular, pero su idea es errónea, esta puede ser discriminada a través del aprendizaje de una idea nueva

o de la explicación pertinente de la misma. Ese punto de discriminación entre ambos conceptos es lo que se denomina fuerza de disociación.

- b) Umbral de disponibilidad: Se considera como la fuerza de disociación mínima a través de la cual un estudiante puede recordar una idea o concreto de manera significativa. La forma en la que un estudiante tiene acceso a un tema en cuestión será determinante para que lo recuerde.
- c) Reestructuración. Tiene que ver con la forma en la que una persona reordena sus conocimientos previos en función de las ideas y saberes nuevos que adquiere.
- d) Déficit acumulativo. Este concepto se refiere a aquellas ideas que, de no ser aprendidas en la etapa correcta, generan errores cognitivos en los estudiantes, estos errores comienzan a “acumularse” en los alumnos lo que a la postre generará en ellos una serie de errores conceptuales los cuales pueden ser parcial o totalmente responsables de errores y fracasos en la comprensión de diferentes temas. Es común que los docentes busquen la solución a los errores conceptuales de sus estudiantes en los cursos anteriores, responsabilizándolos de no dominar tal o cual tema, sin embargo, esto no puede recaer únicamente en el alumno por no “querer” aprender, ya hemos mencionado que este tipo de problemas pueden deberse a un error en la forma en la que se le ha presentado el concepto y ese mismo error ha generado que todos los conceptos asociados al primero sean equivocados.

García González (2013) consideró que en la teoría de Ausubel lo más importante es el “reforzamiento de la estructura cognitiva” de los estudiantes en el proceso de adquirir información nueva, esto quiere decir que los conceptos nuevos que un sujeto puede aprender no son ideas aisladas sino totalmente integradas. Es posible entonces realizar una analogía con una serie de eslabones, cada concepto que se aprende y se llega a dominar sentará las bases para poder comprender los nuevos temas, en este marco el autor nos indica que para que exista un aprendizaje significativo es necesario que el profesor haga referencia a un contexto entorno a los temas que se van a revisar.

5.2.1. La enseñanza de las ciencias desde la visión de Ausubel

No debe parecernos extraño el interés que para la enseñanza de las ciencias tiene el trabajo de Ausubel, pues la propia experimentación es un punto trascendental en la formación de los estudiantes en esa área del conocimiento, ayuda a reforzar tanto las cátedras como los textos mismos, un estudiante de ciencias no puede comprender del todo un concepto o teoría sino lleva a cabo el proceso experimental, es cierto que en un programa de física, biología o química, experimentación como tal está construida a partir de una visión enteramente positivista dado a que se instruye al estudiantado a cumplir cabalmente con el método científico puesto que de acuerdo a esta visión es el único medio para la creación de conocimiento y conformación de futuras teorías.

No obstante, y por contradictorio que pudiera sonar, es la aplicación del mismo método científico lo que puede llevar al alumno a aprender por descubrimiento tal y como lo plantea Ausubel, es decir, en una práctica de laboratorio se solicita al estudiante realizar una serie de pasos continuos los cuales los llevarán a la obtención de un producto o sustancia, el cual además estará soportado por una serie de cálculos y operaciones matemáticas, si el estudiante lo hace correctamente obtendrá el resultado numérico que el docente planteó desde el mismo momento en que diseñó la práctica de laboratorio, si su resultado es otro desde una visión positivista el alumno estará mal, ya sea por no haber hecho correctamente el procedimiento, haberse distraído durante la realización de la práctica o incluso por no tener los conocimientos teóricos necesarios para llevarla a cabo.

Por otra parte, si nos apegamos a la idea de Ausubel, un alumno podrá desarrollar un aprendizaje independientemente del resultado que obtiene en la realización de la práctica puesto que los errores son inherentes al propio trabajo experimental, resulta mucho más enriquecedor buscar una explicación al resultado de laboratorio que encontró aunque este no sea el esperado por el docente o el que “claramente” debería de haber obtenido, un alumno que es capaz de explicar lo que está observando en el laboratorio independientemente del resultado que el profesor o la propia práctica planteo de inicio, es un estudiante que se ha apropiado de determinados conocimientos esta parte la complementa con el aprendizaje por descubrimiento.

En ningún momento se pretende asegurar que el aprendizaje por exposición es superior al aprendizaje por descubrimiento ni mucho menos, el aprendiz requiere de ambas herramientas para poder aprender, cuando el alumno domina los niveles conceptuales, es capaz de llevarlos a la práctica, la reestructuración que propone Ausubel se logrará en la medida en que el aprendiz vaya alcanzando los diferentes niveles de logro, un alumno que es testigo de cómo se comporta determinada situación en un laboratorio puede comenzar a cuestionar sus bases teóricas y a la vez (incluso de manera inconsciente) reconocer los errores conceptuales que tienen para posteriormente mediante la explicación del fenómeno observado lograr tanto la disociación como la reestructuración

5.3 Constructivismo de Vigotsky

Los postulados de Lev Vigotsky han sido estudiados y aplicados al campo de la educación, lo que se ha buscado es atender a través de las ideas de Vigotsky las diferentes necesidades que los estudiantes de los distintos niveles educativos suelen tener. De acuerdo con Tudge y Scrimsher (2003) el trabajo de Vigotsky asigna una mayor importancia al entorno social.

El análisis desde la perspectiva psicológica resalta el rechazo que hizo de la introspección, los histórico-culturales y los individuales como parte fundamental del desarrollo humano, la idea de las superiores del ser humano tiene su origen en el entorno social. Esa visión pudiera parecer obvia en la actualidad, partimos de la noción de que la escuela puede fungir como el primer acercamiento de un niño a una sociedad, en la escuela los niños desarrollan relaciones con sus pares, establecen lazos fraternales con sus compañeros e incluso identifican a los profesores como figuras de autoridad, se trata pues, de un ejemplo de sociedad, controlada sí, pero en su conjunto aportará al educando condiciones para su aprendizaje.

Las sociedades que representan las escuelas también se rigen por códigos y normas, los valores juegan un papel trascendental en el desarrollo del niño, es posible que en algún momento la aseveración anterior pudiera ser cuestionada, en ese caso podemos hacer referencia a la obra de William Golding “El Señor de las Moscas” donde un grupo de niños integrantes de una academia militar naufragan en una isla, la sociedad controlada de aquella academia donde existe un respeto por las figuras de autoridad y los rangos, se ven afectadas directamente por los acontecimientos que transcurren a lo largo de la novela. Nuevamente

podemos discutir la importancia del medio y del contexto para los seres humanos, cierto es que la obra de Golding debiera ser abordada desde una perspectiva sociológica y psicológica más que por una educativa, sin embargo, ejemplifica a la perfección el cómo se desarrollan las personas en un ambiente determinado.

5.3.1. Zona de Desarrollo Próximo

La Zona de Desarrollo Próximo (ZDP) es probablemente el concepto más conocido de Vigotsky, en palabras simples se refiere al aprendizaje que un estudiante es capaz de obtener en determinadas condiciones, la consecución de la zona, dependerá directamente de la relación que los dos actores del proceso sean capaces de desarrollar, esto quiere decir que si profesor y alumno son capaces de trabajar en conjunto, el éxito del segundo se dará de forma notoria, al decir éxito nos referimos a que se alcanzarán los niveles de dominio que se requerirán, es en esta última parte donde el diseño de actividades y exámenes juegan un papel fundamental.

Cada actividad que se plantea como parte de un tema o de una unidad didáctica debe aportar a la comprensión de los temas, en este sentido el acompañamiento por parte del docente es vital, no podemos pretender que un alumno logre en su totalidad alcanzar la zona de desarrollo próximo si no existe un acompañamiento por parte de los docentes.

Green y Piel (en González y López 2011) mencionan que existen siete tipos de actividades que buscan que los profesores estimulen la zona de desarrollo próximo de sus estudiantes, de acuerdo con estos autores las actividades son las siguientes:

1. Modelar el comportamiento por imitación: Para poder llevar a cabo esta actividad es necesario que el docente les proporcione a los estudiantes imágenes para que a su vez los alumnos recuerden los niveles de ejecución. Si nos referimos al campo de la química esta parte es de vital importancia, el hecho de que un estudiante sea capaz de reconocer la configuración absoluta de un determinado compuesto, dependerá de su capacidad para proyectar el tipo de figura que se construye a partir de una molécula, posteriormente el alumno debería saber la configuración absoluta de la misma, para que pueda comenzar a trabajar este apartado, es necesario que el docente le provea de imágenes que le ayuden al alumno a realizar este ejercicio.

2. Retroalimentación y autocorrección: De nada sirve que un alumno cumpla con entregar actividad alguna, si no recibe una retroalimentación ya sea por parte del docente, por parte de un par o incluso de ambos, la retroalimentación tiene por objeto que los estudiantes sean conscientes de aquellas omisiones o errores que pudieron haber cometido durante el proceso de realización de tal o cual actividad, es el mismo alumno el que deberá desarrollar la habilidad de autocorrección a partir de los comentario y observaciones que le sean indicadas el alumno será capaz de realizar su propias correcciones.
3. Dirección de contingencia aplicando refuerzos positivos y negativos: Es común que se confunda a los refuerzos positivos y negativos como premios y castigos respectivamente, esto se trata de un error, un refuerzo busca dar una solución, si es a corto plazo estaremos hablando de un refuerzo negativo, por ejemplo en una asignatura donde los alumnos presentan tres exámenes, luego de la aplicación del primero un determinado número de estudiantes reprueban el mismo, el profesor entonces les comenta que pueden presentar una “reposición” de ese examen siempre y cuando no reprueben los dos exámenes siguientes, esto es un refuerzo negativo, dado que en ese momento estará atendido solo de forma parcial la reprobación del examen aunque no lo resuelve del todo, los refuerzos negativos y positivos son parte del proceso de aprendizaje dentro de la propuesta constructivista.
4. Instrucción directa para proporcionar claridad en la información transmitida: No debe darse por sentado que los alumnos pueden hacer una actividad por el simple hecho de que se les ha indicado que la realicen, cada una de las actividades debe estar explicada en su totalidad, es decir, el alumno debe conocer el objetivo, los alcances y los pasos que debe seguir para generar la evidencia de aprendizaje que el profesor en cuestión le está requiriendo.
5. Preguntas que requieran respuestas colectivas: El trabajo por pares o de manera grupal puede ayudar en gran medida a la construcción del conocimiento, un ejemplo de esto puede ser la resolución de un caso o la respuesta a un ejercicio planteado en el pizarrón para la cual es necesario que la mayoría de los alumnos fijen una posición.
6. Diseñar tareas estructuradas: Tal como se ha hecho mención, no se trata de que un alumno resuelva un problemario de 100 ejercicios por cumplir únicamente con el

rubro de tareas que todos los docentes suelen solicitarles, si es necesario que un alumno resuelva un problemario de 100 ejercicios esto deberá tener un sustento en función a los contenidos temáticos y a aquellos apartados que se están revisando al momento de solicitar la actividad. La estructura de las tareas y ejercicios deben ser claros para los alumnos, así mismo deberán de indicarle los alcances de estos y cuáles son los temas que ya se han revisado y que serán fortalecidos por el desarrollo de la actividad.

7. Los razonamientos de los estudiantes deben ser explicados por estos para conocer sus estructuras cognitivas y así crear nuevas situaciones de aprendizaje: Cada idea que los estudiantes planteen deberá tener la posibilidad de ser explicada por ellos mismos, de lo contrario los alumnos no serán capaces de encontrar aquellas fallas que pudieran llegar a presentar sobre un concepto.

5.4 Enfoque Sociocultural

El trabajo de Lev Vigotsky y su enfoque sociocultural has sido ampliamente estudiado, es quizá a inicios de este siglo cuando se comenzó a buscar la incorporación de las ideas de Vigotsky en diferentes áreas del conocimiento (Carrera y Mazzarella, 2001) Son diversas las aportaciones del trabajo de este autor, conceptos como “zona de desarrollo próximo” o “andamiaje” son actualmente multirreferenciados en distintos trabajos de investigación en el área educativa.

De acuerdo con Vigotsky los procesos psicológicos se dividen en:

- Elementales: Todos aquellos procesos que el ser humano posee al momento de nacer como por ejemplo el pensamiento.
- Superiores: Son procesos que requieren una actividad mediada por la socialización, estos procesos a su vez se pueden subclasificar en rudimentarios que son aquellos que poseen una organización de carácter general (como el habla) y avanzados que son los que requieren una contextualización de carácter social.

Con base a sus ideas, podemos mencionar la existencia de tres fases básicas para el aprendizaje

- Primera fase: Es en esta fase en donde encontraremos la “Zona de Desarrollo Próximo” concepto acuñado por Vigotsky quien nos propone que los sujetos poseen un desarrollo psicológico en constante evolución, esta zona donde se desarrollará el proceso cognitivo. Basándonos en esta idea, diremos que es en la “zona” en donde la labor del docente (facilitador) es fundamental. Esta parte es de suma importancia, no podemos esperar que el alumno tenga avances de manera espontánea, al contrario muchos de los temas y conceptos que se desarrollan en el aula requieren de una guía y no es posible concebirlos desde una adquisición espontánea, si bien es cierto todas las personas aprendemos en relación con un medio y a la interacción social, existe un sinnúmero de ideas y temas que no se aprenden únicamente por dicha interacción.
- Segunda fase. En esta etapa la escuela tiene un papel preponderante, ya que si consideramos que el aprendizaje refuerza el desarrollo, el proceso enseñanza-aprendizaje como tal se lleva a cabo en la escuela, ahora bien en ningún momento se está mencionado que no puede existir aprendizaje fuera del espacio escolar o del salón de clases, únicamente se está mencionando que la escuela es una parte importante dentro del proceso de internalización de las ideas y de los procesos, esto es de acuerdo a Vigotsky uno de los procesos interpsicológicos
- Tercera fase. Al llegar a la tercera fase es cuando se puede reconocer la actuación de otros participantes dentro del mismo proceso lo que impactará directamente al aprendizaje, es decir, en esta etapa se trata de analizar el cómo la escuela es importante en la integración de los actores sociales, de hecho bajo este enfoque, no sería correcto suponer que las personas aprendan de manera aislada, debemos entender que la enseñanza como tal es un proceso de carácter social en donde todos los sujetos que participan estarán asociados al modo de comprensión y razonamiento de todos y cada uno de los participantes en este proceso.

Al complementarse las tres etapas en la formación de un estudiante podremos considerar que dicho estudiante ha alcanzado tanto el dominio conceptual como el procedimental, podemos entonces decir que se trata de las etapas fundamentales que todo estudiante en los distintos niveles académicos debería de cubrir pero que por diferentes situaciones no se realiza.

5.4.1. Uso de las ideas de Vigotsky en la enseñanza de la Química

Al igual que en todas las áreas del conocimiento, la química no ha sido ajena de la implementación de las ideas y postulados de Vigotsky, Aguiar (2011) trabajó con estudiantes de nivel secundaria (12 a 15 años). Según el autor, la definición que Vigotsky realiza con respecto a los símbolos puede explicar la importancia del uso de los mismo en la enseñanza de la química.

La química es un área del conocimiento que requiere del uso de dichos símbolos, podemos decir que el alumno aprende (de manera parcial) un nuevo idioma, que sigue reglas de escritura y ortografía, sin la cuales estaría cometiendo un error, para Vigotsky un símbolo es un medio del ser humano para su actividad interior. No se trata únicamente de pensar en signos y símbolos que den nombre y sustento matemático a lo que se enseña, sino en un aspecto que identifiquen el trabajo del área. Según Alejandro (en Aguiar, 2011) el laboratorio resulta ser un símbolo, dado que la construcción del conocimiento en este espacio depende de las relaciones sociales que el educando pueda realizar sin las cuales el aprendizaje se verá altamente limitado.

Por su parte Tejada, Villabona y Chicangana (2013) realizaron un análisis sobre la didáctica de la química desde los enfoques de diversos autores, entre ellos el de Vigotsky, luego de hacer esta revisión y reflexionar en cómo ha evolucionado la didáctica de la química a lo largo de los años, se concentraron en proponer una estrategia para enseñar el concepto valencia, concepto fundamental para estudiar química desde el nivel básico hasta el superior y cuya concepción errónea puede ocasionar un sinnúmero de problemas a los estudiantes (Chamizo y Gutiérrez 2004).

Trabajar el concepto de valencia a través de la propuesta de Vigotsky busca afianzar dicho concepto en los estudiantes a través de la construcción de referentes que le permitan apropiarse del concepto, en todo momento la propuesta de los autores busca trascender la memorización de la definición de valencia y se enfoca en buscar distintas estrategias que permitan que los alumnos no solo maneje la definición (que puede encontrarse en cualquier

libro de química desde la educación básica) sino será capaz de usarlo para explicar saberes superiores como por ejemplo el concepto de enlace.

5.5 Currículo.

Existen distintas definiciones de currículo, los autores en general al referirse a este término mencionan que trasciende al diseño de mapas o rutas que los alumnos deberán cubrir para la consecución del grado académico que estén estudiando. Meza (2012) considera que un factor importante que influye en el currículo son los cambios y adecuaciones tecnológicas, dado que estos cambios (cada vez más acelerados) repercuten en un sentido o en otro en la concepción que se tiene del currículum. La idea pues, es que el currículo sea capaz de comunicar por sí solo la idea de los programas de estudio, es decir, más allá de que las propuestas de ruta presenten objetivos y perfiles, el hecho de observar la ruta le deberá proporcionar a la persona interesada en ésta los elementos necesarios para entender a qué se va a enfrentar una vez que comience sus estudios.

En un primer momento crear un currículum parece una tarea fácil, basta el hecho de proponer una serie de materias que aporten al estudiante los conocimientos entorno al área que se está creando, los temas de las asignaturas son propuestos por “comités de expertos” en dichas materias, este expertise puede estar determinado por los años de experiencia del docente en la impartición de dicho curso, o en su defecto porque se han preparado en esa área en concreto, en cualquiera de los casos si nos basáramos únicamente en estos dos factores, los currículos serían trajes a la medida de quienes los van a impartir, es por ello que se debe tomar en cuenta factores como el social, el económico y el laboral. La pertinencia de un programa de estudios, así como sus adecuaciones y actualizaciones, dependerán mucho más de las necesidades que se registren aquellos sitios de inserción de los futuros egresados para el caso de nivel superior, en una estructura ideal, el currículo debería generarse de manera lineal, es decir cada nivel educativo demandaría del nivel previo una serie de conocimientos y actitudes necesarias para concluir la ruta curricular.

5.5.1 Currículo según César Coll

Sobre los componentes del currículo, César Coll (2010), en su libro *Psicología y currículum*, afirma que los componentes son cuatro, cada uno de estos componentes dará sustento a la

estructura que se desea construir en una revisión, una adecuación o incluso en un diseño de currículo que parta desde cero.

- El primer apartado hace referencia al qué enseñar: Es propicio realizar un análisis a profundidad sobre los contenidos que se desean incluir en el nuevo currículo (o en la adecuación de alguno) pero al mismo tiempo se deben ir construyendo cuáles son los objetivos que se pretenden alcanzar desde el currículo hacia afuera y desde cada una de las asignaturas y áreas disciplinares que se desean incorporar.
- El segundo apartado se refiere a cuándo enseñar. La secuencia en un programa de estudios es parcialmente entendible, se debe partir desde los conceptos básicos hasta llegar a los constructos más complejos, es decir debemos procurar trabajar en incrementar los niveles de abstracción de un estudiante en este mismo sentido se debería ordenar la ruta curricular, en este apartado Coll se refiere a cuándo se debe enseñar cada tema.
- El tercer apartado se refiere a cómo enseñar. En esta parte se centra el diseño de las actividades que darán sustento al programa de estudios, el cómo se enseña y cómo se aprende a través de la planeación y presentación de estas actividades, la idea es que dichas actividades y estrategias sean tomadas como base de trabajo en todas las asignaturas que conformen el nuevo plan de estudios.
- El cuarto apartado se refiere al qué y cómo evaluar. Las actividades ya se encuentran propuestas y sustentadas, ahora bien, es necesario que se clarifique hasta dónde se pretende evaluar y cuáles son las condiciones y requisitos que se solicitarán para evaluar los aprendizajes en una serie de asignaturas.

De cumplirse con los cuatro factores, se podrá contar con las bases necesarias para comprobar que los alumnos están aprendiendo, el proceso enseñanza-aprendizaje es en su totalidad complejo y no podemos pretender en ningún momento que los alumnos aprenden sin que exista una planeación y sin que se clarifiquen los puntos que se desean evaluar o aquellos con los que el docente considere que se ha logrado el aprendizaje por parte de los estudiantes inscritos en un curso.

Tanto los contenidos como los objetivos deben ser parte del análisis en la revisión curricular, no basta centrar el trabajo sobre qué asignaturas enseñar, cada una de ésta debe contar con

objetivos claros y medibles, de nada sirve exigir a un grupo de estudiantes el cumplimiento de determinadas actividades, si los objetivos y alcances de las materias en cuestión no están claros, estos mismos objetivos de asignatura deben cimentar los objetivos generales del currículo, la formación de estudiantes cualquiera que sea el nivel que se encuentren cursando debe estar sustentada en un diseño curricular que contemple la formación integral del estudiantado.

Una parte importante de la propuesta de César Coll, radica en la intención de cambiar el paradigma de los docentes, es decir busca hacer cambios en la forma en la que los docentes enseñan, no se trata de imponer modelos o teorías sino de que los docentes comprendan que las necesidades de los estudiantes y que los nuevos campos del saber determinan las formas en las que se enseña, si bien es cierto existe una gran cantidad de teorías y en particular de conceptos que no han experimentado cambios, en una sociedad cambiante no debiéramos esperar que en la instituciones de educación se continúe enseñando con técnicas y metodologías de hace 40 años.

Ahora bien, las ideas de Coll pueden resumirse sin ningún problema en su triángulo interactivo (Figura 5.1), de acuerdo con esto tanto los alumnos como los profesores tienen una serie de actividades conjuntas las cuales permiten la consecución de los aprendizajes a través de los procesos de enseñanza, es decir, no basta la cátedra magistral del docente para que el alumno absorba la totalidad de los conceptos, es necesario que exista una corresponsabilidad de ambos para que ello ocurra.

Potencialidad para Crear Entornos

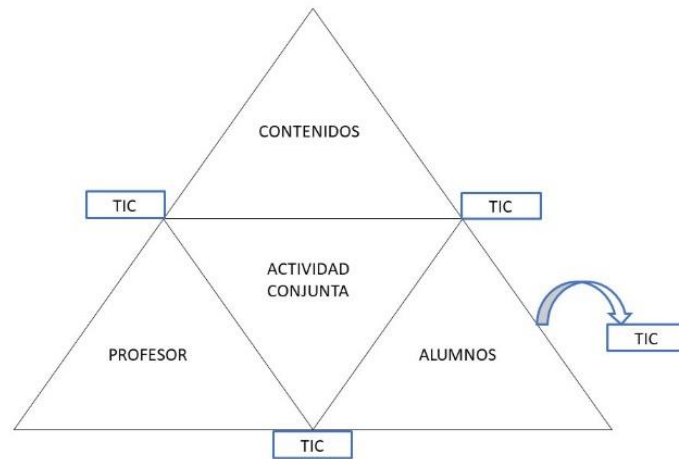


Figura 5.1. Triángulo Interactivo de Coll. Fuente: http://www.researchgate.net/figure/Figura-1-Triangulo-interactivo-de-Cesar-Coll_fig1_304626451

Coll (2010) menciona que los vértices del triángulo estarán determinados por el contenido el cual a su vez está compuesto por la actividad instruccional y el aprendizaje, estas dos condiciones recaen totalmente en el profesor, en tanto que la responsabilidad del aprendizaje en un primer momento recae en el estudiante.

Cuando ambos personajes realizan actividades conjuntas y se acercan a estas responsabilidades, el proceso enseñanza-aprendizaje es mucho más sencillo, si a esto aunamos la incorporación de las tecnologías de la información, podemos entender esta parte como un paso necesario para la construcción tanto de la escuela que se requiere en los albores del siglo XXI como para el diseño curricular que esa “nueva escuela” necesita.

El diseño del currículo basado en la perspectiva de Coll, trasciende la denominada “malla curricular” como el conjunto de materias impartidas por horas (o por créditos según el sistema) que un estudiante debe cursar para obtener un título o un grado, y se centra en los saberes que se le deben aportar al estudiante a lo largo de su trayectoria escolar, en este sentido, es importante recalcar que existen una serie de requisitos en un diseño curricular base (Figura 5.2)

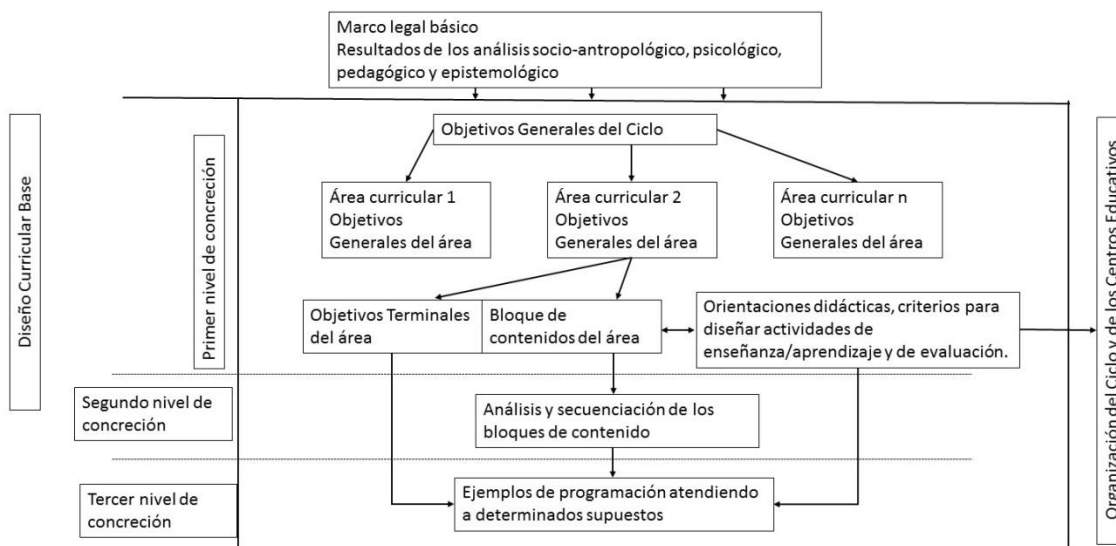


Figura 5.2. Visión de Conjunto de la Estructura del Diseño Curricular. Fuente: Coll, C. (2010) *Psicología Y Currículum*. (pp. 137). México. Paidós.

Debemos resaltar que el currículo se diseñará con base al marco legal que rija a la institución en donde se harán las propuestas de cambio, adecuación o diseño de un programa nuevo, en ningún momento el diseño curricular puede ser visto como una mera opinión, si bien es cierto, los expertos en el área son una parte fundamental de este diseño, se debe ponderar cada uno de los tres niveles de concreción que refiere el autor.

- Primer nivel de concreción. En este nivel se deben ubicar los enunciados de los objetivos generales del curso (ciclo), así mismo se deberán establecer las áreas curriculares junto con los objetivos de cada una de ellas. De acuerdo con Coll (1983) cuando se lograron establecer los objetivos de cada área, se deberán establecer los aprendizajes específicos que se espera puedan ser cubiertos.

En el primer nivel de concreción se desarrollarán los bloques de contenido que no es otra cosa que los saberes que se incorporarán para formar parte de cada una de las áreas curriculares, los contenidos pueden ser subdivididos en:

- a) Conceptos: Se definen como un conjunto de objetos o sucesos con características comunes.
- b) Principios: Son enunciados que describen un cambio conceptual
- c) Procedimientos: Es la serie de pasos ordenados que nos llevarán a la consecución de una meta.

- d) Valores: Los valores serán definidos como normas que regularán un compartimiento en cualquier momento y situación.
- e) Actitudes: Es el comportamiento que toda persona puede tener ante cualquier situación.

La Figura 5.3 presenta un resumen del primer nivel de concreción.

Bloques de contenidos	Objetivos Terminales	Orientaciones Didácticas
A. Hechos conceptos y principios	A. Relativos a hechos, conceptos y principios	Criterios para diseñar actividades enseñanza/aprendizaje
B. Procedimientos	B. Relativos a procedimientos	Criterios para diseñar actividades de evaluación, inicial, formativa y sumativa
C. Valores, normas y actitudes	C. Relativos a valores, normas y actitudes	

Figura 5.3. Estructura Interna del primer nivel de concreción. Fuente: Coll, C. (2010) *Psicología Y Currículum*. (pp. 144). México. Paidós.

- Segundo nivel de concreción: Este nivel se concentrará en establecer las secuencias para los elementos del contenido, de acuerdo con el autor (Coll, 1983) el segundo nivel de concreción se compone de los siguientes pasos:
 - a) Identificar los principales componentes de los bloques de contenido
 - b) Establecer las estructuras del contenido
 - c) Proponer la secuencia de los componentes

Es en este nivel en donde se deberá establecer una relación entre los conceptos y los saberes, los procedimientos y la relación que existe entre ellos (Figura 5.4), en todo momento debe garantizarse que la relación entre los contenidos respete el logro del aprendizaje significativo.

Hechos, conceptos y Principios	Procedimientos	Valores, normas y actitudes
Principales hechos, conceptos y principios implícitos en los bloques de contenido correspondientes del primer nivel de concreción	Principales procedimientos y subprocedimientos implícitos en los bloques de contenido correspondientes del primer nivel de concreción	Principales valores, normas y actitudes implícitos en los bloques de contenido correspondientes del primer nivel de concreción

Figura 5.4. Estructura interna del segundo nivel de concreción. Fuente: Coll, C. (2010) *Psicología Y Currículum*. (pp. 146). México. Paidós

- Tercer nivel de concreción. Toda vez que se han analizado, revisado e implementado los dos niveles anteriores, podemos dar paso al tercer nivel de concreción, el cual en sentido estricto no forma parte del diseño curricular. Este nivel se encargará de “ilustrar” cómo debe ser usado, es el que emite una recomendación entorno a las necesidades de los estudiantes, es decir, el currículo debe estar diseñado con base los requerimientos socioeducativos de la comunidad hacia la cual está dirigido.

5.5.2 Currículo según Taba

De acuerdo con Taba (en Vélez y Terán, 2010) el currículo debe asociar contenido y teoría lo que necesariamente obliga a la relación entre teoría y práctica, nudo fundamental de las carreras y programas de ciencia. A partir de las necesidades del programa de química podemos estructurar una ruta curricular en donde se compaginen la carga horaria de práctica y de teoría dando el mismo peso a ambos campos del conocimiento. Estamos trabajando en un programa educativo de ciencia pura, en donde la aplicación de la misma queda supeditada al trabajo de laboratorio que se les asigna a los mismos estudiantes en su carga horaria. Taba considera cinco pasos para la elaboración de un currículo:

- Diagnóstico de necesidades: En esta etapa se debe analizar cuáles son los requisitos y necesidades que tiene la población a la que impactará la nueva estructura curricular.
- Formulación de objetivos claros. Los conocimientos y habilidades que el alumno desarrollará al finalizar cada unidad y cada asignatura deben estar explícitos en los objetivos que se plantea el programa de estudios.

- Selección de contenidos Es quizá el punto medular de la propuesta curricular, la carga de contenidos tanto teóricos como prácticos que sin lugar a duda engrosan el plan de estudios, la idea no es dar al estudiante un mayor número de contenidos en el menor tiempo posible, sino que el tiempo destinado a cada una de las unidades y a cada una de las materias sirva para que el alumno alcance los objetivos planteados.
- Organización de los contenidos: La forma en la que se presentan dichos contenidos y cómo se estructura la secuencia de las asignaturas, lo que permitirá a la postre construir la planeación por materia.
- Selección de las actividades de aprendizaje: Se refiere a las estrategias que el docente usa por materia para desarrollar los aprendizajes, en esta parte resulta fundamental acompañar la presentación de dichas actividades con la respectiva planeación didáctica.

Para fines de la enseñanza de la química, la propuesta de Taba, aporta elementos en el sentido de que no es posible el aprendizaje sin práctica, en este sentido podemos entender que una ciencia experimental no se puede enseñar si no se cuenta con trabajo en el laboratorio, este es quizá uno de los puntos que más se debiera reforzar en la enseñanza universitaria, el futuro profesional del área de la química debe dominar no únicamente las teorías y conceptos que se enseñan en el salón de clases, sino que debe a partir de estos tener la capacidad de explicar aquellos experimentos y los resultados que de ellos emanen cada vez que se encuentren en una sesión de práctica de laboratorio.

5.2.3 El currículo según Pansza

Margarita Pansza (en Vélez y Terán, 2010) establece una serie de criterios como las principales líneas que se deben seguir para realizar un diseño curricular modular.

1. Unificación docencia investigación: Establece la importancia sobre que el profesor que se encuentra en el aula sea también un investigador en torno a la relación de temas que imparte, pero también en torno a cómo los alumnos aprenden y se desarrollan, ello daría pie a realizar análisis del propio currículo lo que sin lugar a duda enriquecería al propio programa
2. Módulos como unidades autosuficientes. El diseño modular no es algo nuevo, es una propuesta que parte de los años 70's, construir estructuras curriculares modulares

regularán el avance de los alumnos, aquellos estudiantes que cubran los módulos tal y como se diseñen, sin ningún problema, podrán seguir avanzando a lo largo de la ruta, en el caso de aquellos que no tengan un avance “normal” ya sea por reprobado alguna asignatura o por alguna situación no académica que impacte en sus estudios, deberán ser cuidadosos en el cómo cubrir los requisitos de las carreras los módulos en un momento determinado funcionan como filtros de ahí la autosuficiencia para regular el avance de los estudiantes

3. Análisis histórico-crítico de las prácticas profesionales: La pertinencia de las prácticas profesionales dentro de los programas de estudio es innegable, quizá para cualquier persona sea mucho más obvio que un estudiante de medicina o de alguna de las carreras de salud deba realizar un determinado número de horas de prácticas, sin embargo en todos los casos, los estudiantes de un programa educativo de licenciatura o su equivalente, cubren horas de prácticas, el sentido de éstas es incorporarlos al mundo laboral en el que se desempeñarán una vez que terminen sus estudios de licenciatura.
4. Objetos de transformación. En esta parte se concentran aquellos puntos dentro del diseño curricular que generen una innovación o un cambio respecto al diseño anterior. La intención de estos objetivos es enfocar los cambios a mejorar el perfil de los egresados del plan de estudios.
5. Relación teoría-práctica. Los conceptos que se enseñan en los salones de clases deben estar lo más apegado posible a la realidad a la que se enfrentarán los estudiantes, sin embargo, existen muchos temas y teorías para los cuales no existen demostraciones prácticas, ya sea por la complejidad del dicho tema o porque las instituciones no cuentan con los materiales para su realización.
6. Relación escuela-sociedad: Todo lo que se enseña en las aulas debe tener un impacto hacia la sociedad ya sea de manera directa o indirecta, de hecho la función primaria del servicio social es la de regresar a la comunidad a través de un proyecto sobre lo aprendido, todo aquello que la sociedad aporta para la formación de los estudiantes, no obstante no debiera quedarse únicamente en el periodo lectivo asignado al trabajo del servicio social, debe trascender esta parte, pues el egresado si bien obtiene un título universitario pensando en que a partir de su área de expertise pueda generar

ingresos económicos, también puede impactar a la sociedad a través de programas y asociaciones.

7. Fundamentación epistemológica, Ningún programa de estudios se construye solo por voluntades o por decisiones unilaterales, cierto es que la oferta de licenciatura se ha expandido y en ese sentido pareciera sencillo que se copiaran los modelos e incluso los temarios, no obstante, cada uno de los programas de oferta académica de una Institución de Educación Superior debe contar con una sólida fundamentación epistémica apeándose a modelos como por ejemplo el humanista.
8. Carácter interdisciplinario de la enseñanza. No es posible concebir a la enseñanza de algún área en específico como una entidad independiente, es decir, en la actualidad ninguna carrera puede existir sin hacer uso de herramientas y recursos de otras áreas del conocimiento, incluso de aquellas que en un primer análisis parecieran no tener nada que ver (sociología y matemáticas por citar un ejemplo), el acercamiento entre las áreas permite la generación de nuevas líneas de investigación, nuevas asignaturas y carreras.
9. Concepción de aprendizaje y de los objetivos de la enseñanza. Aprender no se reduce únicamente a la memorización y repetición de constructos, situación que se ha repetido históricamente desde temprana formación, cubrir los objetivos de aprendizaje, trata de evidenciar que los alumnos en verdad han aprendido lo que las asignaturas e incluso lo que las unidades de aprendizaje plantean, ese aprendizaje además debe ser replicado por parte del estudiantado en las condiciones que les sean presentadas.
10. Rol de profesores y alumnos. El rol del docente ha comenzado a trascender del conferencista que domina todos y cada uno de los campos y conceptos que se han de revisar a lo largo del curso, así mismo el alumno ha dejado de ser un mero receptor de las ideas de sus profesores, ambos son parte activa de lo que sucede en el aula, el protagonismo deja de centrarse en el docente, en este sentido el diseño de las nuevas rutas curriculares debe contemplar el cómo se desarrolla esta interacción entre ambos actores, en beneficio siempre de los aprendizajes de los estudiantes

De manera general, la propuesta de Pansza, establece la construcción de programas curriculares modulares, en donde los alumnos irán avanzando al cubrir los contenidos

temáticos de dicho módulo, otro aspecto a destacar y que impacta directamente en carreras del área de las Ciencias Naturales, en la íntima relación que la autora propone debe existir entre la teoría y la práctica, no es posible esperar que un alumno se forme dentro de alguna de las ciencias experimentales sin que su programa académico cuente con una importante número de horas de práctica.

5.5.4 El Currículo según Tyler

La propuesta curricular de Tyler propone la adaptación del modelo educativo a los fines y necesidades del grupo con el que se esté trabajando, de acuerdo con Toaquiza (2015) la idea de Tyler es verificar a partir de la evolución que los objetivos realmente se hayan cumplido. Pareciera que esta parte es vital en cualquier proceso de evaluación y bajo cualquiera de los modelos que se apliquen, no obstante la aportación de Tyler es que los mismos instrumentos deben irse adecuando y adaptando a las necesidades de los grupos, por tal razón un mismo docente que trabaje contenidos idénticos de asignatura en dos grupos puede utilizar instrumentos distintos para cubrir temáticas comunes, esto es debido a que las necesidades y requerimientos de cada uno de los salones atendidos pueden ser distintas.

Desarrollado después de la segunda guerra mundial (Vélez y Delgado, 2010) se presenta como una buena opción para encarar las necesidades de los programas educativos cualquiera que sea la institución en la que se estén proponiendo modificaciones o adecuaciones. El diseño de la propuesta de Tyler se fundamenta en cuatro preguntas claves.

- ¿Qué fines desea alcanzar la escuela? Claro está que podemos analizar los fines de la escuela en el sentido de que el alumno adquiera los conocimientos mínimos que le permitan obtener un grado o el documento que acredite que puede desempeñar un área técnica o profesional, no obstante esta idea tiene mucha mayor profundidad, se asocia también a la propia filosofía de la institución educativa donde se trabaja, si se realiza un enfoque crítico, humanista o en su defecto aquellas escuelas de corte religioso cómo relacionan la enseñanza de sus ideas y postulados en el marco de formación de los estudiantes.
- ¿Cuáles experiencias educativas ofrecen una mayor posibilidad de alcanzar estos fines? Sería muy sencillo centralizar el trabajo de la educación en las escuelas tal y como se ha descrito en el primer apartado, no obstante si las instituciones desean que

los estudiantes y futuros egresados incorporen en su vida las ideas de los postulados en los que se sustenta el modelo educativo de dicha institución, es necesario que estas mismas instituciones desarrollen desde actividades, herramientas y tal y como dice la pregunta, experiencias que permitan a los estudiantes alcanzar los logros escolares e incorporar dichas filosofías como parte de su vida escolar y personal.

- ¿Cómo se pueden organizar de manera eficaz esas experiencias? La planeación es vital no solamente en el desarrollo de un curso o de una clase, desde que inicien los ciclos, la propuesta de Tyler también será determinante en la planeación, más allá de que cada grupo deba adecuarse entre generaciones y grados pueden compartir actividades pero otras deben ser específicas de años y grados escolares, esto se puede construir en función a las necesidades y a los requerimientos de desarrollo de cada uno de los grupos que se encuentren inscritos en una institución educativa
- ¿Cómo podemos comprobar si se han alcanzado los objetivos propuestos? Las evidencias escritas y visuales son sin lugar a duda la primera herramienta que nos lleva a concluir si los objetivos o no se han cumplido, el examen es una herramienta más, en la idea de Tyler no se menciona que los exámenes estén de más ni tampoco hace referencia a un peso específico, en el contexto actual, podemos decir que el examen funcionaría como una evidencia más del logro de objetivos.

Además de estas cuatro preguntas, Vélez y Delgado (2010) describieron la conformación del modelo de Tyler a través de 7 etapas:

- Estudio de los propios educandos como fuente de objetivos educacionales: En esta parte se pretende determinar todos aquellos cambios de conducta que a través del trabajo e instrucciones de la escuela aunada a la ética, valores y filosofía de la institución se pretende modificar en los estudiantes.
- Realizar un estudio de vida contemporáneo de la escuela: El contexto y las necesidades a los que se enfrenta el estudiante que se está formando y aquellas situaciones a las que se enfrentarán una vez que haya terminado su plan de estudios.
- Intervención de especialistas: Quizá esta sea una de las partes más dedicados dentro de la implementación del modelo de Tyler, la búsqueda de especialistas en

un campo de terminado para incorporar sus experiencias y saberes como parte del currículo es un asunto de suma importancia, no se trata únicamente de convocar a egresados sino de auténticos expertos en los temas que cubrirá dicho plan de estudio debe existir disposición de los externos y de los maestros de base a escuchar inquietudes y retratar la importancia de la experiencia, para que una vez que se finalice el encuentro, puede quedar de manifiesto en los cambios y adecuaciones, todas aquellas observaciones que se han realizado.

- Filosofía de los objetivos. La idea de colocar un número elevado de objetivos es de entrada un error de acuerdo con la visión de Tyler, no se trata de la cantidad de objetivos que se coloquen en un plan de estudios, sino se trata de objetivos que sean alcanzables y sobre todo demostrables,
- Selección y orientación de las actividades. La participación del docente (o en su defecto del tutor) en esta etapa es vital, es en este punto donde se concentrará todo lo asociado a la planeación de actividades para los cursos, pero además de ello los objetivos deben estar completamente alineados a la filosofía con la que la escuela (institución) trabaje.
- Organización de las actividades para un aprendizaje efectivo. La organización de las actividades no únicamente tiene que ver con las horas destinadas a la realización de una actividad o con el momento en que cada una de las actividades previstas se implementará en los grupos, también tiene que ver con la relación que existe entre materias que se cursan en un mismo periodo (bloque o semestre) esta misma organización, debe dar pie a que las actividades que se desarrollen tengan una secuencia lógica dentro del tema en el que se realicen y entre cada uno de los temas con los que trabaja un docente en una asignatura específica. La idea de Tyler es que no deben existir actividades aisladas, la razón de cada una de estas al finalizar un ciclo debe estar compartida y aterrizada hacia los objetivos.
- Evaluar la eficacia de las actividades de aprendizaje. Es necesario establecer criterios de evaluación, no solo se trata de declarar si un alumno aprueba o no una asignatura determinada, se trata de evidenciar realmente a través de la construcción de un proyecto, la resolución de problemas, la idea en esta etapa es que se demuestre que los objetivos se han alcanzado

Existen dos posturas claras en torno a la vigencia de la propuesta de Tyler, por un lado, se considera que en su momento fue una teoría revolucionaria que cambió en el paradigma educativo, pero al paso del tiempo han mostrado sus debilidades e incluso incoherencias (Toaquiza 2015), por otra parte, hay posturas que consideran que el modelo es totalmente vigente y que incluso aún en las revisiones curriculares más actuales está presente dicho modelo. (Vélez y Delgado 2010)

Algo que es importante destacar es la posibilidad de retomar las distintas propuestas de los autores y convergerlas (Figura 5.5) para poder implementar adecuaciones a planes de estudio que pudiéramos considerar vigentes, la realidad es que el currículo continúa representando uno de los retos más importantes en materia educativa, dada la importancia de éste a través del soporte que da a cada una de las propuestas a los planes y programas de estudio.

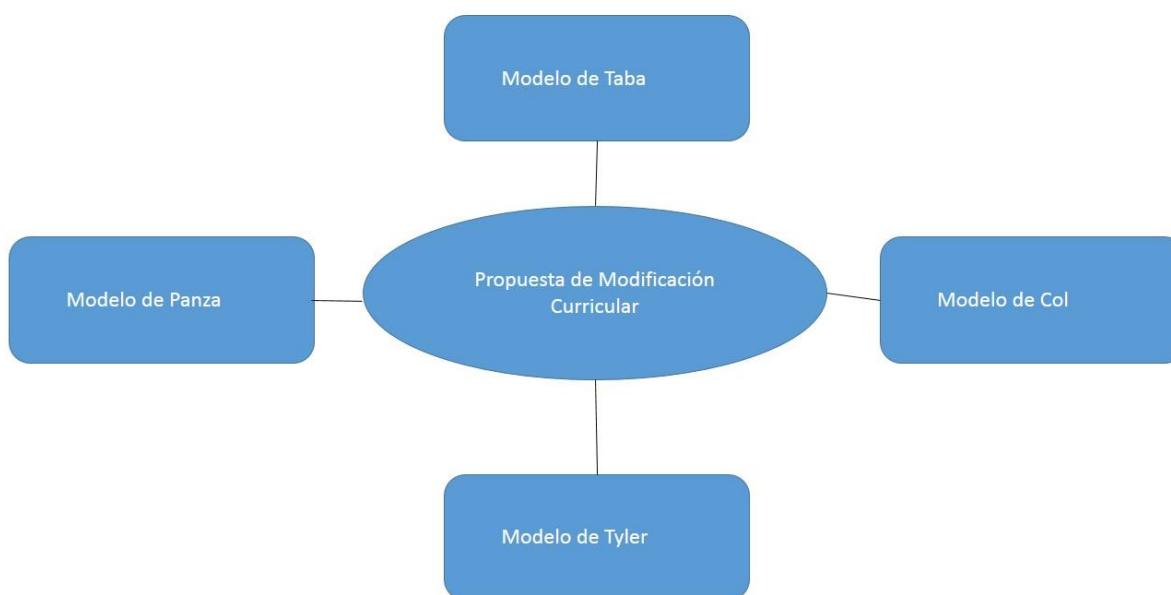


Figura 5.5. Diseño curricular a partir de diversos autores. Fuente: Elaboración propia LAAC (2018)

5.6 El Currículo de la Química

Defago e Ithuralde (2018) describen cómo se incorpora desde temprana formación el concepto Ciencia, Tecnología, Sociedad y Medio Ambiente, en la República de Argentina. Cabe mencionar que el inicio del enfoque CTS (Ciencia, Tecnología y Sociedad) y su incorporación en la enseñanza de las ciencias en América Latina, se da a partir del libro *Química* de José Antonio Chamizo y Andoni Garritz publicado por *Pearson Education* por primera vez en 1980. Por alguna razón parece que este enfoque es olvidado por parte de los docentes o al menos se deja de lado conforme se avanza en la formación, en un primer momento la idea de este enfoque fue la de analizar cómo impacta el trabajo de la química tanto pura como aplicada en el desarrollo de la tecnología y en el entorno social, la adición de la parte Ambiental pretende que los alumnos tengan una visión entorno a la química más allá de conceptualizarla como la responsable de la contaminación y de la generación de productos en detrimento de la salud.

Caamaño (2015) escribió sobre la necesidad de repensar el currículo de química en la educación secundaria en el área de Barcelona, de acuerdo con este autor los currículos de la enseñanza en secundaria y en bachillerato vigentes en el año 2003 en Barcelona no le aportaba a los estudiantes herramientas para comprender los temas científicos que suceden en la sociedad actual, y mucho menos para expresar una opinión en torno a los mismos, agregó también la impetuosa necesidad de realizar una alfabetización científica de los individuos en edad escolar.

Tal y como refiere Caamaño, el caso Mexicano no dista mucho de esta parte, el currículo de educación básica y media superior ha sufrido una serie de cambios y adecuaciones en los últimos años. Aguilar y Cid (2013) cuestionaron la reducción de contenidos y temas en la enseñanza secundaria, donde actualmente se pondera el trabajo transversal en las asignaturas del área de las ciencias y los temas son meramente descriptivos, se pretende que los alumnos desarrollen proyectos al concluir cada bimestre. Por su parte la educación media superior en nuestro país también tiene un ajuste respecto a las estructuras curriculares a partir del año 2012 la educación media superior del país ingresó a un enfoque basado en competencias, teóricamente la parte conceptual queda de lado y se ve favorecida por el desarrollo de competencias y de habilidades que le permiten al alumno conocer y ser, existen voces que critican a lo largo del mundo este enfoque.

Pérez y Chamizo (2016) señalaban que en México existe un debate aún abierto el día de hoy sobre la importancia de reformular el currículo de química en la enseñanza media superior, realizan una descripción sobre cómo se planteó la reforma constitucional a los artículos 3 y 31 constitucional, lo que otorgó al nivel medio superior el carácter de obligatoriedad, ahora bien al margen de la situación legal que entre otras cosas busca alcanzar niveles de cobertura óptimo o que por lo menos esté dentro de los que marca la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE), es importante revisar el cómo se construyen los programas de estudio de este nivel, lo anterior se asegura dado a que son los egresados de estas instituciones los que realizaron estudios universitarios, previo a que los alumnos comiencen su formación profesional, se esperaría que el bachillerato o equivalente les proporcione una serie de conceptos, no obstante como parte de la Reforma Integral a la Educación Media Superior, se ha sustituido el favorecer la enseñanza de conceptos y teorías por el desarrollo de habilidades, justo como la propuesta de las instituciones de educación europeas.

En contraparte existe una serie de críticas a este modelo dado que consideran que los alumnos no solo no aprenden lo necesario como para considerar que han logrado concluir su nivel de estudios, sino que se realiza una adecuación al propio régimen magisterial. Nico Hit (2010) denominó a las competencias, la mitificación pedagógica, acusa al modelo de ser una propuesta que retoma elementos de propuestas de las década de los 70 como Houston, Scmeidleler y Burus, consideraron que el modelo como tal no aporta nada y que solo responde a intereses económicos más que didácticos, de igual forma considera que la estructura curricular que presentan los diseñadores del enfoque por competencias busca en mayor o menor medida preparar mano de obra para el trabajo, además de que son precisamente los docentes los primeros en considerar las afectaciones de dicho modelo, pues desde el inicio pretende cambiar la forma en la que los docentes desarrollan su trabajo.

Los trabajos de los autores (Defago, Ithuralde, Caamaño y Hirt) concuerdan en algo, en la necesidad que existe de diseñar y construir estructuras curriculares que aporten al perfil de los estudiantes, pues será el transitar a lo largo de la ruta lo que permitirá a los alumnos adquirir habilidades, conocimientos y todas las herramientas en general para continuar con su formación escolar sea cual sea la etapa en que se encuentren. Estemos o no de acuerdo

con el Enfoque Basado en Competencias lo que si debemos tener claro es que la preparación de los estudiantes en el nivel universitario es vital para su futuro desarrollo en el programa de licenciatura.

5.7 Diseño Curricular en la Educación Superior

Tal y como se ha manifestado, la química en el nivel universitario se ha tratado desde el punto de vista curricular como química pura y aplicada, no obstante, dentro de estas dos grandes clasificaciones, existen diferentes subdivisiones por así llamarlo o licenciaturas con una subespecialidad. Las Universidades en México ofertan programas diversos que tienen como centro de estudio a la química, ejemplo de ello son las carreras de Química, Química Industrial (ambas pueden ser catalogadas dentro de la parte de química pura) Ingeniería Química, Química de los Alimentos, Química de Materiales y Químico Farmacobiólogo (por la parte aplicada) entre otras.

El diseño curricular de los programas de licenciatura de química tiene como objeto primordial que los alumnos profundicen en el estudio de la química, así mismo se pretende que los alumnos se especialicen en alguna de las ramas de la química (orgánica, inorgánica, fisicoquímica, analítica) para así poder desarrollarse en el mercado industrial, en la docencia y/o en la investigación. La Universidad Nacional Autónoma de México en su plan de desarrollo contempla que los estudiantes egresados adquirirán los conocimientos y las habilidades, así como la capacitación en temas de innovación, impregnando en los estudiantes la importancia de la actualización continua.

Todos los ejes que se citan resultan trascendentales en la formación de los alumnos, debemos tomar en cuenta que a partir del año 2015 llegan a la educación superior estudiantes formados en un currículo por competencias, en el que por lo menos a la distancia importa más la adquisición de habilidades que la de conocimientos, de ahí la importancia de contar con estructuras curriculares que aprovechen las competencias con las que el alumno cuenta pero que refuerce la parte conceptual la cual se dice se encuentra poco atendida en este esquema. La estructura curricular que se plantea en la educación media superior de nuestro país sigue siendo diversa pese a que se busca una homologación parcial entre los diferentes subsistemas, esta homologación se basa únicamente en que el alumno al culminar su educación media superior, es capaz de cubrir una serie de requisitos y de competencias que evidencian sus

niveles de logro, no obstante el diseño curricular respecto al número materias, horas teóricas y prácticas (cuando sea el caso) depende de cada uno de los subsistemas.

Como ya hemos mencionado el diseño curricular de la educación superior depende de distintos factores, para comenzar se analizan los antecedentes del o de los programas que se desean reconstruir o proponer sean impartidos en alguna institución, posteriormente se realiza un análisis del impacto que tiene la carrera en cuestión en la región que se ofertan a nivel nacional y también internacional. En dicho estudio se debe colocar las razones de por qué es viable abrir la materia en un determinado lugar, las necesidades y el crecimiento de la demanda por lugares en la universidad ha dado a la creación de campus y de extensiones de las universidades lo que busca satisfacer dicha demanda, estos campus trabajan con el mismo diseño curricular que la unidad académica de la cual dependen.

La asignación de horas y créditos sigue siendo una discusión interesante entre los responsables de generar los programas de estudio, por más esfuerzos que se hagan no ha sido posible hasta el día de hoy unificar un criterio para la asignación de horas y de créditos entre las instituciones, así mientras una universidad oferta la materia química analítica I con 4 horas, otra lo hace con 5 horas, la primera se convierte en una materia a cursar en tercer semestre en tanto que en la otra institución es de quinto. Ésta última sin lugar a duda es parte las necesidades y requerimientos que cada análisis presenta, lo que es coincidente en todas las estructuras curriculares es la rigidez de éstas, aún en el momento en el que se pretende la incorporación de un enfoque basado en competencias en el nivel superior, los programas de licenciatura siguen generando estructuras que ponderan la repetición de conceptos.

En este sentido la incorporación de nuevas herramientas y estrategias que favorezcan la adquisición de los conceptos se vuelve trascendental en un área que históricamente ha pretendido que los alumnos desarrollen habilidades memorísticas, como por ejemplo recordar fórmulas, símbolos de los elementos y propiedades de estos.

La propuesta de construcción de programas de estudio modulares tiene su antecedente directo en las propuestas de Margarita Pansza, quien planteó un diseño curricular modular, cada módulo contempla una serie de características. De acuerdo con Pansza (1987) los planes y programas de estudio se tratan por igual como parte del currículo y aunque la propia autora

considera que dicha polisemia no puede separarse, si hace un hincapié en el sentido que los programas de estudio es lo primero que se debe tratar.

Modularmente apegándonos a este modelo se debe trabajar de la siguiente forma:

- Necesidades sociales: Esta parte del trabajo curricular se centra en resolver las demandas sociales a través de programas de servicio social, y a la postre cuando los egresados del programa de estudio se inserten en el campo laboral.
- Prácticas profesionales: Deben diseñar con la finalidad inicial de responder las necesidades que el propio sector oscila ha demandado de los egresados de un programa de estudio.
- Disciplinas implicadas. Todas y cada una de las asignaturas (materias) que se incorporen a un programa de estudio deben de tener un sustento no solamente disciplinar sino también de formación integral para los alumnos.
- Los alumnos: Son considerados como representantes de la sociedad que solicita determinadas características para cubrir las necesidades que ese campo de conocimiento puede llegar a cubrir.

La idea de módulo como lo presenta Pansza es tener una ruta curricular lineal rígida pero que sea objeto de modificaciones periódicas en la que los revisores puedan incorporar los requisitos y condiciones que la sociedad demande en diferentes momentos.

5.7.1 Currículum de Química en Educación Superior

Chamizo (2008) realizó un análisis sobre las carreras de química en América Latina, en dicho estudio cita el estatus actual de las carreras de química en distintos países del continente, en todos los casos refiere el autor que la enseñanza de la química en el nivel universitario se centra en brindar conceptos y teorías de química pura en unos casos, en tanto que en los otros imparte química aplicada en un conjunto de áreas de subespecialidad (ingeniería, tecnología o farmacia).

Las carreras afines al área comparten entre sí una serie de asignaturas y temas, comenzando desde las herramientas que aportan las matemáticas y la física, hasta conceptos de termodinámica y síntesis abordándose con distinto nivel de profundidad de acuerdo con las necesidades de cada una de las carreras que ofertan los centros educativos, la profundidad y

número de horas que se dedique a revisar cada uno de los temas dependerá directamente del perfil con el que egresen los alumnos. Podemos llamar carreras afines a un conjunto de carreras ubicadas dentro de un mismo campo del conocimiento y donde los estudiantes cubran ciertos conceptos, ello ayuda en un determinado momento a generar equivalencias y facilita la movilidad y el intercambio académico. No obstante, los análisis de equivalencias siempre son objeto de debate y de discusión, esto es, qué tanto del contenido temático que un alumno cursa en una institución educativa, es equiparable a los temas que revisa en otra, aun cuando las asignaturas cuenten con el mismo nombre, esta cuestión puede parecer de primera mano no tener importancia debido a que de forma muy simple se puede decretar la equivalencia, no obstante la variación de oferta académica en torno a la química (pura o aplicada) genera también una serie de incertidumbres respecto de los temas que se tratan y además de la profundidad de los mismos

Es importante mencionar que los currículos de las carreras de ciencia consideran por sobremanera importante la situación presencial, esto es debido al elevado número de horas prácticas que el alumno debe cubrir en su trayectoria escolar. Hemos ya descrito de manera general las características de los cinco programas de química más importantes del país, en los 5 casos hemos comentado la importancia de la ruta curricular de los mismos, entendiendo que un alumno cubre su ruta curricular en un tiempo determinado las facilidades que los jóvenes tienen en el sentido de cubrir la trayectoria escolar, en todos los casos hablamos de estructuras rígidas, tal y como lo reporta Chamizo (2008) esto parece ser una constante de los programas de química y no únicamente en México sino en toda Latinoamérica.

5.4.2 Currículum de la Licenciatura en Química de la BUAP

En la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla realizó en el año 2016 su última revisión del plan de estudios, la comisión de revisión curricular consideró que los problemas académicos de los estudiantes de licenciatura se resolverían a través de incorporar de nueva cuenta las ligas (las cuales habían dejado de existir en el plan 2009) estas ligas impiden que un alumno transite libremente a través de su plan de estudios. Además de lo anterior la comisión insistió en aumentar las horas de las asignaturas pese a que durante el proceso de reacreditación del 2015 el organismo acreditador sugirió disminuir el número de horas y de asignaturas del programa. Además de incrementar horas en asignaturas determinadas, la comisión decidió ofertar asignaturas optativas nuevas las cuales tendrán una carga horaria de

teoría y se sumarán horas de prácticas, nunca en la historia de la licenciatura, las asignaturas de corte optativo habían tenido carga de horas de laboratorio, esto ha complicado a la fecha el diseño de estas materias. La idea de la dirección central era convertir los programas de Licenciatura en Programas basados en Competencias, desafortunadamente un porcentaje muy pequeño de la planta docente base contaba con conocimientos sobre competencias, esto ha ido retardando el trabajo.

Las desventajas descritas se señalan basándose en la experiencia del trabajo con los docentes, la distribución de la Facultad respecto a la carga horaria se hace a través de la división en departamento, los departamentos se dividen de acuerdo a una de las áreas del conocimiento de la química, en el caso de la Licenciatura en Química, un total de 6 departamentos impactan en la estructura curricular (Fisicomatemáticas, Fisicoquímica, Química Analítica, Química General, Química Inorgánica y Química Orgánica), estos departamentos delimitan las asignaturas que su área aporta al programa de la licenciatura, lo anterior se basa en análisis del mercado laboral, un estudio de egresados y un estudio de trayectorias no obstante el contenido temático sigue teniendo peso por encima de aspectos valorales y es prácticamente imposible pensar en tópicos de cultura o deporte dentro de la licenciatura.

Esta última parte fue cuestionada durante la reacreditación del programa de estudios del año 2015, una observación fuera de los rubros de las asignaturas, su diseño, las horas de teoría o de laboratorio era que los estudiantes no tenían tiempo para realizar actividades culturales o deportivas lo que desarrolla otro tipo de habilidades complementarias que todo perfil profesional debería tener, los estudiantes refirieron que la carga horaria presencial sumado a las actividades que debían hacer en las horas fuera de la universidad era lo que limitaba el tiempo que podían dedicar a practicar algún deporte o aprender a tocar un instrumento o practicar pintura. Diseñar clases y ejercicios de manera virtual podría disminuir el número de horas que el alumno se encuentra en el salón de clases sin que esto necesariamente indique que presta menos atención o dedica menos tiempo al estudio de los cursos de su licenciatura.

5.8 Propuesta de adecuación curricular

Hemos ya mencionado las condiciones y aportaciones de cada una de las teorías y modelos en torno al currículo, así mismo hemos discutido las condiciones que se presentan para el caso específico de los currículos de química. La estructura que proponen las instituciones es

una ruta lineal que tiene entre las asignaturas una serie de requisitos previos para poder inscribirse en el resto de las materias, el número de semanas efectivas de clase oscila entre las 16 y las 20 semanas, es decir en ninguno de los casos se encuentran periodos que cubran formalmente las 24 semanas que equivaldrían a un semestre, si a esto le aunamos los días feriados “oficiales”, las vacaciones y todas aquellas suspensiones que por una cosa u otra se puedan presentar, el número total de horas pizarrón se ve afectado, esto evidentemente repercutirá aún más en las sesiones de laboratorio.

Si consideramos el número de horas contra los contenidos que deben de cubrirse, entenderemos la necesidad de incorporar nuevas herramientas y estrategias de enseñanza dentro del aula. Incorporar la tecnología a los programas de educación universitaria en las áreas de ciencia, no pretende en ningún momento sustituir al docente, al contrario, es una herramienta que bien puede complementar lo que el profesor hace en sus sesiones presenciales,

Diseñar un currículum para el área de química en donde las herramientas y los ambientes virtuales sean parte trascendental de la ruta y no únicamente una estrategia ayudaría por principio de cuentas a flexibilizar el mismo currículum y por ende permitiría que los estudiantes cubran contenidos más allá de los temas que se enseñan en el salón de clases, o en su defecto, que el docente en el salón de clases se dedique a dar los temas básicos que se necesitan para poder comprender los temas del programa de estudios y posteriormente el alumno llevará a cabo sus tareas y actividades, autorregulando y gestionando los conocimientos para ello.

Ahora bien, la elaboración del programa de estudios está basado en un orden coherente, al no poder desapegarnos del modelo vigente de la universidad, se plantea construir un plan de estudios semestral, distribuido en 10 periodos de 18 semanas cada uno, el punto inicial de la propuesta es diseñar las asignaturas del área de química analítica (5 en total) incorporando actividades semipresenciales como parte del currículum de la materia.

Basándonos en la teoría de Coll y Tyler podemos proponer una adecuación al plan corriente, sin afectar el diseño con el que se cuenta actualmente, de hecho el diseño del programa de química de la licenciatura en química de la BUAP, estaría en función de la propuesta modular de Pansza, la construcción de los bloques se basa en el análisis de la seriación que de acuerdo a dicho análisis deben tener las asignaturas, si nos concentramos en el bloque de las materias

de Química Analítica (5 en total) nos daremos cuenta de que para poder seguir avanzando en la ruta curricular el estudiante debe haber aprobado la materia precedente (Tabla 5.1)

Asignatura	Bloque	Temática
Química Analítica I	3	Equilibrio Químico
Química Analítica II	4	Volumetría
Química Analítica III	6	Electroanálisis
Química Analítica IV	7	Espectroanálisis
Química Analítica V	8	Cromatografía

Tabla 5.1. Asignaturas de Química Analítica en el PE de Química Fuente: Elaboración propia LAAC (2018).

Por bloque deberemos entender un periodo semestral, así los alumnos que están cursando el tercer semestre, estarán cursando la asignatura Química Analítica I, esta materia dotará al estudiante de los conceptos esenciales del área el equilibrio químico cuyo estudio es determinante no solo para las materias subsecuentes de química analítica, sino para otras áreas de la carrera, al margen de esto un alumno debe aprobar el curso Química analítica I para poder cursar en el bloque 4 la materia del área en donde el alumno estudiará la técnica básica del análisis químico la volumetría, el diseño actual del plan de estudios no permite que el alumno avance a lo largo de las materias de análisis, pese a que en el quinto bloque no cursará ninguna asignatura de este campo del conocimiento, la asignatura de sexto bloque tiene como requisito haber aprobado la del cuarto bloque.

La intención de dicha seriación (al menos en el papel) es que el alumno al ir avanzado en las materias que cursa cuente con los conocimientos mínimos necesarios para comprender los contenidos temáticos de las materias que continúan, ahora bien, este sistema rígido tiene como ya se ha mencionado un fundamento teórico desde la perspectiva curricular, esto sin embargo debiera ser analizado en función del tipo de estudiantes y conocimientos que se pretende impartir.

Un alumno inscrito en el programa de química, estará cursando un total de 375 créditos distribuidos en 9 bloques de asignaturas, minimizar el impacto que tendrá en la formación

del estudiante condiciona su paso por la licenciatura a la aprobación o reprobación de una u otra asignatura no deja muestra del aprendizaje real del estudiante, sobre todo si consideramos que se ha estructurado un programa de estudio basado en una metodología del siglo pasado, lo cual no se alinea ni a las intenciones de las modificaciones que se han ejecutado a la educación básica y media superior en los últimos 15 años.

En ningún momento se pretende decir que los alumnos que cursen una licenciatura deban aprobar por el simple hecho de estar inscritos en una asignatura sin embargo si es de considerarse la importancia de analizar la pertinencia de la estructura modular, y más allá de la estructura, el condicionamiento que se hace en torno a la seriación de asignaturas

Si nos apegamos a la propuesta de Coll, la construcción del plan de estudios dará un peso específico importante a la parte práctica desde la creación y revisión de los contenidos de los bloques, apuntando hacia las habilidades que se deben desarrollar en los estudiantes de los cursos, esto está más que entendido y de hecho prácticamente todas las asignaturas que el estudiante cursa en su formación profesional en esta ruta curricular cuentan con un determinado número de horas de laboratorio (a excepción de las materias de cálculo y tronco común), con base a esto podemos decir que el programa de estudios cumple con este importante punto de coincidencia de ambas teorías.

Por otra parte, tal y como se ha mencionado en el mismo triángulo de Coll, se contempla la incorporación de las Tecnologías de la Información y Comunicación como parte fundamental del proceso enseñanza-aprendizaje de los estudiantes, ante esto podemos decir que es pertinente incorporar el uso de una herramienta (*Sites*) como parte del diseño curricular para un curso. La utilización de las Tecnologías de la Información y la Comunicación en el diseño e implementación, pueden permitirnos desarrollar un ambiente virtual en donde el aprendizaje pueda desarrollarse sin ningún problema y en donde aspectos valorales estén implícitos en la evaluación.

En este mismo sentido podríamos proponer reforzar las ideas de Taba principalmente en el peso que dicho autor da a la relación teoría práctica, en este sentido la incorporación de las herramientas virtuales trabajarían la parte teórica en tanto que las prácticas de laboratorio se mantendrían tal y como se han diseñado. La participación de los estudiantes en las horas de laboratorio es determinante para la formación del egresado, quizá este sea uno de los primeros

cuestionamientos a los que propuestas como ésta se puedan enfrentar dado que es prácticamente imposible pensar en un laboratorio virtual pese a la existencia de distintos simuladores.

Tal y como menciona Coll, no es posible asociar la totalidad de los problemas de una reforma educativa hacia el plan de estudios, quizá esta visión se pueda deber a que el plan de estudios (ruta curricular) es la parte más expuesta de esa reforma, o mejor dicho es lo que todo mundo puede observar en torno a las ideas que se presenta en todas y cada una de las propuestas y ajustes de los modelos educativos. Los postulados que presentan los diferentes autores, a pesar de tener entre 30 y 40 años de haber sido enunciados, continúan influyendo directamente en la forma en que se vislumbra el currículo, a la par de estas ideas, al paso de los años, los modelos educativos han evolucionado adecuándose (o pretendiéndose adecuar a las necesidades que demanda el mercado laboral pero que también los mismo cambios generacionales exigen, así hemos podido ver como se transita desde visiones netamente conductistas hacia el constructivismo, el humanismo y la adecuación de los enfoques basados en competencias.

La ruta curricular vigente de la licenciatura en química de la BUAP se aprobó en el año 2015, siendo la generación de estudiantes que ingresó en agosto del 2016 la primera con este plan de estudios, por esta razón no es posible realizar una reestructura curricular en este momento, sin embargo, si es posible un pilotaje de la funcionalidad de las herramientas virtuales en asignaturas de química analítica. Las materias se imparten con un determinado número de horas de teoría y de práctica, uno de los problemas que se ha detectado (Evaluación 2017 y 2018) es que los estudiantes consideran que sus profesores no hacen uso de las tecnologías de la información y que esto impacta de manera negativa en su rendimiento académico. Los informes de evolución muestran que desde el 2011 el rubro en el que los docentes de la Facultad de Ciencia Químicas salen con más baja calificación es precisamente en el que se evalúa esta parte, con esto como antecedente inmediato, se puede llevar a cabo un análisis partiendo de los 7 puntos del modelo de Tyler y basándonos en que existe una estructura modular tal como lo plantea Pansza.

El programa de estudios se encuentra estructurado en un total de 9 bloques (semestres) la principal modificación que se le hizo a este plan de estudios fue la incorporación de un mayor

número de asignaturas optativas (3 en el plan de estudios anterior 7 en el actual), las materias presentan una seriación entre ellas lo que impide que el alumno pueda avanzar entre los bloques si no ha aprobado la materia que se estableció como prerrequisito. Tomando como base algunos de los puntos que trabajó la comisión de revisión curricular (entidad formada por profesores de los departamentos que conforman la facultad y avalada por el Consejo de Unidad), podemos realizar un análisis del plan de estudio tomando como base el modelo de Coll, es a partir de esta propuesta que se pretende incorporar el uso de herramientas virtuales al actual plan de estudios.

- Marco Legal Básico. Para esta parte es necesario definir las necesidades pedagógicas, en el caso de la propuesta que nos atañe ésta se fundamenta en dos partes, la primera es el resultado de las evaluaciones que lo mismos alumnos hacen. De acuerdo a los informes del Programa Institucional de Evaluación para la Facultad de Ciencias Químicas en los años 2015-2017, el 45 por ciento de los profesores de la carrera de química logran cubrir la totalidad de los planes de estudio, el 90 por ciento de los docentes tienen en al menos una asignatura, uno de los rubros a evaluar en estatus de “Capacitación Urgente”, ninguno de los profesores adscritos al programa se encontró fuera del estatus de Capacitación (necesita capacitación o capacitación urgente) respecto a la incorporación de tecnologías de la información los cursos que imparte

Además de esta información se revisaron los datos del Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI) respecto al uso de internet y de las redes. En su informe 2017 INEGI concluyó que a mayor grado de estudios el uso de redes se incrementa, así mismo determinó que el 85 % de personas entre los 18 y los 24 años hacen uso de redes, este dato es sumamente importante dado que es la edad promedio de inicio y término de estudios de licenciatura. Si usamos esto como criterio de usuarios, el informe revela que el 94.1 % de estudiantes de licenciatura hacen uso de la red y aunque el 88.9 % de las personas dijeron usar la red como vía de comunicación, un 84.5 % reveló que hace uso de ésta para la búsqueda de información, de igual forma los usuarios de 12 a 34 años son los que más días a la semana dedican a la navegación.

Ante este panorama resulta interesante explorar el uso de herramientas virtuales como estrategias fijas dentro de cursos que tradicionalmente han sido presenciales y donde los estudiantes actuales puedan invertir parte del tiempo de uso de la red a prepararse dentro de los temas de la materia que cursan.

Por su parte en análisis antropológico social resulta de realizar un estudio de vida contemporáneo de la escuela: el primer encargo del grupo de docentes que se designó para trabajar la modificación curricular, fue hacer un análisis sobre la situación actual de los programas de química en México, entre los datos que revisaron se encontraban: número de solicitantes, número de aceptados, retención al primer año, porcentaje de egresados y porcentaje de titulados, todo lo anterior con la intención de demostrar la pertinencia de ofertar el programa de estudios.

El estudio demostró la pertinencia de ofertar la licenciatura al tratarse de una institución del sector público, la referencia en torno a los datos fue la Universidad Nacional Autónoma de México y su plan de estudios, algunos de los puntos a considerar fueron: número de horas por área del conocimiento, total de horas, créditos, horas dedicadas al trabajo práctico.

- Primer nivel de concreción. En este nivel es necesario la participación de distintos actores (personas que son especialistas en el área), para el caso de la revisión curricular del programa de la Licenciatura en química, la misma academia, seleccionó al grupo inicial de docentes que llevarían a cabo el estudio, dos por cada departamento que conforma el programa (6 en total) los 12 docentes fueron seleccionados al interior de cada uno de los departamentos, los criterios de exclusión fueron que los participantes debían ser profesores de tiempo completo adscritos a la institución con una trayectoria reconocida en el área que representaban. Al tratarse de un número par de personas, la comisión también estuvo integrada por el Coordinador del programa educativo con el objetivo de que no pudiese existir un empate en la votación de cada punto de acuerdo que se votaría.

Esta misma comisión contactó a personas que se encontraran laborando fuera de la Universidad, la idea fue que estas personas aportarían su experiencia tanto al

momento de ejercer la carrera como su opinión sobre las áreas de desarrollo que el mercado laboral del día de hoy requiere de los egresados de esta carrera.

El trabajo permitió la construcción de los perfiles de ingreso, egreso, definir las competencias que se pretenden desarrollar y escribir el objetivo de la carrera., tal y como se presenta en el documento de revisión curricular del Programa de Estudios de química 2015, el objetivo a la letra dice:

“Formar Licenciados en Química, bajo un enfoque por competencias, que cuenten con conocimientos sólidos en ciencias químicas, que trabajen de manera cooperativa, colaborativa y multidisciplinaria, y que actúen con responsabilidad social y valores éticos, para su incorporación en campos de generación y aplicación del conocimiento, tales como la industria química, posgrados, grupos de investigación o docencia”

La redacción del objetivo general de la carrera partió de las necesidades encontradas respecto a lo que demanda el campo de egresados, pero también tomando en cuenta las habilidades y capacidades con las que un alumno de reciente ingreso cuenta, de igual forma se estructuró un plan de estudios que tratará de dar respuesta tanto a las demandas del campo laboral como a las necesidades el futuro profesionista que pudiera incorporarse como un investigador en el campo de la química.

Respecto a la orientación didáctica y el diseño de actividades, es necesario mencionar que, pese a haberse desarrollado el trabajo completo y considerar que se construyó un plan de estudios con un enfoque basado en competencias, el documento en ningún momento hace referencia a las actividades de aprendizaje, se ampara en la libertad de cátedra del docente, esto sin lugar a duda nos da un importante margen de maniobra en torno a la propuesta que se presenta.

Las actividades de aprendizaje deben ser propuestas y planeadas por los docentes, por alguna razón la idea de enseñar química aún sigue siendo en papel. De acuerdo con Carrasco (reunión ANFEQUI, 2018) solo el 15% de las escuelas y facultades de química del país da un peso específico a las actividades que se llevan a cabo haciendo uso de plataformas o de recursos digitales, así mismo se menciona que pese a convertirse en un criterio por parte de los organismos acreditadores, los docentes están renuentes a incorporar herramientas virtuales pretextando la

importancia del trabajo práctico, como si hacer uso de herramientas virtuales significara que no se trabajará en las prácticas presenciales de laboratorio.

- Segundo Nivel de Concreción. Esta parte puede resultar medular en el éxito de la propuestas, la idea es elevar el trabajo en línea por parte de los estudiantes inscritos en los cursos de química analítica, la revisión curricular aprobó incrementar en una hora los primeros cursos de esta área, con el objetivo de cubrir el cien por ciento de los contenidos, sin embargo estamos hablando de programas de estudio que cuentan con más de 6 unidades a cubrirse en un total de 18 semanas, cada semana un alumno tomará 4 horas de sesiones teóricas y 3 horas de secciones de laboratorio. Hay que considerar que la planeación de exámenes reduce el número de horas presenciales, de igual forma lo hacen suspensiones planeadas o aquellas que se conceden de último minuto, todo esto afecta el tiempo real que se dedica a estudiar la asignatura.

Una planeación correcta de actividades e incluso de exámenes puede beneficiar el desempeño de los estudiantes, incorporar este tipo de acciones, en principio busca que los estudiantes aprovechen el tiempo que se encuentran conectados para desarrollar ejercicios, responder exámenes y preparar exposiciones, pero a mediano y largo plazo bien pudiera sustentar la idea de generar un programa semipresencial, hecho que no tiene antecedente alguno en Latinoamérica.

- Tercer nivel de Concreción. Si la propuesta y la organización de las actividades de aprendizaje son vitales, la evaluación de éstas bien puede terminar por afianzar esta propuesta. Evidenciar los logros de aprendizaje es la principal herramienta para demostrar que los alumnos han logrado comprender los temas, pero además que son capaces de aplicarlos. Para el caso de los cursos que se impartan con el uso de herramientas virtuales, se contará con una base en *Blackboard*, archivos compartidos en nube, además de poseer grabaciones derivado de clases y exposiciones que se realicen en la cámara de Gesell. Para cada actividad se diseñará una rúbrica y las listas de cotejo correspondientes.

La mayoría de los estudios sobre evidencia y logro de aprendizajes en química se han trabajado en los niveles básico y medio superior, en este sentido Chacón et al. (2016) realizaron un análisis en función de los recursos con los que cuenta el profesor en

instituciones para adultos, con base a dichos recursos, los docentes planean una serie de evidencias de aprendizaje, este caso es en particular importante pues la planeación de actividades y las futuras evidencias se alinean totalmente a los alcances y limitaciones que la institución y el propio sistema permiten.

Alemán y Mayora (2009) realizaron un ejercicio en donde la planeación de las actividades se realizó en función de las necesidades de los alumnos, de acuerdo con este estudio uno de los temas en donde los estudiantes presentaban mayor dificultad de comprensión era la parte de nomenclatura, en este sentido los autores se dedicaron a planear actividades para reforzar el tema, principalmente de carácter lúdico. La conclusión de dicho estudio arrojó que los alumnos al involucrarse en el diseño de las actividades resultaron favorables no solo para la memorización de la nomenclatura, sino que en efecto se logran aprendizajes significativos.

Ambos trabajos sientan un precedente en torno a lo que se puede hacer, cierto es que en educación superior y bajo el esquema que se ha descrito con que se trabaja en la BUAP, realizar un trabajo de diagnóstico sobre condiciones de los alumnos pareciera complicado, no obstante, en este sentido los mismos espacios virtuales pueden funcionar para conocer el estatus de los alumnos en temas de química, pero también sobre sus habilidades respecto al uso de tecnologías de la información. Incorporar a los alumnos en turno al tema de diseño de actividades puede ser planteado para reforzar temas o conceptos que no estén claros de los cursos inmediatos anteriores o incluso de la formación en química del nivel medio superior, sin embargo, plantear en la universidad esta parte para asignaturas nuevas en donde el alumno desconoce prácticamente en su totalidad lo que se revisará, no suena complejo sino también arriesgado.

Por su parte Rodríguez, Vega y Duarte (2016) llevaron a cabo un estudio sobre el aprovechamiento de los entornos virtuales para enseñar química en carreras de modalidad virtual, el caso específico del estudio fue para el programa de Artes Gastronómicas. De acuerdo con los autores, la asignatura Química I del tercer semestre de este programa de estudios es una en las que mayores complicaciones tiene el alumno para poder aprobar. Los resultados de dicho estudio arrojaron una

mejoría en los índices de aprobación de los alumnos inscritos en el curso química I, por otra parte los autores advierten que uno de los principales problemas a los que se enfrentaron en la implementación de dicho proyecto fue el acceso a internet, así mismo consideraron que la figura del docente (tutor) retoma fuerza (contrario a lo que se pensaría) dado que la facilidad de acceso a la información transforma en cotidiano los conceptos científicos, lo cual provoca que dichos conceptos al menos en el papel pierdan dicho valor de rigurosidad científica.

Es innegable la entrada de espacios virtuales en asignaturas que se pueden considerar complejas como las matemáticas, la física y la química, quizá la primera razón por la que estos temas se pretenden presentar alejados de un entorno virtual es porque se considera que sin la guía de un maestro en un salón de clases de manera “tradicional” el estudiante no avanzaría en la revisión de temas y en la comprensión de los mismos. Más allá del reto que presenta la utilización de estos medios, debemos ser claros en el hecho de que el estudiante es el primer responsable de la autogestión de sus propios saberes, cada una de las áreas del conocimiento han evolucionado a lo largo de la historia de distinta manera, la química por alguna razón se ha venido “fracturando” en una diversidad de subramas, sin embargo todas ellas comparten una serie de asignaturas, teorías y conceptos comunes para la formación de los futuros profesionales de dicho campo.

Enseñar química en los programas de licenciatura de dicha área es especializar al estudiante en el lenguaje y los procedimientos con los que ejercerá su profesión, no se trata de facilitar el tránsito académico por la licenciatura a través de programas incompletos o inconclusos, pero si debemos pugnar porque en dicho tránsito se incorporen herramientas, dispositivos e incluso el lenguaje con el que el estudiante está familiarizado, esto sí podría dar pie a mayor comunicación, entendimiento y por lo tanto que la trayectoria escolar se alcance con mejores resultados.

Con este panorama y ante la situación planteada, se comienza por trabajar en una serie de asignaturas a las que se tiene acceso en la Facultad de Ciencias Químicas y donde el manejo de la información y datos es factible, antes de pretender impulsar una

propuesta netamente en línea para la carrera sobre la que se está trabajando (Lic. en Química)

Se debe reiterar el hecho de que en este momento no se puede incorporar el uso de tecnologías de la información como parte estructural de los cursos de asignaturas, dado que el diseño curricular contempla un programa totalmente presencial y el uso de este tipo de tecnologías lo considera únicamente como una herramienta que facilitará el aprendizaje, pero en ningún momento es una exigencia hacia a sus docentes. El principal reto al que se puede enfrentar esta propuesta es el cambio de paradigma en la mentalidad e ideas de los docentes, quienes han manifestado abiertamente su desacuerdo en programas semipresenciales.

Por esta razón lo que se pretende es implementar en clase de Química Analítica, el uso de herramientas virtuales, siguiendo la propuesta curricular de Tyler, existen puntos de dicha propuesta que se retomarán del documento emanado de la última revisión curricular del Programa Educativo (2015), se tomarán datos de los informes de evaluación de la misma Facultad de Ciencias Químicas de la BUAP.

Conclusión.

Luego de revisar distintas propuestas curriculares se encontró que el modelo curricular de Coll era el que mejor podía ajustarse a la realización del presente trabajo. La idea de dicho autor en torno a la trascendencia y peso específico que tienen las actividades desde su planeación hasta la construcción de las evidencias puede ser en la parte más fuerte para comprobar el éxito de la propuesta.

En el debate sobre la pertinencia y actualidad del modelo que se va a implementar es necesario destacar, que los planes de estudio que se plantearon en la versión 2015, solo se adecuaron a un nuevo formato en el sentido de mencionar que están desarrollados por competencias, el tiempo neto se denominó semestre pero solo se refiere a 18 semanas de trabajo en las que se debe incluir los exámenes, una propuesta como la de Coll se puede ajustar perfectamente a la estructura previamente diseñada por la comisión de revisión curricular. Dar un peso específico mayor a las actividades de aprendizaje y a la evidencia de éstas no solo aporta a la presente investigación, sino que también podría sentar las bases de la próxima revisión curricular.

La implementación de actividades virtuales no garantiza en ningún momento un mayor índice de éxito en relación al valor aritmético que como nota se le asigna a cada uno de los estudiantes, por principio de cuentas la idea no es la de incrementar el promedio con el que los estudiantes terminan cada uno de los cursos, los objetivos de cada una de estas actividades serán clarificados al principio de cada una, alineados siempre a los objetivos generales de cada una de las materias donde se pretende hacer uso de ellas.

Las teorías curriculares que se han revisado, dan cuenta de la importancia que el tema tiene en todos los niveles educativos, cada una de ellas aporta elementos únicos pero también existen puntos que estas teorías comparten y que bien podrían ser usados en su conjunto para generar una nueva propuesta, la parte más importante de coincidencia entre ellas es sin lugar a duda la relación escuela-sociedad, ya sea a través de los programas de servicio que impactan en la sociedad o a través de los estudios de campo que se deben realizar en torno a la sociedad previo a la revisión curricular que se pretenda implementar.

CAPÍTULO VI

DISEÑO METODOLÓGICO

Introducción.

La implementación de la estrategia metodológica ha implicado entre otras cosas llevar un seguimiento puntual del trabajo y de la participación de los estudiantes que forman parte de la muestra con la cual se ha trabajado, definir el problema de investigación es el eje medular de la investigación, a lo largo del trabajo de campo se ha documentado: la participación, el interés y el avance académico de los dos grupos sobre los cuales se diseñó la estrategia metodológica, es importante mencionar que pese a que en todo momento el investigador estuvo inmerso en el desarrollo de la investigación y en la aplicación de los instrumentos, se dio libertad a los alumnos para la entrega de evidencias, al tratarse de un trabajo que se desarrolló como parte de una asignatura que se impartió durante el periodo Agosto-Diciembre, la responsabilidad sobre el trabajo en el aula y fuera de ella así como respecto a responder los instrumentos, recae directamente en el estudiante.

6.1. Diseño de la estrategia metodológica

La presente estrategia metodológica se alinea a las condiciones del paradigma postpositivista, debido a que el investigador forma parte de la propia investigación, se concibe a la realidad como un proceso que puede experimentar cambios a lo largo del ejercicio, y la realidad se observará desde una reflexión permanente lo que permite dar paso a plantear diferentes hipótesis para analizar los resultados que se obtienen de la experimentación. Partiendo del análisis reflexivo no existe un control absoluto sobre las variables con las que se trabaja, el diseño está enfocado a que los estudiantes que sean parte de la muestra sean participativos y realicen todas las actividades que se diseñaron para las diferentes Unidades de Aprendizaje, es necesario enfatizar que no se pretende obligar a los alumnos a llevar a cabo dichas actividades sin otra justificación que la aprobación del curso por lo que se contempla que existan actividades que no todos los alumnos realicen o realicen parcialmente.

Pese a que el investigador formará parte a lo largo del proceso, su intervención en el momento de la aplicación de los instrumentos es nula, ya que únicamente se centra en la entrega de los documentos que fungen como instrumentos para el proceso de evaluación y en la revisión de los mismos a partir de una serie de respuestas que están estimadas y delimitadas con base a una serie de teorías y modelos que se revisan en sesiones presenciales en donde el investigador funge como instructor de los sujetos que posteriormente serán parte de la muestra que se analizará para poder emitir conclusiones en torno a la intervención.

En la presente investigación se implementará un modelo cuantitativo haciendo uso de herramientas estadísticas que permitan llegar a la comprobación de la hipótesis de investigación, para ello se plantea diseñar y validar tres instrumentos de evaluación cuyo objetivo es medir el aprovechamiento académico de los estudiantes inscritos en el curso química analítica básica durante el periodo otoño 2018 en la Facultad de Ciencias Químicas de la BUAP. El concepto “aprovechamiento académico” estará definido por el promedio ponderado de las tres evaluaciones parciales y de las actividades. Es importante mencionar que la calificación total que un estudiante que se inscribe en los cursos de química analítica, corresponde al 70 % de la calificación de la sección de teoría y el 30 por ciento a la calificación obtenida en la sección de laboratorio, para los fines de la investigación, únicamente se compararan los resultados del rendimiento académico que los alumnos obtienen en las secciones de teoría, lo anterior se debe a que los resultados de laboratorio pueden influir en aumentar o disminuir la calificación global de los alumnos lo que generaría un sesgo en nuestro estudio, por lo tanto el aprovechamiento académico se entenderá como la nota obtenida por el alumno resultado de la aplicación de los tres instrumentos de evaluación (exámenes) que se diseñarán y que serán aplicados con base a la planeación que se presenta a inicio de curso más el cumplimiento en la entrega y realización de una serie de actividades (tareas) complementarias que tienen por objetivo ayudar al alumno a la comprensión de los temas contenidos en el temario (entregado también) a inicios del curso.

La perspectiva de la investigación es educativa con un enfoque predictivo puesto que se estudia un comportamiento controlado y se analizan los resultados de la intervención que se realizó directamente en un programa de estudios, el punto de partida será el aprendizaje de los estudiantes mediante la implementación de herramientas virtuales (Aguilar et al. 2017)

con lo que se busca mejorar el aprendizaje y la apropiación de los conocimientos básicos de la asignatura con los que un estudiante inscrito en dicha materia dominará los conceptos en torno a química analítica que le sean enseñados a lo largo del semestre, de igual forma se espera que desarrolle las habilidades fundamentales que todo analista debe tener para continuar su formación profesional, el aprendizaje en esta etapa de la carrera (núcleo básico) se concentra en todos los temas que impactarán en las materias formativas del estudiante que busca convertirse en un experto en el campo de la química.

Históricamente los temas se imparten a partir de una cátedra rígida con nula interacción, busca asegurar el aprendizaje mediante la intervención del docente en plataforma, haciendo uso de ambientes virtuales, repercutirá a posteriori en una revisión de la malla curricular ponderando la creación de secciones de asignatura semipresenciales.

La propuesta de modificación curricular estaría sustentada en los principios de Coll (1985) en torno a que las necesidades de dicho diseño se hacen en función de lo que los estudiantes demandan, partamos de dos ideas. Primero pareciera sumamente complicado (casi imposible) la idea de tener más de una ruta curricular, sin embargo en un sistema de créditos con un currículo flexible (o que al menos intenta ser flexible) el estudiante diseña a partir de la malla vigente su propio currículo, podemos entonces decir que estará cursando las asignaturas en función a sus propias demandas, El segundo punto que podemos discutir es que dadas las condiciones actuales en donde el estudiante pasa un número elevado de horas haciendo uso tanto de la computadora como de dispositivos móviles, se vuelve trascendental el diseño de sesiones y de asignaturas que hagan uso de estos medios como parte del trabajo diario en el salón de clases.

La investigación que se desarrolla es de carácter básico, está orientada a analizar el comportamiento académico de dos grupos de estudiantes en condiciones diferentes, tal y como se ha explicado uno de los grupos estará trabajando de manera semipresencial en tanto el otro lo hará en el salón de clases bajo un enfoque más “tradicional” en donde el docente será el centro de los saberes y de la enseñanza, en ambos casos se registrará el avance en los temarios a partir del cumplimiento de actividades, la entrega de tareas y la revisión de los temas que comprende la malla de la asignatura sobre la cual se trabajará. Se empleará el método hipotético-deductivo a través del planteamiento de variables de investigación, surge

entonces la necesidad de un análisis probabilístico empleando herramientas estadísticas, de acuerdo con Hernández (2008) este método puede sentar las bases de futuros postulados teóricos, si bien la investigación no tiene la intención de desarrollar leyes y teorías si pretende a posteriori sentar las bases para incorporar una forma alternativa de impartir clases en un programa que históricamente ha estado supeditado a estructuras rígidas que impiden el aprovechamiento de espacios físicos para su planeación académica y que limita también el desarrollo transversal de los alumnos tanto dentro la ruta curricular de la carrera como hacia afuera de la misma. El planteamiento de la hipótesis de investigación no queda únicamente en la idea de una mejora en torno a la apropiación de los conceptos, es posible también plantear la idea de mejora de rendimiento y de desarrollo de habilidades que, si bien se espera que un estudiante de nivel licenciatura cuente con ellas, no se puede tener certeza de esto hasta el momento en el que se comience a trabajar con los estudiantes en las sesiones tanto presenciales como a distancia.

El estudio es de tipo descriptivo-analítico pues aunque se tiene identificado el problema medular de la investigación se requiere recabar un mayor número de datos para poder llegar a conclusiones a través de la comprobación de la hipótesis que se tiene planteada, además de lo anterior se define con precisión el problema de la investigación y se describe oportunamente el contexto en donde se realiza el estudio, la población, los sujetos, las interacciones entre los sujetos y el investigador, así como las posibles limitaciones que el diseño metodológico pudiera presentar. Toda vez que se tengan los resultados de la investigación es posible estudiar cada uno de los datos que nos arroje, este ejercicio de análisis permitirá constatar la veracidad de la hipótesis, al mismo tiempo brindará los elementos necesarios para proponer una modificación tanto a la forma y el método de enseñanza, así como a la ruta curricular en la cual se encuentra asentado el programa académico donde se realiza la intervención. El análisis estará basado en los resultados que cada uno de los estudiantes obtenga en los instrumentos de evaluación así como en la realización de cada una de las actividades complementarias que se han diseñado para el curso, cada caso se analizará por separado y se tendrá en cuenta además de la resolución de los instrumentos el comportamiento que los estudiantes muestran tanto en el salón de clases al momento de recibir la clase como en el cumplimiento de las fechas de entrega, la interacción digital (correo, mensajes, chat) que tengan con el profesor y entre ellos en los espacios que

se diseñan para esto. Pensar únicamente en el número no nos permitirá analizar a profundidad lo que los alumnos perciben en torno al cambio en el que están inmersos al ser parte de esta investigación (Reyes, Porro y Pirovano, 2013).

Debido a que el estudio se realiza en un periodo de tiempo dado, el cual está determinado por el inicio y la conclusión de las actividades semestrales para el periodo que la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla denomina “otoño” (agosto-diciembre), el estudio será de corte longitudinal, las fechas en las que se ofertan los cursos para este periodo se conocen con al menos 7 meses de anticipación y el docente conoce las secciones de las que se hará cargo 2 meses antes de iniciar las clases por lo que puede realizar una planeación de los contenidos, actividades y evaluaciones ubicando cada una de ellas en fechas específicas.

Las evaluaciones están diseñadas para que los estudiantes las presenten en cada uno de los tres periodos en los que el docente ha dividido el contenido programático (examen parcial 1, 2 y 3). La distribución de los temas para cada una de estas evaluaciones tiene que ver con los conceptos que se revisan y la extensión de los mismos, ahora bien, el examen no es el único parámetro que se tomará en cuenta para la evaluación de cada uno de los estudiantes a lo largo de los periodos, en todos los casos existen una serie de actividades que los alumnos deberán de realizar y de las cuales deberán presentar las evidencias de aprendizaje en los formatos y tiempos que el docente indique. Las evidencias se colocarán en una carpeta de *Google drive* que cada estudiante debe diseñar, las actividades cuentan con una fecha de entrega, la cual se indica al momento de solicitar la realización de la actividad, aquellas actividades que no se concentren en la resolución de los problemas, tendrán el apoyo de una rúbrica en la que el docente indica los puntos esenciales que debe tener esa evidencia para considerar que el alumno está cumpliendo. Cada una de estas tareas tiene puntajes diferentes, existen actividades en escala 1 al 5 y otras en escala 1 al 10, al momento de realizar la evaluación se homologarán dichas escalas para ponderarlas y obtener la calificación de los alumnos en este rubro. Las actividades que se solicitan se ubican en alguno de los temas que se revisan en los parciales, tal y como se desglosa en la Tabla 6.1.

Examen	Actividad
Primer Parcial	Reporte de lectura Línea del tiempo Problemario Equilibrio químico
Segundo Parcial	Problemario Titulaciones polipróticos Problemario volumetría óxido-reducción Revisión de videos que proponen solución a ejercicios.
Tercer Parcial	Diseño de Cómic Problemario Complejometría Construcción de crucigrama Diseño de un ejercicio usando <i>eXeLearning</i>

Tabla 6.1. Actividad requerida a los alumnos por cada examen parcial Fuente: Elaboración propia LAAC 2018.

Todas las actividades se diseñaron haciendo uso del modelo ADDIE, para el diseño instruccional, en primer examen parcial, tienen como objetivo fundamental, presentarle a los estudiantes del curso una visión general sobre lo que es la química analítica y sobre la utilidad que la misma tiene en el estudio no solo de la química sino en el de diversas áreas transversales (como la biología, la medicina e incluso el derecho). El reporte de lectura se hace a partir del artículo “El papel de la química analítica en las ciencias ambientales”, dicho artículo es escrito por la Dra. María Antonia Dosal Gómez, reconocida docente de la química analítica, miembro de la Academia Mexicana de Química Analítica y precursora de la Olimpiada de Química en nuestro país, los alumnos realizan una lectura de dicho documento y elaboran un reporte de lectura del mismo a manera de crítica, para ello pueden guiarse de la rúbrica que el docente propondrá.

La segunda actividad que realizarán en el periodo del primer examen parcial es una línea del tiempo sobre cómo se construyó el concepto de equilibrio químico, esta línea debe estar construida con alguna herramienta de libre uso en la web, el docente sugiere el uso de

TimeLine o *TimeRead*, aunque la elección queda a criterio de los alumnos. Para esta actividad el profesor también proporciona una rúbrica con los criterios mínimos que debe cumplir el estudiante.

Por último, el docente proporciona a los alumnos un problemario sobre el tema equilibrio químico, dicho problemario es un documento en formato Word en donde se incluyen 8 ejercicios sobre equilibrio químico, estos ejemplos deben ser resueltos por los alumnos, tanto en el caso del problemario como en las dos actividades anteriores (ver anexo) estamos hablando de tareas individuales que cada uno de los alumnos deberá colocar en su carpeta de *Google drive*.

Los contenidos que se revisan en el segundo examen parcial se centrarán en que el estudiante aprenda las técnicas de análisis de sustancias ácidas, básicas, oxidantes y reductoras, hemos mencionado anteriormente que la volumetría es la técnica básica de análisis por lo que debe ser comprendida en su totalidad por el estudiante, la resolución de ejercicios es sin lugar a duda una de las estrategias más usadas dado que a partir de problemas modelo el estudiante tiene su primer acercamiento a la aplicación de la técnica. El primer problemario que los alumnos deben resolver está compuesto por 8 ejercicios de titulaciones ácido-base, en todos los casos el alumno construirá una gráfica en Excel que es la representación gráfica de los cálculos que realiza, tanto los valores calculados como la gráfica serán colocados en la carpeta de *Google drive*, se solicita al estudiante que coloque dos archivos, uno en formato doc, en donde después de cada problema coloque los valores obtenidos, y el archivo xls donde estarán contenidos los cálculos que dan origen a los valores que el alumno reporta en el archivo de Word, así como las gráficas que construye con ellos.

El segundo problemario contiene un total de 2 problemas de balance óxido-reducción, 2 ejercicios de equilibrio óxido-reducción y 4 problemas de balanceo óxido-reducción. De manera análoga al primer problemario, el alumno deberá colocar en su carpeta de drive el archivo doc y el xlx con los datos, cálculos y gráficas.

En la tercera actividad, los estudiantes harán la revisión de 6 videos que son preparados y editados por estudiantes de la asignatura Química Analítica VI (materia de séptimo semestre de la Licenciatura en Química) los videos presentan una explicación sobre ejercicios de equilibrio químico y volumetría de los temas que hasta el momento los alumnos de Química

Analítica Básica han revisado. Los videos son colocados en un canal de *YouTube* en donde los estudiantes pueden consultarlos, la actividad consiste en que los alumnos realicen una crítica a estos videos, dicha crítica tiene que centrarse en si logran o no comprender cómo se resuelve el ejercicio que plantean sus compañeros, de igual forma pueden comentar aquellos detalles del video que les parezcan positivos o que apoyen a la comprensión del ejercicio, así como todos los detalles que no aporten nada para esto.

Al momento de comenzar a revisar los temas del tercer parcial, los alumnos tienen ya conocimiento de cómo se realiza la volumetría en dos medios (ácido-base y óxido-reducción) la primer actividad que se les solicita es la construcción de un cómic en donde expliquen los fundamentos de la técnica, el comic se construirá a partir de una herramienta de uso gratuito en la web, el docente sugiere *Pixton*, *Geanmagic* o *Marvel*, pero permite que el alumno si así lo decide ocupe alguna otra herramienta disponible en la red. El cómic se diseñará con base a los criterios de la rúbrica que el profesor proporcionará (ver anexo) la evidencia generada será colocada en la carpeta de *Google Drive*.

La segunda actividad es un problemario compuesto por 3 ejercicios de volumetría de complejos y 2 ejercicios de gravimetría, tal y como sucede con los problemario del segundo examen parcial, los estudiantes deberán construir un archivo en formato doc y otro en xlsx que contengan datos, cálculos y gráficas resultantes de la solución de los problemas, ambos archivos serán compartidos en la carpeta del estudiante.

Una tercera actividad que los alumnos realizan como parte de los aprendizajes que complementan al tercer examen parcial, es el diseño de un crucigrama, el profesor sugerirá el uso de *Educima*, *Worksheet* u *Olesur*, pero tal y como se mencionó en actividades anteriores, la incorporación de otra herramienta queda a criterio de los alumnos, Los crucigramas estarán compuestos por un total de 20 preguntas, dichas preguntas deberán ser generadas a partir del tema “Gravimetría”.

La última evidencia es la resolución de un problema, en formato de casos, para el grupo en cuestión se diseñaron tres casos, uno con orientación en química clínica, otro con orientación en farmacia y uno más en alimentos (las tres áreas terminales de la licenciatura) el caso se resolverá en equipos de personas y la solución debe ser presentada haciendo uso de la herramienta virtual *eXeLearning*. Se trata de una herramienta de libre acceso y compatible

tanto para sistemas operativos que funcionen con *Windows* como para aquellos que trabajen con sistema *Apple*. Aguilar et al. (2016) usaron *eXeLearning* como estrategia de aprendizaje para la resolución de un problema de equilibrio ácido base que ponía el contexto de un cuadro severo de gastritis, los resultados que reportan es que los estudiantes con los que se trabajó tuvieron un mejor rendimiento en las evaluaciones del tema ácido-base respecto de aquellos que no efectuaron actividades complementarias.

6.2 Población objetivo

El curso Química Analítica Básica posee un contenido temático (de asignatura) de 9 unidades que deben ser cubiertas en un total de 18 semanas, a este tiempo se debe restar las sesiones dedicadas a la aplicación de exámenes (3 parciales) ajustar fechas con suspensiones programadas e inesperadas, lo que en promedio nos deja con 14 semanas semestres, por lo que cubrir un contenido de 9 unidades en 56 horas se convierte en una labor sumamente compleja, al margen del número de unidades es necesario comentar que el contenido de las mismas es amplio además de que se tratan tópicos nuevos para los estudiantes.

Si bien el número de docentes que utilizan herramientas virtuales como plataformas, únicamente las emplean como concentradores de documentos de clase y para entrega de tareas, no están haciendo uso de éstas con una visión para migrar las asignaturas presenciales a un formato semipresencial. Plantear la idea de un currículo semipresencial en el área de ciencias, podría favorecer el diseño de contenidos, aprovechamiento de tiempo, eficientar los espacios manteniendo la atención docente-alumno y el nivel de la cátedra.

La asignatura Química Analítica Básica, es una materia del plan de estudios de la Licenciatura en Químico Farmacobiólogo correspondiente al segundo semestre de la carrera, se ofertan un total de 6 secciones de la asignatura cada una con un cupo de 50 estudiantes (300 en total).

Se determinó realizar el estudio en esta asignatura dado que por el número de estudiantes es posible contar con un grupo control y un grupo de estudio, en ambos grupos el investigador es el docente de la materia, la elección de las secciones se realizó de la siguiente forma.

- a) Grupo A (control) La materia se imparte los lunes de 10:00 a 12:00 y los miércoles de 10:00 a 12:00 hrs, únicamente existe una suspensión programada en el periodo para este grupo.
- b) Grupo B (estudio) La materia se imparte los miércoles de 7:00 a 9:00 hrs. y viernes de 10:00 a 12:00 hrs.

Existe una suspensión programada en el calendario de la institución, además de lo anterior el viernes derivado de las actividades del investigador se realizarán 5 suspensiones los viernes, las cuales se programaron sobre determinadas unidades, con la intención de comprobar si el trabajo y la revisión de temas en línea pueden complementar la formación presencial.

El universo sobre la cual se aplica el estudio es el total de alumnos inscritos en el curso Química Analítica Básica durante el semestre Otoño 2018, el total de alumnos inscritos es de 285 estudiantes (de los 300 lugares ofertados), deberán estar revisando los mismos contenidos temáticos durante las 18 semanas que comprenden el curso. La asignación de grupos por docente se lleva a cabo respetando la antigüedad de cada profesor adscrito al departamento en el que se encuentra anclada la asignatura. En este sentido la población objeto de estudio son 100 estudiantes (dos grupos de asignatura) que se encuentra a cargo del investigador que realiza el estudio.

6.3 Muestra/Unidad de análisis

El cálculo para la determinación del tamaño de muestra se realiza partiendo de un intervalo de confianza del 95 %, para muestras finitas la selección de la muestra parte de la fórmula

$$n = \frac{N * Z_{\alpha}^2 * p * q}{d^2 * (N - 1) + Z_{\alpha}^2 * p * q}$$

Las variables de la fórmula son:

n = Tamaño de la muestra

N = Población

Z_{α} = Desviación estándar

d = precisión

p = proporción esperada

$$q = 1-p$$

Para el intervalo de confianza que se desea (95 %) el valor de z es igual a 1.96 en tanto que la proporción esperada y la precisión son del 5 %, sustituyendo estos valores en la ecuación obtenemos:

$$n = \frac{100 * 1.96^2 * 0.5 * 0.5}{0.05^2 * (100 - 1) + 1.96^2 * 0.5 * 0.5} = 79.5$$

Al tratarse de datos que se obtienen a partir de los estudiantes, no es posible contar con un valor decimal, por lo que el valor de “n” tamaño de muestra se redondea al valor inmediato superior obteniendo para tal efecto un número de muestra de 80, al ser dos grupos de estudio (control y piloto) el número total de la muestra será dividido entre los dos, con lo que por cada grupo se considerará a analizar los resultados de 40 sujetos.

6.4 Tipo de muestreo.

Se realizará un muestro probabilístico aleatorio, toda vez que se sabe que la muestra sobre la cual se aplicará el análisis, los sujetos serán identificados a partir de la matrícula del estudiante (código numérico de 9 caracteres), las matrículas se ordenarán en orden ascendente y se escogerán las 40 primeras matrículas de cada grupo excluyendo de los criterios de selección el género de los estudiantes y permitiendo incorporar a la muestra a estudiantes que se encuentren cursando la asignatura por vez primera, así como aquellos alumnos que estén repitiendo dicha asignatura. En un primer momento se puede pensar que los alumnos que estén recursando (repitiendo la materia) tienen un mayor dominio sobre los temas que se imparten, esta idea puede bien ser explorada a partir de los resultados que se los sujetos de la población muestran vayan obteniendo mientras dure el estudio.

Es necesario puntualizar en el tratamiento que se les dará a las matrículas, como se trata de un dato personal, se asignarán folios a los 40 datos seleccionados, se construirá un código alfanumérico en orden ascendente compuesto por 4 números y una letra, las letras empleadas serán P para el grupo piloto y C para el grupo control, de esta forma se garantiza la protección de los datos personales de los alumnos.

6.5 Variables e indicadores

La variable independiente son los ambientes virtuales de aprendizaje que se están incorporando dentro de la currícula de química analítica básica.

Los ambientes se han desarrollado considerando las habilidades básicas con las que un estudiante universitario cuenta respecto al uso de dispositivos móviles, programas básicos de office y respecto a la navegación por internet. No obstante, la forma en que los alumnos interactúan con estos dependerá del nivel de desarrollo y dominio de las habilidades antes mencionadas, así como del interés mismo que los alumnos muestren a trabajar con las herramientas que se les proporcionen.

Variable dependiente: El rendimiento académico de los estudiantes que forman parte de la muestra de estudio.

Jiménez (2000) define el rendimiento académico como la relación entre el dominio de conocimientos en torno a un área en particular y la edad para la cual fueron diseñados dichos conocimientos. Para la presente investigación se espera que al concluir el semestre el estudiante tenga un dominio pleno de los conceptos básicos de equilibrio químico y volumetría, sea capaz de diferenciar entre los distintos tipos de titulaciones (volumetrías) que existen con lo que pueden aplicar dichos conocimientos en el trabajo de campo y de laboratorio. Partimos pues de la idea de que, al incorporar ambientes virtuales para enseñar las asignaturas, muestra una mayor apropiación del conocimiento con lo que el rendimiento académico se verá favorecido entre los estudiantes que se encuentren cursando la asignatura.

De acuerdo con esta definición, en la presente investigación, se trabajará el rendimiento académico, como una variable cuantitativa continua, debido a que las calificaciones que los alumnos obtengan pueden obtener valores decimales, aunque en el momento de asentar la calificación final, se deberá redondear. La operacionalización de las variables se define a continuación en la Figura 6.1.

Variable	Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensiones	Indicadores	Unidad de Medida	Escala	Valor final
Rendimiento Académico	Es el valor numérico que se asigna a los estudiantes a partir de la consecución de los niveles de logro.	Es el cumplimiento de actividades, así como la resolución de los exámenes emitirán encontrar el valor del rendimiento académico por alumno. Se utilizará una escala numérica con valor de 0 a 10	1. Resolución de problemarios. 2. Cumplimiento de Actividades. 3. Resolución de exámenes. 4. Propuesta de diagnóstico o método analítico	1. Uso adecuado de fórmulas, identificación del tipo de volumetría, entrega a tiempo. 2. Entrega a tiempo de, atención a cada rubro. 3. Uso adecuado de fórmulas, justificación de respuestas, explicación de procedimientos. 4. Resolución de los casos acorde a los aprendizajes obtenidos a lo largo del curso, propuesta analítica consistente con los saberes.	Calificación	De intervalo	Alto: 9 a 10 Medio: 7 a 8.9 Bajo: 6 a 6.9 Insuficiente: <5

Figura 6.1. Definición de Variables de estudio. Fuente: Elaboración propia LAAC (2020)

6.6 Datos de relevancia socioeducativa

Son diversos los factores que se pueden considerar en este apartado:

- a) El primero de ellos es que los alumnos tengan dispositivos móviles y/o computadoras lo que definitivamente afectará la realización de las actividades, además lo anterior el acceso a internet es un punto medular, los alumnos deben tener la facilidad de conectarse a redes inalámbricas o de casa para poder llevar a cabo las tareas y demás actividades. De acuerdo con los datos estadísticos (Anuario, 2018) con los que cuenta la universidad (BUAP), el 48 % de los alumnos inscritos en el nivel licenciatura no cuentan con computadora propia, esto obliga a buscar opciones de trabajo que sean compatibles con dispositivos móviles (tabletas y celulares), aunque no se cuenta con dato alguno sobre el acceso a internet fuera del campus universitario en donde todos los alumnos inscritos tienen acceso libre a señal de internet.

- b) El manejo que tienen los alumnos en torno a los dispositivos, los programas, las nubes y las aplicaciones es también relevante, un alumno que no tenga desarrolladas las habilidades básicas en el uso de estas herramientas tendrá complicaciones para cursar la asignatura dado que se ha diseñado un conjunto de actividades encaminadas a cubrir los contenidos temáticos de la asignatura, habiendo uso de distintas herramientas virtuales. “dosificar el tiempo/organización”.
- c) El lugar de origen de los alumnos es otro dato que también se debe de tomar en cuenta, el tiempo de traslado que invierte un estudiante desde su casa hasta el centro de estudio puede ser determinante para el tiempo que dedique a la realización de las actividades.

6.7 Método de investigación

La presente investigación se desarrolló bajo un método de investigación cuantitativo con un diseño cuasiexperimental. Para llevar a cabo la investigación se trabajó con dos grupos de estudio (control y experimental) para el grupo piloto se implementaron todas las estrategias que se diseñaron y la evaluación estuvo apegada a las rúbricas de cada estrategia y al uso de los ambientes virtuales, por su parte en el grupo control se llevó a cabo una enseñanza tradicional apegada a los materiales de apoyo que marca el programa oficial sin regular de manera considerable el uso y manejo de materiales electrónicos. La investigación se llevó a cabo a lo largo de 18 semanas (un semestre calendario de la BUAP). El grupo control también debió realizar las actividades propuestas, los alumnos de ambos grupos entregarán evidencias en formato electrónico por lo que en ambos casos se solicitará la creación de carpetas en *Google drive*. El número de sesiones presenciales en ambos grupos difiere, mientras que el docente (de acuerdo la planeación) asistirá al 90 % de las sesiones presenciales del grupo control, en el caso del grupo piloto se planea que el docente trabaje en el aula el 75 % de las sesiones presenciales que, marca el horario calendario, no obstante en ambos casos el docente estaba obligado a cubrir la totalidad del programa de estudios durante el periodo en el que se está impartiendo.

Mediante los datos que se recopilen se pretende sentar las bases para proponer una nueva estructura curricular en donde puedan existir asignaturas semipresenciales lo que repercutirá

directamente en el aprovechamiento de medios, espacios, pero también representan un importante reto en el diseño curricular y la capacitación de los profesores adscritos a la Facultad.

La comprobación de la hipótesis de investigación se efectuó a partir de los resultados estadísticos, con el número de resultados obtenidos se pudo dar validez a través de una prueba distribución t para discutir la hipótesis nula que plantea el estudio, la naturaleza de la prueba estuvo asociada al número de participantes, es decir, al tratarse de una comparación entre dos grupos de estudio, el análisis se podría realizar a partir del mismo número de datos de ambos grupo o entre grupos con diferente número de datos, dicha información estará determinada no por el tamaño de muestra, sino por el número de respuestas que se obtiene a partir de cada estrategia.

Para poder comparar los resultados de aprovechamiento académico de los alumnos que se encuentran inscrito en los dos grupos de estudio (control y piloto) se realizó una prueba t de comparación entre diferentes tamaños de muestra. Cabe mencionar que metodológicamente hablando se consideran 40 sujetos por grupo, sin embargo en aquellos casos en donde uno solo de ellos no presenta un examen (cuestionario de análisis), la comparación entre medias será para poblaciones diferentes.

La escala de calificaciones aprobatorias será de 6 a 10, aquellos valores equivalentes a 0.5 (6.5, 7.5, etc) se tomarán en cuenta como valor absoluto y solo serán objeto de redondeo al momento de escribir los promedios partiendo del principio de que toda nota arriba de 0.5 se redondeada al inmediato superior, en tanto que las notas ≥ 0.4 serán redondeadas al inmediato inferior.

6.8 Técnicas y procedimiento de recogida de la información

Encuesta auto diligenciada: De acuerdo con Meneses y Rodríguez (2011) un cuestionario es el principal instrumento para análisis de datos cuantitativos cuando realizamos una investigación de campo, quizá uno de sus principales usos se refiere a la realización de encuestas sin ser la única aplicación, el éxito o fracaso de estos cuestionarios radica en la claridad que tiene cada una de las preguntas que lo conforma.

Como se desea medir el nivel de dominio que los alumnos tienen entorno a los temas específicos del programa de química analítica básica, es necesario mencionar que las preguntas abiertas de acuerdo a la definición de autores como Meneses son las que le brindan al estudiante un mayor número de grados de libertad, es decir las respuestas pueden ser muy variadas, para el tipo de cuestionarios que se van a diseñar, al proceder las respuestas de procedimientos de corte matemático las opciones de respuesta se limitan. Además de la respuesta que se puede dicotomizar como correcta e incorrecta será necesario evaluar los procedimientos que realizan los alumnos para poder llegar a la solución de cada uno de los ejercicios, la simple construcción de una gráfica a través del uso de Excel como herramienta es parte fundamental del proceso de apropiación de los conceptos en torno a los contenidos del temario que se revisa.

Estudio de casos (técnica resolución de casos) Basado en Problemas (ABP). Esta técnica consiste en el planteamiento de una situación problema, donde su construcción, análisis o solución constituyen el foco central de la experiencia (Díaz Barriga 2013), para la investigación que se llevará a cabo es necesario mencionar que los alumnos están realizando estudios en una licenciatura en donde la parte práctica es trascendental de ahí la importancia de realizar actividades contextualizadas que los acerquen (o al menos intenten) a condiciones y situaciones que podrían llegar a enfrentar en el ámbito laboral, la resolución de ejercicios como tal no siempre dotan a los alumnos de los conocimientos necesarios (García 2010), al momento de construir estos problemas orientados hacia situaciones y enunciados en donde los alumnos deben aplicar los conocimientos revisados y estudiados se espera que exista una mayor apropiación de los conocimientos.

Para poder recopilar los datos y posteriormente procesar la información, se hará uso de los formularios de cuestionarios disponibles en Google (https://www.google.com/intl/es_mx/forms/about/), este medio será ocupado únicamente en el caso del grupo piloto, para el caso del grupo control, los cuestionarios se levantarán en formato impreso, tanto los alumnos del grupo piloto como los alumnos del grupo control dispondrán del mismo periodo de tiempo para responder sus respectivos cuestionarios (2 horas).

El procesamiento de la información se realiza a partir de la codificación de cada una de las preguntas para que posean un carácter dicotómico, es decir cada una de las respuestas que tengan los estudiantes se transformarán a la escala “correcto e incorrecto” para poder procesarlos datos y analizarlos. Este será el primer acercamiento hacia los saberes de los estudiantes, pero no el único dado que los instrumentos que se diseñaron además de permitir al estudiante dar una respuesta, se construyeron pensando en revisar y analizar los procedimientos mediante los cuales los estudiantes llegan a un resultado determinado, la idea de dicotomizar las respuestas, parte de la necesidad de poder realizar un análisis sobre la funcionalidad y validez del instrumento que se está aplicando. El resultado de cada una de las preguntas que componen el instrumento es importante, pero la capacidad de análisis y de resolución de los problemas es importante.

La observación participativa se realizará en cada una de las sesiones presenciales lo que se busca con la implementación de esta técnica es sentar base sobre el comportamiento de los alumnos en ambos grupos, poniendo especial atención a la entrega de actividades, resolución de ejercicios en pizarrón y participación de los alumnos en las sesiones de clase, es necesario destacar que las actividades para ambos grupos serán las mismas y por tanto las evidencias de aprendizaje también lo serán por lo que la forma de concentrar dichas evidencias en ambos casos será a través de una carpeta creada en *Google drive*, en esa misma carpeta el docente se encargará de comunicar a los alumnos las observaciones, correcciones y por tanto la calificación asignada a cada uno de sus actividades. Vitrola et al. (2014) indican que es de suma importancia cómo se prepara el ambiente en el que se pretende trabajar es decir en donde se desea implementar este tipo de observación, es claro que los estudiantes deben sentirse cómodos en el entorno de aprendizaje antes de iniciar una discusión y por ende su participación con el docente, la actuación y regulación que el profesor (investigador en este caso) tenga dentro de este proceso será de vital importancia para el éxito de la estrategia.

Una vez que se trabaje con el grupo, tanto las respuestas como el comportamiento del mismo será estudiado con el fin de que los hallazgos encontrados nos proporcionen información complementaria, es decir, el resultado que los alumnos obtienen en un examen, generalmente está asociado a su desempeño en el aula y en la realización de las tareas, si bien los cuestionarios nos dan un panorama general sobre los aprendizajes y saberes de los alumnos,

la realización de actividades así como la presentación de evidencias de aprendizaje puede darnos mayor información respecto a cómo es el desempeño de un alumno.

Villalobos, Álvarez y Olivares (2016) han concluido que aún en estos tiempos en donde los alumnos están totalmente asociados a herramientas tecnológicas, estrategias como el Aprendizaje Basado en Problemas (ABP) continúan potencializando el desarrollo de habilidades, el aprendizaje significativo y el razonamiento lógico, si bien es cierto que este hallazgo no es nuevo ya que en México en el campo de la química el ABP se ha trabajado por décadas (Garritz y Chamizo 1994). En el caso particular del presente estudio se han diseñado una serie de problemas con tres orientaciones (clínico, farmacia y alimentos) esto con la intención de que los alumnos conformen equipos según el área de interés en donde les gustaría desarrollarse de manera profesional, es importante mencionar que los estudiantes inscritos en este programa de licenciatura pueden desempeñarse en cualquiera de los campos de estudio sobre los cuales se hace el diseño de los problemas, es claro que requerirán de una especialización en cualquiera de ellos y cabe la posibilidad de que a lo largo de su formación cambien de área de interés.

6.9 Instrumentos o guiones de recogida de información

6.9.1 Examen

Se diseñaron tres exámenes que evalúan los contenidos temáticos de cada unidad perteneciente al programa de Química Analítica Básica, la extensión de cada uno de estos exámenes está en función de los temas que se cubren a lo largo del periodo en que se imparte la asignatura. El diseño de los exámenes.

Primer Parcial: El primer examen se diseñó con base en las unidades temáticas donde se revisan los temas:

- a) Introducción
- b) Disoluciones
- c) Equilibrio químico
- d) Equilibrio ácido base y volumetrías ácido-base

El tiempo que se destina para la revisión de estos temas es un total de 20 horas. El examen se construyó con un total de 9 reactivos, se combinaron preguntas de opción múltiple y abiertas, cada una de estas preguntas tienen un puntaje diferente hasta completar 10 puntos (equivalente al 10 de calificación), esta asignación se hace con base en la dificultad de cada una de las preguntas (ver tabla de especificaciones en anexos). Dado el contenido del programa de asignatura, las respuestas que se colocan en el instrumento deben ser revisadas con detenimiento y en aquellos casos en donde se requiera construir una gráfica en formato Excel, se solicitará a los estudiantes que la construyan y la anexen en la carpeta de drive que crearon al inicio del curso.

Segundo Parcial: Unidades: El segundo examen parcial es una encuesta autodiligiada compuesta por un total de 10 preguntas, los temas que se revisan son:

- a) Volumetría de especies polipróticas
- b) Equilibrio óxido-reducción
- c) Volumetría óxido-reducción

Durante 18 horas (según indica el programa de estudios) se revisarán los temas que hemos mencionado para que posteriormente se realicen preguntas en torno a estos tópicos en la encuesta que definiremos como “segundo parcial”, de manera análoga a lo sucedido con el primer parcial, las preguntas son abiertas y de opción múltiple, dependiendo de si son preguntas en las que se evalúan niveles taxonómicos 1 y 2, 3 y 4 respectivamente (de acuerdo a la taxonomía de Marzano) el puntaje de las preguntas también se asigna de acuerdo a estos niveles (ver anexo). Al igual que en el primer examen parcial es necesario construir gráfica en formato Excel, espero en esta ocasión no se solicita que se anexen en la carpeta de *Google drive*, sino que en el mismo formulario se da la opción para anexar estas gráficas.

El tercer parcial se diseña a partir de los mismos criterios de encuesta autodiligiada, un total de 10 preguntas que los alumnos deben responder, los temas que se abordaron son:

- a) Equilibrio de complejos
- b) Volumetría de complejos
- c) Equilibrio de precipitados

d) Volumetría de Precipitados

Los contenidos antes mencionados se revisaron en un total de 18 horas, el examen estuvo compuesto por preguntas de opción múltiple, resolución de ejercicios y se incluyó un reactivo en donde el estudiante deberá aplicar la ingeniería inversa (se le da al estudiante un resultado y tiene que elaborar los pasos para llegar al mismo), los niveles taxonómicos que se evaluarán son del 1 al 4.

6.9.2 Guion de observación

El guion de observación se construye a partir del interés de analizar el comportamiento, las actitudes y las aptitudes de los estudiantes inscritos en el curso. Los puntos que se consideran fundamentales para la construcción del guion de observación son:

- a) Revisión de la puntualidad de ingreso
- b) Distribución de los alumnos en el salón de clases
- c) Interlocución de los alumnos
- d) Discusión de datos y resultados obtenidos
- e) Exposición y proposición de argumentos para la resolución de los problemas presentados
- f) Solicitud de asesoría para las actividades que se indica se realizarán en línea (o en casa según sea el grupo)

Desde el inicio de curso se informa a los estudiantes lo referente a la puntualidad de ingreso a las sesiones presenciales, de común acuerdo se determina la hora límite de ingreso de estos al salón de clases.

6.10 Técnicas y procedimiento de análisis de la información

Las encuestas se colocaron en un formulario de *Google* para el grupo piloto, en tanto que para el grupo control se realizaron en hojas impresas. En el caso del grupo piloto, los formularios se activaron a las 10:0 h del día del examen y solo se aceptó su llenado hasta ese medio día (formulario de *Google* tiene una herramienta para indicar la hora de llenado). En tanto que en el grupo control el examen se aplicó con una duración de dos horas y al término de los exámenes son entregados al profesor de asignatura para su posterior análisis, en ambos casos se construyó una base de datos que incluye:

- a) Nombre del alumno

- b) Matrícula
- c) Puntaje por pregunta
- d) Preguntas y respuestas

El análisis se realizó a partir de dos pruebas, la primera prueba que se aplicó es una prueba de Cochran, dicha prueba se aplica para muestras no paramétricas, en ésta nos referimos a las respuestas de los cuestionarios (exámenes parciales) si bien es cierto que cada una de las preguntas posee una respuesta que puede ser alfabética o numérica, se construye una base de datos en SPSS en donde se otorgó a cada respuesta el valor 0 y 1 para indicar si la pregunta fue respondida correcta o incorrectamente, esto dotó a las respuestas de un carácter dicotómico, en ese sentido la prueba de Cochran permitirá analizar el comportamiento interno de la muestra lo que permitirá deducir si existe o no relación entre las respuestas que cada uno de los sujetos de estudio coloca en las encuestas.

Además de efectuar la prueba no paramétrica, el presente estudio realizó una comparación entre los números que se asignan como calificación a cada uno de los estudiantes que están inscritos en el curso, la muestra como ya se ha mencionado es de 80 estudiantes 40 por cada uno de los grupos de análisis, la prueba paramétrica que se realizó es una prueba t , con base en los criterios de selección de la muestra se considera necesario puntualizar que si los exámenes son respondidos por el total de alumnos inscritos (100) no habrá problema en aplicar una prueba t para tamaños de muestra idénticos, sin embargo si no todos los alumnos responden el examen, se necesitará de una prueba t para tamaños de muestras diferentes.

Con base en los resultados obtenidos de la prueba t pudimos analizar la hipótesis de investigación. Si bien el ejercicio matemático es una aplicación que el mismo programa estadístico nos proporcionó, el valor numérico obtenido debe explicarse, es decir, si la diferencia entre las medias es significativa podemos hablar de que no se cumplió la hipótesis nula, lo que nos llevó a revisar el cómo se diseñaron los instrumentos, el cómo fueron respondidos e incluso detectar algún error que no se haya encontrado ni en la realización ni en la validación de los instrumentos por pares.

El análisis estadístico arrojó que no existe diferencia significativa entre los resultados de rendimiento académico de los grupos control y experimental, sin embargo, el análisis de los productos de aprendizaje, así como de los resultados que obtuvieron los estudiantes de cada

grupo en estos productos, permitió reconocer diferencias importantes en el dominio de los temas estudiados.

6.11 Dificultades y limitaciones

Los grupos con los que se trabajó el proyecto son dos secciones de estudiantes inscritos en el periodo Otoño 2018 y que fueron asignados al docente (que realiza la investigación) desde el mes de junio de 2018, esto quiere decir que el investigador conocía desde dos meses antes de iniciar el curso el horario de la asignatura así como el calendario incluyendo las suspensiones oficiales y aquellas que con base en las actividades propias del docente pueden planearse para ser ejecutadas a lo largo del semestre. La planeación de las sesiones se diseñó en función del calendario vigente para el año 2018, la entrega de actividades y la aplicación de los exámenes son conocidas por los alumnos desde el inicio del curso dado que el docente hizo entrega del “syllabus” que la dirección de la Facultad solicita, una copia fue entregada a los alumnos en formato impreso, una más fue colocada en *Google drive* y una tercera (para el grupo piloto) se puso en *Google Sites*.

Los materiales de trabajo, así como las clases se diseñan a partir del plan de estudios vigente el cual comenzó a ser impartido en agosto de 2016, los alumnos tienen acceso a este plan de estudios desde el primer día de clases, de la misma forma como se trabajó con el syllabus, el programa de asignatura se pone a disposición de los alumnos en los tres formatos antes descritos. Al contar tanto con el syllabus como con el programa de asignatura, los estudiantes desde inicio del curso conocen cuáles son los temas que se revisarán cada semana y los que se incluirán en cada uno de los exámenes, de igual forma conocen el número de actividades complementarias y las fechas de entrega de las mismas.

Las fuentes bibliográficas primarias para que el alumno pueda cursar la asignatura son los libros aprobados por el departamento de química analítica, los cuales además se encuentran descritos en el programa de estudio y los cuales existen en la biblioteca central de ciudad universitaria (Tabla 6.2).

Título	Autor/editorial	Número de ejemplares
Fundamentos de química analítica	Skoog, West y Holler. Science Learning	15
Análisis Químico Cuantitativo	Daniel C. Harris. Reverté	10
Química Analítica	Gary D. Chistian. Mc Graw Hill	15

Tabla 6.2. Disponibilidad de la Bibliografía Básica del Curso. Fuente: Elaboración Propia: LAAC 2018

Para el caso del libro del autor Harris, éste se encuentra también disponible en *Google Books*, ahora bien, el libro del autor Sckoog es el texto que el departamento decidió catalogar como libro de texto para el curso, lo cual no implica que el estudiante no pueda usar alguno de los otros dos.

Las fuentes de consulta recomendadas para el curso es la base de datos de la Autónoma del Estado de México “Redalyc” además del buscador con que la Dirección General de Bibliotecas de la BUAP cuenta. El estudiante es libre de hacer búsquedas en la red sin embargo se le solicita que las fuentes que consulte o que coloque como referencias en sus tareas, sean de fuentes que puedan ser confirmadas, documentos en formato pdf que cuenten su vez con al menos 5 referencias bibliográficas, queda estrictamente prohibido citar como fuente de investigación Wikipedia, issu o monografías.com.

Las tareas que requieren de trabajo en línea (cómic, línea del tiempo y *eXeLearning*) se realizaron a través de páginas y softwares gratuitos por lo que no implica gasto alguno para los estudiantes, dado que el instrumento se aplicó como parte del curso, no se requiere recitar a los estudiantes (sujetos de estudio) fuera de las horas que tienen asignadas, no es necesario erogar algún monto para la aplicación de los instrumentos, tampoco es necesario que los estudiantes realicen gasto alguno para la aplicación de los instrumentos y realización de las actividades, dado que como se ha mencionado, los programas son gratuitos y únicamente en el caso de *eXeLearning* éste deberá ser instalado en las computadoras de los estudiantes.

Otro problema que se debe tomar en cuenta es cuántos de los estudiantes cuentan con computadora propia en sus hogares, pese a que el diseño de los materiales se realizó pensando

en que cualquier tipo de dispositivo móvil pueda ser usado para revisar el material e incluso para cargar los ejercicios y responder a los exámenes, sin embargo la actividad que deben realizar en *eXeLearning* no puede trabajarse en un celular por lo que si los alumnos no cuentan con computadora o tableta esta actividad que impacta directamente en la calificación que los alumnos obtengan. Otra de las limitaciones para la realización del presente proyecto es si los alumnos cuentan con conexión a internet en sus hogares, si bien es cierto que pudieran tener acceso a un café internet o a redes inalámbricas, el tiempo que dediquen al trabajo en línea es de suma importancia para la consecución de todas las actividades y de los exámenes.

El número de ejemplares de cada uno de los libros recomendados en la bibliografía es sin lugar a duda otra de las limitaciones, es importante mencionar que durante el periodo otoño 2018 se ofertan 3 secciones de química analítica básica, cada una de ellas está diseñada para que cursen 50 alumnos, al margen de que los grupos tengan la capacidad máxima de estudiantes, estamos hablando de que 150 alumnos cursarían al mismo tiempo la asignatura por lo que son los 150 estudiantes quienes requerirán de los libros por lo que el acervo bibliográfico pudiera ser insuficiente para estudiar.

6.12 Plan de trabajo de campo

Con base en el calendario oficial publicado por la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, se diseñó una planeación del curso respecto al número de tareas, actividades y exámenes que se aplicaron a lo largo del curso.

6.12.1 Primera Fase:

Durante el mes de junio se diseñaron las actividades, los problemas y los exámenes, en el mes de agosto se solicitaron a tres pares la validación de los instrumentos (exámenes) con la finalidad de que al momento en que los exámenes fueron aplicados, los instrumentos contaban con condiciones mínimas que permitan su implementación y análisis. Al mismo tiempo se crea una página en *Google Sites* con el nombre “Portafolio de Evidencias Química Analítica Básica”.

6.12.2 Segunda Fase:

El trabajo de campo comenzó desde el primer día de clases, el investigador explicó a los alumnos cuáles eran las condiciones de trabajo (semipresencial) explica la importancia de la participación de todos en las diferentes actividades que se han diseñado para las distintas unidades del curso, presenta los porcentajes de evaluación que corresponderán a exámenes, tareas y proyectos, deja claro que la asistencia a las sesiones presenciales queda a criterio de cada uno de los alumnos, es decir, no será requisito de acreditación por lo tanto no existe un mínimo de asistencias al grupo. Solicita a todos los alumnos crear una subcarpeta para colocar sus evidencias de una carpeta de *Google Drive* que el investigador ha habilitado con el nombre de “Química Analítica Básica”. Se comenta a los estudiantes que existe la página de *Google Sites* que en ella encontrarán los documentos de *power point* con los que se trabajaron en sesiones presenciales, dichos documentos se fueron liberando conforme se avanzó en el temario de la materia. El investigador realizó la indicación puntual de que deben estar atentos a la página dado que se estarían colocando en ella tareas, problemario y avisos tanto de la asignatura como aquellos que de alguna forma puedan impactar en el quehacer académico de los estudiantes (por ejemplo avisos de evaluación docente o de proceso de preinscripción), es importante hacer mención que el investigador tuvo total control sobre qué personas pueden ver los materiales de la página, por lo que debía darles acceso previa solicitud, la intención de ello es que pueda haber un control como tal sobre los participantes del grupo.

Para el caso del grupo que trabajó la asignatura de manera presencial, las indicaciones fueron análogas respecto a la asistencia, al trabajo con las subcarpetas, pero se informa que el material de las clases puede ser compartido a los dispositivos USB de quien los solicitó.

6.12.3 Tercera Fase

Los instrumentos (previamente validados) fueron aplicados el 12 de septiembre, el 17 de octubre y el 14 de noviembre del 2018, para el grupo piloto el examen se aplicó en línea a través de un *formulario de Google* cuyo enlace se colocó en la página de *Sites* y solo se otorgaron dos horas para responderlo, en caso de requerir gráficas se anexó un apartado dentro del mismo formulario para poder colocarlo. Los tres instrumentos se aplicaron los miércoles puesto que en ese día ambos grupos tiene la materia en su horario. Para el grupo

control el examen se aplicará en papel con el mismo tiempo destinado a responderlo. Una vez que se tuvieron resueltos los exámenes, se realizó una prueba de Kuder-Richardson (KR20) para conocer la consistencia interna de las pruebas, lo que a su vez nos brindó la confiabilidad de ésta.

6.12.4 Cuarta Fase

Una vez que se tienen los resultados de las calificaciones de cada uno de los instrumentos, se construye una base de datos dicotómica con el fin de analizar el comportamiento de los dos grupos. Los valores aritméticos que arrojen los instrumentos (exámenes) se comparan a través de una prueba t y los resultados son presentados en forma de una tabla, en la figura 6.2.

6.12.5 Calendario de realización

Fase / Actividad	Lugar	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Diseño de Actividades de Aprendizaje	Facultad de Ciencias Químicas BUAP	X					
Diseño de Instrumentos		X					
Validación de Instrumentos			X				
Planeación de cursos			X				
Inicio del trabajo de campo			X				
Aplicación del primer instrumento				X			
Análisis del primer instrumento				X			
Aplicación del segundo instrumento					X		
Análisis del segundo instrumento					X		
Aplicación del tercer instrumento						X	
Análisis del tercer instrumento						X	
Seguimiento del cumplimiento de tareas		X	X	X	X	X	
Aplicación de la prueba t							X
Interpretación de resultados							X

Figura 6.2. Cronograma de Actividades. Fuente: Elaboración propia LAAC (2018)

CAPÍTULO VII

RESULTADOS Y ANÁLISIS

Introducción.

La aplicación de cada uno de los instrumentos que se diseñaron en el apartado metodológico ha arrojado una serie de valores numéricos con los que podremos realizar una interpretación en función del rendimiento académico de los grupos con los que se ha implementado la estrategia de enseñanza, dicha comparación nos permitió analizar la pertinencia del método empleado para la asignatura sobre la cual se ha trabajado.

7.1 Aplicación de los instrumentos

Luego de aplicar los instrumentos se obtuvieron los promedios por instrumento (examen parcial) de cada uno de los grupos con los que se trabajó. La Figura 7.1 compara los promedios del grupo piloto y del grupo control por cada uno de los exámenes que se aplicaron.

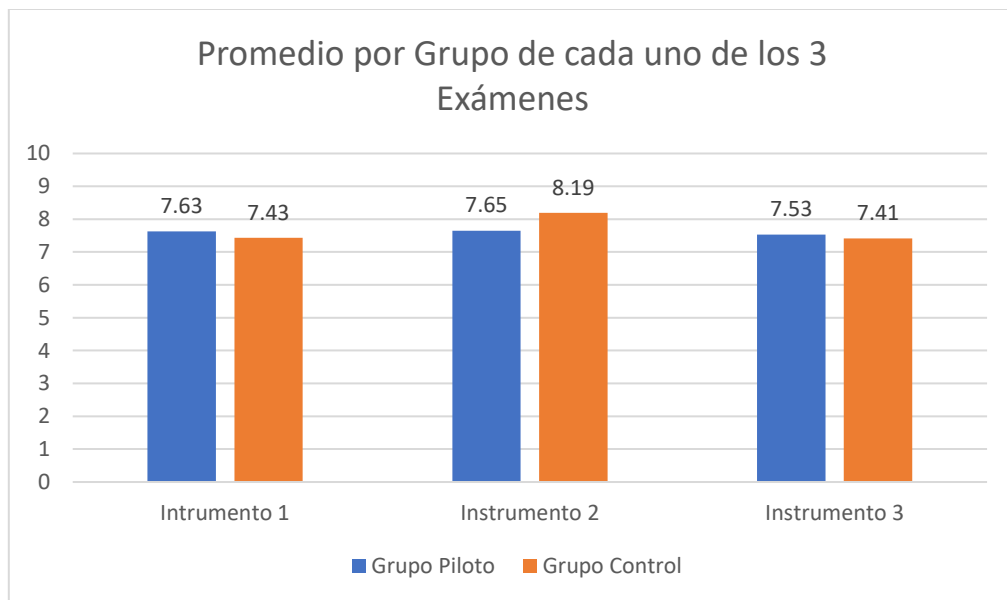


Figura 7.1. Comparación de los promedios por instrumento Fuente: Elaboración propia LAAC 2019.

En los instrumentos 1 y 3 el grupo experimental tiene un mejor rendimiento respecto al grupo control, sin embargo, el grupo control tiene un mucho mejor rendimiento que el grupo piloto en el segundo examen (instrumento 2).

En ese instrumento se aborda un tema que en particular es complejo, “Titulación de ácidos Polipróticos” en el caso del grupo control el tema se explicó enteramente en sesiones presenciales, en tanto que para el grupo experimental hubo trabajo presencial y trabajo en línea. Al momento de revisar detalladamente los instrumentos, se encontró que los estudiantes del grupo A (grupo experimental) cometieron en la resolución de los ejercicios de este tema una serie de errores que los alumnos del grupo B (grupo control) no cometieron.

Debido a lo antes mencionado sería necesario replantear la estrategia de enseñanza par la tarea en cuestión, en el entendido de que, pese a que el grupo A no tiene un mejor rendimiento que el grupo B, si se demuestra que hay aprendizaje, la Figura 7.2 compara los promedios de las 3 aplicaciones para cada grupo.

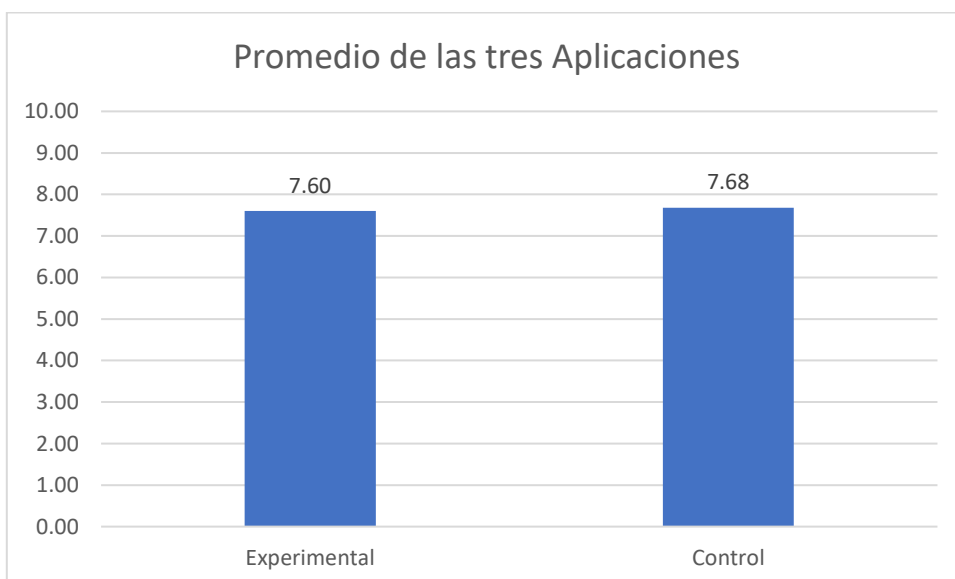


Figura 7.2. Comparación de los promedios de los instrumentos. Fuente: Elaboración propia LAAC 2019.

Desde el punto de vista del rendimiento académico es importante analizar el número de estudiantes que reprobaron cada uno de los instrumentos, las Figuras 7.3 a 7.5 indican el número de estudiantes aprobados y reprobados por grupo por cada uno de los instrumentos que se aplicaron.

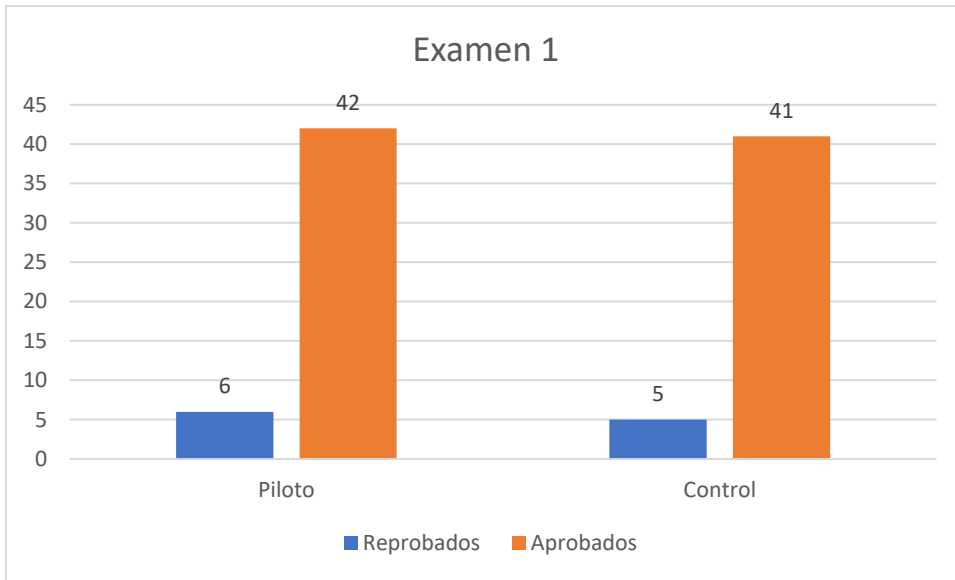


Figura 7.3. Relación aprobados-reprobados aplicación del primer examen. Fuente: Elaboración propia LAAC 2019.

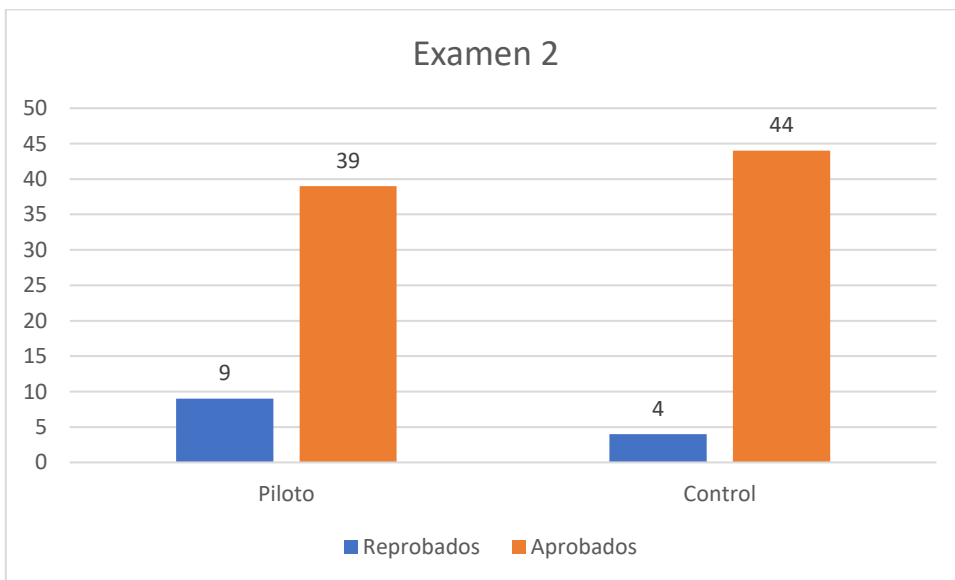


Figura 7.4. Relación aprobados-reprobados aplicación examen 2. Fuente: Elaboración propia LAAC 2019.

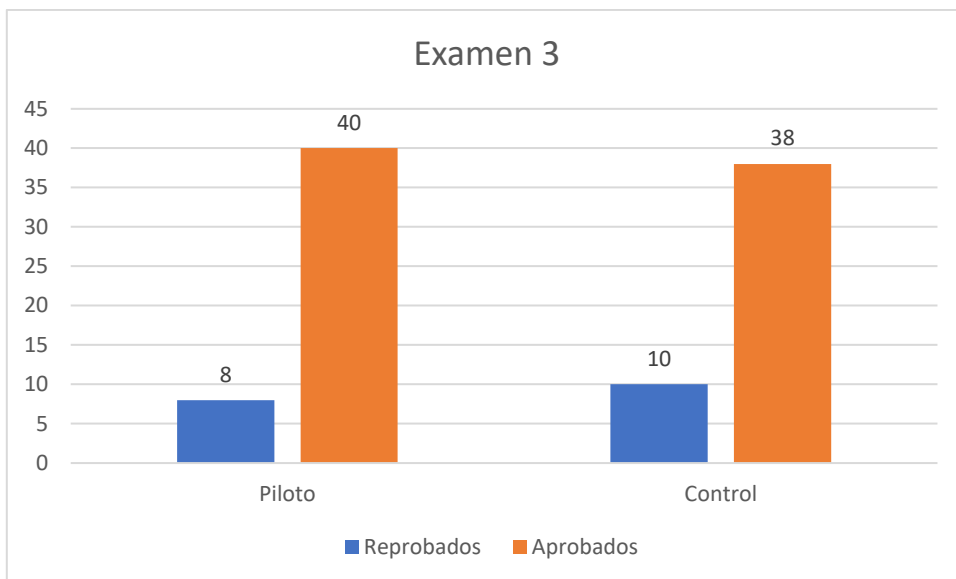


Figura 7.5. Relación aprobados-reprobados aplicación examen 3. Fuente: Elaboración propia LAAC 2019.

En el segundo instrumento el número de reprobados en el grupo piloto es mayor que en el grupo control, esto es consistente con el hecho de que el grupo control tuvo un mejor promedio en la aplicación del segundo instrumento respecto a que el grupo piloto. En el primer y tercer instrumento, el número de estudiantes reprobados es mayor en el grupo control que en el grupo piloto, sin embargo, en ninguno de los casos el porcentaje de reprobación es superior al 30 %.

7.2 Análisis Paramétricos

A partir del promedio de las calificaciones del grupo piloto obtenemos un histograma para analizar la distribución de los datos (Figura 7.6).

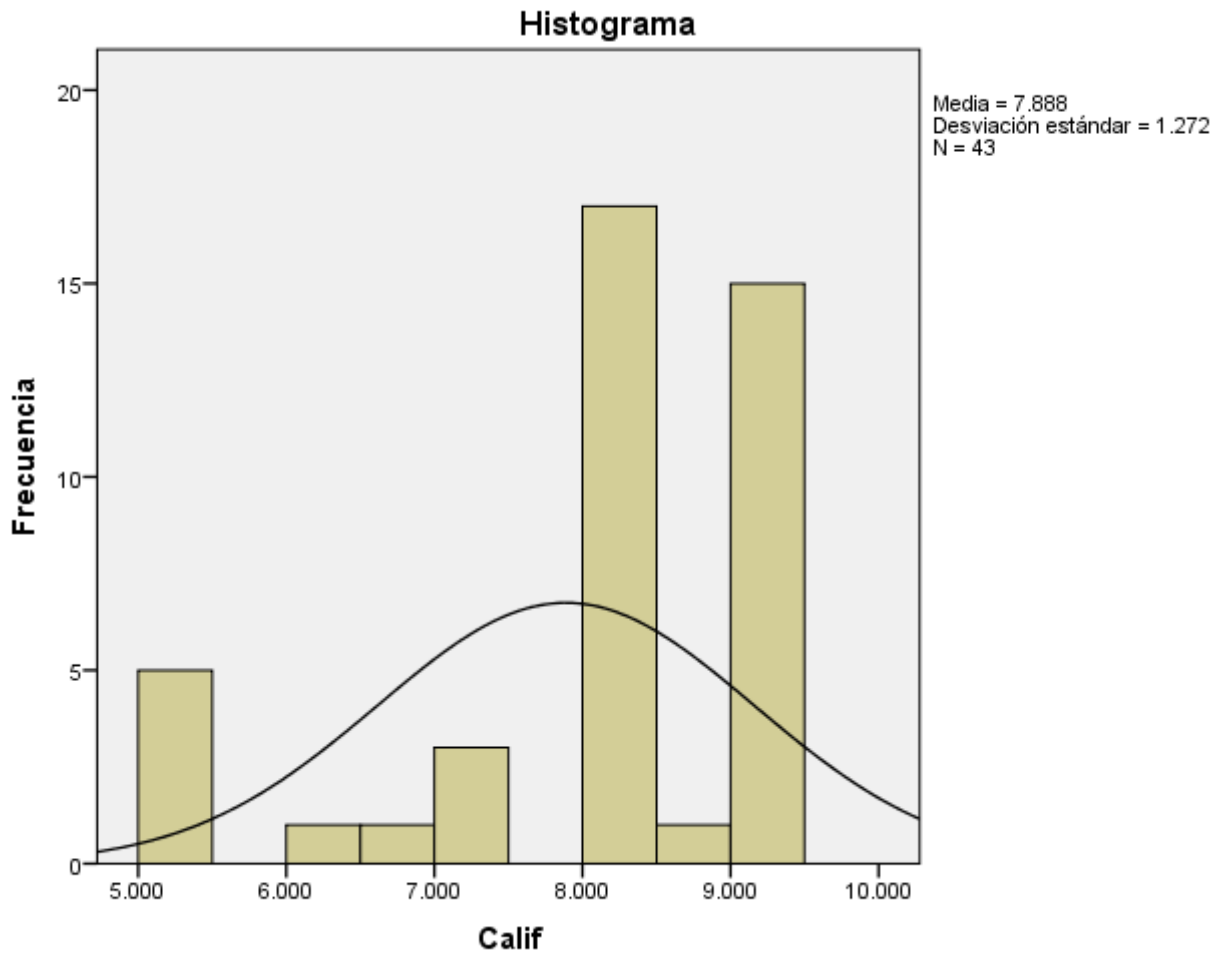


Figura 7.6 Histograma de las distribuciones de calificaciones. Fuente: Elaboración propia LAAC 2019.

Estadísticos

Calif

N	Válido	40
	Perdidos	0
Asimetría		-1.320
Error estándar de asimetría		.361
Curtosis		.812
Error estándar de curtosis		.709

Figura 7.7. Datos de asimetría. Fuente: Elaboración propia LAAC (2019).

El valor positivo de la curtosis indica que los datos no corresponden a la distribución normal (son más pesados), esto se reafirma con el valor de la asimetría (-1.320) lo que indica que la curva está desplazada hacia la izquierda, con esta información y el nivel de significancia de la prueba de normalidad, podemos reafirmar que no existe una distribución normal.

Ahora bien, podríamos considerar con este escenario realizar una comparación de medias, así, con los datos de los promedios de la aplicación de los instrumentos, es posible aplicar una prueba t de comparación de medias para grupos con número total de datos diferente, usando la ecuación:

La Tabla 7.1 concentra la información de la prueba t que se aplicó al 95 % de eficiencia, con los resultados obtenidos de cada aplicación puede concluirse que es posible aceptar la hipótesis nula en la prueba de contraste.

Al 95 %	t crítica	Instrumento	Análisis	Hipótesis
	2.45			
t parcial 1	0.486	Parcial 1	t crítica > t calculada	No existe error sistemático
t parcial 2	0.035	Parcial 2	t crítica > t calculada	
t parcial 3	0.681	Parcial 3	t crítica > t calculada	

Tabla 7.1. Resultado de la prueba t Fuente: Elaboración propia LAAC 2019.

Al aceptarse la hipótesis nula en los tres casos lo cual comprueba que el contraste de verificación no está sujeto a errores sistemáticos. Esto quiere decir que las calificaciones obtenidas por los estudiantes no son asignadas de manera arbitraria, sino que se ajustan a una aleatoriedad que debería ser el comportamiento esperado al momento de calificar grupos de estudiantes independientemente del rendimiento de estos.

7.3 Análisis No Paramétrico

Dado que el compartimiento de los datos tal y como se observó en la imagen 7.3, no es normal, se decidió realizar un análisis estadístico, para ello se construyó una escala dicotómica para cada uno de los ítems de los cuales estaban compuestos los tres instrumentos,

en esta escala cada respuesta correcta tiene un valor de 1, en tanto que a cada respuesta incorrecta se le asignó un valor de 0.

Una vez que se aplicaron los instrumentos (exámenes) se realizó una prueba de Kuder-Richardson para determinar el factor KR20 y conocer la consistencia interna de los tres cuestionarios que se aplicaron, el factor KR20 se determina en base a la fórmula:

$$r_{kk} = \left(\frac{K}{K-1} \right) \left(1 - \frac{\sum pq}{\sigma^2} \right)$$

Donde:

K = Es el número de ítems (reactivos)

$\sum pq$ = Es la sumatoria de éxitos y fracasos

σ^2 = Varianza

Los resultados de esta aplicación se presentan en la Tabla 7.2.

Instrumento	Aplicaciones	Ítems	KR20
Primer Parcial	85	9	0.83
Segundo Parcial	85	10	0.8
Tercer Parcial	85	10	0.85

Tabla 7.2. Determinación de la confiabilidad de los instrumentos. Fuente: Elaboración Propia LAAC 2019.

De igual forma, se realizó un análisis no paramétrico, para ello se transformó el concentrado de resultados por alumno por instrumento en una escala dicotómica, se asignó 0 a todas las respuestas incorrectas, en tanto que se asignó 1 a las respuestas que fueran correctas. Una vez construida la escala dicotómica se aplicó una prueba Q (Coeficiente de Cochran) con base en la ecuación:

$$Q = \frac{k(k-A) \sum_{i=1}^k (G_i - \bar{G})^2}{k \sum_{j=A}^n L_j - \sum_{j=1}^n L_j^2}$$

Donde:

K = número de tratamientos

N = número de individuos

G_i = número de éxitos

\bar{G} = promedio del número de éxitos

L_i = Número de éxitos del individuo j-ésimo

El resultado de la prueba se presenta en la Figura. 7.8 el análisis estadístico se aplicó usando el programa estadístico SPSS.

Hipótesis nula	Prueba	Sig	Decisión
Las distribuciones de P1E1, P2E1, P3E1, P4E1, P5E1, P6E1, P7E1, P8E1 y P9E1 son las mismas.	Prueba Q de Cochran para muestras relacionadas.	0.000	Rechace la hipótesis nula.

Se muestran significaciones asintóticas. El nivel de significancia es 0.06

Figura 7.8 Prueba Q. Fuente: Elaboración Propia LAAC 2019

Si nos basamos en el resultado de la prueba Q, debemos rechazar la hipótesis nula, sin embargo, como hemos mencionado, el rendimiento académico se puede expresar a partir de la nota obtenida por los alumnos, en este caso debemos determinar la normalidad en la distribución, esta determinación nos indicará la prueba Q es suficiente para rechazar o aceptar la hipótesis nula.

Se realizó entonces la comparación entre el promedio del grupo piloto (PP) y el promedio del grupo control (CP) usando el mismo paquete estadístico se corre la prueba de normalidad el programa en automático determina tanto la prueba de normalidad de Kolmogorov-Smirnoff y la de Shapiro-Wilk, el resultado de esta determinación se muestra en la Figura 7.9.

Pruebas de normalidad						
	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
PP	.305	48	.000	.774	48	.000
CP	.252	48	.000	.922	48	.003

a. Corrección de significación de Lilliefors

Figura 7.9. Pruebas de normalidad. Fuente: Elaboración Propia LAAC 2019.

Por el número de datos que se tienen debe ocuparse la distribución de Shapiro-Wilk, ahora con el valor de dicha distribución, dato que los valores de significancia son menores a 0.05 podemos concluir que no existe una distribución normal.

El hecho de que las calificaciones no tengan una distribución normal es debido a que el comportamiento de los grupos respecto a la resolución de los exámenes es muy parecido, el número de alumnos que reprobaban el examen es bajo (alrededor de 3 por examen) en tanto que los que no lo presentan es alrededor del 10 %, podemos entonces concluir que los rangos de calificaciones están concentrados, de ahí

7.4. Evidencias de Aprendizaje (Tareas)

7.4.1 Tarea 1

Evidencia de aprendizaje requerida: Resumen (Figura 7.10)

Propósito: Identificar la importancia de la química analítica como una herramienta en el trabajo de los profesionales de la química.

Indicaciones: de manera individual deberán leer el artículo: “El papel de la Química en las Ciencias Ambientales” de María Antonia Dosal Gómez y Mercedes Llano. Posteriormente en un documento formato doc. (Documento de Word) deberá elaborar un resumen de una cuartilla de extensión en donde destaque la importancia de la química analítica para desarrollar proceso de investigación en el campo de la Química Ambiental.

El formato del documento será: Letra Times New Roman tamaño 12, interlineado sencillo, los márgenes serán de 2 cm por cada lado de la hoja.

El resumen se colocará en la carpeta de *Google drive* que creaste para este curso a más tardar el día 18 de agosto.

Aspectos para revisar.

Formato: es importante que respeten las indicaciones en torno al tamaño y tipo de fuente, esto da presentación a su trabajo, si bien no es la parte más importante de la actividad siempre es necesario que los trabajos cuenten con la adecuada presentación. (Ponderación de la calificación 15%).

Ortografía: En el nivel superior (universidad) no podemos permitirnos errores ortográficos en la redacción, aun cuando los programas de cómputo realizan correcciones, es importante que hagas una revisión puntual por cualquier error en la acentuación o el uso incorrecto de alguna letra. (Ponderación 15%).

Redacción: La redacción debe ser clara y fluida, es decir, evita escribir muchos párrafos, un texto del tamaño que se te pide con más de cuatro párrafos indica una elevada atomización, lo que a su vez nos indica que no hay una secuencia clara de las ideas que se plantearon (ponderación 35%).

Contenido. El contenido del texto deberá estar apegado al documento que leíste, es válido emitir opiniones o realizar comentarios en torno a las ideas que se plantean en el artículo, sin embargo, no se debe “exagerar” en el uso de tales opiniones, se trata de identificar.

Hoy en día la ciencia juega un papel muy importante en la sociedad, ya que grandes problemas de los que enfrenta, tienen algo en relación a ella. Por esta y muchas razones es necesario que la sociedad conozca y se interese por la ciencia, para que de alguna manera pueda comprender el porqué de miles de fenómenos que ocurre alrededor del ser humano. Hoy en día se sabe que la química cuenta con varias ramas y una de ellas es la química analítica, esta rama es la encargada de estudiar la composición de una muestra o material a través de varios métodos. Sin embargo la química analítica está ligada a otras ramas, como son la química ambiental de la cual se deriva la química verde, cuyo objetivo son los procesos industriales, tratando de establecer medidas de trabajo menos agresivas.

Antes de tratar de solucionar cualquier problema de tipo industrial o de laboratorio, se debe razonar conocer y aplicar los principios teóricos fundamentales, a manera de optimizar las reacciones químicas involucradas. En el proceso de aprendizaje de la química analítica es necesario comprender los conceptos básicos termodinámicos, aplicables a las soluciones para que de esta manera se pueda optimizar el ahorro de reactivos, y bajar producción de desechos.

La comprensión de la química analítica significó una revolución de conocimientos, principalmente en el área industrial, impulsados por el doctor Charlot (1971), quien buscó el mejoramiento de procesos industriales. Esto al lograr estudiar los equilibrios simples que ocurren en las soluciones acuosas, cabe mencionar que no se puede disolver todo en agua, por ello los razonamientos que se utilizan en un medio acuoso sirven para abordar otros estudios.

La mayor preocupación en el ámbito de la química verde se centra, principalmente en las técnicas de preparación de muestras amigables para el medio ambiente, buscando la reducción de reactivos y residuos. Por ello es importante la enseñanza de la química analítica, para resolver problemas de cualquier tipo. Buscando la predicción en el ámbito laboral, a fin de tornar la economía y selectividad, para reducir el número de experimentos en el laboratorio.

El objetivo principal de la química verde basados en los principios de esta misma son, la prevención de residuos contaminantes, utilizar métodos que produzcan sustancias tóxicas reducidas, minimizar el riesgo de accidentes químicos (Anastas & Warner). Así mismo se pretende que los alumnos comprendan la importancia de la química verde para la prevención de riesgos ambientales.

Figura 7.10. Resumen “El papel de la Química en las Ciencias Ambientales”. Fuente: Cornejal, M (2018). Curso Química Analítica Básica, otoño 2018. Recuperado de: <https://drive.google.com/drive/folders/1LUnlzLp7YFDg8SxfevaZEOHuwZ9G0Jqq>.

Sobre las entregas: Se trató de la primera actividad de trabajo, el cumplimiento de entrega de los dos grupos fue del 90 %, los alumnos del grupo control que no realizaron la entrega en tiempo y forma, solicitaron realizar la entrega de esta actividad, previo al primer examen parcial, con ello esperaban obtener una mejor calificación en el primer periodo. La Figura 7.11 compara los resultados obtenidos por cada grupo en la entrega de la actividad 1.

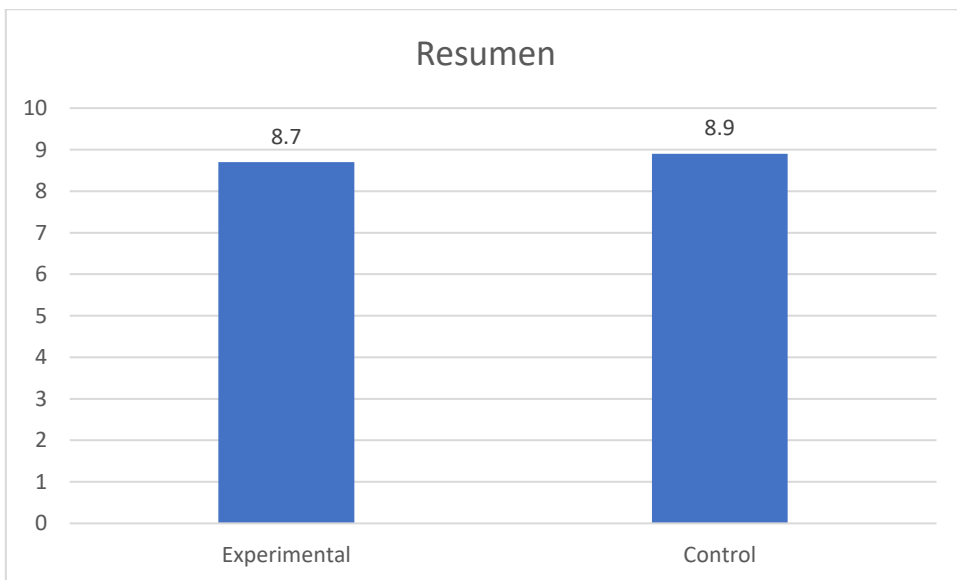


Figura 7.11. Comparación entre las medias de los resultados obtenido por los alumnos en la actividad 1. Fuente: Elaboración propia LAAS (2019).

La calidad de los trabajos fue muy similar, los estudiantes de los dos grupos se apegaron a los requisitos que se solicitaron en la rúbrica, ahora bien, es importante mencionar que la redacción de los estudiantes del grupo Control, fue más fluida respecto a los estudiantes del grupo experimental, al decir “fluida” significa que la redacción de estos estudiantes tenía mejor secuencia y las ideas no se cortaban.

7.4.2. Tarea 2.

Evidencia de aprendizaje requerida: Hoja de cálculo con gráficas de volumetría ácido-base (Figura 7.12).

Propósito: Los estudiantes aplicarán los conceptos en torno al diseño de graficas de titulación ácido-base en sus formas fuerte-fuerte y débil-débil, con ello se podrá comprobar el nivel de dominio del concepto y la implementación de éste para encontrar la concentración de distintas soluciones problemas en las condiciones que se proporcionan para cada uno de los ejercicios propuestos.

Indicaciones: De forma individua revisa el problemario 1, posteriormente en un documento xls (Excel) realiza los cálculos para construir las curvas de titulación de cada uno de los problemas que se proponen, recuerda que es importante que no solo grafiques los datos, sino que ingreses las fórmulas para obtener estos datos.

El documento deberá encontrarse en tu carpeta de drive a más tardar el día 13 de septiembre.

Aspectos para revisar

Identificación de las especies. La naturaleza de la solución a valorar (solución de concentración desconocida) y del titulante (solución con la que se pretende conocer la concentración de la especie desconocida) son importantes dado que las fórmulas para calcular la concentración varían entre especies fuertes y débiles. (Ponderación 25 %).

Cálculos. Una vez que se ha realizado la identificación de las especies se pueden realizar los cálculos, estos deberán ser realizarse de manera correcta, es decir la aplicación de las fórmulas debe estimar correctamente los datos de concentración para cada punto de la curva. (Ponderación 25 %).

Aplicación de las fórmulas en la hoja de Excel. Es importante que no solo se coloquen datos en la hoja de cálculo, sino que se ingresen las fórmulas de manera correcta de tal forma que

la hoja se configure para predecir datos que no se encuentren en el ejercicio. (Ponderación 25 %).

Gráfica. Si bien todas las curvas tienen una forma sigmoidea, la inclinación de estas difiere en función de datos como los volúmenes, las concentraciones que reaccionan, etc. La inclinación de las gráficas depende de si se trabajó con especies fuertes o débiles, por lo tanto, la gráfica debe ser consistente con la identificación de las especies y los cálculos. (Ponderación 25%).

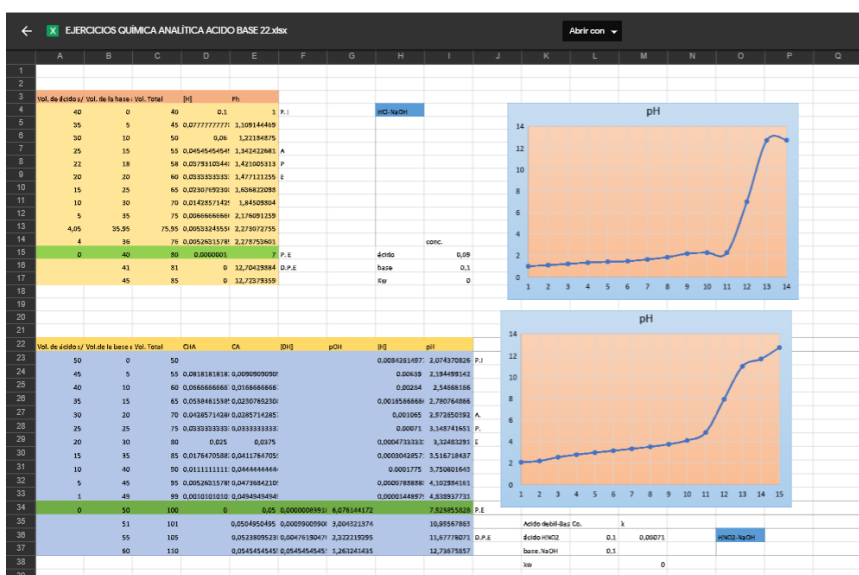


Figura 7.12: Gráficas de titulación ácido-base. Fuente: Flores, S. (2018) Curso Química Analítica Básica 2018. Recuperado de: <https://drive.google.com/drive/folders/1xYLwgmKd57Qx5t8PIESeXOY-RITo1VTC>.

Sobre las entregas: En ambos grupos el total de los estudiantes de ambos grupos hicieron la entrega de la actividad, esto puede deberse a que están familiarizados más con este tipo de actividades en donde debe realizar cálculos y presentar gráficas, finalmente optaron por estudiar una licenciatura en donde la base de su formación está ligada a herramientas matemáticas para poder representar “algo”. En la Figura 7.13 se hace una comparación entre la media obtenida por ambos grupos respecto a la actividad 2.

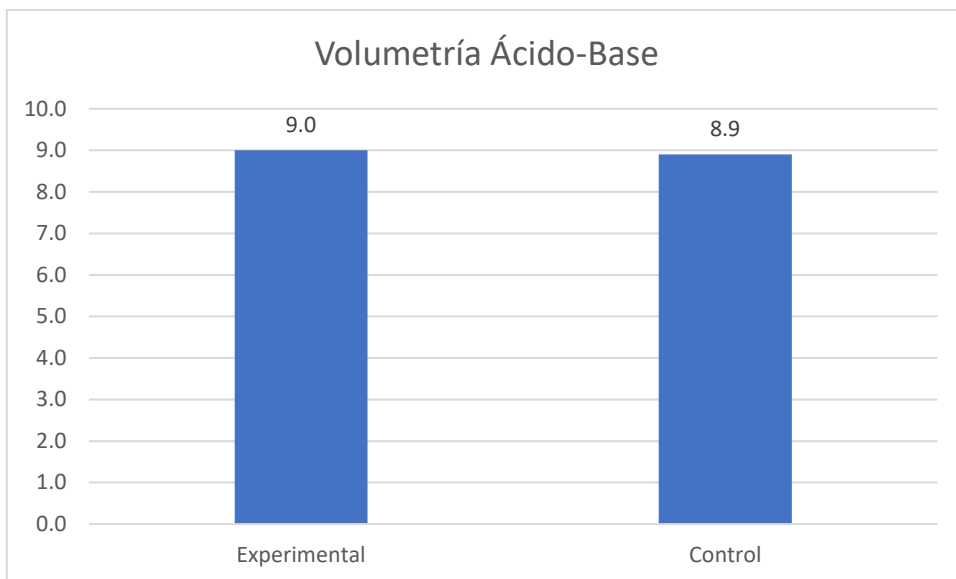


Figura. 7.13. Comparación entre las medias de los resultados obtenido por los alumnos para la actividad “Problemario de Titulaciones ácido-Base”. Fuente: Elaboración propia LAAS (2019).

Respecto a este primer problemario (actividad) es necesario mencionar que los alumnos del grupo experimental demandan más tiempo al docente para explicar cómo construir las gráficas en Excel, en tanto que los alumnos del grupo control mencionaron que con una sola sesión de explicación era más que suficiente. Los alumnos del grupo experimental optaron por solicitar al docente ligas de tutoriales, no obstante, el docente destinó una sesión presencial a resolver ejercicios y enseñar a configurar la hoja de cálculo, esta misma hoja que se trabajó en plenaria fue colocada en *Google Sites*, en tanto que con el grupo control únicamente se explicó cómo se construía la gráfica, los alumnos de este grupo mencionaron que con eso bastaba para realizar la actividad 2. Si bien es cierto que la diferencia de calificaciones es mínima, si existe una mejora en torno al grupo experimental.

7.4.3 Tarea 3

Evidencia de aprendizaje requerido: Línea del tiempo. (Figura 7.14)

Propósito: Conocer la importancia del concepto equilibrio químico y cómo este mismo ha incluido a lo largo de la historia en el estudio y la investigación de la química.

Indicaciones: De forma individual revisen el documento “El concepto de equilibrio químico. Historia y controversia” de Rafael Andrés Alemán Berenguer. Luego de leer el documento usando alguna de las siguientes herramientas:

- a) *Timeline*

- b) *Dipity*
- c) *TimeRime*
- d) *Tiki toki*
- e) *My history*

Y construye una línea del tiempo donde expliques cómo se construyó el concepto y resaltes a personajes que contribuyeron al mismo.

Aspectos para revisar.

Uso de alguna de las herramientas. Para muchos puede ser fácil realizar una actividad como ésta en un documento de Word o de power point, sin embargo, uno de los objetivos paralelos de este curso es conocer herramientas en la web que nos ayuden a realizar actividades. (Ponderación 15%).

Presentación visual. Cuando se hace uso de herramientas virtuales, una de las partes importantes es que la presentación sea atractiva a la vista y no moleste a quienes lo revisen (ponderación 25%).

Información. Si bien la prestación es importante para atraer la atención de quienes leen la actividad, la información es más importante, en esta actividad toda la información que se vierta en la línea del tiempo debe ser consistente con los datos que se presentan en el artículo, puedes incrementar esta información, siempre y cuando coloques las referencias de estos en tu línea. (Ponderación 60 %).

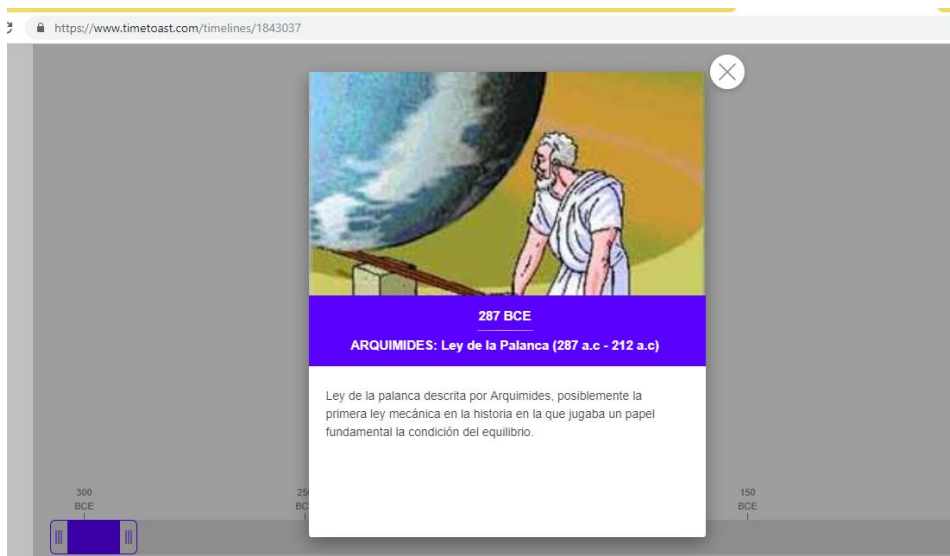


Figura 7.14. Línea del tiempo. Fuente: Ríos, N. (2018). Curso Química Analítica Básica otoño 2018. Recuperado de: <https://www.timetoast.com/timelines/1843037>.

Sobre las entregas: Los alumnos del grupo control cuestionaron desde el momento en qué se indicó que se realizaría esta actividad, consideraban inútil la actividad dado que no entendían en qué aportaba a su formación, en tanto que los alumnos del grupo experimental asumieron que debían a ver la actividad, no se cuenta con elementos para asegurar que los alumnos del grupo experimental estuvieran totalmente de acuerdo con el tipo de actividad antes de realizarla. En la Figura 7.15 podemos comparar los resultados de las medias de ambos grupos en la entrega de esta actividad.

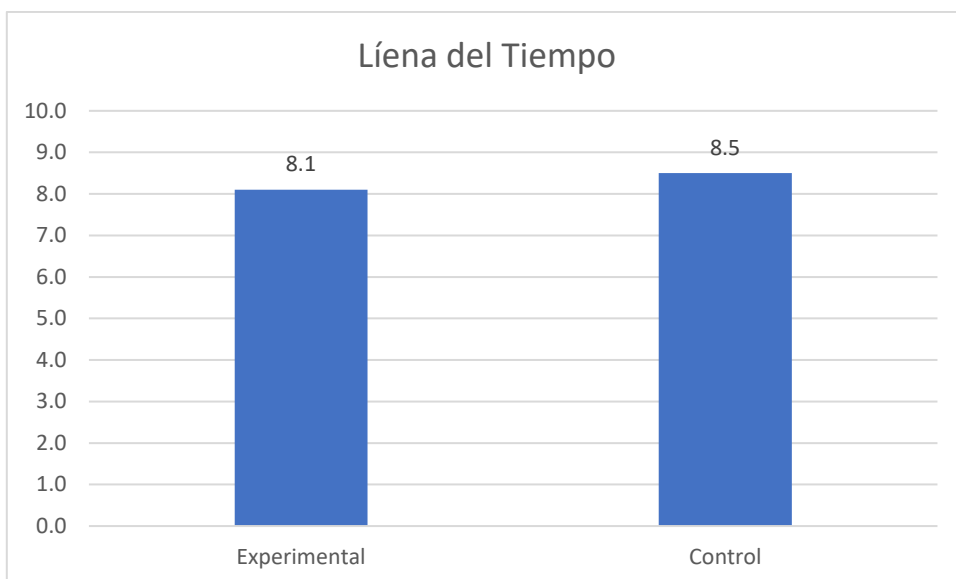


Figura. 7.15. Comparación entre las medias de los resultados obtenido por los alumnos para la actividad “Línea del Tiempo”. Fuente: Elaboración propia LAAC (2019).

Pese a que los alumnos del grupo control no estaban del todo satisfechos con la actividad que se encargó, sus resultados fueron mejor en las calificaciones de esta actividad, particularmente esto se debió a cuestiones de diseño más que de contenido, lo que implicó que los alumnos del grupo control dedicaron un mayor tiempo a esta actividad respecto al grupo experimental.

7.4.4 Tarea 4.

Evidencia de aprendizaje requerida: Hoja de cálculo con gráficas de titulaciones de especies polipróticas (Figura 7.16).

Propósito: Los estudiantes aplicarán los conceptos en torno al diseño de graficas de titulación de especies polipróticas, con ello se podrá comprobar si los estudiantes diferencian entre la construcción gráfica de una neutralización para especies monopróticas y una la de especies polipróticas, lo que implican que comprenden el proceso de desprotonación. Con base en su nivel de dominio serán capaces de encontrar la concentración de distintas soluciones problemas en las condiciones que se proporcionan para cada uno de los ejercicios propuestos.

Indicaciones: De forma individual revisa el problemario 2, posteriormente en un documento xls (Excel) realiza los cálculos para construir las curvas de titulación de cada uno de los

problemas que se proponen, recuerda que es importante que no solo grafiques los datos, sino que ingreses las fórmulas para obtener estos datos.

El documento deberá encontrarse en tu carpeta de drive a más tardar el día 4 de septiembre.

Aspectos para revisar

Identificación de las especies. La naturaleza de la solución a valorar y del titulante son importantes dado que las fórmulas para calcular la concentración varían entre especies fuertes y débiles. (Ponderación 25 %).

Cálculos. Una vez que se ha realizado la identificación de las especies se pueden realizar los cálculos, estos deberán ser realizarse de manera correcta, es decir la aplicación de las fórmulas debe estimar correctamente los datos de concentración para cada punto de la curva. (Ponderación 25 %).

Aplicación de las fórmulas en la hoja de Excel. Es importante que no solo se coloquen datos en la hoja de cálculo, sino que se ingresen las fórmulas de manera correcta de tal forma que la hoja se configure para predecir datos que no se encuentren en el ejercicio. (Ponderación 25 %).

Gráfica. Si bien todas las curvas tienen una forma sigmoidea, la inclinación de éstas difiere en función de datos como los volúmenes, las concentraciones que reaccionan etc. La inclinación de las gráficas depende de si se trabajó con especies fuertes o débiles, por lo tanto, la gráfica debe ser consistente con la identificación de las especies y los cálculos. (Ponderación 25%).

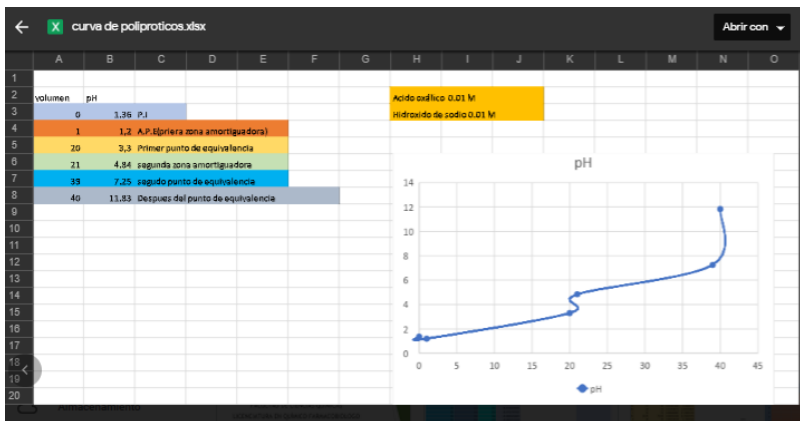


Figura 7.16. Gráficas de titulaciones de ácidos polipróticos Fuente: Vázquez, A. (2018). Curso Química Analítica Básica otoño 2018. Recuperado de: https://drive.google.com/drive/folders/1SmXoJ80cDsMmaq79LP4_-txdv4i657KL.

Sobre las Entregas: El segundo problemario provocó una serie de dudas en el grupo experimental, estas fueron atendidas tanto en sesión presencial como a través de material que se colocó en Sites, en este tema no se le explicó a los alumnos de l grupo experimental en el salón de clases, la indicación fue que ellos debían estudiarlo por cuenta propia, derivado de esto los alumnos de este grupo estuvieron preguntando al docente sobre si el avance en la resolución de sus ejercicios era correcto. La Figura 7.17 nos presenta la comparación de resultados de los dos grupos en el desarrollo de esta actividad.

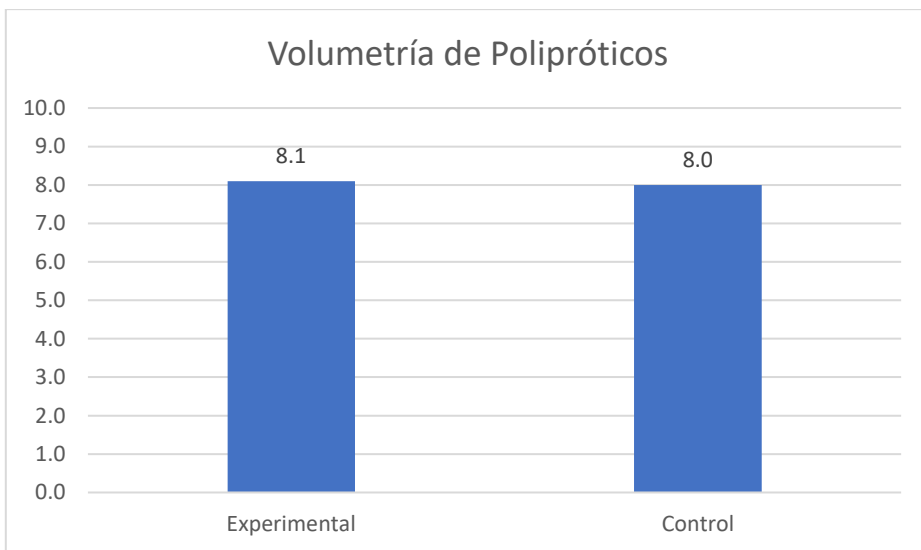


Figura. 7.17. Comparación entre las medias de los resultados obtenido por los alumnos para la actividad “Volumetría de Polipróticos”. Fuente: Elaboración propia LAAC (2019).

El rendimiento del grupo experimental es ligeramente superior al del grupo control, se puede decir que no existe diferencia entre ambos grupos, ahora bien, el tiempo efectivo que se dedicó a explicar el tema al grupo experimental fue mayor al del grupo control. El tema central del problemario fueron las volumetrías de especies polipróticas, probablemente el tema más complicado de los que se revisan en el temario no es de extrañarse que genere un número importante de dudas, las cuales fueron atendidas en su momento buscando que los alumnos pudieran cumplir con la entrega de la actividad, situación que sucedió en un 90 %.

7.4.5 Tarea 5

Evidencia de aprendizaje. Opinión escrita (Figura 7.18).

Propósito. A partir de la revisión de una serie de videos grabados y editados por estudiantes de séptimo semestre, que son colocados en un canal de *YouTube* (Figura 7.19), los estudiantes emitirán una opinión en torno a si las resoluciones a los ejercicios propuestos en los videos, les son útiles para ellos mismos resolver un problemario.

Indicaciones.

De forma individual revisa el problemario 3 que concentra ejercicios en torno a equilibrio químico y concentración (temas básicos que se revisan en el programa de estudios) posteriormente usando cada uno de los enlaces que se compartieron en *Sites*, observa detalladamente los videos.

En un documento en formato doc. (Word) emite una opinión en torno a los videos, esta opinión deberá estar centrada en si los videos son explícitos y si fueron o no funcionales para ti para poder resolver el problemario.

Aspectos para calificar.

Revisión de todos los videos. El documento deberá contar con una opinión (crítica) de cada uno de los videos haciendo énfasis en si fue útil o no el video y si les fue funcional o no para comprender cada uno de los problemas, esta parte pueden hacer sugerencias de lo que consideran podría mejorarse en cada video (ponderación 65 %).

Ortografía y redacción. Tanto la ortografía como la coherencia de las ideas son dos puntos importantes que se evalúan en todo tipo de documentos, para el caso de esta tarea es

importante que las ideas sean coherentes pues la intención es que a través de su escrito dejen claro la utilidad de los videos como una forma de asesoría por pares. (35 %).

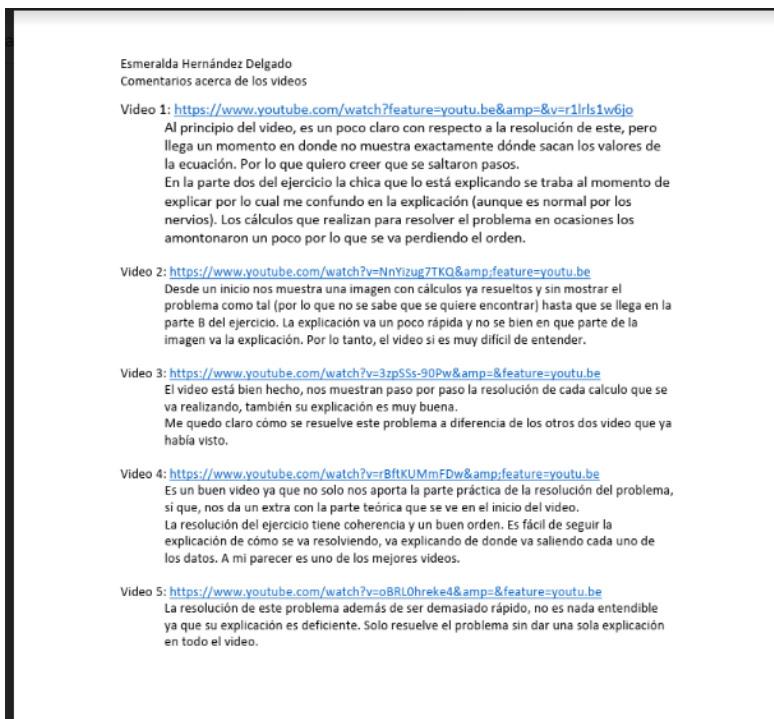


Figura. 7.18. Opinión sobre videos Fuente: Hernández, A. (2018) Curso Química Analítica Básica otoño 2018. Recuperado de: https://drive.google.com/drive/folders/1WyYlFAdiBRZ71-F1SeOF_NuOWimo28Bz.

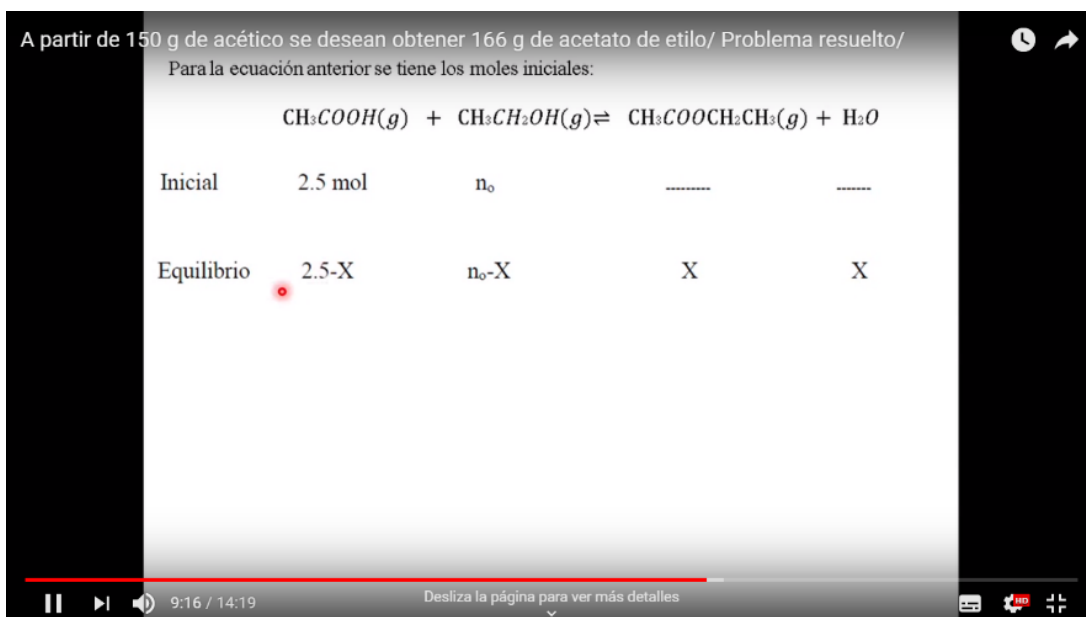


Figura 7.19. Video editado en *YouTube* Fuente: Martínez E, Ramírez G (2018). Curso Química Analítica VI otoño 2018
[https://www.youtube.com/watch?v=rBftKUMmFDw&feature=youtu.be.](https://www.youtube.com/watch?v=rBftKUMmFDw&feature=youtu.be)

Sobre las entregas: Los estudiantes de ambos grupos se mostraron entusiasmados con la idea de revisar material en *YouTube*, en ambos grupos el trabajo se entregó de manera anticipada, para el caso del grupo control el promedio de entrega fue dos días antes de la fecha en tanto que para el grupo experimental fue de cinco, días, esto puede deberse a que los alumnos del grupo experimental a estas alturas del curso se encontraban más habituados a trabajar con contenido en líneas, los resultados de la actividad se presentan en la Figura 7.20.

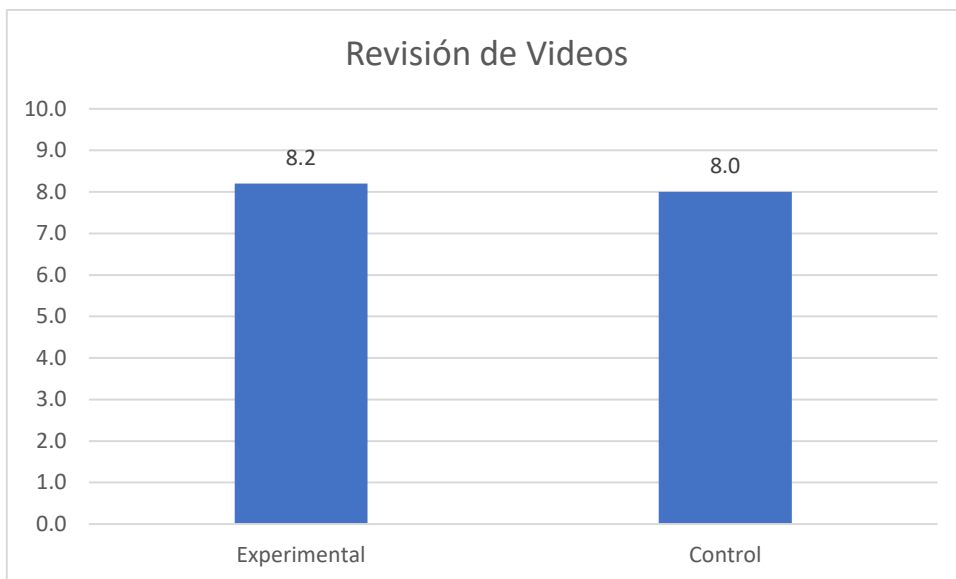


Figura 7.20. Comparación entre las medias de los resultados obtenido por los alumnos para la actividad “Revisión de Videos”. Fuente: Elaboración propia LAAC (2019).

Los trabajos de los dos grupos observaron los mismos datos, informaron aquellas resoluciones que cometían errores matemáticos o que no tenían una solución adecuada. Hicieron observaciones puntuales de la edición de los videos y de la forma en la que los participantes se expresaban, no obstante, los alumnos del grupo control fueron muy concisos en los comentarios que realizaron entorno a los videos, mientras que los alumnos del grupo experimental fundamentaron más los comentarios que realizaron, incluso 10 alumnos de este grupo propusieron una corrección a los procesos matemáticos de los videos.

7.4.6 Tarea. 6

Evidencia de aprendizaje requerida: Hoja de cálculo con gráficas de volumetría óxido-redacción (Figura 7.21).

Propósito: Los estudiantes aplicarán los conceptos en torno al diseño de graficas de titulación óxido-reducción en sus formas oxidante-reductor y reductor-oxidante, con ello se podrá comprobar el nivel de dominio del concepto y la implementación de éste para encontrar la concentración de distintas soluciones problemas en las condiciones que se proporcionan para cada uno de los ejercicios propuestos.

Indicaciones: De forma individual revisa el problemario 3, posteriormente en un documento xls (Excel) realiza los cálculos para construir las curvas de titulación de cada uno de los

problemas que se proponen, recuerda que es importante que no solo grafiques los datos, sino que ingreses las fórmulas para obtener estos datos.

El documento deberá encontrarse en tu carpeta de *Google drive* a más tardar el día 13 de septiembre.

Aspectos para revisar

Identificación de las especies. La naturaleza de la solución a valorar y del titulante es importantes dado que las fórmulas para calcular la concentración varían entre especies fuertes y débiles. (Ponderación 25 %).

Cálculos. Una vez que se ha realizado la identificación de las especies se pueden efectuar los cálculos, estos deberán ser realizarse de manera correcta, es decir la aplicación de las fórmulas debe estimar correctamente los datos de concentración para cada punto de la curva. (Ponderación 25 %).

Aplicación de las fórmulas en la hoja de Excel. Es importante que no solo se coloquen datos en la hoja de cálculo, sino que se ingresen las fórmulas de manera correcta de tal forma que la hoja se configure para predecir datos que no se encuentren en el ejercicio. (Ponderación 25 %).

Gráfica. Si bien todas las curvas tienen una forma sigmoidea, la inclinación de éstas difiere en función de datos como los volúmenes, las concentraciones que racionan, etc. La inclinación de las gráficas depende de si se trabajó con especies fuertes o débiles, por lo tanto, la gráfica debe ser consistente con la identificación de las especies y los cálculos. (Ponderación 25%).

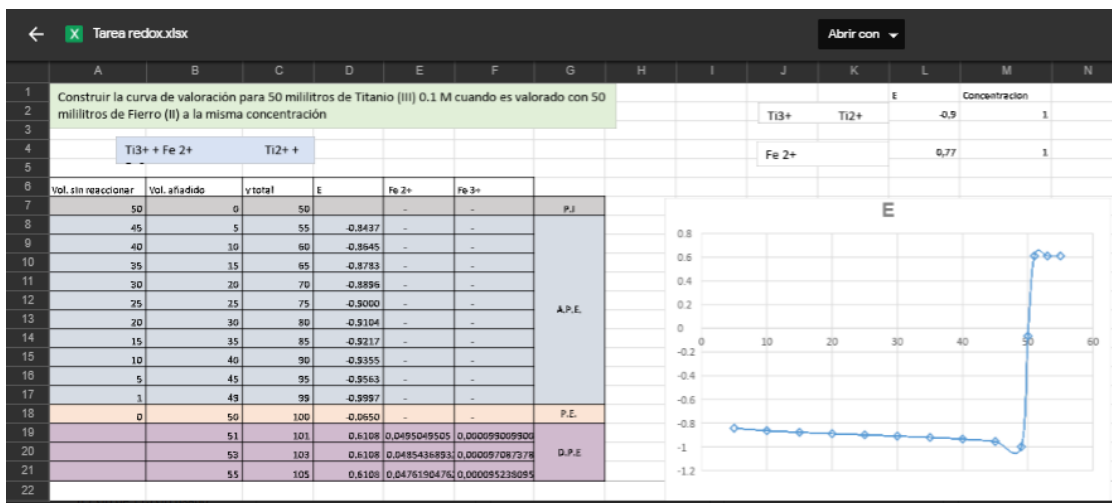


Figura 7.21. Gráficas de curvas de titulación óxido-reducción. Fuente: Velazco, A. Curso Química Analítica Básica Otoño 2018. Recuperado de: <https://drive.google.com/drive/folders/1oDGDIMK0zGg3vktyMWFTg7M-IG0AON0d>.

Sobre las entregas: El cumplimiento de la entrega de este trabajo fue tardío por parte del grupo control, en tanto que el grupo experimental lo hizo en tiempo y forma, sin embargo el rendimiento de ambos grupos es bajo respecto a otras actividades, los alumnos del grupo control mencionaron que la entrega se retrasó debido a la carga de trabajo de otras materias. Los alumnos del grupo experimental por su parte no hicieron ningún comentario sobre la actividad, es necesario mencionar que los dos grupos tenían la misma carga de materias. En la Figura 7.22 se observa el comparativo entre los resultados obtenidos por los dos grupos en la entrega de esta actividad.

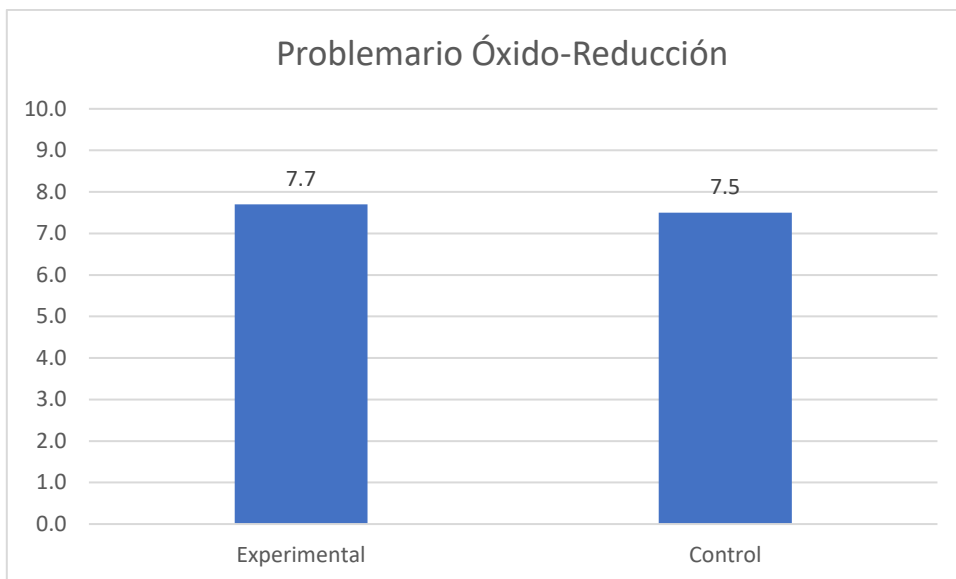


Figura. 7.22. Comparación entre las medias de los resultados obtenido por los alumnos para la actividad “Problematario Óxido-Reducción”. Fuente: Elaboración propia LAAC (2019).

7.4.7 Tarea 7

Evidencia de aprendizaje: Crucigrama (Figura 7.23)

Propósito: Reconocer los conceptos más importantes que se revisan durante el curso (hasta el momento de la elaboración del crucigrama)

Indicaciones. De forma individual construye un crucigrama, para ello puedes auxiliarte de cualquiera de las siguientes herramientas gratuitas en línea:

- Educima
- *Eclipsser Crossword*
- *Crossword Puzzle Game*
- *Worksheets*

Coloca tu crucigrama vacío en una hoja y tu crucigrama con sus respuestas en una segunda hoja de su archivo en formato pdf.

Aspectos para Evaluar

Conceptos: Los conceptos y sus definiciones deben ser correctos y consistentes con los contenidos que se revisaron a lo largo del curso. (Ponderación 65 %)

Nivel de Dificultad: La dificultad de los crucigramas se mide no solo por el número de palabra y las definiciones de éstas, sino también por la misma distribución que tienen las palabras a mayor nivel de dificultad, más razonamiento y conocimiento de se requieren para llegar a su resolución (ponderación 35 %).

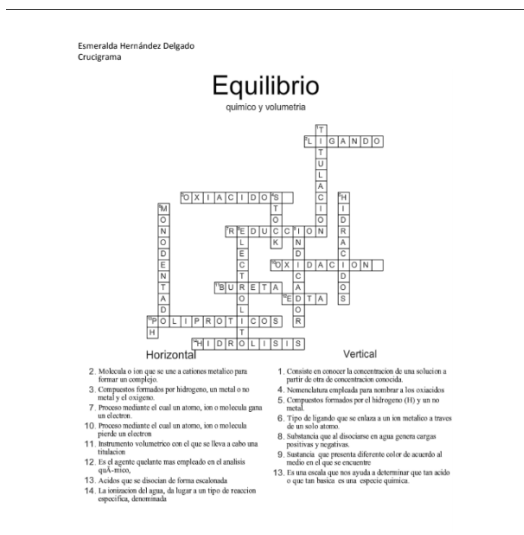


Figura 7.23. Crucigrama elaborado por alumnos. Fuente: Juárez, M. Curso Química Analítica Básica Otoño 2018. Recuperado de

<https://drive.google.com/drive/folders/1i2ysi735i9SGHrUS5Xr7cN98uDknL1Z8>.

Sobre las entregas: Los estudiantes del grupo experimental realizaron la entrega 3 días antes de la fecha indicada, los alumnos del grupo control entregaron en tiempo y forma, en la Imagen 7.24 se observa la comparación entre los resultados de los dos grupos para esta actividad.

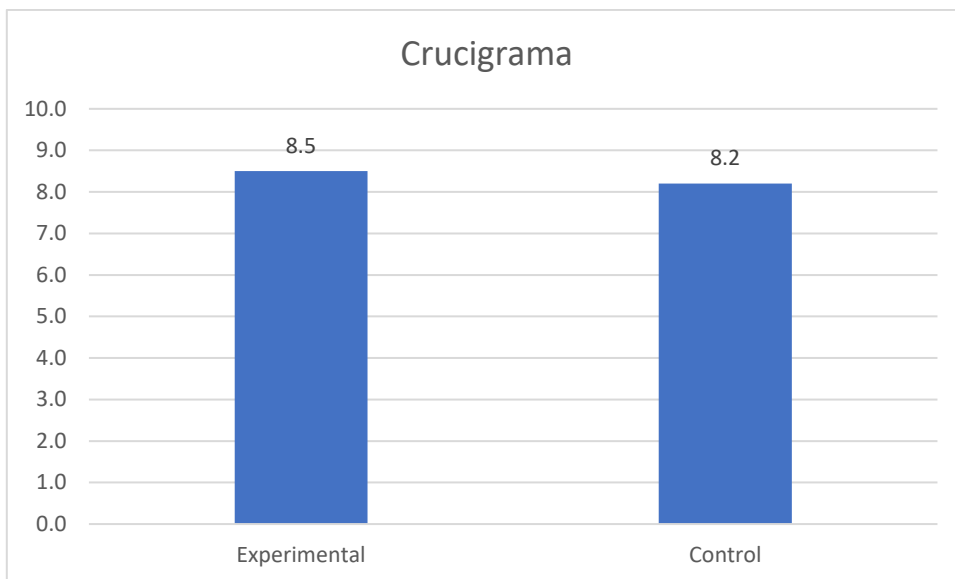


Figura 7.24. Comparación entre las medias de los resultados obtenido por los alumnos para la actividad “Crucigrama”. Fuente: Elaboración propia LAAC (2019).

En esta parte del curso, los alumnos del grupo control muestran indicios de trabajo autónoma, logran realizar a actividad si consultar al docente sobre el uso de las diferentes herramientas, en aquellos casos donde las herramientas no permiten descargar el formato o condicionan la misma, los alumnos son capaces de resolver esta particularidad, en cambio los alumnos del grupo control solicitaron apoyo del docente tanto para el manejo de las herramientas como para la descarga de los archivos.

Los crucigramas del grupo control son todos más pequeños (número de palabras) que los crucigramas el grupo experimental, los términos que utilizan los alumnos del grupo control sin repetitivos en cada uno de los crucigramas, en tanto los del grupo experimental tienden a buscar diferentes términos, si bien es cierto que los conceptos base están presentes en ambos grupos, la forma de presentarlo por parte de los estudiantes del grupo experimental es mejor que la presentación de los alumnos del grupo control.

7.4.8 Tarea. 8

Evidencia de aprendizaje requerida: Hoja de cálculo con gráficas de volumetría de complejos (Figura 7.25).

Propósito: Los estudiantes aplicarán los conceptos en torno al diseño de graficas de titulación complejométricas en sus formas ligante-ligando y ligando-ligante, con ello se podrá comprobar el nivel de dominio del concepto y la implementación de este para encontrar la

concentración de distintas soluciones problemas en las condiciones que se proporcionan para cada uno de los ejercicios propuestos.

Indicaciones: De forma individual revisa el problemario, posteriormente en un documento xls (Excel) realiza los cálculos para construir las curvas de titulación de cada uno de los problemas que se proponen, recuerda que es importante que no solo grafiques los datos, sino que ingreses las fórmulas para obtener estos datos.

El documento deberá encontrarse en tu carpeta de *Google drive* a más tardar el día 13 de septiembre.

Aspectos para revisar

Identificación de las especies. La naturaleza de la solución a valorar y del titulante es importantes, dado que las fórmulas para calcular la concentración varían entre especies fuertes y débiles. (Ponderación 25 %).

Cálculos. Una vez que se ha realizado la identificación de las especies se pueden realizar los cálculos, estos deberán ser realizarse de manera correcta, es decir la aplicación de las fórmulas debe estimar correctamente los datos de concentración para cada punto de la curva. (Ponderación 25 %).

Aplicación de las fórmulas en la hoja de Excel. Es importante que no solo se coloquen datos en la hoja de cálculo, sino que se ingresen las fórmulas de manera correcta de tal forma que la hoja se configure para predecir datos que no se encuentren en el ejercicio. (Ponderación 25 %).

Gráfica. Si bien todas las curvas tienen una forma sigmoidea, la inclinación de éstas difiere en función de datos como los volúmenes, las concentraciones que reaccionan, etc, la inclinación de las gráficas depende de si se trabajó con especies fuertes o débiles, por lo tanto, la gráfica debe ser consisten con la identificación de las especies y los cálculos. (Ponderación 25%).

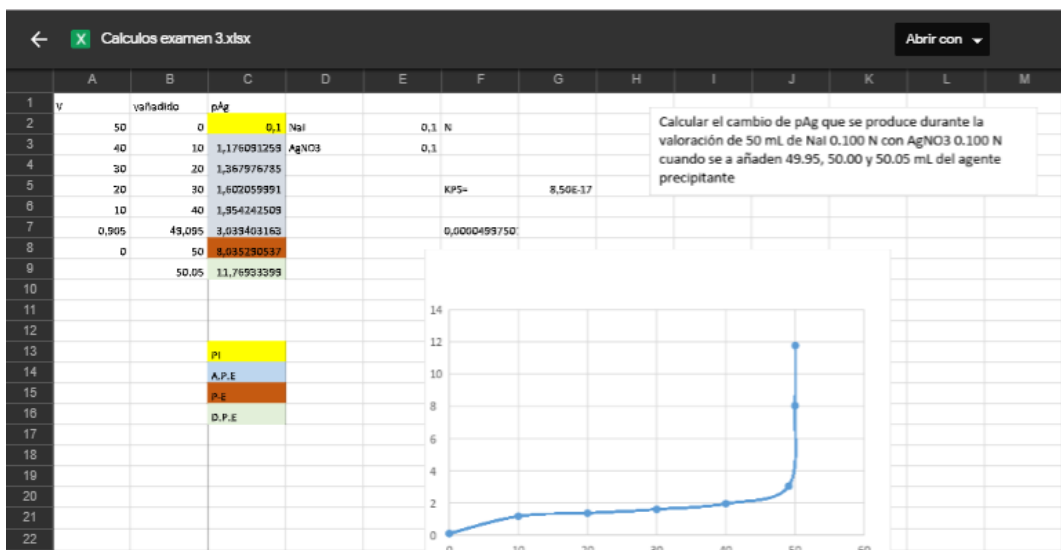


Figura 7.25. Gráficas de curvas de titulación complejométricas. Fuente: Orozco, H. Curso Química Analítica Básica Otoño 2018. Recuperado de: https://drive.google.com/drive/folders/1sIT8-zD69gP9dTsvkINjYkW_fBXBbwUO.

Sobre las entregas: En esta actividad hay so situaciones a destacar, los alumnos del grupo experimental contaban con una fecha de entrega exactamente igual que en las otras actividades, sin embargo, para la resolución del problemario de complejos (actividad 8) los estudiantes resolvieron estos ejercicios el mismo día que se habilitó el material para explicarlo, en problemarios anteriores los alumnos esperaban a llegar la fecha de entrega o lo hacían unos días antes de vencer la misma. Esta situación nos indica que los alumnos están autogestionando su aprendizaje depende sí de la explicación y de los materiales que genera el profesor, pero también son capaces ya de dictar su tiempos y ritmos de aprendizaje. La Figura 7.26 presenta el comparativo entre las calificaciones de ambos grupos para esa actividad.

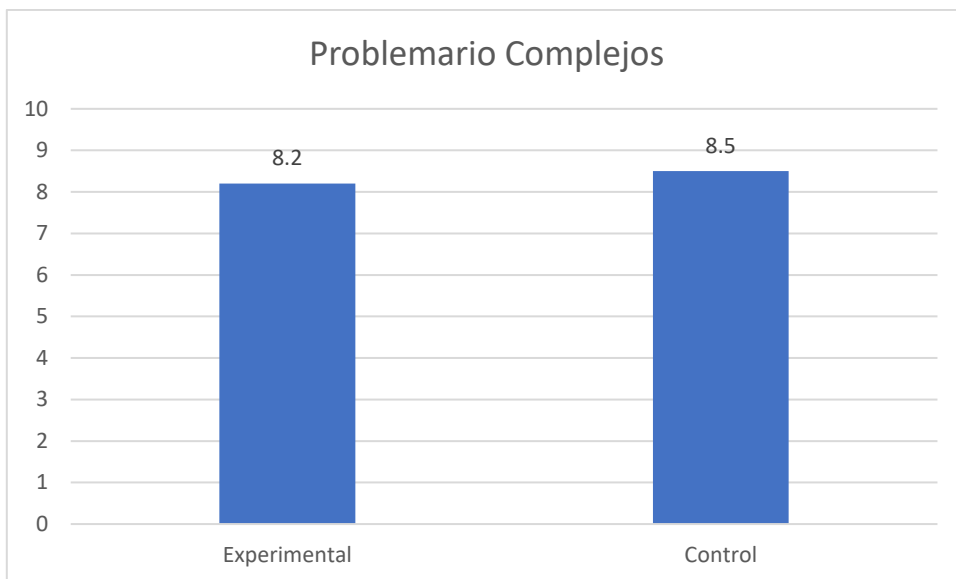


Figura. 7.26 Comparación entre las medias de los resultados obtenido por los alumnos para la actividad “Probleuario Complejos”. Fuente: Elaboración propia LAAC (2019).

Esta es la primera actividad desde la número 3 (probleuario ácido-base) en que el grupo control tiene un mejor rendimiento que el grupo experimental, sin embargo, algunos estudiantes del grupo control (9) entregan sus hojas de cálculo únicamente con las operaciones de los valores que se grafican, el resto de los alumnos de este grupo y los estudiantes del grupo experimental, configuran sus hojas de cálculo con todas las operaciones que permiten sacar los diferentes valores necesarios para posteriormente construir las curvas.

7.4.9 Tarea 9.

Evidencia de aprendizaje: Cómic (Figura 7.27).

Propósito. Emplear la información y conocimientos que se han estudiado en torno a las volumetrías para poder explicar los conceptos y cálculos necesarios para construir una curva de valoración.

Indicaciones: En parejas construirán un cómic haciendo uso de alguna de las siguientes herramientas que se encuentran en la red:

- *Pixton*
- *Gol animate*
- *Canvas*
- *Toondoo*

- Voki

La historia del cómic debe estar centrada en una explicación en torno a cómo se construye una curva de titulación de cualquiera de los subtemas que se han revisado en el curso (ácido-base, redox o complejométricas).

Aspectos para revisar.

Presentación visual. Un cómic debe ser atractivo para los lectores, esta es quizá una de las partes que han provocado que este tipo de publicaciones tengan miles de seguidores en todo el mundo, para el caso de tu trabajo debes ser cuidadoso y detallista en esta parte (ponderación 25%).

Número de viñetas. La información que vas a verter en este cómic es amplia, por ello es necesario que distribuyas la misma, el cómic que van a crear no debe tener menos de 15 viñetas (cuadros de historia) en ellos deberá colocar contexto de la historia (un salón un laboratorio) y la explicación del tema. (Ponderación 15 %).

Información: Toda la información que se presenta en el cómic debe ser consistente con los temas realizados, las definiciones y fórmulas deben corresponder al subtema que eligieron y antes de colocarlas en tu cómic asegúrense de que pueden usarse para cualquier compuesto y concentraciones que se desean titular (60 %).

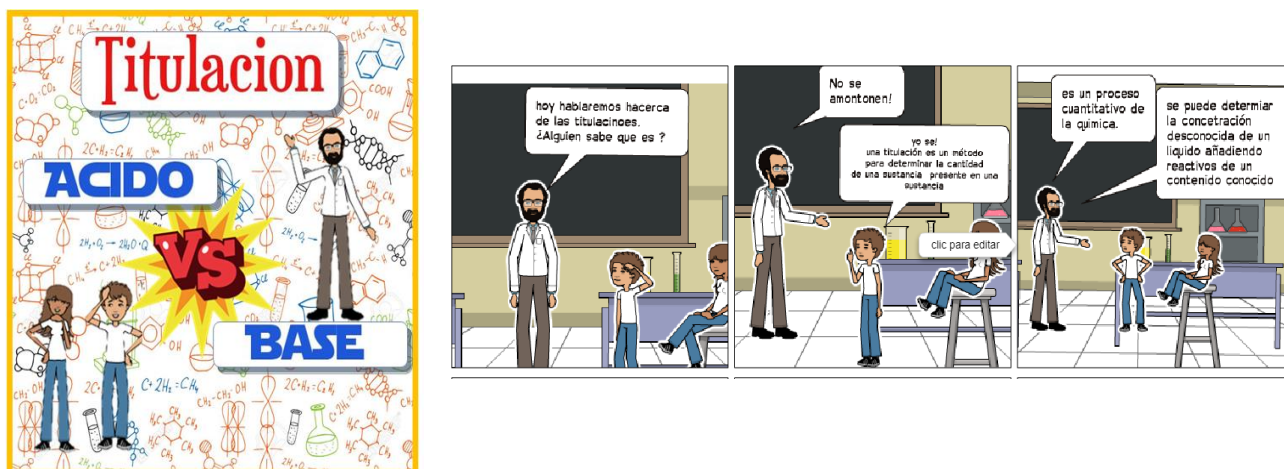


Figura. 7.27. Cómic elaborado en *Pixton*. Fuente: Medina, H. Curso Química Analítica Básica Otoño 2018.

Recuperado

de:

<https://drive.google.com/drive/folders/1W3NWOdh4zsZJjsB9xMFqFFIppAhnNZrn>.

Sobre las entregas: En esta actividad existe una mayor diferencia en las calificaciones del grupo control y el grupo experimental, esta diferencia se presenta en la Figura 7.28.

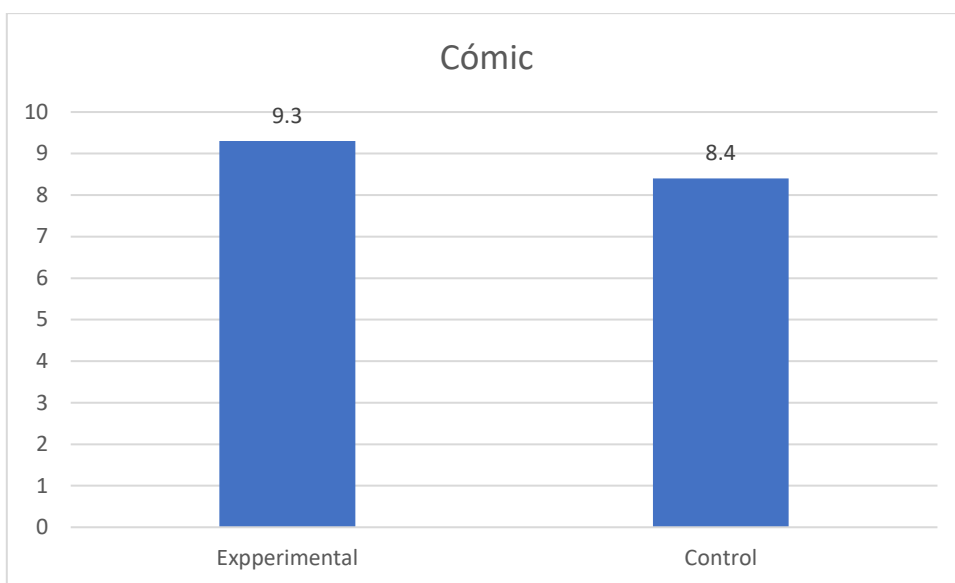


Figura 7.28. Comparación entre las medias de los resultados obtenido por los alumnos para la actividad “Cómico”. Fuente: Elaboración propia LAAC (2019).

Los cómics de los alumnos del grupo experimental fueron mucho más elaborados que los cómics de los alumnos del grupo control, presentan un mayor número de viñetas y los estudiantes ubicaron la explicación del tema con una historia secundaria que concluía con la explicación del tema que se solicitó. Al igual que ocurrió con la actividad anterior (problemario de complejos) los alumnos del grupo experimental entregaron su actividad antes de la fecha acordada y no consultaron en ningún momento al docente sobre el uso de las herramientas, resolvieron los problemas de edición y descarga de los archivos en aquellas aplicaciones que de alguna forma condicionaban la descarga de los archivos. Por su parte los alumnos del grupo control entregaron el día que se indicó como fecha límite, reportaron problemas básicamente para la descarga de los archivos, incluso expresaron que no encontraban la utilidad de la actividad si los temas ya se habían revisado.

7.4.10 Tarea 10

Evidencia requerida: Actividad diseñada en *eXeLearning* (Figura 7.29).

Propósito: Resolver un caso asociado a alguna de las áreas de especialidad del programa de licenciatura, la presentación de este se realizará haciendo uso de la herramienta *eXeLearning*.

Indicaciones: Deberán conformar equipos de tres personas, cada equipo seleccionará un área de interés profesional (clínicos, farmacia o alimentos) con base en el área seleccionada, el profesor enviará a vuelta de correo a la cuenta de uno de los integrantes del equipo un ejercicio relacionado con el área de su selección, en donde tengan que usar las técnicas volumétricas para resolver dicho problema.

La resolución del ejercicio deberá realizarse haciendo uso el programa *eXeLearning*, este programa permite explicar brevemente el fundamento del tema que se está trabajando, colocar el ejercicio y plantear actividades para resolver problemas.

Aspectos para evaluar.

Presentación: Como ya hemos mencionado todos los documentos electrónicos deben estar diseñados de tal forma que capturen la atención de las personas que lo van a consultar (ponderación 10%).

Marco Teórico: En el caso de los problemas que se van a resolver en esta actividad, se trata de ejercicios contextualizados en donde podrán observar la aplicación de los temas que se estuvieron revisando a lo largo del curso, todas las propuestas tienen un sustento teórico en el apartado del marco teórico se evaluará la pertinencia y actualidad de los conceptos que sean tomados como base para la resolución del ejercicio (ponderación 35%).

Resolución del ejercicio: A partir de las nociones teóricas que propones y de la información que se revisó en el curso, propondrán una solución al ejercicio planteado, esta resolución debe pasar por la parte numérica y brindar una explicación respecto a sus resultados (45 %).

Actividad propuesta: Haciendo uso de las herramientas del programa, diseñen una actividad referente a su tema para que sea respondida por los compañeros de la clase, en la actividad se debe hacer uso de lo que se planteó en el marco teórico, haciendo énfasis en el contexto que se propuso.

Ácido Fuerte-Base Fuerte

Inicio: Antes de añadir la base, la concentración del ácido es la inicial. Es decir si el ácido es 0.1 M esa es la primer concentración del ácido. Como es una especie fuerte, el pH se calcula como $-\log[H^+]$

Antes del Punto de Equivalencia (A.P.E.): Una vez que se empieza a agregar la base, inicia la neutralización. Para la concentración se calcula:

$$[H^+] = \frac{[Base] * Volumen de ácido a neutralizar}{Volumen Total}$$

El pH sigue siendo $-\log[H^+]$, la concentración de iones hidrógeno se obtiene de la ecuación anterior

En el Punto de Equivalencia (P.E.): Se ha alcanzado la neutralización, el pH es pues el del agua, en tanto que la concentración de disociación del agua.

Una pregunta lógica es ¿Cuándo se ha llegado al Punto de Equivalencia? Debemos tomar en cuenta que a medida que aumenta En este tipo de titulaciones, en el momento en que ese aumento disminuya bruscamente, se habrá llegado al Punto de Equivalencia

Después del Punto de Equivalencia (D.P.E.): Se requiere el valor de la constante de disociación del agua y los volúmenes de exceso, por esa razón se debe usar el valor de K_w

$$[H^+] = \frac{K_w}{([Base] * volumen de base en exceso / volumen total)}$$

El pH sigue siendo $-\log[H^+]$, la concentración de iones hidrógeno se obtiene de la ecuación anterior

Figura 7.29. Explicación de una titulación de especies fuertes en *eXeLearning* Fuente: Vázquez, A. Curso Química Analítica Básica Otoño 2018. Recuperado de: https://drive.google.com/drive/folders/1SmXoJ80cDsMmaq79LP4_txdv4i657KL.

Sobre las entregas: En esta actividad nuevamente se observa una diferencia entre las calificaciones obtenidas por los dos grupos, tal y como se presenta en la Figura 7.30.

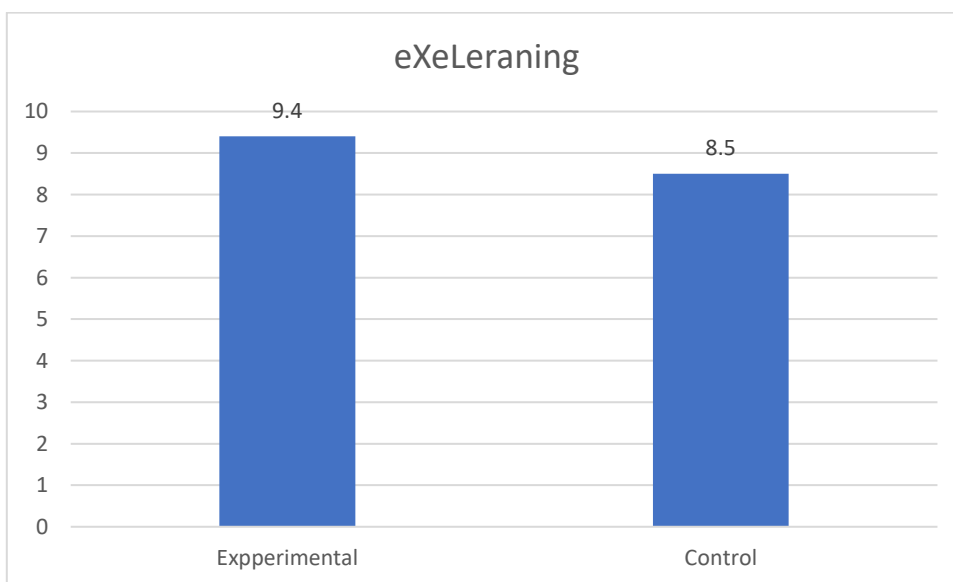


Figura 7.30. Comparación entre las medias de los resultados obtenido por los alumnos para la actividad “Resolución de casos empleando *eXeLaerning*”. Fuente: Elaboración propia LAAC (2019).

Los alumnos del grupo experimental resolvieron los casos que se entregó y adecuaron la solución a las herramientas que presenta eXeLearning para presentar sus resultados, investigaron casos asociados y propusieron soluciones consistentes con los temas que se revisaron a lo largo del curso, no existió acompañamiento por parte del docente en el uso de la aplicación, ni en el diseño del producto final.

Fueron ellos mismos los responsables de proponer soluciones a sus casos de estudio, esta parte resulta de suma importancia ya que la asignación de los casos se hizo (en ambos grupos) a partir de los intereses que los alumnos indicaron que tenían sobre las subáreas de especialidad en la carrera (farmacia, clínica y alimentos).

Los alumnos del grupo control resolvieron sus casos solo con la información que se les proporciono sin ahondar en los datos e información, solicitaron una sesión específica para revisar el uso de la aplicación.

7.5. Resultados sobre el cumplimiento de actividades

El cumplimiento respecto a la entrega de actividades varía en ambos grupos (Figura 7.31), siendo el grupo piloto el que representa un mayor porcentaje global de entrega de actividades respecto al grupo control.

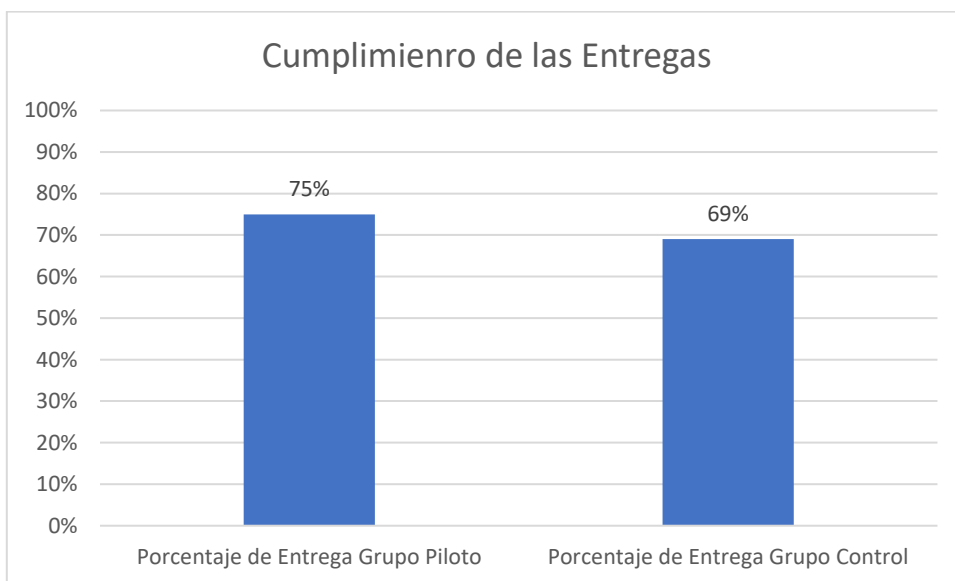


Figura 7.31. Comparación entre los porcentajes de entregas de los dos grupos Fuente: Elaboración propia LAAC 2019.

De igual forma podemos en la Figura 7.32 podemos comparar el promedio que cada grupo obtuvo en la realización de las actividades, esto con la intención de analizar posteriormente el rendimiento del grupo control y grupo piloto no únicamente con los instrumentos de evaluación (exámenes) sino en función de los resultados que obtuvieron en las diferentes actividades.

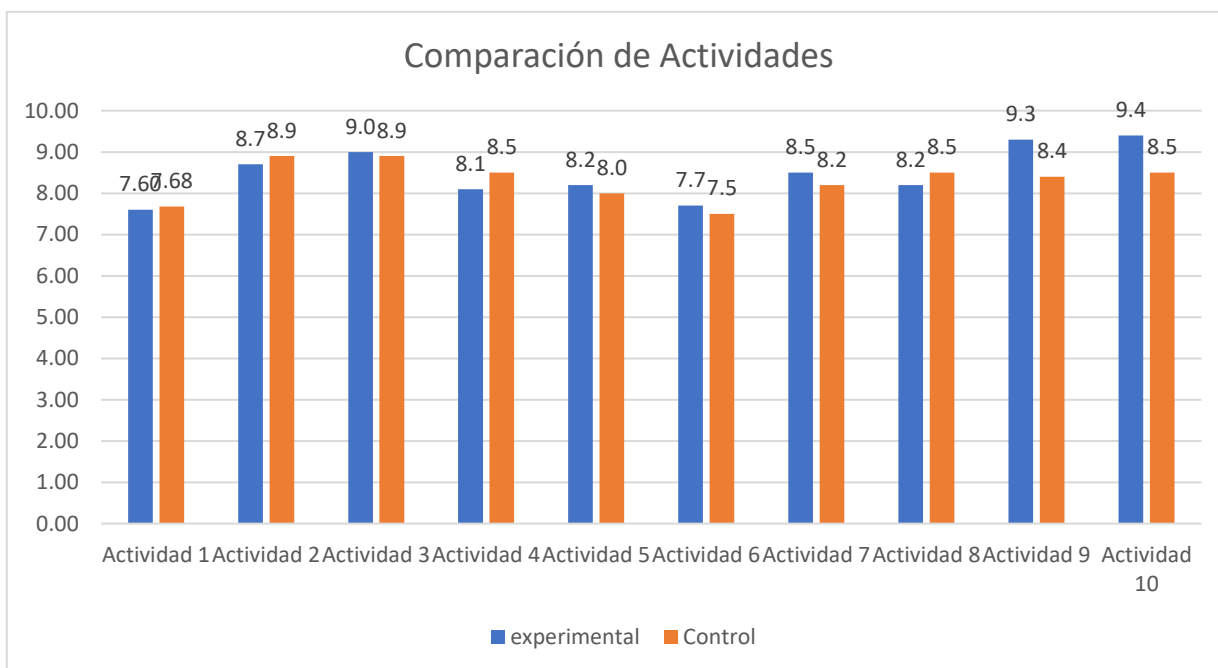


Figura 7.32. Comparación entre los promedios por actividad en los grupos. Fuente: Elaboración propia LAAC 2019.

Las actividades de aprendizaje tuvieron un impacto directo en la calificación que se otorgue a cada uno de los estudiantes, es importante recordar que el “rendimiento” estará determinado por la calificación que obtengan en sus exámenes, así como las notas que obtengan de forma individual o en equipo (según cada actividad). El promedio general (Figura 7.33) del grupo se obtiene a partir de las notas obtenidas en los exámenes y las notas de cada una de las actividades, de acuerdo con estos criterios podemos comparar ahora el promedio obtenido por cada uno de los grupos, cuando se consideran las actividades.

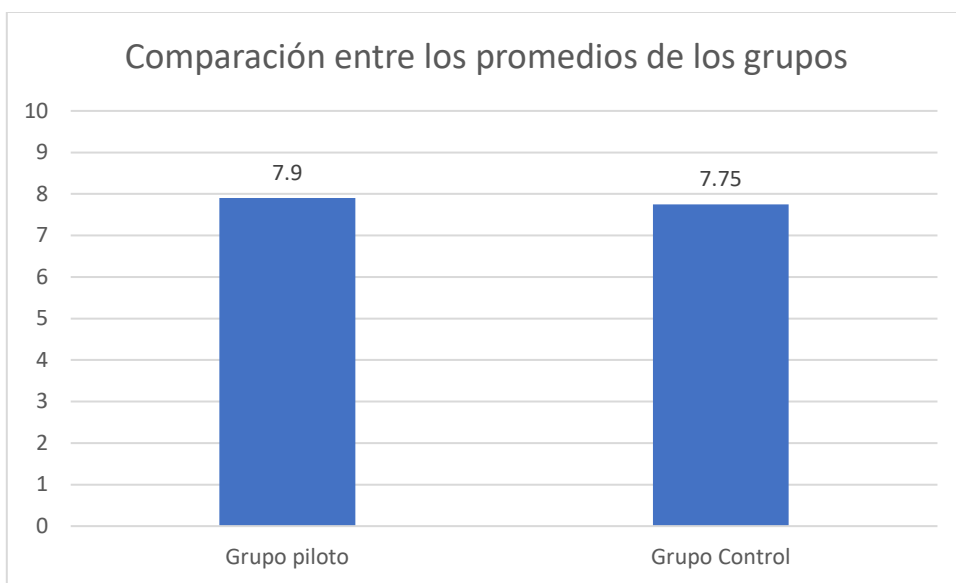


Figura 7.33. Comparación del rendimiento de los grupos considerando las actividades de aprendizaje
Fuente: Elaboración propia LAAC 2019.

Una vez que se han ponderado las actividades y los resultados de los instrumentos, podemos observar que el promedio del grupo piloto es mayor que el de grupo control, es importante recordar que antes de la ponderación, el promedio del grupo control era mayor que el del grupo piloto, ahora bien, es necesario puntualizar que en ambos no existe una diferencia significativa.

Es importante mencionar que en ningún momento se ha pretendido demostrar que el rendimiento académico de un grupo es mayor al rendimiento de otro, en cualquiera de los casos (promedio sin actividades o con actividades) la diferencia en el rendimiento de los grupos es muy cercana, esto puede deberse a diferentes factores que analizaremos más adelante.

7.6 Apuntes del diario de clase

A lo largo del curso se fue construyendo un diario de clase en el que se pudo observar el progreso en torno al trabajo de los estudiantes, se tomó particular atención al comportamiento y comentarios del grupo piloto, pues estos pueden ser determinantes en la participación de

los alumnos y en la disposición al trabajo, en este apartado se transcriben siete extractos del diario de campo cada uno de ellos corresponde a un momento diferente a lo largo del curso que se impartió.

Extracto 1. Presentación del curso día 8 de agosto del 2018.

“La clase debe comenzar a las 7 de la mañana, solo 25 alumnos se encuentran en el salón de clases, se acuerda con ellos que la tolerancia, los mismos estudiantes solicitan que la tolerancia será de 20 minutos pasados los cuales no se permitirá a nadie ingresar al aula.

Se les informa a los estudiantes que se trabajará a partir de archivos y actividades haciendo uso de *Google Sites*, por lo que en una hoja blanca se les pide que escriban los siguientes datos:

- Nombre
- Matrícula
- Correo que desean dar de alta

De igual forma se les explica que todas las actividades y trabajos que se soliciten se deberán entregar de manera electrónica en una carpeta de *Google drive* que yo mismo administro y para la cual les voy a enviar una invitación para colaborar.

La reacción de los alumnos en este momento parece favorable, consideran que es más fácil” trabajar de este modo que hacerlo con trabajos escritos, al menos en lo que se aprecia no hay nadie a quien le disguste la idea. Les comuniqué también que está prohibido hacer uso del teléfono celular para tomar fotos de las presentaciones con las que se impartan las clases, dado que en *Google Sites* encontrarán todas las presentaciones, así que la recomendación es acudir con esas presentaciones ya sea en su dispositivo móvil (teléfono o tableta) o en su defecto impresa y tomar apuntes con base en las mismas”.

Extracto 2. 5 de septiembre del 2018

“Estamos a un mes de haber comenzado las clases y a una semana de que los alumnos presenten el primer examen parcial, hasta este momento la participación de los alumnos en la entrega de las actividades puedo clasificarla como “buena” o incluso “normal” de lo que se espera en un grupo de este curso, en este tiempo me he encontrado con que los estudiantes

que están repitiendo la materia no cuentan con bases de la misma, los jóvenes comentan que es porque no se revisaron los contenidos en el curso que reprobaron, ante esto tuve que preguntarles la razón del por qué habían reprobado entonces, todos ellos (ocho) coincidieron en que durante las clases no revisaron los temas del programa académico, pero al momento de presentar los exámenes parciales se preguntó sobre los contenidos, además consideran que las preguntas eran de un nivel elevado tomando en cuenta que nunca se les enseñó a resolver los ejercicios. Antes este hecho es posible que se incluya a los alumnos que están repitiendo el curso como parte de la muestra que se analizará en la investigación”.

Extracto 3. 14 de septiembre del 2018.

“El primer examen parcial se diseñó en un formulario de *Google*, la hoja se configuró para que solo los correos registrados en *Sites* y en *Google drive* pudieran tener acceso, además de que se limitó a una respuesta por cada correo, además para que pudieran contestarlo era necesario que se les diera acceso desde la cuenta del administrador.

El examen se colocó en *Sites* a las 7:00 del 12 de septiembre y las solicitudes comenzaron a llegar desde las 7:15, la mayoría solicitó acceso alrededor de las 8:30 de la mañana. El límite de entrega era el mismo día doce a las 14:00, hubo dos personas que pidieron acceso al examen alrededor de las 13:00 hrs”.

Extracto 4. 19 de octubre del 2018.

“Luego de dos meses de trabajo los alumnos comentan que no tiene problemas con la entrega de actividades, además de esto 8 (de un total de 48 inscritos) estudiantes de este grupo comentan que por la naturaleza de las actividades que se encargan tienen que quedarse en la universidad al término de sus clases, esto es debido a que el trayecto hasta sus casas es de más de dos horas (todos viven fuera de la ciudad de Puebla) por lo que ellos consideran que quedarse más tiempo en la universidad para realizar las tareas les garantiza un mejor rendimiento en la realización y entrega de las mismas, de hecho es notorio que los estudiantes que tienen que desplazarse para estudiar, son los primeros en entregar las actividades en *Google drive*.

El próximo miércoles (24 de octubre) se habilitará el formulario en *Google* que corresponde al segundo examen parcial”

Extracto 5. 24 de octubre del 2018

“Se aplicó el segundo examen parcial, el acceso se habilitó tal y como se hizo en el primer parcial (7:00 hrs) las solicitudes comenzaron a llegar a las 7:30 y se detuvieron a las 9:00 hrs, no se recibió ninguna solicitud después de esa hora.

Se pidió a los estudiantes que las gráficas necesarias para complementar la información del examen se colocaran en un archivo en formato *xlx* (Excel).”

Extracto 6. 7 de noviembre del 2018.

“Los estudiantes parecen estar totalmente habituados a trabajar con la entrega de archivos electrónicos y solicitar acceso a los mismos a través de sus cuentas de correo electrónico, hasta este momento nadie ha expresado que esto les moleste de alguna u otra forma. Hoy se les informó que el proyecto final será un problema asociado a alguna de las áreas de su interés (química orgánica, inorgánica, alimentos, etc), este problema estará diseñado con la herramienta *eXeLearning*. En *Sites* se coloca la liga para poder descargar la aplicación, el manual y uso y un tutorial para poder hacer uso de éste.

La próxima semana se habilitará el tercer examen parcial de acuerdo con el instrumento validado”.

Extracto 7. 14 de noviembre del 2018.

“Desde las 7:00 hrs se dio acceso al tercer examen en un formulario de *Google* tal y como se hizo con el primer y segundo examen, las solicitudes de acceso comenzaron desde las 7:15 hrs y dejaron de llegar a las 9:00 hrs de hoy. Para este instrumento se incluyó un apartado en el que los alumnos pueden colocar sus gráficas en formato *xlx* (Excel) lo que permite calificar el examen de manera más sencilla al no tener que cruzar los datos numéricos que reportan con los archivos que colocan en *Google drive* como sucedió en el segundo examen.

Hasta este momento ningún estudiante ha indicado que tiene dudas respecto a la construcción del proyecto final, esto puede deberse a que se les ha facilitado el uso de la herramienta, aunque también existe la probabilidad de que aún no han comenzado a construir el proyecto final”.

Extracto 8. 30 de noviembre del 2018

“El día de ayer los estudiantes colocaron en sus carpetas de drive, el archivo en formato elp (*eXeLearning*) en donde se encuentra la resolución a cada uno de los problemas que se encargaron por equipo, en una primera revisión es necesario mencionar que los alumnos fundamentaron sus respuestas en los conceptos que se han revisado en el curso, los primeros ejercicios revisados presentan una correcta resolución desde el punto de vista matemático la justificación de sus procedimientos y técnicas propuestas coinciden con los conceptos en el área de la química con los que hasta este momento cuentan los estudiantes”.

7.7. Resultados del Índice de satisfacción

Cuando se dio por terminado el curso, se aplicó un cuestionario a los estudiantes, este cuestionario tuvo como finalidad conocer la opinión que tenían en torno al uso de herramientas virtuales y sobre si se sentían o no cómodos trabajando en *Sites* y teniendo un número menor de horas presenciales respecto al grupo control.

Se realizó un total de 6 preguntas y se recibieron un total de 39 respuestas, a continuación, se presentan las preguntas y las gráficas resultante de las respuestas (Figura 7.35 a 7.38), las preguntas del instrumento fueron validadas semánticamente por la Mtra. Patricia León Arenas, coordinadora del Programa Institucional de Evaluación (PIEVA) de la BUAP. Una vez que se contó con los resultados, se realizó la prueba psicométrica Alfa de Cronbach, obteniéndose un valor para $\alpha = 0.89$, alineándose a las definiciones operacionales que se muestran en la Figura 7.34.

Variable	Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensiones	Indicadores	Unidad de Medida	Escala	Valor final
Índice de Satisfacción	Se define como la métrica de satisfacción que una persona asigna a un bien o servicio	A partir de ítems que midan la percepción de los estduiants entorno a la forma en la que se impartió el curso, a partir del empleo de ambientes virtuales	<ol style="list-style-type: none"> 1. Herramientas empleadas para la enseñanza. 2. Revisión del contenido programático. 3. Logros de aprendizaje 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Utilidad de las herramientas. 2. Profundidad de los temas revisados. 3. Percepción sobre su aprendizaje 	Puntaje	Tipo likert	Rango de 1 a 5

Figura 7.34. Definición de las variables del cuestionario sobre el índice de satisfacción. Fuente: Elaboración Propia LAAC 2020.

A continuación, se presenta cada una de las preguntas que incluyó el instrumento junto con los resultados en forma gráfica para cada ítem.

Pregunta 1: Revisar actividades y presentaciones en línea me pareció:

- a) Poco útil
- b) Me da igual
- c) Útil
- d) Muy útil



Figura 7.35. Número de alumnos que respondió cada opción de la pregunta 1. Fuente: Elaboración Propia LAAC 2019.

Pregunta 2. Las actividades que hice como tareas me ayudaron a entender los temas...

- a) No me ayudaron
- b) Muy poco
- c) Poco
- d) Mucho

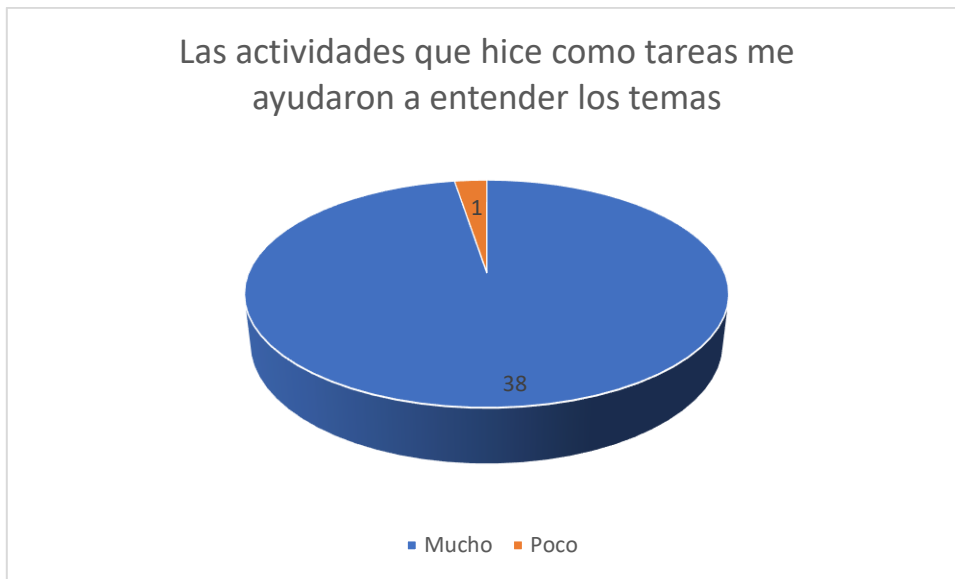


Figura 7.36. Número de alumnos que respondió cada opción de la pregunta 2. Fuente: Elaboración propia LAAC 2019.

Pregunta 3. Realizar los exámenes en línea me parece...

- a) Inútil
- b) Me da igual
- c) Útil
- d) Muy útil



Figura 7.37. Número de alumnos que respondió cada opción de la pregunta 3. Fuente: Elaboración propia LAAC 2019.

Pregunta 4. La profundidad con la que se abordaron los temas fue...

- a) Pobre
- b) Justa
- c) Buena
- d) Muy buena



Figura 7.38. Número de alumnos que respondió cada opción de la pregunta 4. Fuente: Elaboración propia LAAC 2019.

Pregunta 5. En la escala del 1 al 5 qué tanto consideras que aprendiste

1 = Aprendí poco

5 = Aprendí mucho

Pregunta 6. En la escala del 1 al 5 ¿qué tanto me agradó el curso?

1 = No me agradó

5 = Me agradó mucho

Para el caso de esta última pregunta los 39 estudiantes respondieron 5, aludiendo a que el curso les gustó mucho.

Además de las preguntas de opción múltiple, también se solicitó a los estudiantes escribir algún comentario entorno a su opinión del curso, a continuación, se transcriben textualmente cuatro de ellos.

Estudiante 1.

“La manera en que nos ponía ejemplos de nuestra carrera me pareció muy interesante, pues despertaba mayor interés en aprender la materia. El realizar exámenes en línea es una excelente idea, al igual que el tipo de tareas que se manejaron durante el curso”

Estudiante 2.

“Es un curso muy suntuoso, el cual me ayudó a descubrir que es una materia que me fascina, porque mezcla el álgebra básica con reacciones químicas, dos elementos que me encanta trabajar, fue un plus tener un profesor que sabe explicar a detalle nuestras dudas.”

Estudiante 3.

“Al principio no entendía nada, pero es muy bueno enseñando y creo que he llegado a aprender cosas bastante interesantes, me parece un profesor que tiene bastante experiencia y está muy bien preparado para enseñar de una manera simple.”

Estudiante 4.

“Es la clase a la que no me gustaba faltar, es donde aprendí más y profe cuando no entendíamos algo nos explicaba otra vez y en buen plan, no como en otras materias que a enojaban. La clase fue muy buena la verdad”

Estudiante 5.

“El curso es bueno, el único inconveniente es el uso de *Google drive* ya que a lo largo del curso existieron problemas para subir las tareas.”

Todas las respuestas de los estudiantes se analizaron usando el programa *UCINET*, se construyó una red, la cual se presenta en la Figura 7.39.

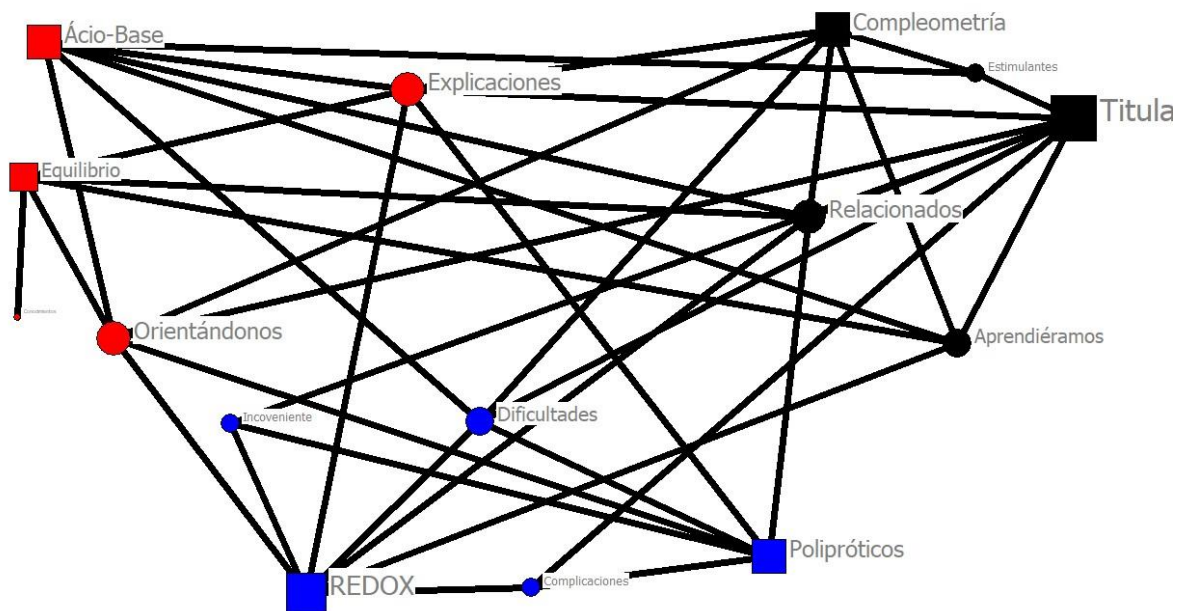


Figura 7.39. Análisis de redes. Fuente: Elaboración propia LAAC 2020.

Se puede observar que los alumnos reportan que el único tema del que tenían conocimientos previos al curso es del tema “Equilibrio Químico”, el resto de los temas que se revisaron a lo largo del mismo eran nuevos para los alumnos, los temas REDOX, Titulaciones y ácido Polipróticos son los temas en los que los alumnos tuvieron complicaciones e inconvenientes, esto se alinea con los hallazgos que se reportaron para las actividades de estos temas, de hecho es importante resaltar que el examen en el que el grupo experimental tuvo un desempeño menor, fue el que tocó el tema de ácidos polipróticos.

Los alumnos encuentran todos los temas relacionados con su campo de formación, lo que nos lleva a considerar que los estudiantes detectan claramente que las actividades que se les están encargando están claramente contextualizadas, lo que a su vez los lleva a considerar las actividades estimulantes, los mismo estudiantes consideran que a pesar de la complejidad de los temas y de poco o nulo conocimiento previo que tiene entorno a los temas de estudio, durante todo el periodo de Otoño, reciben orientación, los temas le son explicados y esto desembocó en que los alumnos están aprendiendo.

Ahora bien, el papel del profesor dentro de este proceso resulta trascendental, con la información que se tiene se puede concluir que no existe diferencia significativa entre el rendimiento de los dos grupos, dado que es el mismo docente el encarado de enseñar, revisar

y calificar tanto al grupo control como al grupo experimental. Sin embargo se de puntualizar el hecho de que en términos generales las actividades que entregaron los alumnos del grupo experimental se encuentran mucho más elaboradas que las de los alumnos del grupo control, esto puede deberse a que los alumnos realmente fueron capaces de autogestionar su aprendizaje, recibían explicaciones por parte del profesor por la responsabilidad de consultar materiales leer y entregar tareas, recayó enteramente en ellos, en cambio, en el grupo control el maestro constantemente recordaba a los alumnos fechas de entrega y les cuestionaba sobre si existían dudas en la realización de las mismas.

7. 8 Análisis

Hasta este momento hemos realizado una descripción de los hallazgos tanto numéricos como de texto en los instrumentos que se aplicaron, con base en estos datos, podemos realizar un análisis sobre cada uno de los datos que encontramos.

Se ha comprobado que no existe diferencia significativa entre el rendimiento académicos del grupo control y el grupo experimental, lo que quiere decir que la propuesta pedagógica no implica una mejoría en la forma en la que los estudiantes están aprendiendo los temas de la asignatura Química Analítica Básica, no obstante esta ausencia de diferencia significativa, indica que es viable implementar e curso semipresencial puesto que los estudiantes aprenden en el mismo nivel que los alumnos que se encuentren dentro de un curso presencial.

La consistencia respecto al comportamiento de las calificaciones de los estudiantes en ambos grupos nos muestra que los alumnos están aprendiendo y desarrollo habilidades a la par, independientemente de si el estudiante trabaja la materia con el uso de herramientas virtuales y con un mismo número de horas presenciales, se reporta que existe un aprendizaje y los índices de reprobación en ambos grupos para el caso de cada instrumento de evaluación son perfectamente equiparables. La tabla 7.4 presenta los índices de reprobación por instrumento y el índice de reprobación general por grupo comparado contra el índice de reprobación de la asignatura en la Facultad para el periodo que se está evaluando:

Instrumento	Grupo A	Grupo B	Media de la Facultad
Primer parcial	7.63	7.43	7.35
Segundo Parcial	7.65	8.19	7.40
Tercer parcial	7.53	7.41	7.39
Calificación final	7.60	7.68	7.40

Tabla 7.3. Promedio de aplicación por grupo respecto a la media de la Facultad Fuente: Elaboración propia LAAC 2018.

Con estos valores es posible realizar una comparación de medias (ANOVA) entre los grupos A (experimental), B (control) y la media de los resultados obtenidos por examen para los estudiantes de la Facultad, en este caso en concreto el resultado para F es 1.06, por lo que el valor observado es menor que el valor crítico de F para 8 grados de libertad, el cual es 5.14, por tanto:

$$F_{calcula} < F_{crítica}$$

$$1.06 < 5.14$$

Con estos valores se rechaza la hipótesis nula, lo que quiere decir que a pesar de que los temas que se revisan son los mismo, no se enseñan de la misma manera, esto es enteramente una responsabilidad de los docentes. Es importante resaltar que los dos grupos con los que se trabajó tienen rendimientos académicos por encima de la media de la Facultad, nuevamente es posible asociar esta situación al trabajo que el profesor hace con los alumnos, ahora bien, el grupo experimental obtiene resultados por encima de la media de la Facultad y por encima de los valores del grupo control, esto nos da un indicio de que el trabajo con ambientes virtuales favorece en los estudiantes el trabajo autónomo y desarrolla en ellos un mayor sentido de compromiso.

Estas aseveraciones se realizan con base en la forma en cómo fueron trabajando sus actividades a lo largo del semestre, en las últimas cuatro, los alumnos del grupo experimental se volvieron los principales actores de su aprendizaje, avanzaron en la consulta de materiales, construyeron sus productos sin requerir ayuda del docente más allá de una opinión sobre algún texto de consulta, regularon sus tiempos de entrega y aplicaron los temas y conceptos

estudiados a la resolución de los casos planteados, en un ejercicio que trascendió la búsqueda e indagación para convertirse en una propuesta metodológica que los llevó a resolver el caso propuesto.

Ahora bien, si analizamos cada instrumento como situaciones independientes obtenemos datos importantes, en el instrumento 1 la calificación promedio del grupo piloto es mayor (por décimas) que la del grupo control, en ese mismo periodo el tiempo de entrega de actividades virtuales es mejor por parte del grupo control respecto del grupo piloto. Para este instrumento los temas que se revisan son las nociones fundamentales de equilibrio y volumetría, en este caso en particular puede considerarse que el comportamiento de los grupos es normal, la calificación promedio (7.63 para el experimental y 7.43 para el control) puede parecer baja para el aprovechamiento de un grupo de estudiantes universitario, pero es necesario resaltar que esta asignatura es el primer acercamiento que tienen los alumnos respecto a temas de química analítica y a las técnicas de análisis que implementarán plenamente en el bloque de materias formativas.

Conforme avanza el curso se observa que el comportamiento de los estudiantes cambia, un análisis respecto al segundo instrumento nos muestra que el promedio del examen del grupo control es mayor que el del grupo piloto. Este dato puede explicarse luego de hacer una revisión de las respuestas de los instrumentos, al revisar puntualmente cada uno de los instrumentos y las respuestas que los estudiantes de ambos grupos brindaron, encontramos que en el tema “ácidos polipróticos” el grupo piloto tiene un menor rendimiento con respecto al grupo control, se trata del tema más complejo del programa de estudios, los alumnos del grupo piloto presentaron una mayor dificultad para comprender el tema y resolver los ejercicios, por diseño metodológico esta parte del curso se trabajó en su totalidad en línea a través del uso de archivos ppt y de ejercicios, se diseñó una plantilla en Excel para la resolución de ejercicios de este tipo, en cambio con el grupo control se dedicaron 2 sesiones y media (5 horas aproximadamente) para poder explicar cómo resolver los ejercicios, analizar los resultados y construir las curvas de valoración de ácidos polipróticos.

El segundo instrumento está compuesto por un total de 10 preguntas, la ponderación de cada una de las preguntas se coloca a continuación.

- Pregunta 1: 0.5 puntos

- Pregunta 2: 0.5 puntos
- Pregunta 3: 1 punto
- Pregunta 4: 0.5 puntos
- Pregunta 5: 0.5 puntos
- Pregunta 6: 0.5 puntos
- Pregunta 7: 1.5 puntos
- Pregunta 8: 1.5 puntos
- Pregunta 9: 1.5 puntos
- Pregunta 10: 2 puntos

La pregunta 10 es la que se refiere al tema ácidos polipróticos, ningún estudiante del grupo piloto obtuvo los dos puntos que proporcionaba el reactivo, tres estudiantes no obtuvieron un solo punto y el resto de los alumnos obtuvieron 1 punto (de los 2 disponibles) para este ejercicio. En la Tabla 7.5 se comparan los promedios de los dos grupos con el instrumento completo y suprimiendo el dato de la pregunta 10.

Grupo	Instrumento completo	Instrumento eliminando la pregunta 10
Experimental	7.65	8.57
Control	8.19	8.83

Tabla 7.4 Comparación entre los promedios de los dos grupos incluyendo y excluyendo el ejercicio de ácidos polipróticos. Fuente: Elaboración propia LAAC 2019.

Si la pregunta respecto a ácidos polipróticos se eliminara, el grupo control sigue teniendo un promedio mayor al del grupo piloto, pero la diferencia se reduce a unas décimas de punto, esto refuerza lo que se ha comentado con anterioridad, el tema “ácidos polipróticos” es de entre todos los temas que se incluyen en el segundo instrumento, el de mayor grado de dificultad por lo que requiere un mayor tiempo de dedicación por parte del profesor, respecto al diseño del mismo y de las actividades que lo estudiantes deben desarrollar, así mismo es necesario que los estudiantes dediquen un mayor tiempo al estudio del tema y a la preparación del mismo.

En concreto respecto a este tema podemos concluir que el trabajo presencial es fundamental para la mejor comprensión de éste, la complicación del tema radica en lo extenso del mismo y en el hecho de que los alumnos deben tener pleno dominio del tema previo. Cualquier libro de texto de Química Analítica, dedica un apartado exclusivo para explicar la volumetría de ácidos polipróticos, esto es importante dado que es un subtipo de titulación ácido-base y los mismos textos del área lo tratan aparte, esto se debe precisamente a la complejidad del propio tema.

Pese a que el tema (titulación de ácidos polipróticos) fue complicado para el grupo experimental, el cumplimiento en la entrega de actividades correspondientes a tareas y proyectos asociados a los temas que se incluyen en el segundo instrumento (parcial) es mejor por parte del grupo piloto que por parte del grupo control, al decir mejor, nos estamos refiriendo a que los tiempos de entrega de las actividades se ajustan a las fechas indicadas e incluso en algunos de los casos se adelantan a las mismas.

Para el tercer instrumento, los promedios del grupo piloto y del grupo control vuelven a ser cercanos, este es el único de los tres instrumentos en donde se evalúan dos diferentes tipos de volumetría (redox y complejométricas) lo cual en principio pudiera dar indicios de tratarse de un examen más complejo respecto a los otros dos que se presentaron, no obstante, debemos considerar que los estudiantes se encuentran en la parte final del semestre (agosto-diciembre) y que a lo largo del mismo, el docente siempre realizó un énfasis en la importancia del tema tal y como se ha descrito a lo largo del presente documento.

La prueba t nos comprobó que no existen diferencias significativas entre los promedios de los grupos control y piloto, pese a que en este instrumento el promedio del grupo piloto es mayor al del grupo control. Consistente con esta parte, el cumplimiento respecto a la entrega de las actividades virtuales es mejor en el grupo piloto respecto del grupo control, lo anterior pudiera deberse a que los estudiantes del grupo piloto, en este momento del curso se encuentran plenamente familiarizados con el trabajo en línea, por lo que la entrega en tiempo y forma de las actividades no les resulta problemática ni tediosa, de hecho si revisamos los comentarios que los estudiantes expresaron en función a si el uso de *Sites* y de exámenes en línea les resulta benéfico, nos encontramos una respuesta muy favorable.

Si se toma en consideración el promedio de ambos grupos, la diferencia es únicamente décimas de punto, estos valores respecto al rendimiento académico de los dos grupos de estudio nos llevan a considerar que se trata de un comportamiento muy parecido. Este promedio (valor que definimos previamente como indicador de rendimiento académico) encontraremos entonces que sin importar si el curso se lleva a cabo en formato presencial o semipresencial el rendimiento de ambos grupos es muy parecido. Considerando lo anterior y basándonos en los datos numéricos es posible plantear que ambos grupos adquieren conocimientos que les permiten responder los instrumentos que se han diseñado mostrando un rendimiento académico “aceptable” considerando que la escala de calificaciones vigente en la BUAP es de 5 a 10.

Respecto a los resultados presentados en cada una de las actividades, podemos comentar que se observa claramente que las evidencias de aprendizaje de ambos grupos fueron mejorando con el transcurso del semestre, no obstante la puntualidad y cumplimiento en la entrega de las actividades fue mejor en el caso del grupo piloto, es importante recordar que las actividades del grupo piloto se colocaron en *Sites* con la única indicación hacia los estudiantes de que deberían revisar las publicaciones semanalmente, en el caso del grupo control las actividades se explicaban en la clase, en esa misma sesión se daban las indicaciones en torno a la realización y entrega de la actividad.

Es posible también realizar una comparación entre actividades de los dos grupos, en el caso particular de los problemarios esta comparación no nos muestra ninguna diferencia importante dado que únicamente nos concentramos en la resolución de los ejercicios a partir de la aplicación de las fórmulas para cada tipo de titulación y la construcción de la gráfica correspondiente. Existen actividades en cambio en donde el comportamiento de los estudiantes de un grupo y otro denotan cambios tanto de interés como de dedicación para realizarlas. La Figura 7.39 es extraída de los trabajos del grupo control, se trata de un cómic en donde los alumnos explican cómo se construye una curva de titulación ácido-base, si bien la información que utilizan es correcta, las viñetas se encuentran cargadas de una gran cantidad de texto, uno de los objetivos de crear los cómics era analizar el dominio que los alumnos tienen respecto al tema y posteriormente usar los cómics como material de estudio

no obstante un producto con tal carga de texto puede no ser atractiva para los lectores (estudiantes).

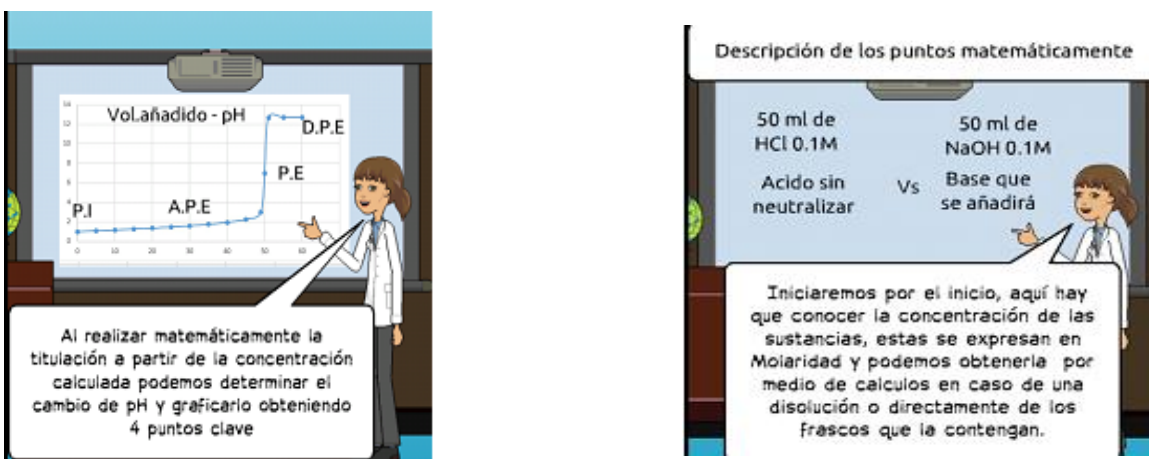


Figura 7.39. Cómec de titulación Ácido-Base del grupo control Fuente: Morales, L. Curso Química Analítica Básica Otoño 2018. Recuperado de: https://drive.google.com/drive/folders/1b1x5REFInmIV_z6O5jIneQmOIVPIA-XJ.

La Figura 7.40 es un fragmento del cómic de los mismos temas (Titulación ácido-base) del grupo piloto, en este cómic se observa que los estudiantes incorporan una historia, para ello debieron construir previamente un guion de dicha historia, a la par del relato los alumnos mencionan cómo construir una curva, así como información importante que los estudiantes deben conocer al momento de realizar sus cálculos y construir la gráfica correspondiente.



Figura 7.40. Cómic del tema Ácido-Base del grupo experimental. Fuente: Barrera, J. Curso Química Analítica Básica Otoño 2018. Recuperado de: https://drive.google.com/drive/folders/1srNSazCd8mysywETuZrX1_2-giX13wxs.

Puede pensarse que son dos casos aislados, no obstante, este comportamiento se repite a lo largo de esta evidencia, podemos comparar otra de las actividades y hallaremos situaciones similares.

Los cómics del grupo piloto superan en su mayoría el número mínimo de viñetas que la rúbrica indica (15 viñetas) la explicación en todos los casos es clara así como el uso de las fórmulas para cada una de las volumetrías que describe (igual que con el grupo control) hasta este punto se podría decir que los trabajos de ambos grupos son iguales, de hecho el cumplimiento de los requisitos de evaluación, en este sentido las calificaciones que se asignan son muy similares entre los productos de los dos grupos de estudio, sin embargo, es importante resaltar que los alumnos del grupo experimental, diseñaron historias para posteriormente ubicar su explicación.

Por ejemplo en uno de los cómics se identifica a tres personajes que se encuentran en una acera, posteriormente el lector se dará cuenta de que la acera está a las afueras de una universidad, comienzan una plática entre ellos hasta que uno les recuerde que el profesor les encargó repasar el tema de volumetrías, por lo que los tres personajes se dirigen hacia el interior de la universidad y en el trayecto comienzan a hablar sobre qué es una volumetría, esto ocurre hasta la séptima viñeta, posteriormente la historia continua definiendo el concepto

volumetría, explicando el uso de fórmulas y presentando la forma de realizar los cálculos y las gráficas que resultan de los mismos.

Estas diferencias de primera no parecieran ser trascendentales dado que el objetivo del desarrollo del cómic era comprobar la apropiación de los conceptos de los diferentes tipos de volumetrías por parte de los estudiantes de los dos grupos de estudio, en estricto sentido ambos grupos cumplen esta parte, ahora bien, el hecho de que los productos del grupo experimental tengan las características antes descritas nos da referencia de que los estudiantes tuvieron un mayor compromiso para con la evidencia, incluso podemos observar que desarrollaron una mayor habilidad en el uso de la herramienta para la construcción de los cómics, si solo se tratara de una evidencia entre todas las que entregó el grupo experimental, podríamos hablar de un caso aislado, pero al encontrarnos con que esto se repite en las evidencias del grupo experimental, podemos incluso concluir que además de los conceptos y conocimientos propios de la asignatura, también se permite que los alumnos conozcan y manejen herramientas que usualmente no se emplean en la enseñanza de estos temas.

Al margen de las diferencias respecto a la presentación y profundidad con la que revisaron este tema los alumnos en la construcción del cómic, es necesario puntualizar que los alumnos de los dos grupos lograron conceptualizar todo lo referente a volumetrías, esto queda de manifiesto en la Figura 7.41 correspondiente a un análisis de redes.

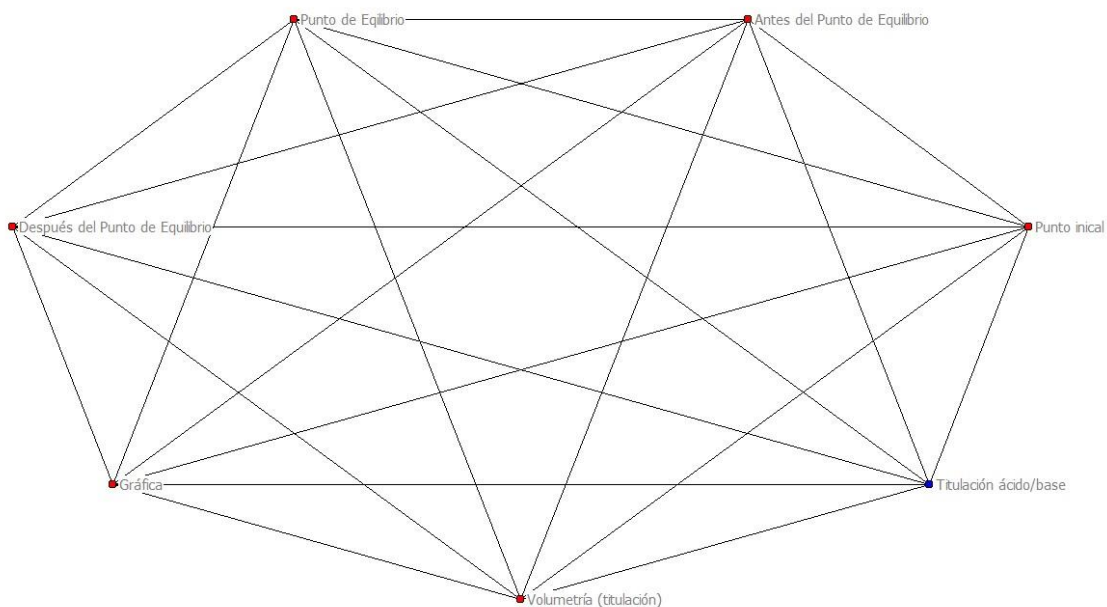


Figura 7.41. Análisis de Redes de la Construcción del Cómic. Fuente: Elaboracion Propia LAAC (2020)

En la imagen de la red se observa que los nodos están íntimamente relacionados, esto significa que los alumnos tienen claro el concepto de volumetría, la construcción del cómic tenía como intención que los alumnos fueran capaces de brindar una definición de volumetría y explicar cómo se construye la misma. Una curva de titulación es el resultado de hacer reaccionar dos especies químicas entre sí de características opuestas (un ácido con una base, un oxidante con un reductor, etc) esta curva se representa a través de una gráfica sigmoidea la cual debe tener cada una de las siguientes cuatro zonas:

1. Punto inicial: Nunca comienzan en cero pues depende del volumen que se tiene de la sustancia a analizar.
2. Antes del punto de equilibrio. Son todos los puntos que se pueden graficar antes de llegar al denominado punto de equilibrio (de equivalencia)
3. Punto de equilibrio: Es el valor más importante dentro de este tipo de curvas, experimentalmente se manifiesta con un cambio de color en la sustancia a analizar, si el proceso se realiza inadecuadamente, el cambio de color suele ser muy pronunciado, lo que indica que se cometió un error

- Después del punto de equilibrio. Son todos los puntos que se pueden graficar después del equilibrio, en el momento en que estos valores se vuelven constantes, se determina el fin de la curva.

En el análisis de red, se puede observar que los alumnos han entendido la secuencia del proceso, esto implica que no es posible construir una gráfica sin realizar las estimaciones de los cuatro puntos que debe de tener una curva de titulación, asocian plenamente que las volumetrías son determinadas por estas etapas, el reconocimiento que tiene respecto a una volumetría ácido-base puede deberse a que es el primer tipo de curvas que se revisan en el curso y a la que más tiempo se dedica por las propias características de las sustancias ácido-base, incluso en la sesión de laboratorio, la mayoría de las prácticas de este apartado son de tipo ácido-base, de ahí la familiarización de los alumnos con este concepto.

Sobre la forma en la que presentan los productos de aprendizaje, el cómic no es el único en donde se notan diferencias entre ambos grupos, la Figura 7.41 es un extracto de la línea del tiempo realizada por uno de los estudiantes del grupo control.



Figura 7.42. Ejemplo de línea del tiempo del grupo control. Fuente: Baca, L. Química Analítica Básica Otoño 2018. Recuperado de: <https://drive.google.com/drive/u/0/folders/1t2D45CwONhEoyuEqLRhDhavX7GzoBxB1>.

En contraparte encontramos la propuesta del grupo experimental, en el trabajo realizado se nota un mayor esfuerzo por el diseño y la presentación de éste, si bien es cierto que ambas propuestas explican el mismo tema, tocan a los mismos autores y utilizan ejemplos similares, la muestra del grupo experimental que se presenta en la Figura 7.42, deja en claro que hay una mayor dedicación por parte de este grupo.



Figura 7.43. Ejemplo de línea del tiempo del grupo experimental. Fuente: Juárez, A. Química Analítica Básica Otoño 2018. Recuperado de: <https://www.tiki-toki.com/timeline/entry/1094238/Equilibrio-Quimico/>.

La revisión histórica de cómo se construyó el concepto “Equilibrio Químico” tiene como finalidad que los alumnos reconozcan la importancia del mismo dentro de su formación profesional, ya se ha mencionado que éste es el único concepto del que los estudiantes reportan tener conocimientos previos, sin embargo su conocimiento es enteramente memorístico en el sentido de que son capaces de repetir el enunciado de la Ley General del Equilibrio Químico, pero en cuanto se les pide describir las condiciones en las que se lleva a cabo una determinada reacción, comienzan a tener problemas.

La construcción de la línea del tiempo de los alumnos del grupo control, se concentra solo en escribir los nombres de los científicos que aportaron alguna idea o concepto para el desarrollo actual del concepto y la Ley del Equilibrio Químico, continúan trabajando el apartado memorístico, por su parte los estudiantes del grupo experimental describen los aportes de cada uno de ellos, al momento de llegar al concepto actual, ellos mismos cuestionan el cómo se desarrolló el apartado experimental.

En este sentido, el diseño y aplicación de todas las actividades descritas en la presente investigación, responde a una de las observaciones que realiza Caamaño en torno a los programas educativos de química, “la modernización” de los mismos, este concepto no debe ser entendido únicamente como la actualización de los contenidos temáticos, sino al empleo

de herramientas y estrategias que se adecuen a las condiciones del momento en el cual se va a aplicar la actividad.

Una de las situaciones que describe la literatura en cuanto al análisis del rendimiento académico de los estudiantes de educación superior, es la ausencia de actividades y de estrategias que favorezcan los aprendizajes de los alumnos (Camarena et al.), distintos autores consideran que una de las situaciones que impacta directamente en el rendimiento académico es el excesivo uso de resolución de ejercicios tipo pregunta y la saturación de actividades donde se requiere que el alumno dé respuesta a problemas de corte matemático “idealizados” la mayoría de las veces. Para el caso de la presente investigación, se llevó a cabo el diseño de actividades que contextualizarán los aprendizajes, aunque al inicio del estudio de cada tema, se trabajó con el uso de ejercicios y problemas modelo, lo anterior se realizó con la intención de que los alumnos comprendieran cómo emplear las fórmulas y cómo identificar el tipo de sustancias que participan en cada tipo de análisis.

CONCLUSIONES

- El diseño de las actividades se realizó a partir de la experiencia que el docente tiene en la impartición del curso, si bien es cierto que el modelo ADDIE menciona que el diseño da inicio una vez que el profesor del curso conoce la situación y contexto de los estudiantes, esa misma experiencia del docente quien a lo largo de 10 años ha impartido el curso sobre el cual se trabajó un total de 35 veces (se refiere a 35 secciones de la materia ofertados a diferentes periodos a lo largo de los 10 años), además de haber impartido secciones de laboratorio de asignatura en 24 ocasiones.
- El propósito para cada una de las actividades a lo largo del curso fue incrementando su nivel taxonómico, con lo que se buscó que la evidencia de aprendizaje refleja no únicamente el dominio conceptual de los temas que marca el contenido programático, sino también se buscó que desarrollarán habilidades en el manejo de herramientas tecnológicas con las que los estudiantes pudieran trabajar.
- Ambos grupos (experimental y control) trabajaron con las herramientas que apoyaron el diseño instruccional, en un principio la recepción de ambos grupos fue con “desconfianza” dado que expresaban que la implementación de este tipo de estrategias no podía aportar nada para su formación, esta es una situación similar a lo que expresan en torno a que los estudiantes expongan temas pertenecientes al programa de estudios. Esta idea se fue modificando a lo largo del curso, en el caso del grupo experimental los alumnos mencionaron al finalizar el curso, que en un principio les resultó difícil trabajar las actividades y las entregas en línea, pero que conforme fue avanzando el mismo, entendieron la importancia de las actividades y cómo estas podía contribuir a su formación académica.
- Por su parte los estudiantes del grupo control consideraron que las actividades de línea del tiempo y de crucigrama no tienen sentido dentro de un curso universitario, por el contrario, mencionaron que el proyecto final basado en la resolución de casos es de suma utilidad pues contextualiza los posibles usos de los temas que se revisan en la asignatura, de hecho, existen estudiantes que hacen mención sobre que este tipo de actividades debieron ser más recurrentes a lo largo del periodo.

- En el caso de los dos grupos, es importante destacar que la entrega de cada una de las actividades se realizó en tiempo y forma, por lo que el rubro de “Cumplimiento” de entrega de los dos grupos tiene una evaluación muy favorable.
- Una parte importante en el desarrollo de los problemarios y el cómic es el uso de las diferentes fórmulas que son necesarias para resolver los ejercicios, en el caso de los alumnos del grupo control, aplican correctamente estas fórmulas para poder resolver los ejercicios, no obstante, les es complicado explicar el uso de estas en el cómic. Por su parte los alumnos del grupo experimental fueron capaces de brindar una explicación al por qué usar una u otra fórmula en su cómic.
- Las aplicaciones de los tres instrumentos (exámenes) arrojaron resultados muy similares entre los dos grupos de estudio, numéricamente son muy similares, de hecho, en el segundo examen, el grupo control tiene un mejor desempeño que el grupo experimental. En este sentido es necesario puntualizar que en este instrumento es donde se solicita a los estudiantes responder preguntas asociadas al tema “Ácidos polipróticos” este tema es probablemente el más complicado de todo el temario, si tomamos en cuenta que el grupo que obtuvo mejores resultados en este instrumentos fue el que revisó el tema y resolvió los ejercicios en sesión presencial, en tanto que el grupo experimental, revisó los contenidos por su cuenta y resolvió los ejercicios consultando únicamente al profesor en dudas puntuales. Respecto a la evidencia de aprendizaje (problemario) en donde se incluían las preguntas respecto a este tema, no se encuentran diferencias significativas entre ambos grupos, ni siquiera en las preguntas que estaban enteramente dirigidas a este tema, entonces es necesario mencionar que el cambio que se presenta al momento de resolver el examen está directamente ligado a la autogestión que los estudiantes del grupo control realizaron al momento de prepararse para el examen.
- El nivel de dominio que los estudiantes deben tener para poder estudiar, analizar y comprender el comportamiento de los ácidos polipróticos no es sencillo, si partimos de la atenuante de que un estudiante que es capaz de resolver estos problemas debe dominar plenamente el tema anterior, nos encontramos entonces en una discusión importante, puesto que, si los alumnos del grupo experimental no tienen rendimientos altos, pudiera pensarse que no dominan los temas previos. No obstante, no se trata

únicamente del dominio de los conceptos previos, se trata también del uso de conceptos matemáticos en este apartado (como una ecuación cuadrática) en este sentido el grupo experimental presentó mayores problemas al reconocer que la expresión $[\text{H}_3\text{O}^+]^2 = x^2$ y que dicho término debería ser calculado a partir del cálculo de una ecuación cuadrática mediante la fórmula general.

- Los alumnos del grupo control recibieron una explicación detallada de la sustitución y resolución de los ejercicios, cada una de las etapas de la resolución del ejercicio se revisó en el salón de clases y el tiempo neto dedicado a resolver el ejercicio fue de cinco horas presenciales, mientras que el grupo experimental resolvió el ejercicio por su cuenta sin guía alguna.
- Todo lo que se ha expuesto nos lleva a concluir que no es posible descargar en los alumnos la totalidad de estudio de este tema, no se trata de presuponer que no son capaces de transformar variables matemáticas en lenguaje químico, sin embargo la experiencia que se tuvo nos demuestra claramente que el papel del profesor respecto a este subtema dentro del temario de la asignatura es de vital importancia para la consecución de los objetivos y propósitos del mismo, esto nos lleva a recordar que este tema en particular siempre se trabajó de manera presencial.
- Se ha mencionado ya que conforme el semestre fue avanzando se encontraron diferencias importantes entre las evidencias de aprendizaje que ambos grupos entregaron, lo cual sin lugar a duda contribuyó al aprendizaje de los contenidos por parte de los alumnos. No se trata de denostar el trabajo de un grupo o del otro, sin embargo, es importante mencionar que las evidencias de aprendizaje que el grupo experimental fue construyendo prestaron mejoras a lo largo del semestre, en tanto que las evidencias del grupo control no sufrieron cambios significativos respecto a la calidad de éstas, podríamos decir que las evidencias de este grupo cumplieron siempre con los mínimos necesarios para obtener una nota.
- La trayectoria de los estudiantes a lo largo del curso se ve claramente influenciada por las condiciones en las que trabajan, los alumnos del grupo experimental reconocen la importancia de dedicar un determinado número de horas a la realización de actividades, se ha mencionado que los estudiantes que reportaron vivir fuera de la ciudad de Puebla o en las zonas más alejadas de la misma, eran los primeros en

realizar las actividades, lo anterior se debe a las condiciones de trabajo que los propios alumnos reportaron tener en sus casas, este comportamiento fue mucho más notorio en los alumnos de grupo experimental que en los alumnos del grupo control, esto se debió que los estudiantes del grupo experimental en todo momento fueron conscientes de que el éxito o fracaso de su trayecto en la asignatura está únicamente supeditado al desempeño de los mismos, mientras que para los alumnos del grupo control, la influencia del desempeño del docente es determinante para los resultados que obtienen.

- En el análisis que se realiza respecto a los resultados que cada estudiante de ambos grupos obtiene en las evidencias de aprendizaje, se observa claramente que los alumnos del grupo experimental incrementan los resultados que obtiene a lo largo del desarrollo del periodo (otoño 2018), cada una de las actividades desarrolló diferentes habilidades en los estudiantes. Los problemarios (conjunto de ejercicios) fueron resueltos a la par tanto por el grupo control como por el grupo experimental, en este sentido es necesario puntualizar que se trata de una actividad en donde el estudiante hace repeticiones mecánicas de los ejercicios modelo que se explican ya sea en el salón de clases o mediante los materiales colocados en *Google Sites*. Pese a que la resolución de ejercicios implica prácticamente la sustitución de valores que se pueden obtener de un libro de texto o incluso de una página *web*, la interpretación de los resultados que se obtiene de cada una de las sustituciones de los valores en las fórmulas correspondientes es fundamental para verificar si los estudiantes han comprendido la diferencia de una volumetría entre especies fuertes, una volumetría entre especies débiles, una óxido-reducción o una complejométrica, el dominio que los estudiantes alcanzan respecto a estos términos y conceptos, será determinante para que cada uno de ellos pueda resolver los ejercicios y posteriormente sea capaz de aplicar estos aprendizajes tanto en la resolución de los exámenes como en la realización de las actividades de aprendizaje que se desarrollaron lo largo del periodo.
- Como ya se ha mencionado, los resultados de ambos grupos en la resolución de los problemas es muy similar, el cumplimiento respecto a las entregas fue del 80 % de los estudiantes en el grupo experimental y 77 % en el grupo control, este porcentaje

se estimó a partir de las 3 entregas respecto al número total de estudiantes inscritos en cada uno de los grupos, pese a que el porcentaje de entrega del grupo experimental es mayor al del grupo control, no debemos considerar esta diferencia significativa, debido al número de alumnos que se encuentran inscritos en el curso, no obstante, es posible observar un comportamiento muy similar respecto a la responsabilidad que presentan ambos grupos en torno a la entrega de los problemarios, por lo que podemos decir que sin importar si se trabaja en sesiones enteramente presenciales o semipresenciales, la entrega de esta actividad es prácticamente idéntica en el caso de ambos grupos de estudio.

- El desarrollo del resto de las actividades presenta una serie de diferencias que vale la pena describir. En la actividad en la que los estudiantes construyen los cómics mediante la herramienta Pixton, todos los productos de aprendizaje que se construyen en el grupo control se realizaron haciendo uso de dicha herramienta, cumplen con los requisitos del mínimo de viñetas que se solicitaron en la rúbrica, las explicaciones de los temas son claras, sin embargo en la mayoría de las evidencias se adecuan al mínimo entregable en extensión, es decir, la rúbrica solicita un mínimo de 15 viñetas, y la mayoría de los cómics del grupo control se construyeron exactamente con ese número de viñetas, todos los cómics ubican su historia en un salón de clases o en un laboratorio de docencia, colocan el tema de volúmenes completamente en el contexto escolar y no tratan de analizar si existe una posible aplicación sobre dicho tema.
- Más allá de pensar y analizar los resultados en base a cada una de las actividades, es necesario hacer mención de que a lo largo de la realización de éstas los estudiantes lograron el dominio de los conceptos básicos, además de ello fueron capaces de utilizarlos para resolver los diferentes ejercicios que se proponían en la clase, no se trata únicamente de considerar que el cumplimiento de las actividades es necesario para suponer que se han logrado los objetivos de aprendizaje, pero sin duda alguna tienen un aporte importante en este rubro.
- La asignatura cumplió con las diferentes etapas de la planeación, es decir, los objetivos se plantearon de una forma clara desde el inicio del curso, es cierto que el propio programa de asignatura contiene los aprendizajes deseados, el programa

vigente se construyó con un enfoque basado en competencias por lo cual es necesario asegurar que los alumnos en su trayectoria dentro del curso sean capaces de desarrollar las competencias que ahí se marcan, no obstante para el alumno lo importante no es lo que dice el programa sino lo que es capaz de hacer después de haber cursado cada una de las unidades temáticas, es en este sentido en donde el docente debe plasmar claramente la idea de cómo se relacionan los objetivos, la metodología y las herramientas que a la postre van a permitir a cada uno de los estudiantes ser responsables de su propio conocimiento, esto queda de manifiesto con la realización de la última actividad. La resolución del caso planteado toma en cuenta el interés personal de los alumnos a través de la agrupación de estos en equipo que comparten un interés por alguna de las áreas de especialización de su perfil.

- Al momento de plantear cada uno de los casos se tomó en cuanto los aprendizajes mínimos que todo estudiante debería dominar para resolver cada uno de los casos, sobre esta parte es muy importante tener en cuenta que un caso no tiene una respuesta única y que la solución de los mismos depende de la interpretación de quien lo está respondiendo, es precisamente esto una parte medular dentro del aprendizaje de los alumnos, debido su perfil los alumnos se incorporarán en un campo laboral en donde es fundamental que resuelvan casos y le den interpretación a los mismos, de nada sirve que un egresado sepa de memoria la tabla periódica o los valores de referencia si no sabe qué significa el valor que arroja un análisis de sangre. En el momento en que un estudiante es capaz de realizar una interpretación de este tipo, nos podremos dar cuenta de que el estudiante ha alcanzado el dominio de los temas que se han impartido, cierto es que se trabajó en una asignatura de nivel básico y que a los estudiantes les resta estudiar asignaturas de nivel formativo en las que los contenidos serán más específicos y en dónde se espera que los alumnos se den cuenta del uso e importancia de cada uno de los temas que revisan en las diferentes etapas de la ruta curricular que cursan.
- Tal y como lo describe Chacón-Ramírez et al. (2016) en la medida en la que existe una gama importante de actividades en el curso, la atención del alumno deja de dispersarse, cierto es que se ha descrito que el trabajo de un grupo en la realización y entrega de las tareas es mejor que el otro grupo, pero también es necesario mencionar

que únicamente los alumnos que no presentaron el primer examen fueron los que no realizaron las entregas, al final del periodo este cumplimiento es determinante para que ambos grupos (control y experimental) obtengan un resultado de rendimiento académico por encima de la media de los estudiantes de la Facultad que cursan la mismas asignaturas.

- A lo largo del trabajo se hace mención de que la participación del docente en los grupos de estudio resultó ser determinante, esto se alinea a los postulados de la teoría de Lee Schulman entorno al Conocimiento Pedagógico del Contenido, aspectos revisados en México por Garritz y Trinidad, si bien es cierto que la presente investigación no desarrolló un análisis entre los perfiles de diversos profesores, si es posible observar que el perfil profesional, la experiencia frente al aula y los estudios complementarios (didáctica y pedagogía) resultan determinantes para el desarrollo de cada uno de los grupos. Esta situación puede desarrollarse posteriormente como una nueva línea de investigación.
- Los resultados obtenidos luego del análisis estadístico demostraron que no existe diferencia significativa entre el grupo control en donde las clases se llevaron a cabo de manera totalmente presencial, y el grupo en el que se trabajó de manera semipresencial introduciendo diferentes herramientas virtuales y haciendo uso de las herramientas gratuitas de *Google*, sin embargo al momento de analizar los productos de aprendizaje, se comprueba que los estudiantes del grupo experimental fueron capaces de autogestionar el conocimiento.
- Lo anterior queda de manifiesto en el último tercio del curso en donde los estudiantes del grupo experimental, en esta etapa los alumnos acudían a las sesiones presenciales con los materiales de cursos revisados, y empleaban las sesiones presenciales para revisar situaciones puntuales como por ejemplo tratamientos preanalíticos o interferencias en las muestras. Los estudiantes fueron autodidactas lo que les permitió entregar sus actividades con anticipación, y en todos los casos superando los requisitos que las rúbricas les señalaban.
- Pese a no existir una diferencia importante entre los resultados del grupo control y del grupo experimental, se destaca el hecho de que los dos grupos de estudio presentaron un rendimiento superior a la media de los estudiantes de la Facultad de

Ciencias Químicas para la asignatura donde se llevó a cabo el estudio, lo que permite concluir que es viable implementar el curso semipresencial de Química Analítica Básica en los periodos subsecuentes.

- Es viable preparar el diseño y posterior implementación de otros cursos del área (Química Analítica), dado a que pueden esperarse resultados similares, para ello es necesario explorar nuevas herramientas como por ejemplo el desarrollo y posterior uso de simuladores que permitan recrear los procesos analíticos que se estudian en el salón y que posteriormente se realizan en las sesiones de laboratorio.

Referencias

Abasov, S. E. & Abdullayev, S. G. (2011, September 29) Modern information and communication technologies in education. Direct access: http://www.rsvpu.ru/filedirectory/3468/nito2011_1.pdf.

Acevedo, J. y Manasserro, V. (2004). Evaluación de las actitudes del profesorado respecto a los temas CTS: Nuevos avances metodológicos. *Enseñanza de las ciencias*. 22(2), pp. 299-312.

Aguilar, L. y Cid, I. (2013) Reflexión sobre la química en secundaria en el marco de la Reforma a la Educación Secundaria (RES). *Revista Contactos* vol. 91 pp. 66-72.

Aguilar Carrasco, Luis Ángel, & González Martínez, Adriana, & Cid Polo, Ixchel (2016). Incorporación de Ambientes Virtuales de Aprendizaje y Herramientas de Autor en el Curso Química Analítica Básica. *Química Viva*, 15(1),31-45. [fecha de Consulta 8 de Marzo de 2020]. ISSN: Recuperado de: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=863/86347589006>.

Aikeneheid, G. Collective Decision in the Social Context of Science. *Science Education* 69(a) 453-475

Alfageme, M. B. (2003). Modelo colaborativo de enseñanza-aprendizaje en situaciones no presenciales: Un estudio de caso (Tesis de doctorado). Universidad de Murcia, España. Recuperado de <https://digitum.um.es/xmlui/handle/10201/2316>

Alfaro, G., et al (2008). Informe final del proyecto “Sistematización de las Experiencias de Prácticas Docentes Desarrolladas en los Planes de Estudio de Formación Docente en las áreas de Ciencias y Matemáticas de la Educación Secundaria Impartidos en las Universidades Estatales”. San José, Costa Rica: CONARE.

Alvarado, R.M.E. (1998). *La concepción de la ciencia en la UNAM. Su enseñanza* (Tesis de Maestría) UNAM, México. *Re-conociendo la Universidad, sus transformaciones y su porvenir* (pp. 31–71). México: UNAM–CEIICH.

Alvarado, M.E. y Flores, F. (2001). Concepciones de ciencia de investigadores de la UNAM. Implicaciones para la enseñanza de la ciencia. *Perfiles Educativos*, XXIII (92), pp. 32–53.

Alberti, Gabriela Ernesta, de Mello, Irene Cristina, Chaveiro Soares, Elane, & Araújo da Silva, Ana Carolina. (2009). Autoestima y el trabajo docente: un estudio con profesores y estudiantes de Química de Mato Grosso, Brasil. *Revista de la Sociedad Química del Perú*, 75(4), 509-513. Recuperado en 11 de noviembre de 2018, de http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1810-634X2009000400013&lng=es&tlng=es.

Anaya, Alejandro. (2018). Aprendiendo Ingeniería Química diseñando crucigramas, una experiencia didáctica. *Educación Química*. 14. 191. 10.22201/fq.18708404e.2003.3.66248.

Andreev, V. I. (2015) Educational heuristics for creative self-development of multi-dimensional thinking and wisdom. Kazan Center of innovative technologies. *S. I. Gilmanshina ET. Al*

Anguita Martínez, R., García Sastre, S., Villagrà Sobrino, S. y Jorrín Abellán, I. M. (2010). Wikis y aprendizaje colaborativo: lecciones aprendidas (y por aprender) en la facultad de educación. *RED. Revista de Educación a Distancia* (XII), 2-19.

Ariel, C. (2013) Analizamos 19 Plataformas de E-Learning. Congreso Virtual de E-Learning.

Arshavskiy, M. (2014). *Diseño Instruccional para Aprendizaje en Línea: Guía esencial para la creación de cursos exitosos de educación en línea*

Arredondo, R. y Juárez, J. (2011) Panorama Actual de la Química en México. *Revista Digital Universitaria UNAM*, Consultado en <http://www.revista.unam.mx/vol.12/num9/art80/index1.html>.

Ausubel, D. P. (1968). *Educational psychology: A cognitive view [Una perspectiva cognitiva]*. New York: Holt, Rinehart and Winston. Doi: <http://dx.doi.org/10.1080/00461526809528961>

Avila, P., Bosco D. (2001). Ambientes Virtuales de Aprendizaje. Recuperado el 18 de Septiembre del 2019 en:<http://investigacion.ilce.edu.mx/dice/articulos/articulo11.htm>

Babanskii, Y. K. (1988) Pedagogy. M.: Education. - 479 p.

Barajas, Juan I. La Clasificación de los Medios Tecnológicos en la Educación a Distancia. Un Referente para su Selección y uso. Revista Apertura, Año 9, No 10 pp. 119-129. 2009.

Barrantes, R. (2007). *Investigación. Un camino al conocimiento. Un enfoque cualitativo y cuantitativo* (13a reimp.). San José, Costa Rica: Euned. <https://www.ciees.edu.mx/index.php/publicaciones/estadistica>

Barrón, H. (2004). La educación en línea en México. Edutec. Revista Electrónica de Tecnología Educativa.

Bassa, M. (2013) Uso de Google Sites como herramienta para la enseñanza de álgebra a alumnos con TDAH en 2º de la ESO. Barcelona.

Bennett, S., Bishop, A., Dalgarno, B., Waycott, J. y Kennedy, G. (2012). Implementing Web 2.0 technologies in higher education: A collective case study. *Computers y Education*, 59(2), 524- 534.

Bregliano, M. E., Quintana, N. y Zangara, A. (2010). Buenas prácticas en el uso de wikis para la formación de docentes. Aproximaciones metodológicas. El caso de la Escuela de Lenguas de la Universidad Nacional de La Plata. *Puertas Abiertas - Revista de la Escuela de Lenguas*, 6.

Blazquez, F., Cabero, J. y Loscertales, F. (1994). *Nuevas tecnologías de la información y la comunicación en educación*. Sevilla, España: Alfar.

Broderick, C. L. (2001). What is Instructional Design? Recuperado el 9 de marzo del 2017, de: http://www.geocities.com/ok_bcurt/whatisID.htm

Bosco, M. D. y Barrón, H. S. (2008). La educación a distancia en México: narrativa de una historia silenciosa. México: UNAM.

Buitrago, H. (2016) Aplicabilidad del modelo ASSURE en la didáctica de lenguas. *Revista Avances en Educación y Humanidades* 1(2)

Bustos Sánchez, A. y Coll Salvador, C. (2010, enero-marzo). *Los entornos virtuales como espacios de enseñanza y aprendizaje: una perspectiva psicoeducativa para su caracterización y análisis*. *Revista Mexicana de Investigación Educativa*, núm. 44, vol. 15, pp. 163-194.

Bruguera, E. (2008) ¿Qué es un blog? Recuperado de: http://openaccess.uoc.edu/webapps/o2/bitstream/10609/17821/5/XX08_93006_01331-3.pdf

Caamaño, Aurelí (2007). Modelizar y contextualizar el currículum de química: un proceso en constante desarrollo, en: Izquierdo, Mercé; Caamaño, Aurelí; Quintanilla, Mario (eds.). *Investigar en la enseñanza de la química. Nuevos horizontes: contextualizar y modelizar* (pp. 19-39). Barcelona: Universito Autónoma de Barcelona.

Calderón, P. y Piñeiro, N. (2007). Actitudes de los docentes ante el uso de las tecnologías educativas. Implicaciones afectivas. *Monografías. como*, 1-6.

Camacho, Mar (2010). “Las redes sociales para enseñar y aprender”. En Castañeda, Linda (Coord.). *Aprendizaje con redes sociales*. Sevilla: MAD, pp. 91-104.

Camarena, R. Chávez, A. y Gómez J. Reflexiones en Torno al Rendimiento Escolar y a la Eficiencia Terminal. Publicaciones ANUIES. Consultado en: http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:4Ja4z9wbBIQJ:publicaciones.anui.es.mx/pdfs/revista/Revista53_S1A2ES.pdf+&cd=1&hl=es-419&ct=clnk&gl=mx

Carrasco K. (Mayo 2018) Los retos de la enseñanza de la química hacia la cuarta revolución industrial. Simposio llevado a cabo en la XVII Reunión Nacional de la Asociación Nacional de Escuelas y Facultades de Química (ANFEQUI) Veracruz.

Castañeda, Linda; Gutiérrez, Isabel (2010). “Redes sociales y otros tejidos online para conectar personas”. En Castañeda, Linda (Coord.). *Aprendizaje con redes sociales*. Sevilla: MAD, pp. 17-40

Cataldi, Z., Donnamaría, M. C. & Lage, F. J. (2009). Didáctica de la química y TIC: Laboratorios virtuales, modelos y simulaciones como agentes de motivación y de cambio conceptual. In IV Congreso de Tecnología en Educación y Educación en Tecnología.

Carretero, M. (2001). *Constructivismo y educación* (8ª ed.). Argentina: Aique.

Castro, M. y Morales, M. E. (2015) Los ambientes de aula que promueven el aprendizaje, desde la perspectiva de los niños y niñas escolares. Revista Electrónica EDUCARE 19(3) 1-32. Recuperado de: <https://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:JDrOeoCQzDcJ:https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/5169752.pdf+&cd=1&hl=es-419&ct=clnk&gl=mx>

Cañedo Ortiz, Teresa de Jesús, & Figueroa Rubalcava, Alma Elena. (2013). La práctica docente en educación superior: una mirada hacia su complejidad. Sinéctica, (41), 2-18. Recuperado el 08 de marzo de 2017, de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1665-109X2013000200004&lng=es&tlng=es.

Cardona Buitrago Flor Emilia (2013a.). Las prácticas de laboratorio como estrategia didáctica [Tesis de grado]. Universidad del Valle, Santiago de Cali, Colombia. Recuperado de <http://bibliotecadigital.univalle.edu.co/bitstream/10893/6772/1/CD-0395428.pdf> CeraMartínez,

Cazaux, Diana. (2008). La Comunicación Pública de la Ciencia y la Tecnología en la "Sociedad Del Conocimiento". Razón y Palabra. 13. -.

Certad V., P. A. (2010). La Enseñanza De La Química A Través Del Edublog Como Ambiente de Aprendizaje. Universidad Metropolitana Venezuela. Disponible en: http://www.cognicion.net/index.php?option=com_content&task=view&id=331&Itemid=1

Chacón-Ramírez, N., Saborío-García, F. y Nova-Bustos, N. (Setiembre-diciembre, 2016). El uso de recursos didácticos de la química para estudiantes, en los colegios académicos diurnos de los circuitos 09 y 11, San José, Costa Rica. Revista Electrónica Educare, 20(3), 1-24. doi: <http://dx.doi.org/10.15359/ree.20-3.2>

Chamizo. J.A. (junio de 2008) Las carreras de química en América Latina: Dos agendas que enfrentar. *Revista Iberoamericana de Educación* 46(4) 1-13.

Chamizo, J.A., Hernández, G., 2000. Construcción de preguntas, la Ve epistemológica y examen ecléctico per-sonalizado *Educación Química*, 11(1), pp.182-187

Chan Núñez, M (2004 noviembre). *Tendencias en el diseño educativo para entornos de aprendizaje digitales*. *Revista Digital Universitaria*, Núm 10, Vol. 5. <http://www.revista.unam.mx/vol.5/num10/art67/int67.htm>

Christian, G. *Química Analítica*. 6ta edición. Mg Graw Hill. México 2009.

Chickering, A. W. y Gamson, Z. F. (1987). Seven principles for good practice in undergraduate education. *AAHE bulletin*, 3, 7.

Ciencias 3. Guía para el Maestro, Educación Básica, consultado en: <https://coleccion.siaeducacion.org/node/813>

Cofré, H. Camacho, J. Galaz, A. Jiménez, J. Santibañez, D. y Vergara, C. La Educación Científica en ChiLe: Debilidades de la Enseñanza y Futuros Desafíos de la Educación de Profesores de Ciencia. *Revista Estudios Pedagógicos*. XXXVI(2) pp. 279-293.

Coll Salvador, C., Rochera Villach, M. J., Mayordomo Saíz, R. M. y Naranjo Llanos, M. (2007). Evaluación continua y ayuda al aprendizaje. Análisis de una experiencia de innovación en educación superior con apoyo de las TIC. *Electronic Journal of Research in Educational Psychology*, 5(13), 783-804.

Cruz, A. y Enguita, C. (2005). Recursos tecnológicos. In A. Cruz y A. Benito Capa (Eds.), *Nuevas claves para la docencia universitaria en el Espacio Europeo de Educación Superior* (pp. 101-124). Madrid: Narcea.

De Wever, B., Van Keer, H., Schellens, T. y Valcke, M. (2011). Assessing collaboration in a wiki: The reliability of university students' peer assessment. *The Internet and Higher Education*, 14(4), 201-206. <http://dx.doi.org/10.1016/j.iheduc.2011.07.003>

Delgado, E., et al (1986). Diagnóstico evaluativo de la Enseñanza de las Ciencias Generales, español, Estudios Sociales y Matemática. Resumen de las principales

conclusiones. San José, Costa Rica: Universidad de Costa Rica, Instituto de Investigación en Educación.

Delgado M, Arrieta X, Camacho H. Comparación de teorías relacionadas con la formación de conceptos científicos. *Multiciencias*. 2012;12(4):416-26

De Haro, J. (2010) Redes Sociales para la Educación. *Estudios sobre educación* 20 pp. 257-278.

Dell, J. (1997). Tendencias en educación en la sociedad de las tecnologías de la información. *EDUTEC Revista Electrónica de Tecnología Educativa*, 7. Recuperado de: www.uib.es/depart/gte/relevec5.htm.

Defago, A.E. e Ithuralde, R.E. (2018) El Diseño Curricular de Química del Ciclo Superior de la Educación Secundaria en la provincia de Buenos Aires, Argentina: una posible lectura para las aulas. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias* 15(1), 1203. doi: 10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc. 2018.v15.i1.1203

Díaz Barriga, F. y Morales Ramírez, L. (2008, julio-2009, junio). *Aprendizaje colaborativo en entornos virtuales: un modelo de diseño instruccional para la formación profesional continua*. *Tecnología y Comunicación Educativa*, núm. 47-48, año 22-23, pp. 4-25

Díaz-Barriga A. Frida, Gerardo Hernández Rojas (2002). “Estrategias para el aprendizaje significativo: Fundamentos, adquisición y modelos de intervención”. En: *Estrategias docentes para un aprendizaje significativo. Una interpretación constructivista*. McGraw-Hill, México, pp.231-249

Díez González, M.C., Pacheco Sanz, D.I., García Sánchez, J. N., Martínez Cocó, B., Robledo Ramón, P., Álvarez Fernández, M. L., Monjas Casares, M. I. (2009). Percepción de los estudiantes universitarios de educación respecto al uso de metodologías docentes y el desarrollo de competencias ante la adaptación al EEES: datos de la Universidad de Valladolid. *Aula abierta*, 37(1), 45-56.

Domingo, M. y Marqués, P. (2011). Aulas 2.0 y uso de las TIC en la práctica docente. *Comunicar*, 37, 169-175. <http://dx.doi.org/10.3916/C37-2011-03-09>

Duart, Josep M.; LARA, Pablo; SAIGÍ, Francesc (2003). *Gestión de contenidos en el diseño de contenidos educativos en línea*. <http://www.uoc.edu/dt/20237/index.html>

Duarte, J. (2003). Ambientes de Aprendizaje. Una aproximación conceptual. *Estudios Pedagógicos*, 29, 97-113. doi: <http://dx.doi.org/10.4067/s0718-07052003000100007>

Dussel, Inés VI Foro Latinoamericano de Educación; *Educación y nuevas tecnologías: los desafíos pedagógicos ante el mundo digital* / Inés Dussel y Luis Alberto Quevedo. - 1a ed. Buenos Aires: Santillana, 2010. 80 p.

Echeverría, J. (2000). Educación y Tecnologías telemáticas. *Revista Iberoamericana de Educación*, 24, pp. 17-36.

Escobar Hoyos, G. (2014). La evaluación del aprendizaje, su evolución y elementos en el marco de la formación integral. [Versión PDF. Trabajo para Universidad Católica de Manizales. Especialización en Evaluación Educativa]. Recuperado el 20 de enero de 2018 de <http://repositorio.ucm.edu.co:8080/jspui/bitstream/handle/10839/811/Gladys%20Escobar%20Hoyos.pdf?sequence=1>

Espinosa, E. González, K. y Hernández, L. (2016) Las prácticas de laboratorio una estrategia didáctica en la construcción de conocimiento científico escolar. *Revista Entramado* 12(1) pp. 266-281.

Fandos, M. (2003). *Formación basada en las tecnologías de la información y comunicación: Análisis didáctico del proceso de enseñanza-aprendizaje* (Tesis de doctorado). Universitat Rovira I Virgili, España, Tarragona. Recuperado de http://www.tdx.cat/bitstream/handle/10803/8909/Etesis_1.pdf?sequence=5

Farré, A. S. y Lorenzo, M. G. (2012). De la construcción del conocimiento científico a su enseñanza. Distintas explicaciones sobre la estructura del benceno. *Educación Química*, 23 (extraordinario 2), 1-9. Recuperado de <http://www.educacionquimica.info/include/downloadfile.php?pdf=pdf1319.pdf>.

Fernández, A. (s. f.). *Nuevas metodologías docentes*. Valencia: Instituto de Ciencias de la Educación, Universidad Politécnica de Valencia. Recuperado de

<http://roble.pntic.mec.es/jprp0006/>

[tesis/metodologia/nuevas metodologias docentes de%20fernandez march.pdf](#)

Franco, A. J., Oliva, J. M. y Bernal, S., (2012) An educational card game for learning families of chemical elements, Journal of Chemical Education.

Fredes, C. A., Hernández, J. P. y Díaz, D. A. (2012) Potencial y Problemas de la Simulación en Ambientes Virtuales para el Aprendizaje. Formación Universitaria 5(1) 45 - 56. Recuperado de:

[https://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:cZ3tx4SIB28J:https://scielo.conicyt.cl/pdf/formuniv/v5n1/art06.pdf+&cd=1&hl=es-419&ct=clnk&gl=mx. }](https://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:cZ3tx4SIB28J:https://scielo.conicyt.cl/pdf/formuniv/v5n1/art06.pdf+&cd=1&hl=es-419&ct=clnk&gl=mx.)

Furió, C.; Hernández, Juan; Solbes, Jordi; Vilches, Amparo (2007). La Física y Química en las Enseñanzas Mínimas de la Enseñanza Secundaria Obligatoria en la LOE. Alambique. Didáctica de las Ciencias Experimentales, 53, pp. 47-58.

Furió, C. Furió, C. y Solbes, J. Profundizando en la Educación Científica: Aspectos Epistemológicos y Metodológicos a tener en Cuenta en la Enseñanza. Educar em Revista 44 pp. 37-57

Gabidullin, A. S. (1984) Teaching students the ability to explain the phenomena in the teaching of Science subjects in VI - VII classes: Dis. Cand. Of ped. Sciences; Kasane. state. ped. Inst .. - Kazan, 1984. - 207 p.

Galagovsky, L. (2005). La enseñanza de la Química Pre-universitaria: ¿Qué enseñar, cómo, cuánto, para quiénes? Disponible en: <http://www.quimicaviva.qb.fcen.uba.ar/v4n1/galagovsky.html>.

García, L. (2014) El ambiente de aprendizaje en el laboratorio de Química del Bachillerato Internacional Recuperado de: https://biblioteca.unirioja.es/tfe_e/TFE000581.pdf

García-Carmona, Antonio Manassero, María Antonia y Bennássar, Antoni; Vázquez, Ángel (2011) Ciencia, Tecnología y Sociedad en Iberoamérica: Una evaluación de la comprensión de la naturaleza de ciencia y tecnología. [Organización de Estados Iberoamericanos](#)

García Ruiz, Mayra. (2001). Las actividades experimentales en la escuela secundaria. *Perfiles educativos*, 23(94), 70-90. Recuperado el 20 de noviembre de 2018, de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0185-26982001000400005&lng=es&tlng=es.

García, Enrique. *Pedagogía Constructivista y Competencias, Lo que los maestros necesitan saber*. Editorial Trillas, México 2016.

Garriz, A., Chamizo, J.A., (2000) *Química*. Addison Wesley. México.

Garriz, A., Chamizo, J.A., (1994) *Del Tequesquite al ADN*. Fondo de Cultura Económica. México.

Garriz, A., Trinidad, R., (2006) El Conocimiento Pedagógico de la Estructura Molecular. *Revista Educación México*. Vol. 17 114-141.

Garriz, A. (2006). Naturaleza de la ciencia e indagación: cuestiones fundamentales para la educación científica del ciudadano. *Revista Iberoamericana de Educación*, número 42

Garriz et al., 2014 Garriz A, Vilches A, Gil Pérez D. Una revolución científica a la que Educación Química quiere contribuir. *Educación Química*. 2014; 25(3):290-1

Gavilán, P. (Enero-abril, 2009). Aprendizaje cooperativo. Papel del conflicto sociocognitivo en el desarrollo intelectual. Consecuencias pedagógicas. *Revista Española de Pedagogía*, 67(242), 131-148. Recuperado de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=2796994>

Gilmanshina, S. I., Sagitova, R. N., Kosmodemyanskaya, S. S., Khalikova, F. D., Shchaveleva, N. G., Valitova, G.F. (2015) Professional Thinking Formation Features of Prospective Natural Science Teachers Relying on the Competence-Based Approach. *Review of European Studies*, 7 (3), 341-349. <http://www.ccsenet.org/journal/index.php/res/issue/view/1277>

Gilmanshina, S. I. & Gilmanshin, I. R. (2015) Building axiological competence of graduate students by means of project-based learning. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 86 (1), 012029-12032. doi: 10.1088 / 1757-899X / 86/1/012 029

Gilmanshin, I. R., Ferenets, A. V., Azimov Yu. I., Galeeva A. I., Gilmanshina S. I. (2015) Innovative technologies of waste recycling with production of high performance products. IOP Conference Series: *Materials Science and Engineering*, 86 (1), 12014-12016.

Giordan, M. y Gois, J. (2009) Entornos virtuales de aprendizaje en química: una revisión de la literatura. *Educación Química* 20(3) 301-313. Recuperado de: <https://reader.elsevier.com/reader/sd/pii/S0187893X18300302?token=7D5CB98787A32F5C858501809B6C6959B20E493E2503E687CEDC67B2855AB35A8C0360D1A44D1A9F6ACB88F055B98EB5>

Gómez Rodríguez, T., Patricia Molano, O., Rodríguez Calderón, S. La Actividad Lúdica Estrategia Pedagógica para Fortalecer el Aprendizaje de los Niños de las Instalaciones Educativa Niños Jesús de Praga. Tesis para obtener el grado de Licenciado en Pedagogía Infantil. Universidad de Tolima, Instituto de Educación a Distancia. Universidad de Tolima. Colombia.

Góngora Parra, Y., & Martínez Leyet, O. (2012). Del diseño instruccional al diseño de aprendizaje con aplicación de las tecnologías. *Education In The Knowledge Society (EKS)*, 13(3), 342-360. doi:10.14201/eks.9144.

Grilli, J. Coello, J. (2017) Enseñanza de la zoología con un enfoque CTS: cefalópodos y la comunicación visual. Una experiencia educativa en la formación docente. *Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología y Sociedad*.

Gutiérrez Esteban, P., Yuste Tosina, R., Cubo Delgado, S., Lucero Fustes, M. (2011) Buenas prácticas en el desarrollo de trabajo colaborativo en materias TIC aplicadas a la educación. *Revista de Curriculum y Formación del Profesorado*. 15 (1)

Hair, J. Jr., Anderson, R., Tatham, R. & Black, W. (1999). *Análisis Multivariante*. Madrid, España: Pearson Prentice Hal.

Hadjerrouit, S. (2014). Wiki as a collaborative writing tool in teacher education: Evaluation and suggestions for effective use. *Computers in Human Behavior*, 32, 301-312. <http://dx.doi.org/10.1016/j.chb.2013.07.004>

[Haro, J. J. de \(2009\). Las redes sociales aplicadas a la práctica docente. Didáctica,](#)

[Innovación y Multimedia, 13. Recuperado el 8 de enero de 2013 de http://www.scoop.it/t/apuntes-de-un-doctorando/p/817076093/de-haro-las-redes-socialesaplicadas-a-la-practica-docente.](http://www.scoop.it/t/apuntes-de-un-doctorando/p/817076093/de-haro-las-redes-socialesaplicadas-a-la-practica-docente)

Hernández Jiménez, C. M. (Marzo 2010). Correspondencia entre algunos aspectos curriculares de la Enseñanza de Biología en la Universidad de Costa Rica y la impartida en el Ciclo Diversificado del Ministerio de Educación pública, en el periodo 1980-2008. Tesis para optar al grado de Licenciatura en la Enseñanza de la Biología. Escuela de Formación Docente, Facultad de Educación, Universidad de Costa Rica.

Hernández, L. Sandoval, F. Hernández, I. Ramos, T. y Oseguera, J. El diseño de instrucción en el aprendizaje de las ecuaciones diferenciales. *Educación Química* 26(2) pp. 134-138

Hernández-Luque, S. (2015) Diseño instruccional constructivista de la asignatura “las TIC aplicadas a la educación” para la licenciatura en Educación mención Preescolar de la UNA. *Revista Educ@ción en Contexto* 1(2)

Herrera, M. A. (2006). Consideraciones para el diseño didáctico de ambientes virtuales de aprendizaje: una propuesta basada en las funciones cognitivas del aprendizaje. *Revista Iberoamericana de Educación*.

Hirtt, Nico (2010). La educación en la era de las competencias. *REIFOP*, 13 (2), 108-114. (Enlace web:<http://www.aufop.com/> - Recuperado el 03 de febrero de 2018.

Hong, (2012) Development Strategy for Requirement of Information and Communication Technology in Business Learning of Different University *Procedia Environmental Sciences* 12, 996- 999.

I. Suay-Matallana, J. R. Bertomeu-Sánchez, J. *Chem. Educ.* 2017, 94(2), 133-136.

Indaga LA. (2010). Portal Latinoamericano de apoyo a la educación en ciencias basado en indagación. <http://www.indagala.org/>

Informe PIEVA (Enero de 2010) Situación de la Facultad de Ciencias Químicas de la BUAP. Puebla, Pue. Luis Angel Aguilar Carrasco

Informe PIEVA (Enero de 2011) Situación de la Facultad de Ciencias Químicas de la BUAP. Puebla, Pue. Luis Angel Aguilar Carrasco

Informe PIEVA (Enero de 2012) Situación de la Facultad de Ciencias Químicas de la BUAP. Puebla, Pue. Luis Angel Aguilar Carrasco

Informe PIEVA (Enero de 2013) Situación de la Facultad de Ciencias Químicas de la BUAP. Puebla, Pue. Luis Angel Aguilar Carrasco

Informe PIEVA (Enero de 2014) Situación de la Facultad de Ciencias Químicas de la BUAP. Puebla, Pue. Luis Angel Aguilar Carrasco

Informe PIEVA (Enero de 2015) Situación de la Facultad de Ciencias Químicas de la BUAP. Puebla, Pue. Luis Angel Aguilar Carrasco

Informe PIEVA (Enero de 2016) Situación de la Facultad de Ciencias Químicas de la BUAP. Puebla, Pue. Luis Angel Aguilar Carrasco

Informe PIEVA (Enero de 2017) Situación de la Facultad de Ciencias Químicas de la BUAP. Puebla, Pue. Luis Angel Aguilar Carrasco

Ipuz, M. y Parga, D. (2014) Dificultades de enseñanza-aprendizaje y su relación con las actitudes hacia la química. Revista Tecné. Episteme y Didaxis. Recuperado de: <https://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:kYdYIEY-W-YJ:https://revistas.pedagogica.edu.co/index.php/TED/article/download/3192/3002/+&cd=5&hl=es-419&ct=clnk&gl=mx>

Izquierdo, M., Caamaño, A. y Quintanilla, M. (Eds.). (2007). *Investigar en la enseñanza de la química. Nuevos horizontes: Contextualizar y modelizar*. Recuperado de <http://edumat.uab.cat/didactica/files/compartits/28.pdf>

Izquierdo, Mercè. (2014). LOS MODELOS TEÓRICOS EN LA "ENSEÑANZA DE CIENCIAS PARA TODOS" (ESO, NIVEL SECUNDARIO). Revista Bio-grafía Escritos sobre la biología y su enseñanza. 7. 69. 10.17227/20271034.vol.7num.13bio-grafia69.85.

Ivshina, G. V. & Ismagilov K. K. (2010) Development of mathematical culture by means of information and communication technologies in the training of students in the humanities: a monograph. Kazan Center of innovative technologies. 164 p.

Jara Campos, R. (2012) Modelos Didácticos de Profesores en Formación Inicial. Un Modelo de Intervención Docente para la Enseñanza del Enlace Químico y la Promoción de Competencias de Pensamiento Científico a Través de Narrativas. Pontificia Universidad Católica de Chile Facultad de Educación, Doctorado en Ciencias de la Educación. Chile.

Juan Rubio, A., (2016) Las Canciones como Herramientas Pedagógicas para la Enseñanza del Inglés en la Educación Primaria. Revista Electrónica del Lenguaje. 3. Recuperado de: [www.revistaelectronicalenguaje.com/.../Vol-03-07-Daniel-Juan-Rubio Isabel-Maria-](http://www.revistaelectronicalenguaje.com/.../Vol-03-07-Daniel-Juan-Rubio-Isabel-Maria-)

Kauffman, S. A. (2004): "The Ensemble Approach to Understand genetic Regulatory Networks" *Physica A*, 340, pp. 733-740

Kauffman (2000): *Investigations*, New York, Oxford University Press

Koper, R. & Olivier, B. (2004). Representing the learning design. *Educational Technology & Society* 7 (3), 97-111.

Leuf, B. y Cunningham, W. (2001). *The Wiki way: quick collaboration on the Web*. London: Addison- Wesley Professional.

López, M. (2013) *Aprendizaje, Competencias y TIC*. 1era Edición: Pearson Education. México

Macías Narro, Alfredo. (2009). La RIEMS, un fracaso anunciado. *Odiseo*, revista electrónica de pedagogía, 6, (12). Recuperado el 8 de octubre del 2018 de: [http : / / www.odiseo.com. m x / 2 0 0 9 / 6 - 12/pdf /](http://www.odiseo.com.mx/2009/6-12/pdf/)

Mancho Barés, G., Porto Requejo, M. D. y Valero Garcés, C. (2010). Wikis e innovación docente. *RED. Revista de Educación a Distancia* (XI), 1-17.

Marchán-Carvajal, Iván, & Sanmartí, Neus. (2015). Criterios para el diseño de unidades didácticas contextualizadas: aplicación al aprendizaje de un modelo teórico para la

estructura atómica. Educación química, 26(4), 267-274.
<https://dx.doi.org/10.1016/j.eq.2015.06.001>

Marín Díaz, V. y Romero López, M. A. (2009). La formación docente universitaria a través de las Tics. *Pixel-Bit. Revista de Medios y Educación*, 35, 97-103.

Marqués, C. y Machado, A. (2018) Una visión sobre propuestas de enseñanza de la Química Verde. *Revista Electrónica de Enseñanza en Ciencias* 17(1) pp. 19-43.

Martínez *et al.* (2006, junio). *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. México D. F. Recuperado de: <http://www.oei.es/memoriasctsi/mesa4/m04p53b.pdf>.

Martínez de la Cruz, N., Galindo González, R., Galindo González, L. (2013). Entornos Virtuales de Aprendizaje Abiertos; y sus Aportes a la Educación. XXVI Encuentro Internacional de Educación a Distancia. La Educación en los 5 continentes. Guadalajara, México. Recuperado de: www.udgvirtual.udg.mx/encuentro/encuentro/anteriores/xxi/.../80-127-1-RV.pdf.

Martínez-Reina, Marlon, & Amado-González, Eliseo. (2013). Historia y didáctica de la Química a través de sellos postales: un ejemplo con Marie Curie. *Educación química*, 24(1), 71-78. Recuperado en 10 de marzo de 2017, de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0187-893X2013000100012&lng=es&tlng=es.

Mauri, T., Colomina, R. y Rochera, M. J. (2006). Análisis de casos con TIC en la formación inicial del conocimiento profesional experto del profesorado. *Revista Interuniversitaria de Formación del Profesorado*, 20(3), 219-231.

Menargues, S. Estrategias Didácticas para la Promoción de la Química en la Enseñanza del Bachillerato. IX Encuentro Nacional de Profesores de Química.

Méndez, Á. (8 de junio, 2010). Química experimental. *La guía*. Recuperado de <http://quimica.laguia2000.com/general/quimica-experimental> 24

Meroni, G., Copello, M. I. y Paredes, J. (2015). Enseñar química en contexto. Una dimensión de la innovación didáctica en educación secundaria. *Educación Química*, 26, 275-280.

McMullan, M. (2006). Students' perceptions on the use of portfolios in pre-registration nursing education: a questionnaire survey. *International Journal of Nursing Studies*, 43(3), 333-343. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ijnurstu.2005.05.005>

[Minerva, C. y Torres, M. \(2007\) El Juego como Estrategia de Aprendizaje en el Aula.](#) Modelo de la educación media superior tecnológico. Recuperado el 27 de diciembre del 2017 desde <http://www.sep.gob.mx/work/sites/sep1/resources/LocalContent/93031/20/modebch.pdf>

Merkulov, I. P. (1980) *Hypothetical-deductive model and the development of scientific knowledge*. M.: Nauka. 189 p.

Miranda, G. A. (2004) De los Ambientes Virtuales de Aprendizaje a las Comunidades de Aprendizaje en Línea. *Revista Digital Universitaria.*, 5(10) 2-15. Consultado el 3 de enero del 2019 en: http://www.revista.unam.mx/vol.5/num10/art62/nov_art62.pdf

Morales Sánchez, L. A., Morales Sánchez, V., y Holguín Quiñones, S. (2016). Rendimiento escolar. *Revista electrónica Humanidades, Tecnología y Ciencia del Instituto Politecnico Nacional*(15), 1-5. Recuperado de http://revistaelectronica-ipn.org/Contenido/16/HUMANIDADES_16_000382.pdf

Moreno Castañeda, M., (2015) *La Educación Superior a Distancia en México. Una Propuesta para su Análisis Histórico*. Universidad Nacional Autónoma de México, Observatorio de la Educación Virtual. 3-17.

Mortazavi Kiasari, S. (2012) To Review the Barriers of Ict Application in Payam Noor University of Mazandaran from Professors and Student Point of View, *Procedia – Social and Behavioral Sciences*, 47, 180–184.

National Research Council of the National Academies (2001). *Learning and Instruction: A serp research agenda*. Washington, D.C.: The National Academies Press.

Navarro, R. El rendimiento académico: concepto, investigación y Desarrollo. Revista Iberoamericana sobre Calidad, Eficacia y Cambio en Educación. 1(2)

Nieda, J. y Macedo, B. (1998). *Un currículo científico para estudiantes de 11 a 14 años*. Santiago, Chile: OEI - Unesco. Recuperado de <http://www.oei.es/oeivirt/curricie/curri01.pdf>

Onrubia, J. (2005). Aprender y enseñar en entornos virtuales: actividad conjunta, ayuda pedagógica y construcción del conocimiento. *RED. Revista de Educación a Distancia*, número monográfico II, 16.

Ortiz, D. (2015) El constructivismo como Teoría y Método de Enseñanza. Revista Sophia. 19.

Padilla, K. (2012) La Indagación y Resolución de Problemas, un Área Emergente en la Educación Química. *Revista Educación Química* 23(4) pp. 412-414.

Pansza, M. (1981). Enseñanza modular. Perfiles educativos. México.

Palma, C. y Piñeiro, M. La implementación del blog en la Educación Superior: el caso del curso tecnología educativa y recursos para el aprendizaje. *Intersedes* X(18) pp. 142-153.

Palomo-Duarte, M., Doderó, J. M., García-Domínguez, A., Neira-Ayuso, P., Sales-Montes, N., Medina- Bulo, I., Balderas, A. (2014). Scalability of assessments of wiki-based learning experiences in higher education. *Computers in Human Behavior*, 31, 638-650. <http://dx.doi.org/10.1016/j.chb.2013.07.033>

Pampillón, A. (2008) Las plataformas e-learning para la enseñanza y el aprendizaje universitario en Internet. Universidad Complutense de Madrid. Recuperado de: https://eprints.ucm.es/10682/1/capituloE_learning.pdf

Paravyan, N. A. (1975) Teaching methods hypothetical-deductive reasoning in the teaching of chemistry. Chemistry in university and at school: Digest of articles. *Sat. articles*, 2, 38-46.

Pérez Campillo, Yosajandi, & Chamizo Guerrero, José Antonio. (2016). Análisis curricular de la enseñanza química en México en los niveles preuniversitarios. Parte II: La

educación media superior. *Educación química*, 27(3), 182-194. <https://dx.doi.org/10.1016/j.eq.2015.12.001>

Pérez-Yglesias, M., Estrategia Lúdico-creativa: Al Conocimiento y la Educación por el Placer. *Revista Educación*, vol. 34 (1) 55-72. Universidad de Costa Rica, San Pedro Montes de Oca. Costa Rica.

Pollen (Mayo 2009). Overview of main activities and achievements. 2006- 2009. Recuperado el 5 de enero del 2018 desde http://www.polleneuropa.net/pollen_dev/Images_Editor/Pollen_Booklet.pdf

Pons, J. D. P. y Cortés, R. J. (2008). Buenas prácticas con TIC apoyadas en las Políticas Educativas: claves conceptuales y derivaciones para la formación en competencias. *Revista Latinoamericana de Tecnología Educativa-RELATEC*, 6(2), 15-28.

PORLÁN, R. y MARTÍN TOSCANO, J. El diario del profesor. Un recurso para la investigación el aula. Sevilla: Díada, 1991.

PORLÁN, R. y RIVERO, A. El conocimiento de los profesores. Una propuesta formativa en el área de ciencias. Sevilla: Díada, 1998.

Posada González, R., (2014) *La Lúdica como Estrategia Educativa*. Tesis para Obtener el grado de Magister en Educación con Énfasis en Ciencias de la Salud. Facultad de Ciencias Humanas. Departamento de Educación. Bogotá, Colombia.

Praga, D. Martínez, D. y Téllez, M. (2013) Análisis Didáctico de los Textos Escolares de Química. IX Congreso Internacional sobre Investigación en Didáctica de las Ciencias, Girona del 9 al 12 de septiembre del 2013.

Programa Educativo de la Licenciatura en Química de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla con un Enfoque Basado en Competencias. 2016

Programa Estado de la Nación. (2005). *Primer informe Estado de la Educación Costarricense*. San José, Costa Rica: Autor. Recuperado de http://www.estadonacion.or.cr/files/biblioteca_virtual/educacion/001/info1educap1-edu01.pdf

Raviolo, A., Farré, A., (2017) Una Evaluación Alternativa del Tema Titulación Ácido-Base a través de una Simulación. *Educación Química* 28. (163-173)

Redondo, M.

Rodríguez, G. (1998) Ciencia, Tecnología y Sociedad: una mirada desde la Educación en Tecnología. *Revista Iberoamericana de Educación*. 18

Rodríguez, H. (2014) Ambientes de Aprendizaje. *Ciencia Huasteca* 2(4). Extraído de <https://www.uaeh.edu.mx/scige/boletin/huejutla/n4/e1.html>

Ruta Curricular de la Licenciatura en Química de la [Universidad](#) Nacional Autónoma de México, consultado en: <https://quimica.unam.mx/ensenanza/licenciaturas-de-la-facultad-de-quimica/quimica/>

Ruta Curricular de la Licenciatura en Químico Farmacéutico Biólogo del Instituto Politécnico Nacional, consultado en: <https://www.ipn.mx/oferta-educativa/educacion-superior/ver-carrera.html?lg=es&id=47>

Ruta Curricular de la Licenciatura en Química de la Universidad Autónoma Metropolitana, consultado en: <http://quimica.izt.uam.mx/licenciatura/>

Ruta Curricular Licenciatura en Química Universidad de Guadalajara, consultado en: <http://www.cucei.udg.mx/es/oferta-academica/licenciaturas/licenciatura-quimica>

Sevillano García, M.L. y Fuero Colmena, R (2013) Formación inicial del profesorado en TICs: Un análisis de Castilla la Mancha. *Revista de Curriculum y Formación del Profesorado* 17 (3).

SILVIO, José (2000). La virtualización de la Universidad: ¿cómo podemos transformar la educación superior con la tecnología? Caracas: IESALC-Unesco.

SILVIO, José (2004). «Tendencias y problemas en la educación superior virtual en América Latina y el Caribe». En: IESALC-Unesco / ANUIES. La educación superior virtual en América Latina y el Caribe. México: IESALC-Unesco / ANUIES.

SILVIO, José (2004a). «Hacia la articulación del aprendizaje virtual y no virtual». En: Memorias del II Congreso de Docencia Universitaria e Innovación (CIDUI) (Gerona: 1-3 de julio de 2004).

Skoog, D. West, D. Holler, F. y Crouch, S. Fundamentos de Química Analítica. Cengage Learning, México (2015).

Sosa, F. P., Hernández, M. G., Nieto, C. E. y Padilla, M. K. (2008). “De las propiedades de las sustancias a las interacciones químicas”. En Bello, S. Hacia el cambio conceptual en el enlace químico. Propuesta constructivista para mejorar el aprendizaje en bachillerato y licenciatura. México: UNAM, p. 60. (PAPIME PE208203)

Sosa, P. (1999). De palabras, de conceptos y de orden. Educación Química, 10(1), 57-60

Sosa, P. (2012) Pobrecitos, los marines, en La química es puro cuento, México: ADN Editores

Spiegel, A. (2006). *Planificando clases interesantes: Itinerarios para combinar recursos didácticos*. Buenos Aires. Ediciones Novedades Educativas.

Stiles, M. J. (2000). *Effective Learning and the Virtual Learning Environment En: EUNIS 2000 Towards Virtual Universities, Instytut Informatyki Politechniki Poznanskiej, Poznan April 2000.*

Subsecretaría de Educación Básica y Normal (Noviembre 2002). Reforma Integral de la Educación Secundaria. Documento base. Recuperado el 15 de diciembre del 2017 desde www.reformasecundaria.sep.gob.mx/doc/docbase.pdf

Tenaglia, M., Bertelle A., Martínez, J. M., Rocha, A., Fernández, M., Luca. G. ... Disteéfano, M. (Julio, 2011). Determinación y evaluación de competencias asociadas a la actividad experimental. *Revista Iberoamericana de Educación*, 56(1), 1-14. Recuperado de <http://rieoei.org/expe/3367Tenaglia.pdf>

Toaquiza, V. (marzo de 2015) Ralph Tyler, el padre de la evaluación educativa. Para el Aula 13. Recuperado de:

https://www.usfq.edu.ec/publicaciones/para_el_aula/Documents/para_el_aula_13/pea_013_0015.pdf

Valero, P. Mayira F. Estrategias para el aprendizaje de química en el noveno grado apoyadas en el trabajo de grupos cooperativos, Sapiens. Revista Universitaria de Investigación, Año 10, N°. 1, Junio 2009. Rodríguez, J. Vega y F. Niño, «Enseñanza de la química en carreras profesionales de modalidad virtual», Ingenium, vol. 17, n. °33, pp.90-103, julio de 2015.

Varela. Irigoyen, J. Acuña, K. y Jiménez, M. (2011) Rendimiento Escolar. Revista Electrónica de Educación y Humanidades IPN.

Vázquez, A. y Manassero, M. (2005) El Interés de los Estudiantes hacia la Química. Revista Educación Química, 17(3) pp. 388-401.

Vázquez, C. (Mayo, 2009). Equipación de un laboratorio escolar. *Innovación y experiencias educativas*, 18, 1-10. Recuperado de http://www.csic.es/andalucia/modules/modense/revista/pdf/Numero_18/CARLOS_VAZQUEZ_SALAS01.pdf.

VILCHES, A. (1994). Las interacciones ciencia, técnica, sociedad. Selección bibliográfica temática. Enseñanza de las Ciencias. 12 (1), 112-120.

Villarruel Fuentes, M. (2012). Innovar desde las tecnologías de la información y la comunicación. *RIED Revista iberoamericana de educación a distancia*, 15(1), 37-47. <https://www.uaeh.edu.mx/scige/boletin/huejutla/n4/e1.html>

ANEXO 1 PRIMER EXAMEN PARCIAL QUÍMICA ANALÍTICA

INSTRUCCIONES: Lee cuidadosamente cada una de las siguientes preguntas y respóndelas. Aquellas preguntas que estén asociadas a curvas de valoración deberás complementarlas con las gráficas correspondientes.

1. ¿Cuál es el pH de una disolución de ácido nítrico 0.02 M?
2. Si el pH de una disolución de KOH es de 0.04 M ¿Cuántos gramos usaste para preparar 150 mL de ácido?
3. ¿Hacia qué lado se desplazaría el equilibrio si existiera un incremento en la concentración del fluoruro de calcio?
 - a) Reactivos
 - b) Productos
 - c) Queda en equilibrio
 - d) No influye
4. Se valoran 25 mL de ácido fórmico 0.01M con NaOH 0.05M. ¿Cuál es el pH en el P.I, A.P.E. y D.P.E?
5. ¿Cuál es la diferencia entre indicador y cromóforo?
6. ¿Cuáles son los valores A.P.E. para una curva de valoración que se construye a partir de titular 35 mL de ácido cianhídrico 0.005 M con igual volumen de NaOH 0.005 M?
7. En un proceso se hacen reaccionar 192.3 g de nitrato de plata con 0.271 Kg de cloruro de aluminio.
 - a) ¿Quién es el reactivo limitante?
 - b) ¿Cuántos gramos de los productos se generan?
8. Una alícuota de 25 mL de NaOH 0.01 M se valora con HI 0.005 M. Escribe el pH de 10 puntos del a curva de valoración
9. ¿Cómo se prepararía un buffer a pH 10 y 4 a partir de HClO 0.01M y su base conjugada que tiene una concentración del doble?

ANEXO 2 SEGUNDO EXAMEN PARCIAL QUÍMICA ANALÍTICA BÁSICA

INSTRUCCIONES: Lee cuidadosamente cada una de las siguientes preguntas y respóndelas. Aquellas preguntas que estén asociadas a curvas de valoración deberás complementarlas con las gráficas correspondientes.

1. El cálculo del potencial para una curva redox antes del punto de equivalencia depende de...
 - a) Concentración
 - b) pH
 - c) Potencial
 - d) Volumen

2. Para identificar el punto de equivalencia en una titulación poliprótica es necesario...
 - a) Un indicador ácido-base
 - b) Un indicador metalocrómico
 - c) Un indicador Redox
 - d) Más de un indicador

3. En un laboratorio se está tratando de identificar el punto de equivalencia en una reacción de 50 mL ácido sulfuroso 0.1 M con hidróxido de sodio 0.2 M. Realiza los cálculos para ayudarlos a la identificación y escribe los valores de pH para 8 puntos.

4. ¿Cuál sería la forma de una curva de valoración de maleato disódico con una solución ácida?
 - a) Ascendente con una inflexión
 - b) Ascendente con más de una inflexión
 - c) Descendente con una inflexión
 - d) Descendente con más de una inflexión

5. Escribe la ecuación de la constante de equilibrio para la reacción que sucede entre Talio (III) y Hierro (II)

6. Calcular en potencial de una celda de plomo sumergida en una solución de Pb(II) 0.0848 M y un electrodo de Zinc que está en contacto con Zn(II) 0.1364 M

7. Escribe tres tipos de indicadores para reacciones redox

8. Escribe los potenciales (12 puntos) para una curva de titulación que se construye a partir de la reacción de 25 mL de Ce (IV) 0.01 M con ácido arsenioso a la misma concentración
9. Propongan una reacción óxido reducción que pueda ser valorada (concentraciones, volúmenes y potenciales) Escriban abajo la reacción y los valores calculados.
10. Escriban los valores de pH para una curva de valoración de 25 mL de ácido arsénico 0.05 M con 25 mL de hidróxido de sodio a la misma concentración.

ANEXO 3 TERCER EXAMEN PARCIAL QUÍMICA ANALÍTICA BÁSICA

INSTRUCCIONES: Para cada una de las siguientes preguntas, realiza los cálculos de los valores que se te solicitan y construye la curvas de valoración correspondientes.

1. Calcular el cambio de pAg que se produce durante la valoración de 50 mL de NaI 0.100 N con $AgNO_3$ 0.100 N cuando se añaden 49.95, 50.00 y 50.05 mL del agente precipitante. $ps(AgI) = 16$
2. Calcular la concentración de Níquel (II) en una disolución que tiene una concentración analítica de NIY^{2-} es de 0.025 M a pH 6
3. ¿Cuál sería el volumen necesario de EDTA 0.05 M que se necesita para titular 26.37 mL de nitrato de magnesio 0.0741 M
4. Realicen los cálculos para una curva de titulación de 20 mL de nitrato de plata 0.05 M con tiocianato de amonio 0.025 M
5. Calcula la constante de formación condicional para la formación del complejo EDTA con bario a un pH de 9.

ANEXO 4 EJEMPLO DEL RESUMEN

EL PAPEL DE LA QUÍMICA ANALÍTICA EN LAS CIENCIAS AMBIENTALES.

La química es una ciencia encargada de dar solución a los problemas prácticos con los que nos enfrentamos a diario. Es por ello que se realiza un enfoque en una de sus principales direcciones: la química como ciencia aplicada. La cual tiene dominio en la “química ambiental”, ya que, esta parte de la química es importante para poder llevar un control de los problemas del medio ambiente.

Para poder realizar un control de residuos sólidos, emisiones a la atmosfera, depuración de aguas y tratamiento de aguas residuales, es de vital importancia el empleo de la química analítica que tiene como finalidad el estudio de la composición de la materia (Harris, 2005).

Al igual la química analítica tiene gran importancia en la “Química Verde”, pues a partir de ella podemos saber cómo lograr reacciones selectivas con ahorro de reactivos y baja de producción de residuos.

Los métodos de enseñanza de una química analítica ocasionaron una gran revolución a nivel mundial encabezada por el doctor Charlot (1971), quien decía que la química analítica iba más allá de un método de análisis químico, pues nos permite una mayor explotación en los procedimientos industriales.

Los autores del artículo tienen como objetivo principal, la realización de prácticas donde se note lo importante que es la química analítica para la prevención de riesgos ambientales, basándose en una metodología que los llevara a un “acercamiento verde”, donde realizaron un equilibrio de óxido reducción utilizando un fotómetro, en la cual oxidarían ácido ascórbico a partir de una solución de Ioduro, en la realización de la práctica se emplean cinco de los principios de la química verde (1, 3,5,6,12), con el fin de disminuir problemas al medio ambiente.

Llegan a los resultados esperados a partir de la sustitución de reactivos menos tóxicos, apegándose a los principios de la química verde. Nosotros como estudiantes de la ciencia debemos preocuparnos por nuestro medio ambiente, empleando los principios de la química verde podría ser una gran manera.

Al igual debemos conocer los reactivos que emplearemos en las prácticas e investigar si puede realizarse un cambio por un reactivo menos dañino, y a partir de la química analítica emplear toma de alícuotas de volumen mínimo y determinar con que valorante podríamos ocupar menor cantidad.

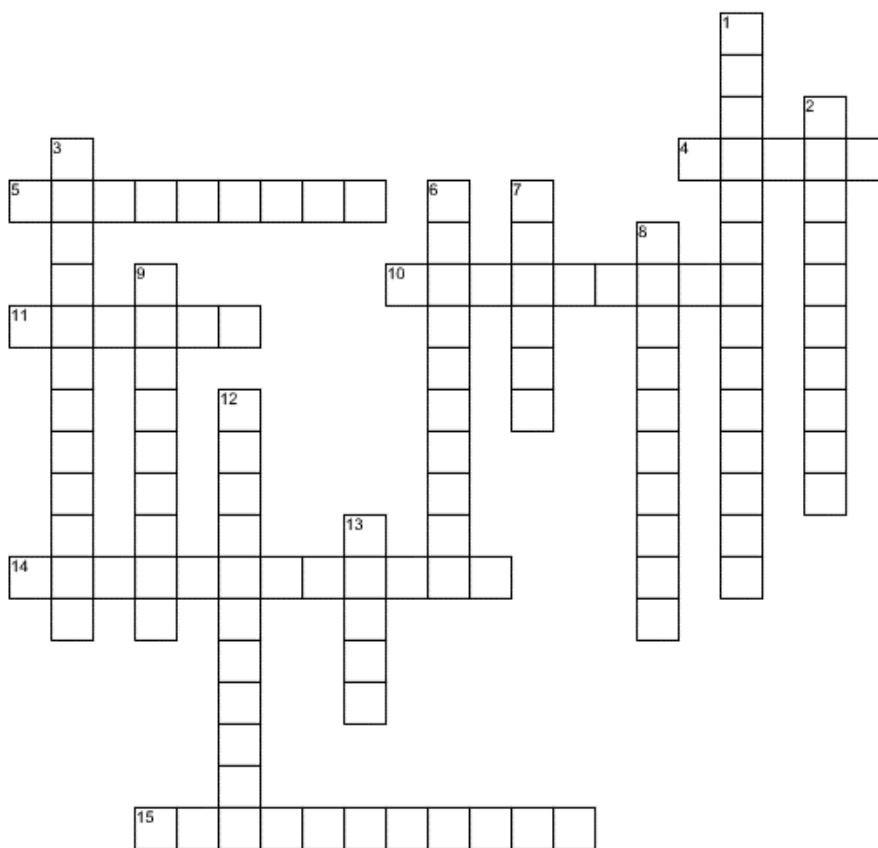
ANEXO 5. RÚBRICA DEL RESUMEN

Resumen					
	Descripción		Evidencia requerida		Ponderación
	<p>De forma individual, leerán, el artículo “El Papel de la Química Analítica en las Ciencias Ambientales” Posteriormente escribirán su opinión entorno a la utilidad de esta subárea de la química como herramienta para el análisis de sustancias de interés por su impacto ambiental.</p>		<p>Redacción de un resumen en formato doc, con una extensión de una cuartilla.</p>		<p>10 % del rubro tareas para el primer periodo (septiembre 20018)</p>
Niveles de desempeño					
	Preformal (25 %)	Receptivo (50 %)	Resolutivo (75 %)	Autónomo (90 %)	Estratégico (100 %)
<p><u>Identifica la temática central del artículo</u></p>	<p>Presenta dificultades para reconocer el contenido del artículo.</p>	<p>Reconoce el tema central del artículo y los hechos de este.</p>	<p>Registra las ideas que aporta el tema central, pero no es capaz de desarrollarlas</p>	<p>Ubica las ideas principales, registra el tema central y lo desarrolla</p>	<p>Construye generalizaciónes a partir del tema central, comienza el análisis de este desde el momento en</p>

					que lo identifica.
<u>Interpreta las ideas que se encuentra en el documento</u>	Atribuye con dificultad la totalidad del significado del texto del artículo.	De manera parcial es capaz de descifrar las ideas del texto del artículo.	Analiza por cuenta propia las ideas que se presentan en el artículo, lo que le permite realizar una interpretación de estas.	Interpreta correctamente las ideas planteadas en el artículo sin cuestionar no objetar ninguna.	Realiza un análisis completo del artículo, lo cual lo lleva a interpretar las diferentes ideas que este plantea, a partir de su interpretación, propone nuevas ideas y plantea preguntas.
<u>Resume las ideas principales</u>	Tiene dificultad para poder resumir el texto	Realiza un resumen de las ideas principales, pero no es capaz de expresarlas correctamente en el	Expresa las ideas principales del texto y generaliza la postura de las autoras.	Resume las ideas principales del artículo, lo que permite a través de su documento, comprender la propuesta	Sintetiza el artículo de forma tal que las ideas planteadas expresan sin problema alguno los principales postulados del

		documento escrito		de las autoras.	texto y las aportaciones de este.
	Logros:			Aspectos por mejorar:	

ANEXO 6 EJEMPLODE CRUCIGRAMA



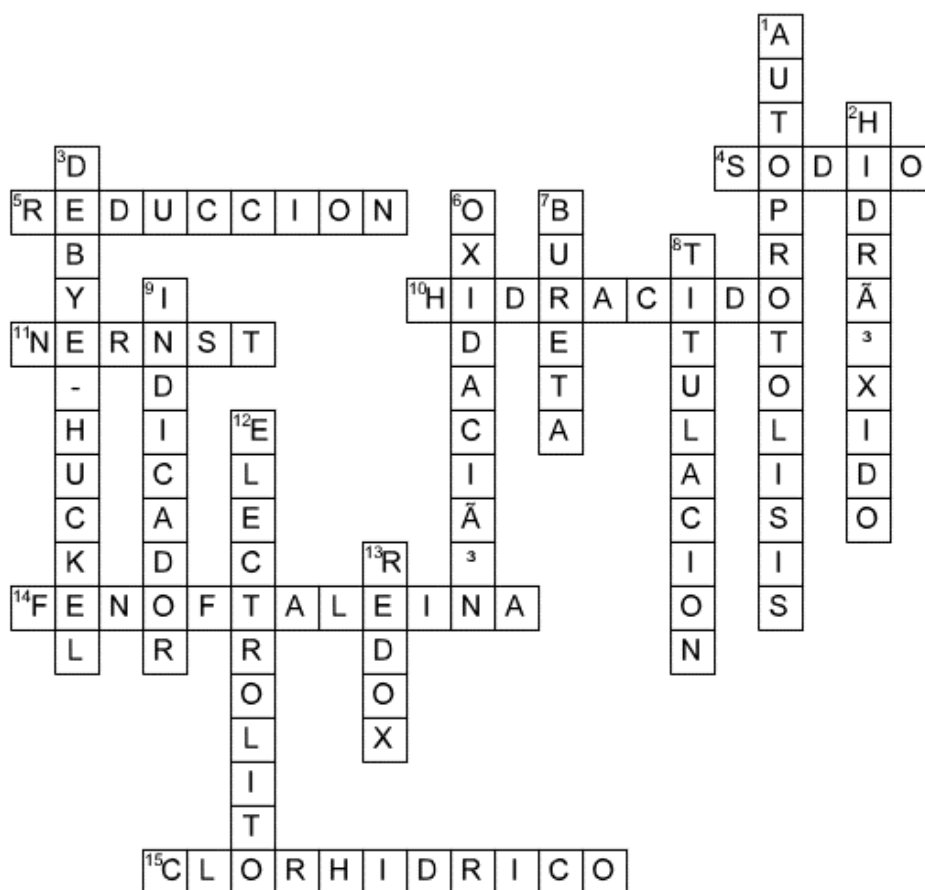
Horizontal

4. Base fuerte comunmente utilizada en titulaciones acido-base. Hidroxido de...
5. Proceso mediante el cual un atomo, ion o molecula gana un electron
10. Compuesto formado por hidrogeno y no metal
11. Expresion que relaciona el potencial de una semicelula con las concentraciones que contiene. Ecuacion de...
14. Indicador que toma color rosa en medio basico e incoloro en medio acido
15. Ácido comunmente utilizado en volumetrias acido-base.

Vertical

1. Efecto cuando dos moleculas de una especie anfiprotica generan un acido y una base conjugada
2. Compuesto formado por metales y grupos oxidrilos
3. Ecuacion que permite calcular coeficientes de actividad de los iones a partir de su carga y tamano promedio
6. Es el proceso mediante el cual un atomo, ion o molecula pierde un electron
7. Instrumento volumetrico que nos permite agregar volumenes fijos de la solucion titulante.
8. Consiste en conocer la concentracion de una solucion a partir de otra con concentracion conocida
9. Sustancia que presenta diferente color de acuerdo al medio en el que se encuentre
12. Sustancia que al disociarse en agua genera cargas positivas y negativas
13. Reacciones en que se transfieren electrones de un atomo, ion o molecula a otra

ANEXO 7. EJEMPLO DEL CRUCIGRAMA RESUELTO



Horizontal

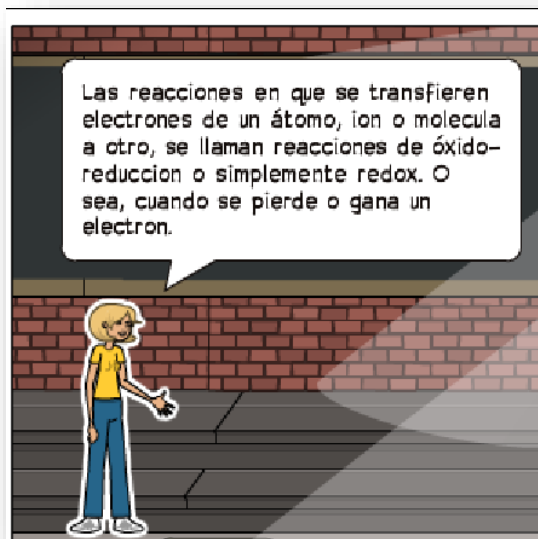
4. Base fuerte comunmente utilizada en titulaciones acido-base. Hidroxido de...
5. Proceso mediante el cual un atomo, ion o molecula gana un electron
10. Compuesto formado por hidrogeno y no metal
11. Expresion que relaciona el potencial de una semicelula con las concentraciones que contiene. Ecuacion de...
14. Indicador que toma color rosa en medio basico e incoloro en medio acido
15. Ácido comunmente utilizado en volumetrias acido-base.

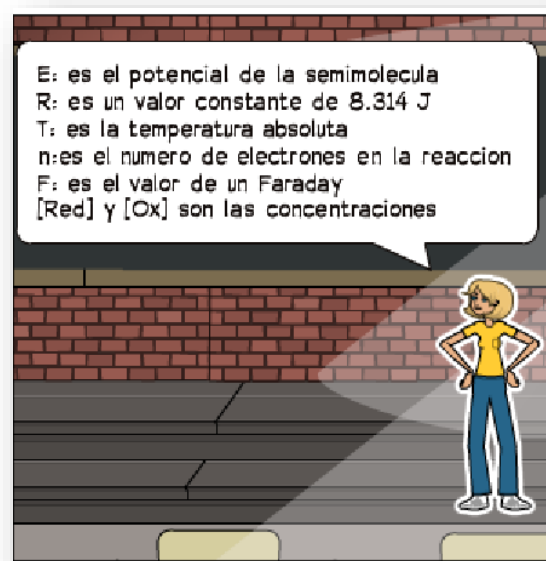
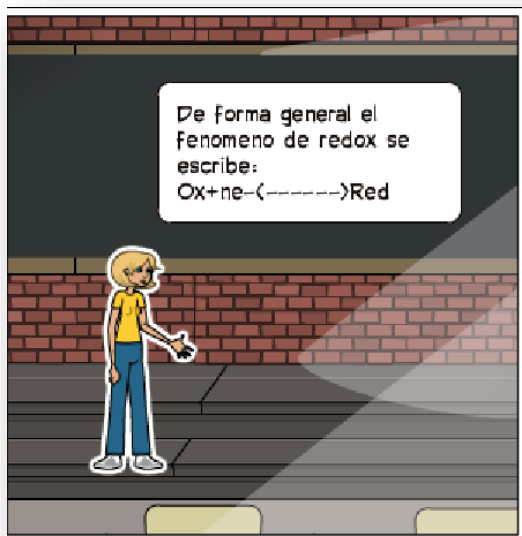
Vertical

1. Efecto cuando dos moleculas de una especie anfiprotica generan un acido y una base conjugada
2. Compuesto formado por metales y grupos oxidrilos
3. Ecuacion que permite calcular coeficientes de actividad de los iones a partir de su carga y tamano promedio
6. Es el proceso mediante el cual un atomo, ion o molecula pierde un electron
7. Instrumento volumetrico que nos permite agregar volúmenes fijos de la solucion titulante.
8. Consiste en conocer la concentracion de una solucion a partir de otra con concentracion conocida
9. Sustancia que presenta diferente color de acuerdo al medio en el que se encuentre
12. Sustancia que al disociarse en agua genera cargas positivas y negativas
13. Reacciones en que se transfieren electrones de un atomo, ion o molecula a otra

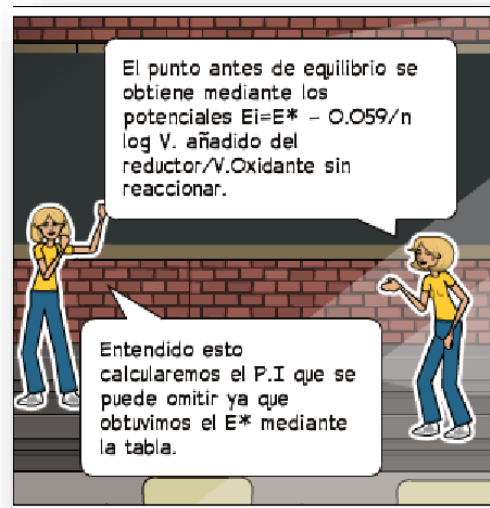
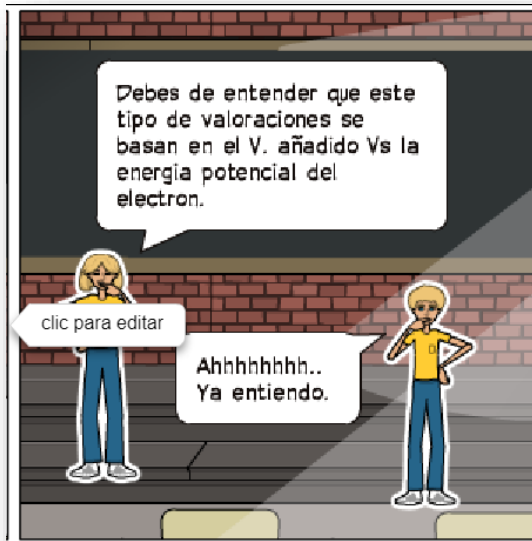
ANEXO 8. EJEMPLO DE CÓMIC











ANEXO 9. RÚBRICA DEL CÓMIC



Cómic					
	Descripción		Evidencia requerida		Ponderación
	<p>En trabajo colaborativo, diseñen un cómic en donde expliquen cómo se construye una curva de valoración, el tipo de curva que su cómic explicará queda a elección de los integrantes del equipo</p>		<p>Elaboración de un cómic usando la herramienta Pixton</p>		<p>10 % del rubro tareas del último periodo (noviembre 20018)</p>
Niveles de desempeño					
	Preformal (25 %)	Receptivo (50 %)	Resolutivo (75 %)	Autónomo (90 %)	Estratégico (100 %)
<u>Uso de la herramienta</u>	Diseña un cómic usando una herramienta diferente a pixtón.	El cómic presentado fue diseñado en pixtón.	Diseñan su cómic haciendo uso de pixtón	Utiliza pixtón como herramienta para diseñar el cómic.	Construye un cómic haciendo uso de pixtón. Redacta un guion para
<u>Entrega de la evidencia</u>	Colocan la evidencia en la carpeta de drive con retraso respecto a la fecha	La evidencia es colocada en la carpeta de drive posterior a la fecha de entrega que	Colocan la evidencia de aprendizaje en tiempo y forma dentro de la carpeta que diseñaron.	Coloca en la carpeta de drive la evidencia construida en la fecha señalada por el docente	Entregan el producto terminado en tiempo y forma para que sus compañeros puedan consultarlo.

		se indicó en las clases.			
<u>Diseño del cómic</u>	El cómic cuenta con menos de 15 viñetas. La historia carece de secuencia a lo largo del cómic.	La historia se diseña exactamente en 15 viñetas. La secuencia del cómic es correcta pero los diálogos entre los personajes están cargados de texto lo cual hace complicada la lectura de la historia	Desarrollan una historia con más de 15 viñetas ubicando a los personajes en dos momentos uno dentro de una escuela y otro fuera de las misma. La historia que plantea en consistente, aunque los diálogos entre los personajes tienen una cantidad	El cómic está diseñado en más de 15 viñetas y presenta una historia que se desarrolla en tres escenarios, en ellos los personajes brindan una explicación clara en torno a las volúmenes.	El cómic diseñado tiene más de 15 viñetas y transcurre en más de un momento. La cantidad de texto que está presente en cada viñeta y a lo largo de la conversación de los personajes facilita su lectura.

			importante de texto.		
<u>Explicación</u>	Explica de manera general cómo se construye una curva de valoración, haciendo énfasis solo en el uso de algunas fórmulas.	Centran el cómic en la explicación de cómo deben usarse las fórmulas, pero el exceso de texto hace confusa la propuesta de historia.	Hay un uso correcto de las fórmulas para determinar los diferentes puntos de una curva de valoración. Presenta cómo se construye la curva resultante paso a paso a lo largo del cómic	El uso de las fórmulas es adecuado y se desglosa para que el lector pueda entender cómo se usan. Presentan más de una gráfica y las relaciona con el uso de las fórmulas que se explican a lo largo de la historia	El uso de fórmulas se incorpora a la par de que se explican los conceptos básicos. Muestran la resolución de un problema modelo usando las fórmulas que se explicaron. Propone la resolución de un problema contextualizado o a alguna de las áreas de especialización de la carrera

					(clínicos, alimentos o farmacia)
	Logros:			Aspectos por mejorar:	

ANEXO 10. EJEMPLO DEL CASO DEL PROYECTO FINAL

Plata Coloidal

En los últimos años se ha comercializado en diferentes lugares, una disolución de “Plata Coloidal” de acuerdo con quienes venden este producto, se trata de una “remedio natural”, entre otras propiedades los defensores de este remedio mencionan que:

“Además de las propiedades antibióticas de la plata coloidal, este remedio tiene propiedades antifúngicas, antisépticas, antiinflamatorias y antivirales, por lo que es útil para controlar la candidiasis sin dañar la flora intestinal buena, en casos de enfermedades respiratorias, infecciones, conjuntivitis y para regenerar la piel dañada por heridas y quemaduras. “

No obstante, investigaciones de la FDA y de otras instituciones, advierte de los peligros del uso de esta sustancia. En un informe del 2015, el Gobierno de México advirtió:

- Debido a la alta concentración de grandes partículas de plata, se sabe que los productos a base de plata proteica causan **argiria**, una condición anormal que causa que la piel se torne gris-azulosa.
- Agregar proteína a la plata coloidal es potencialmente inseguro, dado que se propicia el crecimiento de bacterias. Esto pasa cuando la proteína (gelatina) encapsula a la partícula de plata, evitando que la plata mate a la bacteria.

Hace un par de meses, Liliana, estudiante de 8vo semestre de la Licenciatura en Química, recibió una muestra de plata coloidal, etiquetada como Plata 10 ppm, su interés inmediato fue conocer la concentración media de la Plata en la disolución, sin embargo, además de saber las características físicas de la sustancia, no tenía más información sobre la sustancia activa de la misma. El asesor de tesis de Isabel, le pidió entonces montar un protocolo de experimento gravimétrico en el que pudiera estimar la concentración real de plata coloidal.

A partir de esta información y con los antecedentes que Ustedes tiene en torno a gravimetría, ayuden a Liliana a construir el protocolo.

ANEXO 11. FORMATO PARA LA RESOLUCIÓN DE CASOS

Proceso: ciclo corto

1. ¿Quién?
2. ¿Qué?
3. ¿Por qué?
4. ¿Cuándo?

Proceso: ciclo largo

Definición de los asuntos/problemas

URGENCIA	IMPORTANCIA	
	<i>Baja</i>	<i>Alta</i>
<i>Baja</i>	I	II
<i>Alta</i>	III	IV

Problemas Inmediatos	Asuntos de Fondo

Análisis de la información del caso

Causas	Efectos
<< Descripción de la causa >>	<< Descripción del efecto >>

Información ausente

1. < Descripción de la información que sería conveniente tener para la toma de decisiones >

Supuestos

1. < Supuestos realizados para poder tomar decisiones >

Generación de Alternativas

1. Describir la alternativa, que da solución al problema central y problemas derivados

Criterios de decisión (mencionar al menos 3 priorizados)

1. << Criterios posibles para tomar la decisión >>
2. << Criterios posibles para tomar la decisión >>
3. << Criterios posibles para tomar la decisión >>

Análisis y evaluación de las alternativas

Analizar los aspectos cualitativos y cuantitativos de cada alternativa, con base en los criterios de decisión establecidos

Alternativas	Pros	Contras
<<Descripción de la alternativa>>		

Alternativa favorita

<< Resultados previstos, análisis a fondo de la alternativa >>

Plan de acción y ejecución

<< Describir detalladamente el plan de acción de la alternativa elegida>>

- 1) ¿Quién? 2) ¿Qué? 3) ¿Cuándo? 4) ¿Dónde? 5) ¿Cómo?

ANEXO 12. RÚBRICA DEL PROYECTO FINAL.

Resolución de Caso Haciendo Uso de eXeLearning					
	Descripción		Evidencia requerida		Ponderación
	<p>En trabajo colaborativo, leerán el caso que se les ha asignado para su resolución. La distribución de los casos se realizó en base a el área de interés (clínicos, farmacia y alimentos) que cada equipo reportó vía correo electrónico al docente. La resolución del caso se presentará en formato elp (eXeLearning)</p>		<p>Archivo de eXeLearning en donde planteen la resolución del caso asignado, siguiendo la guía para resolver casos.</p>		<p>15 % de la calificación final del curso de Teoría.</p>
Niveles de desempeño					
	Preformal (25 %)	Receptivo (50 %)	Resolutivo (75 %)	Autónomo (90 %)	Estratégico (100 %)
<p><u>Uso de la Guía para Resolver Casos</u></p>	<p>No hace uso de la guía para resolver casos que se le proporcionó</p>	<p>Utiliza la guía para resolver el caso únicamente en el ciclo corto</p>	<p>Resuelve el caso basándose en la guía que le docente proporcionó, aunque únicamente identifica un</p>	<p>Hace uso de la guía para resolver el caso que se les ha propuesto, encuentra condicionantes en el</p>	<p>A través del uso de la guía para resolver casos, analizan las situaciones y condiciones que rodean el experimento y los problemas</p>

			<p>área de oportunidad para resolver el mismo.</p>	<p>ciclo corto que posteriormente desarrolla en el ciclo largo con lo que llegue a una resolución del caso</p>	<p>que deben resolverse. Propone el uso de más de una técnica analítica Encuentra más de un área de oportunidad con su solución.</p>
<p><u>Resolución del Caso</u></p>	<p>Explican de manera básica por qué eligieron una técnica analítica para resolver el caso. Su técnica no es consistente con los resultados que deben obtener.</p>	<p>La resolución que presentan es básica, su técnica de análisis es consistente con los resultados esperados, sin embargo, no explican el por qué eligen la técnica ni cómo</p>	<p>Presentan una resolución coherente con la técnica analítica que seleccionaron, para ello realizaron una investigación documental que les permitió comparar su caso con situaciones análogas que se encuentren</p>	<p>Relacionan las situaciones del ciclo corto con el ciclo largo, lo que les permite proponer más de una técnica analítica con lo que diseñan una etapa presuntiva y una confirmatoria, esto los</p>	<p>A partir del análisis del ciclo corto y del ciclo largo, proponen el uso de más de una técnica de análisis, diseñan un proceso experimental que incluiría las relaciones quimiométricas, lo que los lleva a obtener datos coherentes con las técnicas de</p>

		funciona en las condiciones indicadas.	reportadas, con lo que son capaces de proponer su área de oportunidad.	lleva a obtener resultados coherentes con las técnicas que eligieron, posteriormente comparan sus datos con lo que existe reportado	análisis seleccionadas. En base a sus resultados encuentran más de un área de oportunidad con lo cual son capaces de encontrar la resolución del caso.
<u>Entrega de la Evidencia</u>	No Colocan la evidencia en la carpeta de drive con retraso respecto a la fecha	La evidencia es colocada en la carpeta de drive posterior a la fecha de entrega que se indicó en las clases.	Colocan la evidencia de aprendizaje en tiempo y forma dentro de la carpeta que diseñaron.	Coloca en la carpeta de drive la evidencia construida en la fecha señalada por el docente	Entregan el producto terminado en tiempo y forma para que sus compañeros puedan consultarlo.

<p><u>Presentación del resultado del Caso</u></p>	<p>En un archivo en formato elp, presentan la resolución de su caso sin presentar antecedente alguno ni justificación de las decisiones que tomaron para presentar su resolución.</p>	<p>Presentan la solución del caso en un archivo en formato elp en el que incluyen la técnica de análisis seleccionada y la discusión del ciclo corto sin proporcionar evidencia que justifique por qué harían uso de la técnica de análisis.</p>	<p>Al presentar su archivo, este incluye una revisión de antecedentes y datos reportados con lo que sustentan la propuesta del tipo de análisis que escogieron para resolver el caso</p>	<p>En un archivo en formato elp, presentan la resolución del caso, mostrando una estrecha relación entre el ciclo corto y largo de la guía, las áreas de oportunidad, así como las fortalezas, las cuales están precedidas de datos obtenidos de la revisión documental.</p>	<p>Entregan un archivo en formato elp, que incluye la resolución del caso que se les ha asignado, esta solución está alineada al análisis de ciclo corto y largo de la guía la cual está explicada en el archivo. Presentan un diseño metodológico que incluye las pruebas quimiométricas necesarias para resolver el caso y una revisión experimentos análogos que sustentan su propuesta</p>
<p>Logros:</p>			<p>Aspectos por mejorar:</p>		

ANEXO 13. VISTA DEL DISEÑO DE SITES

Portafolio Digital Q.A.B. Otoño 2018

Página principal | Equilibrio Complejos | Equilibrio y Volumetría RED... | Introducción Más ▾

Disoluciones
Equilibrio Químico
Equilibrio y Volumet...

Curso Química Analítica

Otoño 2018

• Buenas noches, a continuación está el concentrado de calificaciones de los tres exámenes parciales y de las tareas que cada uno ha entregado. Los exámenes de reposición y ordinario se presentarán el próximo martes 4 de diciembre a las 11 de la mañana en mi oficina. A partir de lunes podemos revisar aquellas actividades que

Mostrar todo

Crucigrama QAB.pdf

Escribe aquí para buscar

04:20 p. m. 24/11/2019

Portafolio Digital Q.A.B. Otoño 2018

Página principal | Equilibrio Complejos | Equilibrio y Volumetría RED... | Introducción Más ▾

Ver más tarde Compartir

Indicadores

	A	B	C	D	E	F
1	Volumen de ácido sin neutralizar	Volumen de la base añadida	Volumen Total	[H]	pH	
2	50	0	50	0.1	1	Punto Inicio
3	45	5	55	0.08181818182	1.087150176	
4	40	10	60	0.06666666667	1.176091259	
5	35	15	65	0.05384615385	1.268845312	
6	30	20	70	0.04285714286	1.367976785	
7	25	25	75	0.03333333333	1.477121255	Antes del Punto de
8	20	30	80	0.025	1.593425505	

EJERCICIOS QUÍMICA ANALÍTICA
TITULACIÓN ÁCIDO-BASE

I. Construye la curva de titulación de 40 mL de HCl 0.09 M con NaOH 0.1 M, realizando lecturas a los siguientes valores: 0, 10.0, 18.0, 30.0, 35.95, 36.00, 40.0, 41.0 y 45.0 mL.

II. Calcúlese el pH después de añadir: 5.0, 15.0, 25.0, 40.0, 45.0, 49.0, 50.0, 51.0, 55.0 y 60.0 mL de NaOH 0.1 M en la titulación de 50 mL de

Mostrar todo

Crucigrama QAB.pdf

Escribe aquí para buscar

04:22 p. m. 24/11/2019

ANEXO 14. VISTA DE GOOGLE DRIVE

The screenshot shows the Google Drive web interface. The browser tabs include 'Recibidos (22) - qluis82@gma...', 'Analítica Básica - Google Drive', 'exlearning ejemplos - Buscar', and two instances of 'Portafolio Digital Q.A.B. Otoño...'. The address bar shows the URL 'drive.google.com/drive/u/0/folders/1yZpLDkuRGkw_Y5MGocUqYRO-GsBCYwg5'. The Drive interface shows the 'Mi unidad' view for the folder 'Analítica Básica'. On the left sidebar, there are navigation options: 'Nuevo', 'Mi unidad', 'Compartido conmigo', 'Reciente', 'Destacado', 'Papelera', 'Copias de seguridad', and 'Almacenamiento' (9,4 GB de 15 GB usado). The main area displays a grid of folders under the heading 'Carpetas'. The folders are: Alfredo Mauricio Carreon, Alvarez Valle Eileen Pam..., Antony Jetsemany Coron..., Aparicio Huerta Roberto, Aragón Veles Betsabe, Baca Badillo Lizbeth, Bahena Montoya Jorge S..., Barrera Carrera Jose Fran..., Brito Ojeda Salvador, Cabrera Lazcano Ruben A..., Campos Espinosa Sofia, Castro Pedraza Elizabeth..., Cázares Azcué Lisset A., Cornejal Suarez Margarita, Cortés Vite Andrew Rafael, Flores Dircio Sandra, Francisco Juárez Hernán..., Gloria, Hernández Delgado Esm..., Hernandez Ramirez Moni..., Herrera Caballero Itzel, Herrera Sánchez Alexis, Jazmín A. Perez Olaya, JOSUÉ HERRERA CORDE..., Juárez Anzaldo Miriam, Juárez Carretero Mariana, Juárez Olivares Abigail, and Medina Florencio Héctor... The taskbar at the bottom shows the search bar 'Escribe aquí para buscar' and the system clock '04:23 p. m. 24/11/2019'.

The screenshot shows the Google Drive web interface. The browser tabs include 'Recibidos (22) - qluis82@gma...', 'Castro Pedraza Elizabeth Guadalupe', 'exlearning ejemplos - Buscar', and two instances of 'Portafolio Digital Q.A.B. Otoño...'. The address bar shows the URL 'drive.google.com/drive/u/0/folders/1Myu6wxhoAUavFFCAB-8nt4ySLOS6UbrZ'. The Drive interface shows the 'Mi unidad' view for the folder 'Castro Pedraza Elizabeth Guadalupe'. On the left sidebar, there are navigation options: 'Nuevo', 'Mi unidad', 'Compartido conmigo', 'Reciente', 'Destacado', 'Papelera', 'Copias de seguridad', and 'Almacenamiento' (9,4 GB de 15 GB usado). The main area displays a grid of files under the heading 'Archivos'. The files are: 'cálculosprototiposEliza...', 'cómics', 'crucigramaElizabethCast...', 'dudas elizabeth castro.d...', a document with text, a spreadsheet, another spreadsheet, and a 'TIMELINE' diagram. The taskbar at the bottom shows the search bar 'Escribe aquí para buscar' and the system clock '04:23 p. m. 24/11/2019'.