



# UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES  
"ZARAGOZA"

## ESTUDIO DESCRIPTIVO DE UNA POBLACIÓN ESTUDIANTIL DE LA CARRERA DE QFB SOBRE SU PERCEPCIÓN DE LA HISTORIA DE LA QUÍMICA

**T E S I S**  
QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE  
QUÍMICO FARMACÉUTICO BIÓLOGO  
P R E S E N T A  
**HIRAM ALEJANDRO SOTO PALOMO**

DIRECTOR DE TESIS  
QFB. VÍCTOR HUGO BECERRA LÓPEZ

ASESORA  
MTRA. EN DIIE MA. ISABEL GARDUÑO POZADAS



MÉXICO, D.F.

2010



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

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

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

*¡AH! LO QUE YO SÉ, CUALQUIERA PUEDE SABERLO; PERO  
MI CORAZÓN... ¡MI CORAZÓN NO ES MÁS QUE MÍO;  
GOETHE*

AGRADEZCO A:

**DIOS**

Por todas las dichas que me ha dado, por estar a mi lado siempre, y ser mi refugio.

**Zahydé y Rodolfo**

Por su amor, su comprensión, porque son lo mejor que me ha pasado en la vida. Los amo, son mi vida, son mi luz. Gracias, mamá y papá.

**Liliana y Romina**

Por todo el amor que me han dado, porque son una bendición, porque son la prueba de que aún hay ángeles en la tierra. No acabaría de agradecerles todo lo que han hecho por mí.

**Isabel y Víctor**

Por haber creído en mí, por tenerme paciencia. Porque su gran amor hace que muchos (como yo,) realicen sus sueños, porque confían en sus alumnos, y eso lo transmiten a sus estudiantes. Y, lo más importante, porque el aprender o trabajar con uds se vuelve un gusto y un placer. Gracias por ser excelentes docentes.

**Abue Aída, Rebe, Rebequita y Jorge**

Porque son mi gran familia, por que me han dado muchísimo amor, por que siempre me han tendido la mano. Sin sus porras y ayudas no habría llegado a donde estoy.

**Mi otra gran familia:** Tíos: Concha, Tere, Lety, Rubén, Roberto, Alfonso, Beto, Ernesto, Amalia, Luis, Roge, Francisco, Rosaura. Primos: Ruben, Jorge, Paco, Gus, Carlos, Oli, Eva, Roberto, Aída, Ernesto, Lety.

Por el amor y felicidad que me han dado

**Mis amigos: Verónica, Alejandra, Gabriel, Adriana, Raúl, Israel, Pierre, Amalia, Pilar, Yoshi, Marisa, Lizbeth, Geisha, Araceli, Silvia, Jazmín, Juan, Mtro. Mauro, Ofelia, Olivia, Leti, Lidia. Por brindarme su apoyo, su amistad, su tiempo, su sabiduría, porque son lo máximo. Los quiero mucho, mucho, mucho, mucho.**

## ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	1
I. MARCO TEÓRICO	
A. Generalidades de la historia de la química	2
B. Cuatro momentos en la historia de la química	5
1. Alquimia	5
2. Paracelso	8
3. Lavoisier	12
4. Mendeleiev	14
C. Mapa curricular de la Carrera de QFB	19
II. PLATEAMIENTO DEL PROBLEMA	20
III. OBJETIVOS	21
IV. HIPÓTESIS	22
V. MATERIAL Y MÉTODOS	22
VI. RESULTADO	26
VII. ANÁLISIS DE RESULTADOS	48
VIII. CONCLUSIONES	57
IX. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	61

## INTRODUCCIÓN

Todo conocimiento, como producto humano, se circunscribe a su pasado y su presente, y las ciencias, como la química, no son la excepción. Omitir esto sería entender a la química como un producto acabado, como algo que está fuera de la esfera de lo humano. La química se ha convertido en lo que es, gracias a que ha sido un conocimiento en el que han convergido situaciones económicas, políticas, científicas, religiosas y sociales.

Con la historia de la química, el científico se ve como un actor trascendental en las sociedades pues en los anales de este conocimiento se evidencian los impactos que han tenido en el desarrollo humano, pero a su vez, la química se analiza desde un punto de vista humanista. Por tal motivo, estudiar la historia de la química brindaría a los alumnos de la carrera de química farmacéutico biológica (QFB) de la Facultad de Estudios Superiores Zaragoza UNAM una manera distinta de aprender química, y de ver la importancia de su profesión.

Esta tesis tiene como ejes medulares, primero, analizar la percepción de los alumnos de cuarto semestre con respecto a la historia de la química ( aquí se usó un cuestionario interpretativo el cual fue tratado con el programa llamado statsgraphics 5.0); segundo evaluar los conocimientos en este rubro ( se aplicó un examen de conocimientos), y tercero generar un panorama sobre las implicaciones que tendría estudiar historia de la química, para este último punto se presenta una propuesta en la que se utiliza la historiografía dada por esta tesis como ejemplos de una manera amigable de ver la historia de la química.

De igual manera se presentan cuatro sucesos históricos en la química (tres biografías y la alquimia) tratando de destacar la contingencia de los conocimientos científicos; además de resaltar la parte humana de la historia de la química. Todo esto con la idea de que los alumnos vean cómo se ha construido la química, y cómo no es un conocimiento sin mácula social alguna.

Finalmente, se concluyó que cuando los alumnos egresan de esta institución educativa lo hacen con un alto nivel de tecnología y de prácticas científicas; pero al parecer no se ven como agentes determinantes en su sociedad y en su mismo grupo científico, con lo cual no hay una verdadera concatenación entre lo que saben y su responsabilidad con la sociedad. La historia de la química les ofrece una herramienta para sustentarse como científicos comprometidos con su nación, sólo basta no ver a este conocimiento como superfluo o como un ornato.

## I. MARCO TEÓRICO

### A. Generalidades de la historia de la química

Regularmente los alumnos que estudian una ciencia experimental traen una visión errónea de la historia de las ciencias, tanto de la física, la biología y la química; no por culpa de ellos sino por la manera en la que se les ha presentado (secundaria y preparatoria) de manera tergiversada u omitiendo algunos hechos. A continuación se ejemplifican estas visiones <sup>1-4</sup>:

- Se cree que la ciencia es meramente empirista, pues se resaltan los temas relacionados con las observaciones o experimentos cruciales, ignorando los problemas que originaron el desarrollo de algunas teorías importantes;
- No se muestra el carácter tentativo, los errores que aparecen en el proceso, e incluso se atribuyen algunas aportaciones a científicos anteriores como si las teorías naciesen completas. De igual manera, no se muestran las limitaciones de la teorías o lo problemas pendientes, considerando a la ciencia como una acumulación de verdades;
- Por la misma visión acumulativa, no se muestran las crisis de los paradigmas, ni los problemas en las teorías;
- Se hace caso omiso al contexto histórico global;
- Se considera a la ciencia como descubrimiento y no como una construcción de conocimientos;
- Se remite a la ciencia al formulismo: la ciencia está construida por fórmulas cuya aplicación mecánica permite la resolución de los problemas;
- Se muestra como fruto del trabajo de unos genios no como una actividad humana de hombres y mujeres.

Este es el concepto peculiar de los estudiantes, pero una vez que ingresan a la licenciatura, en este caso carrera de química farmacéutico biológica (QFB), la concepción acerca de la historia de su ciencia central (química) no cambia del todo, ahora a la historia de la química (HQ) se le agregan dos rasgos erróneos más:

- Se muestra a la HQ en este caso –carrera de QFB- como algo meramente ornamental, una visión de cultismo llena de anécdotas, de situaciones azarosas y que en ocasiones llegan a ser humorísticas y ;

- Finalmente, la idea de que la HQ es algo sin valor, algo prescindible; y peor aún una carga más.

Hay muchas interpretaciones acerca de este conjunto de conocimientos, no obstante el aporte de éste, podría significar visiones diferentes en la formación de los científicos; dichas visiones podrían ser las herramientas para comprender más la formación del conocimiento científico, y valorar más su entorno social.

### Una manera diferente de la HQ

Más allá del aporte de esos datos memorísticos (biografías, fechas, fórmulas, situaciones anecdóticas para muchos, experimentos, etc.) a los que se ha acostumbrado a los alumnos sobre la HQ<sup>1</sup> se encuentra, también, la otra manera de mostrarla; donde la memoria no juega el papel más importante sino el análisis, la visión y la actualización de esos hechos históricos como complementos de su formación química. Además ofrece, a manera de ejemplos, cómo se construyeron esas ideas para enfrentar un problema; es esa parte de la HQ que se ha olvidado, o que se ha omitido, y que igual que otras disciplinas ha sido abrumada por el exceso de información memorística, alejándose de lo enriquecedor de la misma; la cual puede ser utilizada ya sea por la química, por la bioquímica, por la farmacia, etc. Resumiendo, beneficia al QFB tanto en su formación profesional como en su parte humana, le ofrece la capacidad de valorar su papel dentro de la sociedad.

Las aportaciones de la HQ son bastantes y variadas; ahora se describirán los beneficios de ésta no tan específicamente al estudiante sino al egresado. El cual tiene mayor responsabilidad ante la sociedad y ante su comunidad de profesionales, por tal motivo, dichos beneficios tendrán más un sesgo social-científico y estos son <sup>5</sup>:

- Intenta dar razones del presente concreto: las crisis económicas ( fusiones de farmacéuticas y despedidos), la globalización y con ello la injerencia de estándares internacionales en los procesos productivos, o sea, los parámetros mexicanos en la industria farmacéutica ya no son suficientes;
- Todos los actos del ser humano están determinados por las correlaciones que rebasan la individualidad y que están conectados con grupos e instituciones sociales. Estos se encuentran cohesionados por la aceptación. Si algo tiene la HQ es que explica el origen de este grupo, permitiéndole al QFB comprender los lazos que le unen a su comunidad, es decir, las reglas (la experimentación como comprobación, la generación de conocimiento formado sistemáticamente, etc.) y los propósitos dejan de ser gratuitos en la medida en que se muestran como parte de una ciencia experimental;
- La HQ da conciencia de la propia identidad, favoreciendo la cohesión al interior del grupo, reforzando las actitudes de defensa: se resalta la

importancia de esta ciencia ante las demás, y dentro de ésta se justifica lo decisivo de las ciencias farmacéuticas, bioquímicas, etc. y,

- Revela el origen humano de cierta creencia, conocimiento e institución lo que podría ser el primer paso para cuestionarlos. Entonces la HQ revela cómo detrás de estructuras que se creen como inmutables, está la voluntad del hombre, y cómo pueden existir otras voluntades que pueden cambiar su visión dominante del mundo. Es la razón de cualquier ciencia, su capacidad de aprender de sus errores.

Finalmente, se podrían agrupar estas ventajas en los siguientes corolarios:

1. La HQ coadyuva a la complementación de la historia de las sociedades toda vez que persisten lagunas sobre el conocimiento de aspectos del pasado, por lo que han llenado vacíos de información;
2. Aporta elementos para reflexionar, y explica los efectos sobre el uso, desuso, abuso o falta de uso de conocimientos químicos en función de los desarrollos nacionales;
3. Visualiza otras formas de racionalizar la realidad con el propósito de expresar mejor la esencia cultural de las sociedades;
4. Reconoce como saldo el respaldo de la existencia de tradiciones científicas por lo que los desarrollos actuales de las ciencias químicas se ubican como resultado natural de un desenvolvimiento que viene desde muy lejos <sup>6</sup>.

## B. Cuatro momentos en la historia de la química

A continuación se esbozarán algunos sucesos cruciales en la HQ, tratando de que cada uno de ellos sea un ejemplo para resaltar el contexto histórico, ya que no se puede concebir a la ciencia sin su historia, la cual está supeditada a las circunstancias dominantes de la época. La relación de la química (ciencia) con la historia es totalmente dependiente; la creación científica original tiene la característica de pasar como algo nunca antes visto, pero la historia de la química demuestra que, ese hecho que pareciera singular no es más que un reajuste estrictamente del conocimiento, es decir, los descubrimientos dependen mucho más del momento histórico reinante que de los individuos sabios que los ejecutan. Si bien es cierto que ellos concretaron la idea, también es importante analizar que no hay nada en ellos que sea individualmente insustituible, es decir, si un científico no lo ha descubierto hoy lo descubrirá en el futuro. La ciencia se desarrolla a través de su historia. He ahí lo importante de la historia de la química, pues en ella se encuentran las bases para las teorías, para cuestionar y para completar <sup>7</sup>.

### 1. Alquimia <sup>8-13</sup>

#### **Primigenia química**

La alquimia fue la etapa embrionaria de la química, fue un periodo muy largo en el cual se dieron las bases de las técnicas y operaciones fisicoquímicas, y a su vez se encuentran los primeros pensamientos sobre la naturaleza, por tal motivo, este lapso ofrece los primeros intentos del hombre por dominar y comprender a la naturaleza.

La alquimia nace desde la época del paleolítico, pues desde que el hombre es hombre ha tratado de entender su medio ambiente y de controlarlo. Los primeros hombres trabajaron con piedras (las sometían a pruebas simples de dureza; las usaban para hacer otras herramientas, etc.), y con el fuego que al utilizarle, modificaron los estados de la materia, surgiendo con ello las prácticas de la agricultura y la cerámica. Prácticas que tenían un carácter religioso; no obstante no se debe entender a aquellos hombres como seres imbuidos en sus creencias sino hombres que se apoyaban tanto de la lógica y de su religiosidad para comprender a la materia. Es decir el hombre vinculó su trabajo con sus creencias.

Se puede observar en la metalurgia y la orfebrería del antiguo oriente que el hombre arcaico logró, a su manera, conocer y dominar a la materia; otra evidencia de estos primeros encuentros con la materia, son las recetas y técnicas que datan del siglo XVI antes de Cristo como por ejemplo el Papyrus Ebers en las cuales se citan operaciones de aleación, tintura e imitación del oro; destacándose de estos documentos el uso de cantidades y números, dando prueba de su preocupación por un resultado.

Sin embargo, no se puede saber con certeza si los fundidores, herreros y orfebres dirigían sus procesos fisicoquímicos de fundición y aleación como técnicas, operaciones metalúrgicas o químicas o como una ciencia.

Después de esta alquimia, la de los primeros hombres, se encuentra la alquimia greco-egipcia u oriental, la cual nace gracias al intercambio cultural que propició el imperio de Alejandro Magno al conquistar el Asia, pues con este hecho político- guerrero se mezclaron la filosofía, la religión, la ciencia y las costumbres de Egipto, China, India y Grecia. A la muerte del gran macedonio se fragmenta su imperio y de este conglomerado cultural destacan dos ciudades: Seleucia y Alejandría (fundada en honor de Alejandro y gobernada por la dinastía ptolemaica). Es en esta última ciudad donde se construye la universidad y la biblioteca más importante de esa época y, de la cual se nutrirá el occidente para aprender la ciencia helenizada a la que pertenecen personajes tales como Euclides, Arquímedes, etc. Tanto la alquimia, la astronomía y la filosofía fueron llevadas al occidente por las traducciones de los árabes, pues ellos tuvieron contacto directo con los clásicos griegos.

Un hecho importante de la alquimia greco-egipcia es que durante este periodo se gestó el nombre de "Chemia" "Khemia" el cual significaba *negro*, haciendo referencia a la tierra negra del valle del Nilo. Este vocablo posteriormente se asociaría al arte de practicar o trabajar con la materia: metales, minerales, líquidos, etc. dándole un matiz de misterio y de un lado oscuro, ya que estos practicantes relacionaban su trabajo con la religión, es decir, los magos. Después, esta palabra volvió a evolucionar con la llegada de los árabes, que le asignaron la partícula "al" para definirla como "la khemia", quedando como "alquimia". La cual volvería a evolucionar para quedar como actualmente se le conoce "química". Es decir, el origen de la palabra química se encuentra en la alquimia.

La alquimia greco-egipcia se puede dividir en tres etapas:

- 1) La época de las rectas técnicas;
- 2) La época filosófica liderada posiblemente por Bolos de Mendes ( siglo II antes de Cristo) y que fue plasmada en los escritos de *Physikas kai Mystika*, atribuidas a Demócrito, por lo que después se designaría pseudo-Demócrito; y
- 3) La época de la literatura alquímica propiamente, la que se atribuye a Zósimo y a sus comentadores.

Parece difícil suponer que el origen de las prácticas alquímicas sólo tuvo como objetivo principal el falsificar o imitar el oro, pues se reducirían los 2000 años -de prácticas en las que se encuentran el basto conocimiento que tenían los antiguos sobre los metales y las aleaciones- a la búsqueda de ese metal. Es cierto que la alquimia alejandrina tuvo como meta la transmutación basada en la unidad de la materia del dogma griego, pero la alquimia no nació como una validación de dicha creencia.

Además se debe considerar que al analizar los textos alquímicos griegos no hay interés por los fenómenos físico-químicos, no hay un espíritu científico, por ejemplo, se encuentran en muchos tratados el uso del azufre, pero no se describen sus características. Los alquimistas no se interesaban por los fenómenos naturales, desde el punto de vista de la ciencia actual.

Por lo tanto, posiblemente, la alquimia no nació con el deseo de falsificar metales como el plomo, el hierro, el cobre, etc. en oro; ni el de buscar una técnica científica griega, sino la alquimia nació con la concepción de una Madre Tierra la cual poseía minerales embriones: los metales tenían vida.

En la alquimia residían simbolismos, mitologías, técnicas de mineros, fundidores y herreros pero en especial se buscaba la “sustancia viviente”. Se creía que la materia tendría que pasar por etapas- hay variaciones entre cada alquimista-, en general son: nacimiento, desarrollo, sufrimiento, muerte, y resurrección, todo esto con la intención de obtener la vida inmortal. El objetivo principal era la transmutación u *opus magnum*, la cual conduciría a la Piedra Filosofal.

Para llegar a este nivel la materia debería haber pasado estadios caracterizados por los siguientes colores, y obtenidos por diversas operaciones alquímicas:

- 1) Melanus (negro).
- 2) Leukosis (blanco).
- 3) Xanthisis ( amarillo).
- 4) Iosis ( rojo).

Estas etapas (aparecen en el primer tratado alquimista atribuido a Zósimo) son necesarias para que la materia trascienda y se vuelva inmortal, se convierta en oro.

El conocimiento alquímico greco-egipcio que reaparecerá en la Edad media (siglos VI-XVI) en Europa es lo que comúnmente se llama “alquimia”, ésta es producto de dos sucesos: la asimilación y la introducción al continente europeo; el primer suceso comprende el papel que jugaron las conquistas de los árabes sobre los territorios de Asia, en especial Egipto y Persia. En estas ciudades los eruditos árabes se dieron a la tarea de estudiar y aprender los antiguos tratados alquímicos helénicos. De esta etapa, destacan por sus excelentes trabajos alquimistas del mundo islámico como:

- Kabir Ibn-Hayy conocido siglos después por los europeos como Geber (destiló por primera vez el ácido acético del vinagre).
- Al-Razi cuyo nombre latinizado en la Edad Media era Rhazes. (Alquimista con un profundo interés por la medicina; desarrolló entre muchas otras cosas emplastos para enyesar los hueso fracturados).

- Ibn-Sina (Avicena) médico persa famoso porque durante mucho tiempo su obra sobre la medicina general llamada “el Canon de Avicena” dominó a la medicina medieval.

En esta etapa, la alquimia (islámica) obtendrá un matiz muy interesante, ya que al igual que los griegos, los árabes consideraban al hombre como una criatura divina a la cual deberían cuidar y respetar por lo que este estudio estaba destinado sólo para personas muy preparadas y comprometidas con el ser humano.

Una vez que se dio la asimilación, la segunda etapa fue la introducción al continente Europeo en especial por dos países: España e Italia, y a su vez por las cruzadas, pues los europeos sabían que los árabes habían traducido los textos originales griegos. De esta manera, los europeos trataron de usar los conocimientos alquímicos para su beneficio, encontrando un mundo lleno de simbolismos y de una filosofía muy avanzada.

En esta penúltima etapa de la alquimia a la química, ya asentada en la Europa, sobresalen alquimistas como:

- Alberto Magno que fue el primer alquimista europeo.
- Roger Bacon
- Raimundo Llullio
- Gerardo de Cremona

Pero una vez más este conocimiento alquímico se vería envuelto en un cambio, pues el mundo vivía un renacer debido al despertar del pensamiento humanístico.

## 2. Paracelso <sup>8-9,12-18</sup>

### **Paracelso, un médico iconoclasta**

La química nace como una ciencia gracias a un médico renacentista llamado Paracelso. Este nacimiento se gesta a partir de una serie de circunstancias, las cuales crearon una nueva filosofía sobre la naturaleza, convirtiéndose ésta última en un puente entre la química y la alquimia. En ese momento, sólo bastaba la iniciativa de los hombres para cruzarlo. Este puente tiene nombre: “iatroquimia” y arquitecto: “Paracelso”.

Paracelso vivió la época del renacimiento, tiempo en el que nacen las ciencias en su forma moderna, pues las ideas y las teorías de la humanidad dejan de responder a las preguntas generales (por qué estoy aquí, cuál es mi misión en

esta vida, etc.) para responder a esas preguntas limitadas que llevaban a respuestas generales.

Durante este período sucedieron varios hechos históricos los cuales alimentaron el espíritu voraz de este renacentista, es decir, su contexto histórico estuvo lleno de sucesos e ideas revolucionarias, destacándose los siguientes:

### 1. La caída de Constantinopla y el *Corpus Hermeticum*

Con el primer hecho, se produce la huida de los bizantinos (partiendo con los manuscritos clásicos del mundo helénico) hacia occidente. La gente como Paracelso pudo, entonces, tener contacto directo con las fuentes primarias, renunciando con ello a la educación escolástica de las universidades medievales. De cierta manera, esta vulgarización (una accesibilidad moderada) del saber aumento la posibilidad de intercambio científico.

Además, el redescubrimiento del *Corpus Hermeticum* dio los fundamentos para que existiera una relación más cercana entre la ciencia y la religión. Entre otras cosas este texto defendía el heliocentrismo, la luz como fuente de vida, la armonía matemática impuesta por un dios, etc. Ahora este nuevo enfoque generaba que el pensamiento mágico reinante en la edad media se transformara en *sacro*, introduciendo la cultura clásica como eje motor y a un Dios. Esta nueva filosofía originó dos movimientos: los herméticos y los ocultistas. Ambos defendían la interpretación de la naturaleza, basada en las sagradas escrituras; atacaban el aristotelismo; y propugnaban por el acceso al conocimiento, o bien por la gracia divina, a consecuencia de una iluminación del altísimo o mediante experimentos guiados por manos angelicales. Es decir, tanto la vulgarización del saber y su relación con la religión, permitieron que Paracelso justificara sus atrevimientos, y usara a la alquimia con un nuevo enfoque. Estos saberes alquímicos estarían al servicio de la humanidad.

### 2. El descubrimiento del Nuevo Mundo y el comienzo de su colonización

Esto motivo a un esfuerzo mayor en la ciencia, pues se necesitaba más tecnología que ayudara a la cartografía, a la construcción de buques, pero a la vez cambió el *status quo* de los renacentistas, por ejemplo la introducción de las plantas americanas cuestionó a la medicina galénica y su percepción sobre el mundo se vio alterada.

### 3. Canon de Avicena

Para el año 1527, Paracelso hizo una de las demostraciones más enérgicas contra la enseñanza tradicional de la medicina renacentista: "*la quema pública del canon de Avicena*". Es la ruptura entre la medicina hipocrática-galénica y la propuesta por Paracelso la cual se conformaba de la siguiente manera:

- a) El uso de la lengua vernácula en lugar del latín académico para la impartición de las clases, abriendo con esto la posibilidad de que la gente común: boticarios(los antiguos farmacéuticos) y cirujanos tuvieran la oportunidad de aprender.
- b) Criticó duramente la separación entre el médico y el cirujano, ya que el médico no intervenía con las prácticas, abogó siempre por la experimentación para generar conocimientos sobre la naturaleza.
- c) Genera una nueva práctica, la iatroquimia. Paracelso aprendió muchos conceptos de mineralogía, pues tuvo contacto directo con las piedras de la minas. Estos conocimientos lo llevaron a sugerir el uso de aplicaciones alquímicas a la medicina (iatroquimia), y el desprecio hacia una práctica académica fundamentada en conocimientos teóricos antes que la experimentación, la habilidad y la acumulación de conocimientos por parte del médico.

#### 4. La Reforma luterana

Esencialmente fue una revolución que cuestionó la autoridad de Roma, con lo que se generó el derecho al juicio privado o de la elección particular; además al leer los textos originales, la confianza descansó sobre las palabras de Dios (la Biblia), originando un pensamiento más humano, los ciudadanos pensaban más en ellos. Las nuevas actitudes religiosas del juicio individual y la responsabilidad de los actos fueron los cimientos de las ciencias.

Y, Paracelso, lo asimiló. Él creía que el verdadero conocimiento está basado en la religión y en la capacidad de entender a su creador no solamente en sus escrituras sino a través de la naturaleza. Nunca rechazó a la religión ni al misticismo, sólo entendió una religión más personal, y esto fue lo que lo liberó para poder creer en el mismo.

#### 5. Los galénicos y Paracelso

Luchó, y nunca estuvo de acuerdo con la concepción de las enfermedades por parte de los galénicos que consideraban a estos males como la falta de una armonía entre los cuatro humores, constituidos por mezclas de los cuatro elementos. Y estos tenían las siguientes propiedades:

- a) Tierra= seca y fría
- b) Fuego= seco y caliente

- c) Agua= húmeda y fría
- d) Aire= húmedo y caliente

De esta unión variable y equilibrada, surgen los elementos secundarios o biológicos, llamados humores y estos son:

- a) Sangre: predomina el elemento aire
- b) Flema: predomina el elemento agua
- c) Bilis negra: predomina el elemento tierra
- d) Bilis amarilla: predomina el elemento fuego

Además los galénicos pensaban que no existían las enfermedades, sino hombres enfermos.

Contrario a estos dos postulados galénicos, Paracelso pensaba lo siguiente:

- a) La materia está constituida además de los cuatro elementos por una triada: azufre, mercurio y sal.
- b) Para el médico Paracelso la enfermedad es como un proceso químico y metabólico de carácter eminentemente local.

Para los galénicos la cura de las enfermedades tenía la siguiente lógica: si una enfermedad está caracterizada por el calor debe darse una medicina contraria a esta característica, o sea, frío, y viceversa, si esta es fría hay que aplicar calor. La teoría de los contrarios: lo contrario cura lo contrario.

Para Paracelso se podían utilizar los llamados venenos, sustancias químicas, como el arsénico, antimonio, mercurio para combatir a las enfermedades, lo importante en el empleo de estas sustancias es conocer la cantidad y dulcificarlas para que perdieran su toxicidad, por el contrario la medicina galénica usaba remedios generales o medicamentos complejos.

Él buscaba remedios específicos para cada enfermedad. El remedio debía acoplarse a la enfermedad como una llave a la cerradura. Él busca dentro de los medicamentos polifármacos, el principio activo.

Resumiendo, la obra de este renacentista fue la piedra angular para que naciera la química, ya que abrió el camino a una interpretación nueva de los conocimientos alquímicos. Es Paracelso quien redirecciona el rumbo de la alquimia.

### 3. Lavoisier <sup>8, 11, 13, 17,19-22</sup>

#### **Lavoisier, un químico con paciencia**

La revolución que sufrió la química durante el siglo XVII fue la que le confirió su calidad de ciencia exacta y experimental, dicha revolución se gestó del año 1772 al año 1789; su principal objetivo era la demolición de la teoría del flogisto, que había permanecido alrededor de un siglo.

Por lo que la tarea no era fácil para Lavoisier, pues el flogisto- idea generada por Joahan Joachim Becher y su discípulo Georg Ernest Stahl que consideraban al fuego como producto de la *terra pinguis* daba las siguientes explicaciones para la combustión de las sustancias:

- a) La esencia del fuego era una sustancia llamada flogisto.
- b) Todos los metales y cuerpos combustibles contenían un principio común, el flogisto.
- c) Los cuerpos que contenían mucho flogisto se quemaban bien; y los cuerpos que no se quemaban estaban desflogistizados.
- d) El flogisto era idéntico para todas las sustancias, y se eliminaba durante la combustión o calcinación y podría transmitirse a otro cuerpo ya que unas sustancias eran ricas en él, y otras escasas.
- e) El flogisto, también tenía la característica de ser invisible, ya que se encontraba enmascarado y no podía obtenerse en estado puro, porque siempre formaba combinaciones.

Esta teoría explicaba bien algunos hechos experimentales, no obstante existían algunos sucesos que parecían contradecirle; por ejemplo, cuando un metal aumentaba de peso durante la calcinación y, para dar respuesta a esto, los flogistas hablaban de un peso negativo en la sustancia.

Estos argumentos fueron suficientes para que tuviera muchos adeptos famosos entre los que se encuentran: Joseph Priestley, Pierre Joseph Macquer, Guillaume Fracois Rouelle y Joseph Black.

El trabajo que realizó Lavoisier para argumentar lo erróneo del flogisto fue el siguiente:

- Revisó los trabajos de los gases, química neumática, de Stephen Hales, Joseph Black, Joseph Priestley, Henry Cavendish y Carl Wilhelm Scheele.
- Introdujo la metodología de la física experimental y el uso de instrumentos para cuantificar los resultados de los productos de transformación de las sustancias.

- Analizó el redescubrimiento del oxígeno de Joseph Priestley. - cabe aclarar que ya había sido antes descubierto por Carl Wilhem Scheele. El problema fue que no lo pudo escribir debido a la demora de redactarlo y, posteriormente, se enfrentó a un publicista que nunca terminaba su trabajo; además dicho escrito debía contar con la venia de un prefacio redactado por un químico destacado, en este caso era Torbern Bergman. En suma, el retraso fue tal que, cuando se publicó, ya habían pasado 2 años después de la publicación del trabajo de Joseph Priestley- Éste había viajado a París, y ahí fue donde le comentó a Lavoisier sobre el tipo de aire que se generaba al calentar el óxido rojo de mercurio, llamado *mercurius calcinatu*. Este gas generado tenía las siguientes características: a) mantenía la combustión y b) la vida de los ratones. Probando con ello, la importancia vital de este aire y le llamó desflogisticado.
- Reformó la nomenclatura de la química, pues antes de Lavoisier, se usaban nombres exóticos, mitológicos, geográficos, nombres relacionados con: el olor, color o sabor de la sustancia. A lo cual, el científico Lavoisier decía que la química debía representar con exactitud las ideas y los hechos, sin ocultar nada y, en especial, sin añadir a los objetos de estudio algo que no estuviera comprobado. Esta nomenclatura se publicó bajo el título: "*método de nomenclatura química*". En él se rechazaba totalmente los cuatro elementos aristotélicos (aire, fuego, tierra y agua) como entidades básicas. Esta obra marca un momento crucial en la historia de la química, es uno de los argumentos más contundentes para destruir el pensamiento de una comunidad que se regía con el flogisto.

Con toda esta información se destruyó por completo la teoría del flogisto: Lavoisier tuvo la paciencia, al rededor de diez años, para analizar cada una de las teorías que estaban vigentes en esa época, además, utilizó y perfeccionó los instrumentos de la química neumática para cuantificar un gas descubierto por Scheele pero adjudicado a Priestley. Esa grieta que había dejado el flogisto sobre la ganancia de peso de los metales al calentarlos fue la entrada para que un gas bautizado con el nombre de oxígeno -que erróneamente significa generador de ácidos- entrara y le derribara por completo. Al final, Lavoisier logró explicar lo que realmente sucedía: el oxígeno es el causante de que se gane peso, pues se mezcla con los metales al quemarlos. Su propuesta de nomenclatura rompía con la química de los flogistas, y preparaba el terreno para su obra cumbre "Traité Elementaire de Chimie" (Tratado Elemental de Química).

El aporte de Lavoisier a la química es crucial, no obstante como se ha venido argumentando a lo largo de esta tesis, la contribución de este suceso científico no queda sólo en la derrota del flogisto, sino en los siguientes puntos:

1. Es un ejemplo claro de cómo los científicos rechazan las teorías nuevas contrarias al paradigma imperante (el flogisto), además, se evidencia claramente como surgen argumentos emergentes para tapar los errores ( los argumentos que daba el flogisto para la ganancia de peso).
2. Lavoisier argumentó que para obtener valores más exactos, y con esto verdades contundentes, era necesario realizar experimentos, es decir, propugnó por un método experimental. Aunque se hace la aclaración que históricamente Boyle ya había sentado los precedentes de la experimentación.
3. Lavoisier fue un científico muy informado, que estuvo a la vanguardia de los avances tecnológicos y teóricos; los cuales ayudaron a construir sus argumentos. Es decir, un químico que está al tanto de su mundo.
4. Además, Lavoisier demostró que no es suficiente el empleo de los instrumentos, sino la medida numérica en sí misma: el papel asignado a las cifras. Es entonces que la balanza, se convierte en un método de persuasión y de verificación.
5. Se evidenció que un sólo término, como lo era el flogisto, no podía explicar múltiples cosas, múltiples respuestas. El flogisto explicaba mucho.
6. La historia de la química demuestra que aún en 1630 (mucho antes de que Lavoisier usara este fenómeno para tirar la teoría del flogisto) ya se habían reportado los casos donde los metales ganaban peso, era ya un conocimiento común, y, finalmente, si bien es cierto que el oxígeno fue decisivo para la teoría de Lavoisier, también, estaba en un error. Él creía que todos los ácidos contenían oxígeno.

#### 4. Mendeleiev <sup>11, 13, 17,23</sup>

##### **Mendeleiev, el químico profesor**

A diferencia de Lavoisier, Dimitriv Ivanovich Mendeleiev vivió varias carencias y problemas a lo largo de su vida. Mendeleiev nace durante la época zarista en Siberia, es hijo de un profesor y de una rusa con un nivel social alto, ya que era hija de las primeras familias fundadoras de fábricas de papel y vidrio. La causa de sus problemas económicos radicó en que justo cuando nació Mendeleiev su padre

se quedó ciego, por lo que fue obligado a renunciar y a vivir con una pensión insignificante. Posteriormente el padre moriría, y toda la familia estaría a cargo de la madre.

Con mucho esfuerzo la familia de Mendeleiev se vio forzada a ahorrar el poco dinero que poseía para que, en el futuro, éste pudiera asistir a la universidad en Moscú, pero se encontraron con una ciudad fracturada económica y socialmente, por lo que decidieron marcharse a San Petersburgo, aunque también por estas latitudes el descontento social empezaba a reinar y así en toda la Rusia zarista. El denuedo de la madre y de toda la familia valdría la pena, al final Dimitriv Ivanovich Mendeleiev entraría al instituto Pedagógico Central de San Petersburgo, en donde aprendería y sobresaldría en las clases de física y matemáticas, pero a su vez empezaría a tener gran interés por las causas y fenómenos de la naturaleza. Durante su etapa de estudiante realizó trabajos excelentes de los cuales destaca uno en especial: “el isomorfismo “; ya implica explicar las uniones químicas.

Al terminar sus estudios se dedicó a dar clases de química orgánica y a publicar sus investigaciones científicas, pero la Rusia de esa época vivía una de sus peores etapas, pues no había un buen nivel tecnológico, no había ciencia de vanguardia, el nivel social de los rusos era pobre, etc. por lo que el gobierno decidió otorgar becas para que jóvenes científicos hicieran estudios en el extranjero.

Mendeleiev fue seleccionado para irse a estudiar a Alemania en el laboratorio de Kirchhoff y Bünsen, no obstante estos dos científicos estaban trabajando en el análisis espectral de los elementos y, Mendeleiev no tenía interés sobre este estudio por lo que decidió trabajar por su parte en los temas de capilaridad y tensión superficial.

De regreso a su natal Rusia; el padre de la tabla periódica reflexionó y agudizó su interés por las cuestiones sociales y pedagógicas, ya que encontraba en estos dos rubros la salvación de su país. Es decir, hay dos claros objetivos en Mendeleiev :

- a) La ayuda a su pueblo. Mendeleiev siempre estuvo de parte de las clases desprotegidas;
- b) La docencia, que significaba para él un placer y un reto, esto último pues quería que sus alumnos y gente cercana a la ciencia entendiera el comportamiento de la materia de manera simple.

Mendeleiev fue congruente con sus objetivos, muestra de esto es el apoyo total a sus estudiantes durante las protestas estudiantiles que apoyaban una democratización de la universidad. De igual manera siguió mostrando su apoyo a las causas sociales cuando el gobierno le encomendó la tarea de estudiar la producción de carbón; ya que hizo esto, concluyó que Rusia debería procesar sus materias primas más que exportarlas.

Gracias al gobierno ruso, Mendeleiev pudo viajar a diferentes ciudades de la Europa del siglo XIX, de estos viajes destaca aquel a la ciudad de Paris donde conoció a Becquerel, Pierre y Marie Curie con los que platicó y comentó el gran hallazgo de la radioactividad, aunque Mendeleiev siempre tuvo sus reservas sobre este tema.

Los aspectos sociales y privados de Mendeleiev antes mencionados son suficientes para entender su cariz social y su pasión por enseñar, aunado a estos sucedieron algunos hechos en el ambiente científico que ayudaron a desarrollar la tabla periódica. A continuación se destacan esos puntos cruciales.

La obra más querida y más determinante para la construcción de la tabla periódica fue "Principios de Química". Este trabajo se divide en dos volúmenes:

- 1) El volumen uno contiene el capítulo introductorio en el cual se hace una revisión histórica de las contribuciones de Galileo y Newton, separa a la química de la filosofía natural. Posteriormente, define a la materia, las transformaciones, y continúa con un recorrido histórico de los elementos, remontándose hasta los griegos para llegar a la teoría del flogisto. También se encuentran en este volumen los estudios sobre H, O, N, C, Cl, Br, I, F, Na, K, Rb, Cs, Li, Fr y los compuestos como el agua, ozono y agua oxigenada. Además explica los conceptos de peso y masa, licuefacción del aire, aspectos de absorción y muchos otros temas. Algo que se debe destacar es que el mismo Mendeleiev hace un recorrido histórico de la química en este volumen.
- 2) En el segundo volumen se presenta un estudio sobre el agrupamiento de los elementos y la ley periódica, se establecen las predicciones de las propiedades de los elementos desconocidos y se resalta que las propiedades de los elementos están en función de sus pesos atómicos.

Este trabajo tuvo como eje motor la ley periódica la cual fue producto de una serie de antecedentes de los que se desprenden los siguientes:

- La ley periódica nace por la necesidad de clasificar y entender a los elementos con sus propiedades físicas y químicas, pues gracias al desarrollo de la química analítica y el avance del conocimiento químico se tenía un número grande de elementos.
- Antes de que Mendeleiev desarrollara la ley periódica y con ello la tabla hubo científicos que trataron de clasificar a los elementos químicos, de entre lo que destacan:

- Johann W. Döbereiner que observó que la masa atómica del estroncio (87) es aproximadamente igual a la media de la masa del calcio y bario, por lo que clasificó a los elementos en triadas y emitió la siguiente conclusión: “la masa atómica del elemento intermedio de una triada es igual a la media de las masas atómicas de los elementos extremos”.
- William Odling clasificó a los elementos químicos en líneas horizontales de trece o quince, y en columnas de siete o cinco elementos.

Estos son los primeros atisbos de la necesidad de clasificar a los elementos. Pero la química se encontraba en un mar de descubrimientos (elementos y teorías) y de avances tecnológicos como la construcción de aparatos para el análisis químico, lo que hizo necesario llegar a un consenso. Así, el químico Kekulé convocó a un congreso en el que se discutirían algunos tópicos básicos de la química. Como resultado de este interés se llevó a cabo el “Primer congreso internacional de Química”. Este fue en Karlsruhe, Alemania en el año 1860.

De esta reunión se puede destacar la presencia de científicos de la talla de: Wurtz, Mendeleiev, Cannizzaro, Meyer. No se puede pasar por alto que México estuvo representado por Louis Posselt que junto con el español René Torres fueron los únicos científicos de habla hispana. En este congreso se discutieron temas que ayudarían a Mendeleiev para la construcción de la tabla periódica ya que se analizarían las teorías de Avogadro, la teoría atómica de Cannizzaro y los pesos de Gerhardt.

Antes de que se presentara la tabla periódica hubo tres intentos por clasificar a los elementos. La primera fue la propuesta por Newlands que ordenaba a los elementos de acuerdo a sus pesos atómicos crecientes, estableciendo con ello “la ley de las octavas”. El siguiente trabajo fue el presentado por Chancourtois que también ordenó a los elementos según su peso atómico creciente pero los distribuyó en una forma espiral. Y finalmente, el trabajo de Lothar Meyer. Este científico alemán utilizó los volúmenes de los elementos. Lamentablemente su trabajo se publicó un año después del trabajo de Mendeleiev, lo cual ha sido muy cuestionado. La verdad es que la forma agradable en que presentó Mendeleiev a la tabla periódica y la predicción que hizo de los elementos por descubrir le valió el nombre de “padre de la tabla periódica”.

Después de haber estudiado las ponencias del congreso de Karlsruhe y de sus propias investigaciones, Mendeleiev llega a la ley periódica y con ello a la construcción de la tabla. Esta tabla primigenia contenía 63 elementos y algunos lugares vacíos, es decir huecos (los nombres de estos espacios son eka-aluminio, eka-silicio y eka-boro. Esta denominación viene del sánscrito, pues Mendeleiev detestaba el griego y el latín). Pero estos más que mostrarla como defectuosa, serían la prueba de la periodicidad de los elementos. Mendeleiev sabía que tarde

o temprano se habrían de descubrir esos espacios, tan seguro estaba que predijo sus propiedades físico-químicas.

Finalmente, el químico francés Lecoq de Boisbaudrin descubrió el eka-aluminio al cual llamaría “galio” en honor a su país. El otro descubrimiento que fortaleció a la tabla periódica es el descubrimiento del sueco Nilsin quien descubrió al eka-boro bautizándolo con el nombre de escandio; posteriormente llegaría el descubrimiento del eka-silicio que sería el germanio; reafirmando con ello el valor de la tabla periódica y su descubridor.

Si bien es cierto que en la actualidad la ley periódica basa su periodicidad en el número atómico del elemento (descubierto por Moseley); y que Mendeleiev no consideró a los gases nobles y las tierras raras; el mérito de este gran ruso fue la predicción de las propiedades de elementos aún no descubiertos y, la idea de hacer una herramienta que facilitase el aprendizaje de la química.

### C. Mapa curricular<sup>24</sup>

El cuarto semestre de QFB representa la etapa inicial del bloque de ciclo intermedio; por lo que, de cierta manera esta población estudiantil ya ha cursado las materias de química I y II, química orgánica, analítica y los laboratorios de ciencia básica I y II, dándole al estudiante las bases sobre la ciencia y la importancia del método científico. En el esquema 1 se pueden ver las materias cursadas, aparecen sombreadas, es decir, el cuarto semestre puede ser un indicativo valioso sobre la percepción que tienen los alumnos de los conocimientos básicos, es un parte nodal en el mapa curricular, y por tal motivo el análisis de esta población implica entender cómo se sienten los alumnos con respecto a sus conocimientos y lo que necesitan para la siguiente etapa.

Este estudio descriptivo puede enriquecerse con esta población ya que los alumnos están en la posición de una revaloración sobre sus conocimientos básicos. En esta parte, ellos pueden ver qué tanto han avanzado, qué tanto hay de desilusión, y si creen que puede servirles la HQ en los siguientes semestres. Dicho lo anterior sus respuestas estarán matizadas por varias contingencias y, serán por tal motivo muy significativas.

Esquema 1 Mapa curricular de la carrera de QFB

SEMESTRE	MÓDULOS			
1	Matemáticas I	Laboratorio de Ciencia Básica I	Seminario de Problemas Socioeconómicos de México	Química I
2	Matemáticas II	Laboratorio de Ciencia Básica II	Fisicoquímica I	Química II
3	Estadística	Química Orgánica	Química Analítica	Fisicoquímica II
4	Análisis de Fármacos y Materias Primas I	Síntesis de Fármacos y Materias Primas I	Bioquímica Celular y de los Tejidos I	
5	Análisis de Fármacos y Materias Primas II	Síntesis de Fármacos y Materias Primas II	Bioquímica Celular y de los Tejidos II	
6	Microbiología General I	Evaluación de Fármacos y Medicamentos I		Tecnología Farmacéutica I
7	Microbiología II	Evaluación de Fármacos y Medicamentos II	Tecnología Farmacéutica II	Bromatología

Orientación Bioquímica Clínica.

<b>SEMESTRE</b>	<b>MÓDULOS</b>			
<b>8</b>	Hematología	Diseño Experimental aplicado a la Bioquímica Clínica	Inmunología Clínica	Genética Clínica
<b>9</b>	Química Clínica	Seminario Bioquímico Clínico	Microbiología Médica	

Orientación Farmacia Industrial

<b>SEMESTRE</b>	<b>MÓDULOS</b>			
<b>8</b>	Tecnología Farmacéutica III	Desarrollo Analítico	Diseño Experimental Aplicado a Farmacia Industrial	
<b>9</b>	Estabilidad de Medicamentos	Biofarmacia	Microbiología Farmacéutica	Seminario de Farmacia

Orientación Farmacia Clínica

<b>SEMESTRE</b>	<b>MÓDULOS</b>					
<b>8</b>	Microbiología Médica	Fármaco-Epidemiología	Desarrollo Analítico	Farmacia Comunitaria	Fisiopatología	Seminario de Valores y Referencia de Diagnostico
<b>9</b>	Farmacoterapéutica	Biofarmacia	Farmacia Hospitalaria		Mezclas Parenterales	

## II. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Debido a la velocidad de los cambios y la exigencia de los tiempos, los egresados de la carrera de QFB han entrado al campo laboral con un alto nivel tecnológico, con buenos cimientos farmacéuticos y científicos (dicha aseveración se basa en el plan de estudios vigente), eclipsando el rasgo humanístico que todo científico debería poseer. Se encuentra a menudo jóvenes menos comprometidos con su sociedad, su medio ambiente y responsabilidad ante los desafíos de las ciencias, convirtiéndose esto un problema. Los egresados están alejados cada vez más de su contexto histórico, lo cual genera una apatía ante todo aquello que no sea una técnica, una prueba o algo que esté bien delimitado por un manual. El problema se agudiza cuando el joven científico se enfrenta a una sociedad llena de normas y juicios morales que le exigen la toma de decisiones basadas en un bien común, dentro de un contexto histórico, respetando a todos aquellos que de una manera sean afectados. Es decir, el simple hecho de preparar a los QFB con un perfil meramente tecnológico no ayudará a la sociedad mexicana en su desarrollo, se necesitan científicos mejor preparados en los avances científicos y tecnológicos, pero es vital que quien posea este conocimiento sea un ser humano capaz de entender el papel que tiene en la sociedad.

Reflexionar y analizar la historia de la química puede mejorar la formación profesional del QFB, ya que a través del devenir de esta ciencia se evidencian:

a) Las generalizaciones que permitieron unir lo que hasta ese momento parecerían formar dominios separados como ejemplos: química y física se unieron para dar explicación a las partículas subatómicas; química y biología originaron la bioquímica <sup>16</sup>;

b) El impacto que tiene la química en la vida, pues a lo largo de los años las ciencias han entrado en un sistema de normas, valores, estándares de calidad e intereses <sup>25</sup> con lo que se ha construido un puente bidireccional: sociedad-ciencia, ciencia-sociedad.

La función de la historia de la química cobra valor debido a que la sociedad ha colocado tanto a la ciencia como a la tecnología como pilares de su desarrollo cultural, equidad y justicia <sup>25</sup> por lo que es imprescindible analizar el contexto en el que se dan estos conocimientos. Es decir, ya no se les puede ver solamente como intelectualismos puros, sino como la convergencia (en el joven científico) de varios factores externos: religión, política, economía, etc. e internos como su formación, sus paradigmas. La HQ puede ayudar a resaltar todos estos factores, pues pone en evidencia lo humano del conocimiento científico.

Y, finalmente, la historia de la química muestra el verdadero génesis del conocimiento científico, ya que se tiene la idea falsa de que éste se ha construido por azar y, sobre todo, por sabios cuya inspiración innata hizo que prescindiera del trabajo en equipo <sup>1</sup>.

Por todas las razones anteriores, el QFB debe tener un esbozo sobre la historia de la química, pues no solamente interesa egresar a alumnos expertos en farmacia, en clínica, en química orgánica, etc. sino ciudadanos comprometidos con su sociedad. La historia de la química ayuda a los alumnos a entender que sus acciones repercutirán tarde o temprano en la sociedad por tal motivo su contextualización es un rubro que no se puede omitir en su formación.

### **III. OBJETIVOS**

#### Objetivo General

Describir la percepción que tienen los estudiantes de cuarto semestre de la carrera de QFB, sobre la historia de la química en su formación profesional.

## Objetivos particulares

- Determinar la visión que tienen los estudiantes sobre la historia de la química, considerando el bachillerato cursado y el género del estudiante.
- Establecer si el gusto por la historia de la química en cuarto semestre es importante en su formación.
- Evaluar qué tanto se sabe de la historia de la química a través de una batería de preguntas.
- Evaluar la correlación existente entre el nivel de conocimiento de la historia de la química y el gusto por ella.
- Evaluar las sugerencias que se le pide a la población sobre cómo podría ser más interesante la enseñanza de la historia de la química.
- Evaluar la percepción que tienen los alumnos sobre sus conocimientos (nulos, escasos o suficientes) referentes a la HQ.

Nota: Los objetivos antes descritos serán evaluados con dos exámenes: un interpretativo y otro sobre conocimientos.

#### **IV. HIPÓTESIS**

La percepción del conocimiento de la Historia de la Química en la formación profesional de los estudiantes de la carrera de QFB es relevante para población de 4to semestre y, es independiente del género, gusto y bachillerato cursado.

## **V. MATERIAL Y MÉTODOS**

### **A. Tipo de estudio**

Estudio observacional, transversal, retrospectivo.

### **B. Población de estudio**

Alumnos de la carrera de QFB inscritos en el cuarto semestre en el año 2009. Se ha escogido esta población debido a que en el cuarto semestre ya han cursado los cursos generales de química, donde han visto la evolución de esta ciencia.

### **C. Criterios de:**

Inclusión: todos los alumnos de la carrera de QFB inscritos en el cuarto semestre.

## D. Variables

Genero:

Femenino  
Masculino

Bachillerato cursado:

UNAM  
No UNAM

Gusto por la química:

Si  
No

## E. Tratamiento

Estadística descriptiva y análisis por  $X^2$  para demostrar la independencia de las variables estudiadas sobre la opinión de los alumnos de cuarto semestre sobre su percepción de la HQ.

Se definen algunos conceptos para entender mejor el uso de estas herramientas estadísticas<sup>26</sup>:

- Muestreo probabilístico al azar agrupado o por conglomerados. Es el procedimiento de dividir la población en grupos o regiones y extraer una muestra de ellos para representar a la población.
- $X^2$ . Se utiliza estadígrafo para: probar hipótesis acerca de datos de frecuencia, es decir, para comprobar los resultados experimentales obtenidos en forma de frecuencia o proporciones o con frecuencias esporádicas. Y, finalmente, se usa este estadígrafo para probar las preferencias o pruebas de independencia, llamadas tablas de Contingencia.

## F. Material

Dos cuestionarios impresos, pluma o lápiz, computadora y el software estadístico llamado statgraphics 5.0.

## G. Metodología

Se les pedirá a los alumnos la resolución de dos cuestionario: uno contendrá preguntas sobre sus conocimientos de la HQ, es decir reactivos que permitan evaluarla; y el otro cuestionario estará diseñado para analizar la percepción de los

alumnos sobre el tema; de este cuestionario se elegirán las preguntas que sólo se ciñan a las respuestas “sí o no” para que posteriormente estos reactivos sean tratados con la herramienta estadística statgraphics 5.0. Ambos cuestionarios tendrán una duración máxima de 30 minutos. Los cuestionarios no deberán llevar su nombre ni su número de cuenta, sólo los siguientes datos: semestre que se cursa, género, procedencia del bachillerato, indicando únicamente si procede de una escuela de la UNAM ya sea incorporada o de alguna Preparatoria o CCH, o de otra institución.

### **Cuestionario interpretativo sobre la percepción de la Historia de la Química**

1. ¿Qué entiendes por historia de la química?
2. ¿Te gusta la historia de la química? ( sí o no, y por qué)
3. ¿Consideras importante la historia de la química como parte de tu formación profesional? ( sí o no, y por qué)
4. Consideras a la historia de la química como un conjunto de (señálalo): a) anécdotas, b) biografías, c) chismes, d) sucesos azarosos, e) sucesos relacionados con los gobiernos.
5. Crees que tus conocimientos en la historia de la química son (señálalo): a) nulos, b) escasos, c) suficientes.
6. ¿Consideras necesario eliminar del plan de estudios los temas referentes a la historia de la química?
7. ¿Crees pertinente llevar una materia como tal (incluida en el plan de estudios) sobre la historia de la química?
8. ¿Crees que haya una relación entre tu conocimiento de la historia de la química y el gusto que tienes por ella?
9. Desde que entraste a la licenciatura de QFB, hasta ahora, ¿ ha aumentado o disminuido tu gusto por la historia de la química?
10. ¿Crees, tú, que la historia de la química te ayudaría a comprender mejor la química y, en especial, los temas referentes a tu profesión?

### **Cuestionario sobre conocimientos de la historia de la química**

¿Quién usó por primera vez el término átomo?

¿Cómo concebía Aristóteles a la materia?

¿Qué buscaban los alquimistas y para qué servía?

La siguiente frase: “la materia no se crea ni se destruye, únicamente se transforma” fue popularizada por \_\_\_\_\_

¿A quién se le considera el padre de la tabla periódica?

¿Autor del principio de Incertidumbre?

Indica el nombre de los autores (as) de los siguientes desarrollos científicos:

- a) Aislamiento del radio
- b) Modelo corpuscular clásico de la luz
- c) Ley de los gases ideales

¿Qué postulaba la teoría del flogisto y quién muestra claramente algunos errores de esta teoría?

Escribe brevemente cuáles fueron los efectos que tuvieron en la sociedad los siguientes eventos científicos <sup>1</sup>:

- a) La teoría de la combustión de Lavoisier
- b) Modelo atómico de Bohr
- c) Identificación de sustancias radioactivas.

¿Quién fue Paracelso?

Escriba algunas de las aportaciones de Pasteur a la ciencia

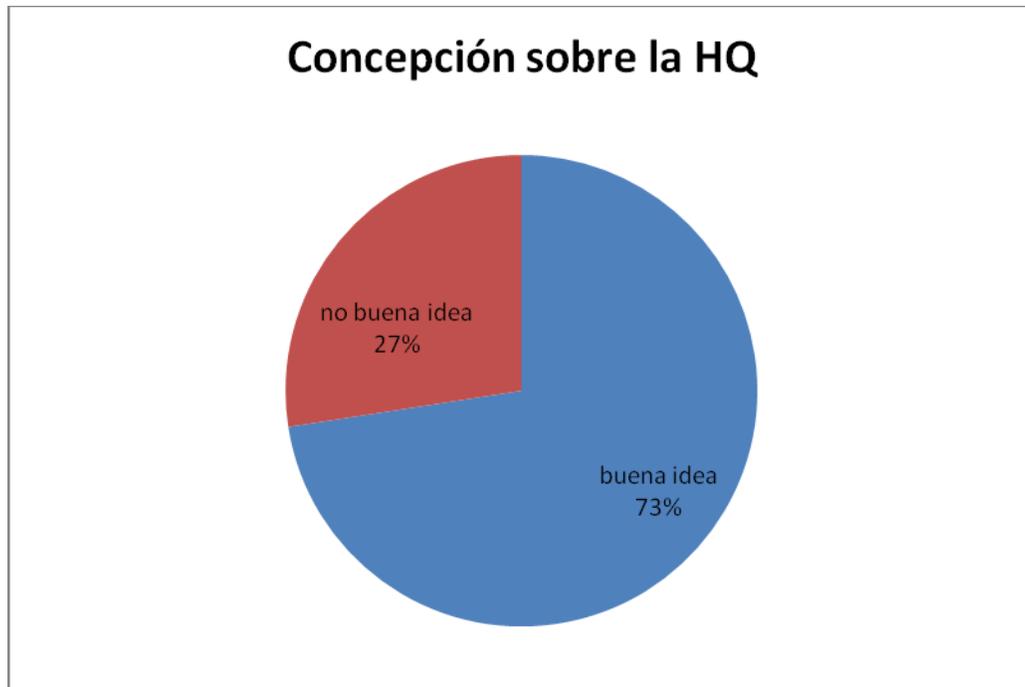
## VI. RESULTADOS

A continuación se presentarán los resultados de los cuestionarios (uno interpretativo y otro de conocimientos) aplicados a 51 alumnos de cuarto semestre de la carrera QFB de la Facultad de Estudios Superiores Zaragoza UNAM, a través de dos estudios:  $X^2$  y estadística descriptiva.

Los primeros resultados que se mostrarán, son los datos manejados desde la estadística descriptiva.

### PREGUNTA 1

De 51 cuestionarios que se aplicaron para conocer cuál es el concepto que tienen los alumnos sobre la HQ, 72.54% tuvieron una idea aceptable sobre el concepto de HQ, y 27.45 % no tuvieron una idea correcta sobre este tema.



**Figura 1**

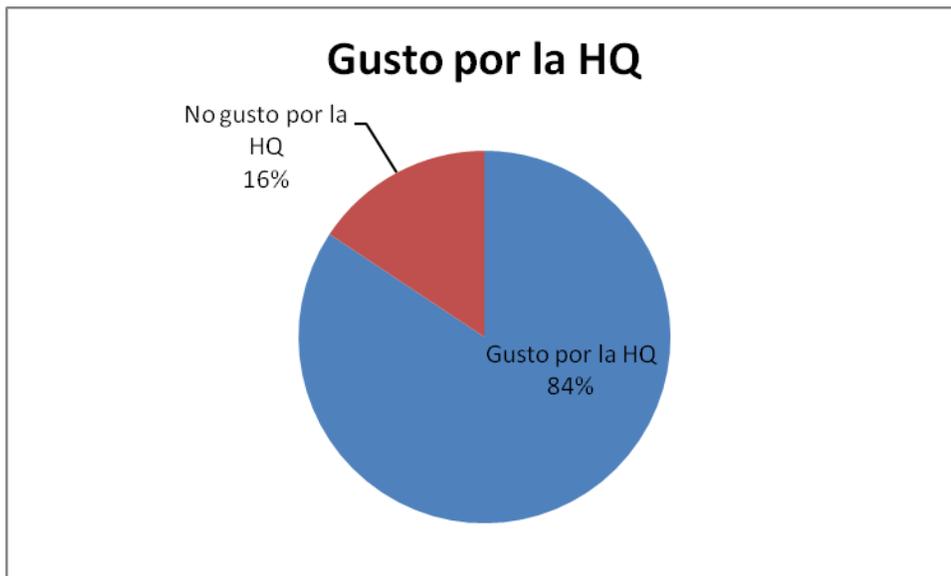
De los 14 alumnos que no tuvieron un buen concepto sobre la HQ, el 86% respondió que si le gustaba, el 14% dijo no gustarle.



**Figura 2**

### PREGUNTA 2

A los 51 alumnos se le preguntó si les gustaba la HQ, el 84% respondió que si, y el 16 % dijo que no.



**Figura 3**

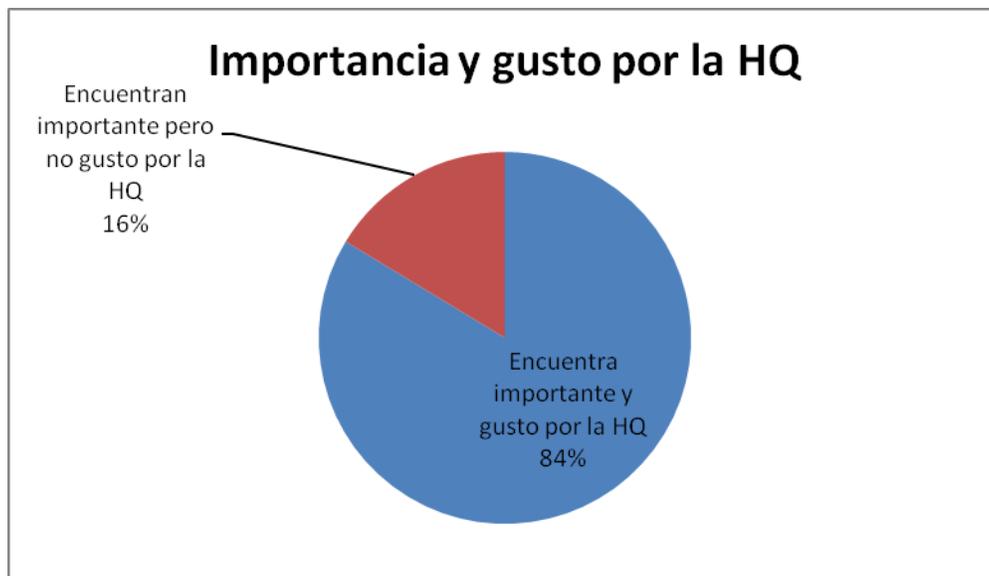
### PREGUNTA 3

Cuando se le preguntó a los alumnos sobre la importancia de la HQ en su formación profesional, 96% la encuentran importante, sólo el 4% no la consideran así.



Figura 4

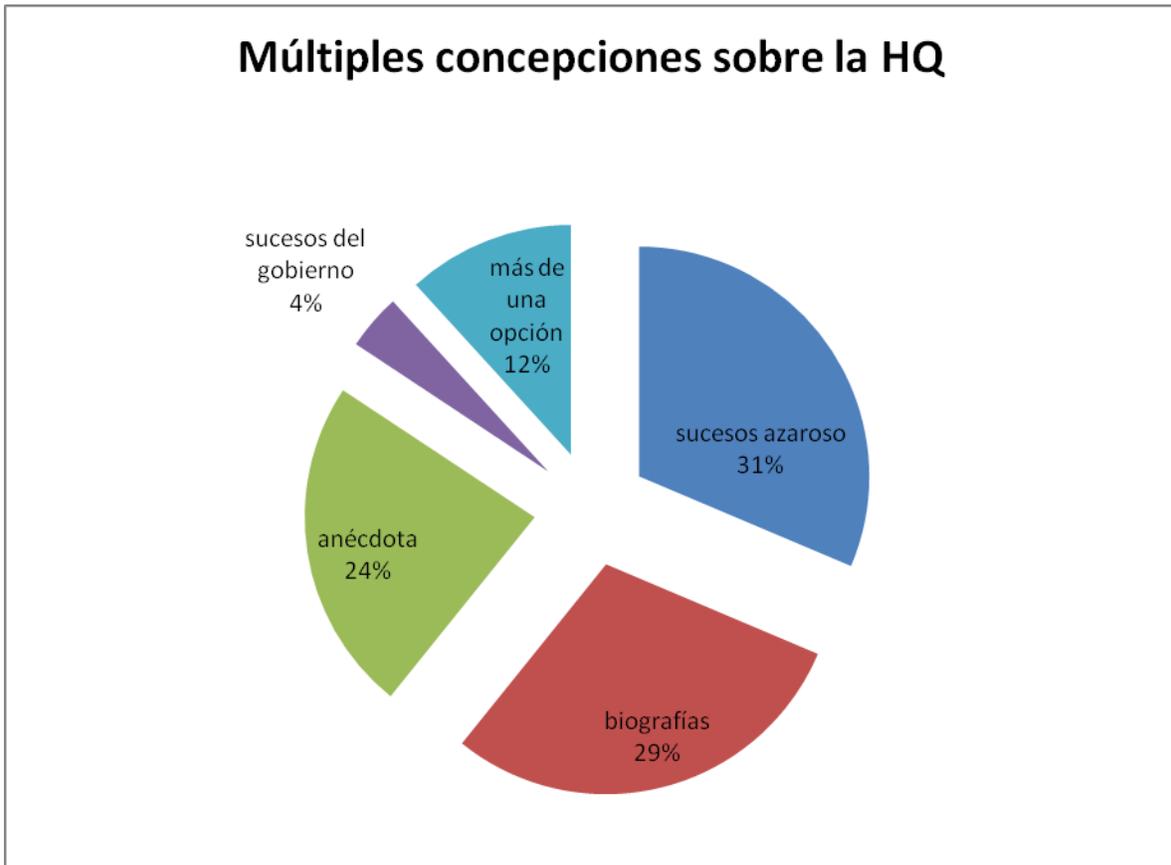
De los 41 alumnos que consideraron importante la HQ en su formación profesional fueron cotejados con la pregunta por el gusto y, los resultados fueron los sigs.:16% ven importante la HQ en su formación pero no gusto, y alrededor de 84% la encuentran importante en su formación y además les gusta.



**Figura 5**

#### PREGUNTA 4

Se les pidió a los alumnos que eligieran una o más opciones para definir a la HQ. Estos son los datos que se obtuvieron: alrededor 31% asoció la HQ con sucesos azarosos; 29% con biografías; 24% con anécdotas; 12% más de una opción y 4% con sucesos del gobierno.



**Figura 6**

## PREGUNTA 5

La pregunta cinco fue también de opción múltiple y con relación a su percepción referente a la HQ; de los 51 alumnos sólo uno no respondió a la pregunta y los otros se distribuyen de la siguiente manera: alrededor del 2% consideraron nulos sus conocimientos, 18% suficientes y 80% escasos.

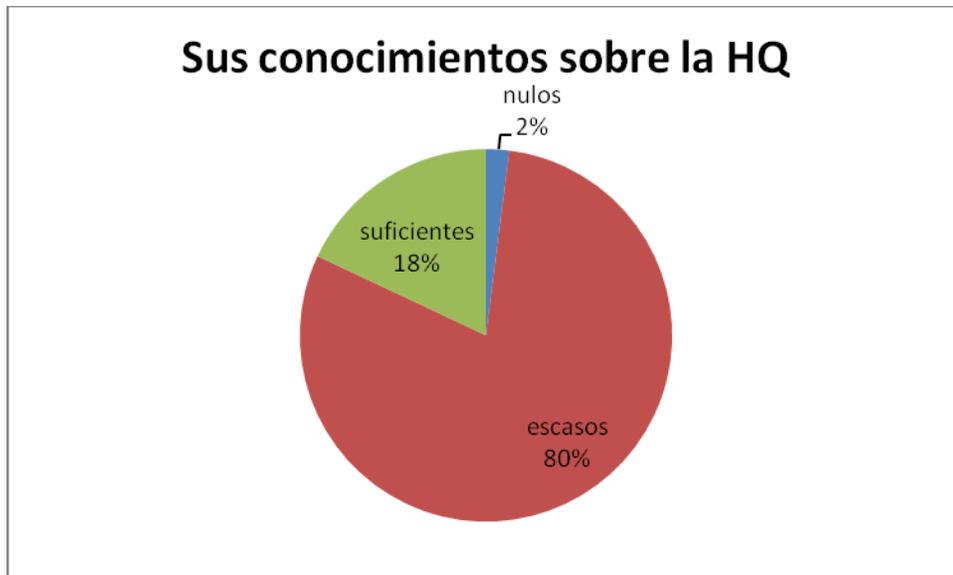
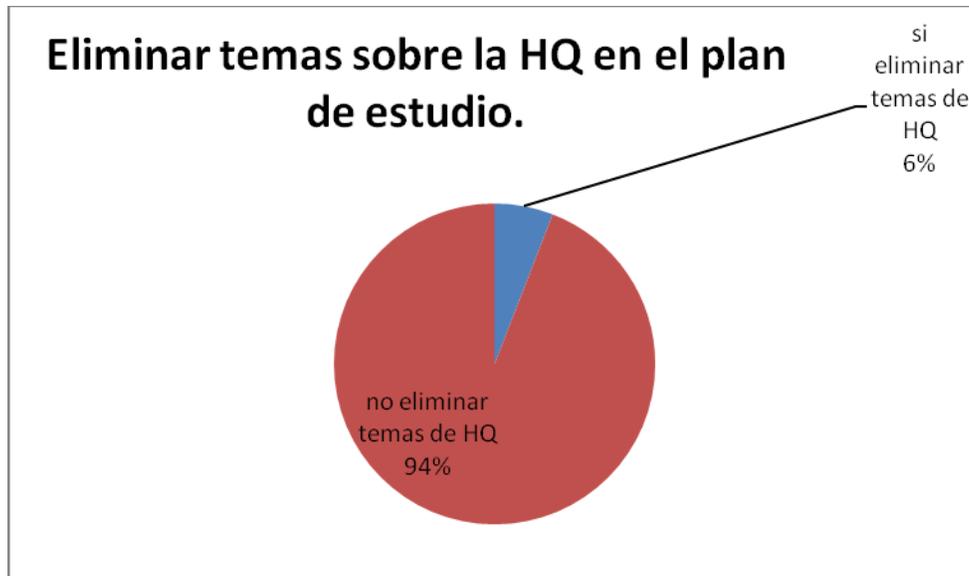


Figura 7

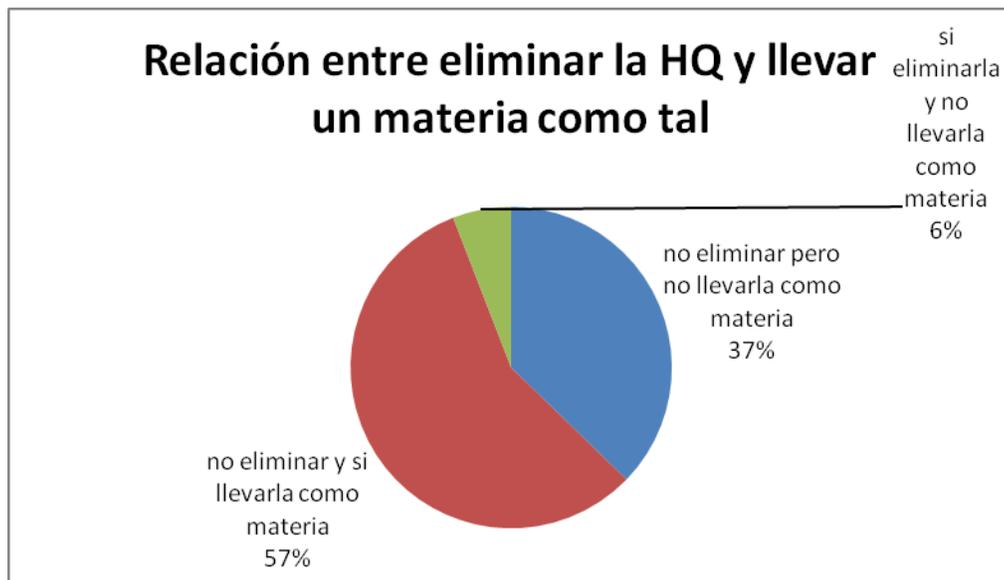
## PREGUNTA 6

Se les preguntó a los alumnos si consideraban pertinente eliminar del plan de estudios los temas relacionados con la HQ y estos fueron los resultados: 94% respondió no a la eliminación y el 6% optó por la eliminación.



**Figura 8**

De los 48 alumnos que eligieron no eliminar los temas de la HQ en los planes de estudios, 57 % respondieron que ven pertinente llevar una materia como tal; y 37 % no les gustaría llevarla como materia. Los restantes tres alumnos, que representan el 6%, ni le gustaría llevarla y si están a favor de eliminar los temas relacionados con la HQ.



**Figura 9**

### PREGUNTA 8

Al preguntarle si alumnos si ellos creen que hay una relación entre la HQ y su gusto por la química, los porcentos fueron los sigs.: 29% no encuentra relación entre su gusto por la química y la HQ, por el contrario el 71% si ve una relación.

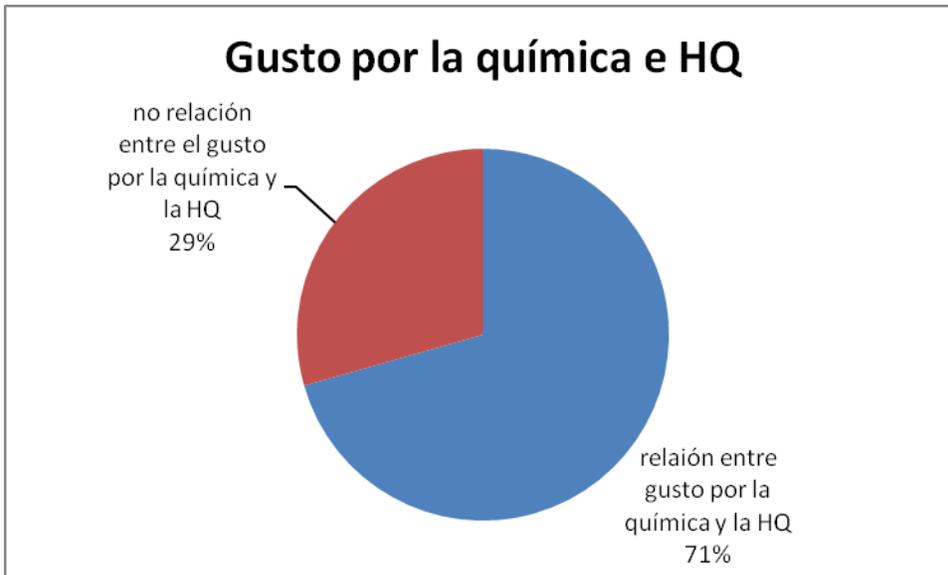
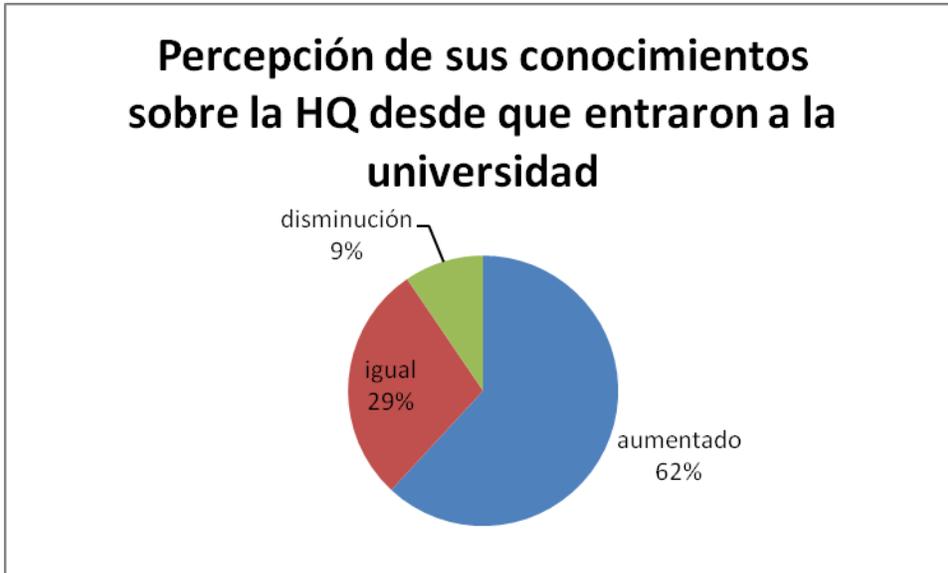


Figura 10

### PREGUNTA 9

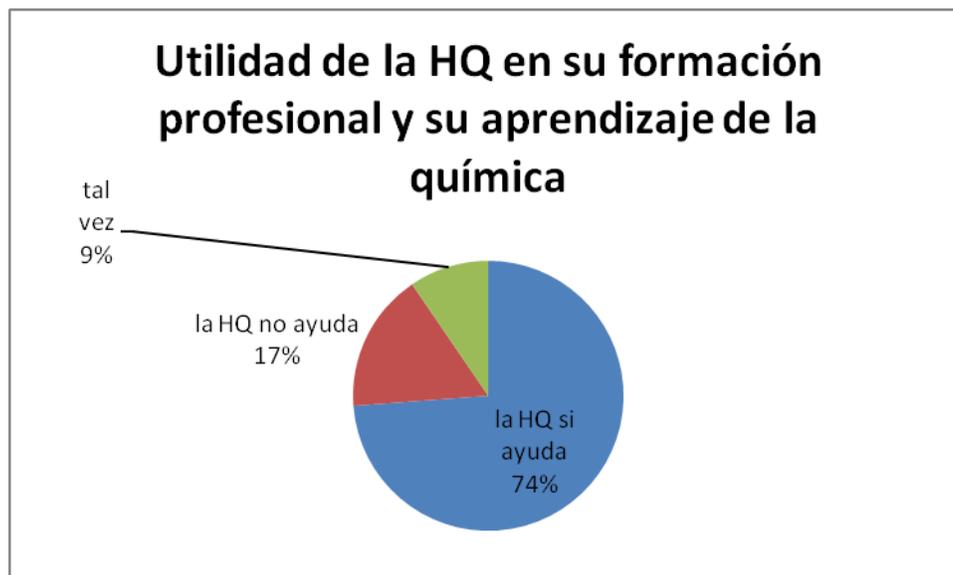
Se les preguntó a los 51 alumnos cuál era su percepción de sus conocimientos sobre la HQ, de estos: 9% ven disminuido sus conocimientos, 29 % consideran igual su nivel de conocimientos y 62% creen un aumento.



**Figura 11**

## PREGUNTA 10

La última pregunta es referente a la percepción que tienen ellos de la HQ como una ayuda en su formación profesional y en sus estudios sobre la química: 9% respondió que tal vez podría significar una ayuda; 17% respondió que no hay tal ayuda y 74% ve en la HQ una ayuda.



**Figura 12**

En esta segunda parte se darán los resultados obtenidos al tratar los datos con un programa llamado statgraphics 5.0, pero sólo para los cuestionarios interpretativos. La herramienta usada en este programa fue la  $X^2$  y, sirvió para determinar si la hipótesis planteada no se rechaza, además a partir de estos resultados se puede inferir qué tanto la HQ se ve afectada por diversos factores.

Fueron tres variables (bachillerato, género y gusto por la HQ) que se utilizaron para determinar si éstas interfieren en la percepción de los alumnos sobre los tópicos referentes a la HQ: gusto, importancia en su formación profesional, el rol que tiene en los planes de estudio, la relación entre su gusto por la ciencia química y la HQ, y si ésta última podría ser una herramienta para que pudieran entender mejor los temas en su carrera.

### PRIMERA VARIABLE

La primera variable fue bachillerato de procedencia (UNAM y NO UNAM) de los estudiantes y los resultados son los siguientes de acuerdo al programa estadístico antes mencionado:

- Para la pregunta dos ¿Te gusta la historia de la química? (si o no, y por qué) del cuestionario interpretativo la hipótesis no se rechaza, es decir hay independencia entre el bachillerato y la pregunta. Pues según el parámetro del programa no se rechaza la hipótesis cuando el valor de P es igual o mayor a 0.1. El resultado fue el siguiente:

Datos:

	pregunta 2		totales
	unam	no unam	
Si	33	11	44
No	5	2	7

---

Chi-Square	Df	P-Value
0.04	1	0.8404
0.00	1	1.0000 (with Yates' correction)

---

Es decir, el bachillerato de procedencia no tiene ninguna relación con el gusto por la química.

- Para la pregunta tres (¿Consideras importante la historia de la química como parte de tu formación profesional? (si o no, y por qué)) del cuestionario interpretativo la hipótesis no se rechaza, es decir hay independencia entre el bachillerato y la pregunta. Pues según el parámetro del programa no se rechaza la hipótesis cuando el valor de P es igual o mayor a 0.1. El resultado fue el siguiente:

Datos

<b>pregunta 3</b>			
	NO		
	UNAM	UNAM	TOTALES
Si	37	11	48
No	1	2	3

---

Chi-Square	Df	P-Value
2.85	1	0.0916
1.01	1	0.3153 (with Yates' correction)

---

Es decir, el bachillerato no es un factor para no considerar a la HQ como parte de su formación profesional.

- Para la pregunta seis (¿Consideras necesario eliminar del plan de estudios los temas referentes a la historia de la química?) del cuestionario interpretativo la hipótesis no se rechaza, es decir hay independencia entre el bachillerato y la pregunta. Pues según el parámetro del programa no se rechaza la hipótesis cuando el valor de P es igual o mayor a 0.1. El resultado fue el siguiente:

<b>pregunta 6</b>			
	NO		
	UNAM	UNAM	TOTALES
Si	1	2	3
No	37	11	48

---

Chi-Square	Df	P-Value
2.85	1	0.0916
1.01	1	0.3153 (with Yates' correction)

---

Es decir no hay una relación entre el bachillerato y la idea de eliminar la HQ del plan de estudios

- Para la pregunta siete (¿Crees pertinente llevar una materia como tal (incluida en el plan de estudios) sobre la historia de la química?) del cuestionario interpretativo la hipótesis no se rechaza, es decir hay independencia entre el bachillerato y la pregunta. Pues según el parámetro del programa no se rechaza la hipótesis cuando el valor de P es igual o mayor a 0.1. El resultado fue el siguiente:

<b>pregunta 7</b>			
	NO		
	UNAM	UNAM	TOTALES
si	21	8	29
no	17	5	22

-----		
Chi-Square	Df	P-Value
-----		
0.16	1	0.6933
0.00	1	0.9442 (with Yates' correction)

---

Es decir, no hay relación entre el bachillerato y la idea de llevar una material como HQ.

- Para la pregunta ocho (¿Crees que haya una relación entre tu conocimiento de la historia de la química y el gusto que tienes por ella?) del cuestionario interpretativo la hipótesis no se rechaza, es decir hay independencia entre el bachillerato y la pregunta. Pues según el parámetro del programa no se rechaza la hipótesis cuando el valor de P es igual o mayor a 0.1. El resultado fue el siguiente:

<b>pregunta 8</b>			
	NO		
	UNAM	UNAM	TOTALES
Si	17	9	26
No	21	4	25

Chi-Square	Df	P-Value
2.33	1	0.1273
1.45	1	0.2288 (with Yates' correction)

Es decir, no hay relación entre el gusto por la química, haciendo referencia a la HQ y es independiente del bachillerato cursado.

- Para la pregunta diez (¿Crees, tú, que la historia de la química te ayudaría a comprender mejor la química y, en especial, los temas referentes a tu profesión?) del cuestionario interpretativo la hipótesis no se rechaza, es decir hay una independencia entre el bachillerato y la pregunta. Pues según el parámetro del programa no se rechaza la hipótesis cuando el valor de P es igual o mayor a 0.1. El resultado fue el siguiente:

pregunta 10			
NO			
	UNAM	UNAM	TOTALES
Si	23	6	29
No	4	2	6

Chi-Square	Df	P-Value
0.45	1	0.5020
0.02	1	0.8908 (with Yates' correction)

Es decir no hay relación entre el bachillerato y la creencia de que podría significar una ayuda el estudio de la HQ en su forma de percibir a la química y su profesión.

### SEGUNDA VARIABLE

La segunda variable fue el género (femenino o masculino) de los estudiantes y los resultados son los siguientes de acuerdo al programa estadístico antes mencionado:

- Para la pregunta dos (¿Te gusta la historia de la química? (si o no, y por qué)) del cuestionario interpretativo la hipótesis no se rechaza, es decir hay independencia entre el género y la pregunta. Pues según el parámetro del programa no se rechaza la hipótesis cuando el valor de P es igual o mayor a 0.1. El resultado fue el siguiente:

	pregunta 2		Totales
	F	M	
Si	25	20	45
No	3	3	6

-----			
Chi-Square	Df	P-Value	
-----			
0.07	1	0.7973	
0.00	1	1.0000 (with Yates' correction)	
-----			

Es decir, el género no tiene ninguna relación con el gusto por la química.

- Para la pregunta tres (¿Consideras importante la historia de la química como parte de tu formación profesional? (si o no, y por qué)) del cuestionario interpretativo la hipótesis no se rechaza, es decir hay una independencia entre el género y la pregunta. Pues según el parámetro del programa no se rechaza la hipótesis cuando el valor de P es igual o mayor a 0.1. El resultado fue el siguiente:

	pregunta 3		TOTALES
	F	M	
Si	26	22	48
No	2	0	2

-----			
Chi-Square	Df	P-Value	
-----			
1.64	1	0.2007	

0.31      1      0.5806 (with Yates' correction)

-----

Es decir, el género no es un factor para no considerar a la HQ como parte de su formación profesional.

- Para la pregunta seis (¿Consideras necesario eliminar del plan de estudios los temas referentes a la historia de la química?) del cuestionario interpretativo la hipótesis se rechaza, es decir no hay independencia entre el género y la pregunta. Pues según el parámetro del programa se rechaza la hipótesis cuando el valor de P es igual o mayor a 0.1. El resultado fue el siguiente:

	pregunta 6		TOTALES
	F	M	
Si	1	21	22
No	27	2	29

-----

Chi-Square	Df	P-Value
39.62	1	0.0000
36.13	1	0.0000 (with Yates' correction)

-----

Es decir si hay una relación entre el género y la idea de eliminar la HQ del plan de estudios

- Para la pregunta siete (¿Crees pertinente llevar una materia como tal incluida en el plan de estudios sobre la historia de la química?) del cuestionario interpretativo la hipótesis no se rechaza, es decir hay una independencia entre el género y la pregunta. Pues según el parámetro del programa no se rechaza la hipótesis cuando el valor de P es igual o mayor a 0.1. El resultado fue el siguiente:

	Pregunta 7		TOTALES
	F	M	
Si	14	14	28
No	14	9	23

---

Chi-Square	Df	P-Value
0.60	1	0.4376
0.24	1	0.6217 (with Yates' correction)

---

Es decir, no hay relación entre el género y la idea de llevar una material como HQ.

- Para la pregunta ocho (¿Crees que haya una relación entre tu conocimiento de la historia de la química y el gusto que tienes por ella?) del cuestionario interpretativo la hipótesis no se rechaza, es decir hay una independencia entre el género y la pregunta. Pues según el parámetro del programa no se rechaza la hipótesis cuando el valor de P es igual o mayor a 0.1. El resultado fue el siguiente:

	pregunta 8		TOTALES
	F	M	
si	17	18	35
no	10	5	15

---

Chi-Square	Df	P-Value
1.38	1	0.2394
0.75	1	0.3860 (with Yates' correction)

---

Es decir, no hay relación entre el género y la idea de eliminar los temas relacionados con la HQ.

- Para la pregunta diez (¿Crees, tú, que la historia de la química te ayudaría a comprender mejor la química y, en especial, los temas referentes a tu profesión ) del cuestionario interpretativo la hipótesis no se rechaza, es decir hay una independencia entre el género y la pregunta. Pues según el parámetro del programa no se rechaza la hipótesis cuando el valor de P es igual o mayor a 0.1. El resultado fue el siguiente:

	pregunta 10		TOTALES
	F	M	
Si	16	15	31
No	2	3	5

-----			
Chi-Square	Df	P-Value	
-----			
0.23	1	0.6299	
0.00	1	1.0000 (with Yates' correction)	
-----			

Es decir no hay relación entre el género y la creencia de que podría significar una ayuda el estudio de la HQ en su forma de percibir a la química y su profesión.

### TERCERA VARIABLE

La tercera variable fue el gusto (sólo los que contestaron afirmativamente se tomaron en cuenta) de los estudiantes y los resultados son los siguientes de acuerdo al programa estadístico antes mencionado:

- Para la pregunta tres (¿Consideras importante la historia de la química como parte de tu formación profesional? (si o no, y por qué) )del cuestionario interpretativo la hipótesis no se rechaza, es decir hay independencia entre el gusto por la HQ y la pregunta. Pues según el parámetro del programa no se rechaza la hipótesis cuando el valor de P es igual o mayor a 0.1. El resultado fue el siguiente:

	pregunta 3		TOTALES
	GUSTO	NO GUSTO	
si	41	5	46
no	2	0	2

---

Chi-Square	Df	P-Value
0.24	1	0.6223
0.00	1	1.0000 (with Yates' correction)

---

- Para la pregunta seis (¿Consideras necesario eliminar del plan de estudios los temas referentes a la historia de la química? )del cuestionario interpretativo la hipótesis no se rechaza, es decir hay independencia entre el gusto por la HQ y la pregunta. Pues según el parámetro del programa no se rechaza la hipótesis cuando el valor de P es igual o mayor a 0.1. El resultado fue el siguiente:

	pregunta 6		TOTALES
	GUSTO	NO GUSTO	
si	1	1	2
no	42	4	46

---

Chi-Square	Df	P-Value
3.50	1	0.0612
0.48	1	0.4904 (with Yates' correction)

---

Es decir, no hay relación entre el gusto por la química y la idea de eliminar los temas relacionados con la HQ en los planes de estudios.

- Para la pregunta siete (¿Crees pertinente llevar una materia como tal (incluida en el plan de estudios) sobre la historia de la química? )del cuestionario interpretativo la hipótesis se rechaza, es decir hay una independencia entre el gusto por la HQ y la pregunta. Pues según el parámetro del programa no se rechaza la hipótesis cuando el valor de P es igual o mayor a 0.1. El resultado fue el siguiente:

	pregunta 7		TOTALES
	GUSTO	NO GUSTO	
si	27	2	29
no	15	3	18

-----			
Chi-Square	Df	P-Value	
-----			
1.12	1	0.2910	
0.32	1	0.5691 (with Yates' correction)	
-----			

Es decir, no hay una relación entre el gusto por la química y la idea de llevar una materia como HQ.

- Para la pregunta ocho ( ¿Crees que haya una relación entre tu conocimiento de la historia de la química y el gusto que tienes por ella? ) del cuestionario interpretativo la hipótesis no se rechaza, es decir hay una independencia entre el gusto por la HQ y la pregunta. Pues según el parámetro del programa no se rechaza la hipótesis cuando el valor de P es igual o mayor a 0.1. El resultado fue el siguiente:

	pregunta 8		TOTALES
	GUSTO	NO GUSTO	
si	30	4	34
no	13	1	14

---

Chi-Square	Df	P-Value
0.23	1	0.6338
0.00	1	1.0000 (with Yates' correction)

---

Es decir, no hay relación entre el gusto por la química y la HQ.

- Para la pregunta diez (¿Crees, tú, que la historia de la química te ayudaría a comprender mejor la química y, en especial, los temas referentes a tu profesión? ) del cuestionario interpretativo la hipótesis no se rechaza, es decir hay una independencia entre el género y la pregunta. Pues según el parámetro del programa no se rechaza la hipótesis cuando el valor de P es igual o mayor a 0.1. El resultado fue el siguiente:

	pregunta 10		TOTALES
	GUSTO	NO GUSTO	
si	27	2	29
no	5	1	6

---

Chi-Square	Df	P-Value
0.61	1	0.4365

---

0.00      1      1.0000 (with Yates' correction)

-----

Es decir, no hay relación entre el gusto por la química y la creencia de que el estudio por la HQ podría ayudar en el aprendizaje de la química misma.

## VII. ANÁLISIS DE RESULTADOS

Acotaciones: a continuación se analizarán los datos arrojados de los cuestionarios que se aplicaron a los alumnos de cuarto semestre de la carrera de QFB. Se hacen las aclaraciones que su aplicación estuvo delimitada por un lapso relativamente pequeño debido a que los alumnos fueron encuestados durante sus clases. Solamente se les permitieron quince minutos para contestarlo. De igual manera, algunos cuestionarios y/o preguntas fueron anulados ya que sus respuestas no estaban dentro de las indicaciones que se les dieron. La población total de encuestados fue de 51 alumnos, de éstos 28 son mujeres y 23 hombres.

### CUESTIONARIO INTERPRETATIVO

Con base a lo antes mencionado se hará el análisis de cada una de las preguntas del cuestionario interpretativo, resaltando la opinión de los alumnos y la población que la sustenta; además, se concatenarán las respuestas de algunas preguntas, pues están íntimamente relacionadas, dando con ello un panorama más completo. Y, al final se tratará de dar una explicación usando los datos obtenidos de los cuestionarios.

#### PREGUNTA UNO

Para la pregunta **número uno**: ¿Qué entienden por HQ?

Como se puede ver en los gráficos (figura 1) 37 alumnos, tienen una idea más clara del concepto de la HQ, y los otros 14 alumnos (27%), al parecer tiene un concepto no cercano a lo que defina la historia de la química. Se podría pensar que el gusto hacia algo podría significar tener una mejor concepción del tema, en este caso de los 14 alumnos que no tuvieron una idea correcta de la HQ, sólo dos contestaron que no les gustaba la HQ. Los otros 12 sí tienen gusto pero tiene una deficiente idea sobre su definición. (Ver figura 2).

De las concepciones que se tienen sobre la HQ sobresalen las siguientes: la consideran como acontecimientos, antecedentes de la química, sucesos,

muchos escribieron que son las contribuciones, las bases y los inicios. Así también se mencionó que la HQ es la evolución de esta ciencia. Resumiendo se tiene una imagen buena, pues la mayoría de los alumnos, alrededor del 73% respondieron satisfactoriamente, no obstante la población total no consideró que en la actualidad la HQ se esté haciendo. Es decir, los alumnos no creen que hoy, en este momento se esté haciendo historia de una ciencia. Esta omisión es muy importante porque los alumnos conceptualizan a la química como un conocimiento acabado, y no como un proceso. Si ellos supieran que cualquier historia, llámase de química, física, biología, etc., se está construyendo y que, por tal motivo, su desempeño puede significar el cambio o la redirección en las teorías científicas, los alumnos se sentirían más comprometidos con su disciplina.

### PREGUNTA DOS

En el caso de **la pregunta dos** -la cual será un parámetro decisivo para este análisis- se encuentran datos muy interesantes referentes al tema y, sobre todo, indican si hay una relación entre su gusto y el sustento para ello. Afortunadamente la mayoría de los alumnos respondieron un cierto gusto por la HQ, pero el sustento de éste no fue plasmado en el cuestionario sobre conocimientos de este tópico, al finalizar el análisis de resultados se profundizará más en este último, sólo basta con tener presente que esta pregunta habría tenido más valor si se hubieran obtenido calificaciones aprobatorias en el cuestionario de conocimientos.

La pregunta dice: ¿te gusta la historia de la química (sí o no, y por qué). En este caso se obtuvo que 43 alumnos, o sea, el 84 % contestaron sí tener gusto por la HQ; sólo 8 alumnos respondieron negativamente (ver figura 3). Las respuestas afirmativas estuvieron sustentadas con los siguientes argumentos: alumnos le gusta la HQ ya que es interesante, son los antecedentes, el origen de la química, los fundamentos, contribuciones y los principios (no como leyes sino como etapas) de ésta. En general se puede decir que los alumnos sí logran ver a la química como una ciencia con un pasado y, lo más importante, ven en la HQ las bases de los conocimientos actuales. Esto significa que la mayoría de los alumnos no ve con disgusto y sin importancia a la HQ, pues contestaron que en ese período (porque como ya se ha analizado en la pregunta anterior, los alumnos consideran algo ya terminado a la HQ) se encuentran las bases y los cómo de las teorías que actualmente se tienen sobre la materia y su estudio.

Por otra parte los alumnos que respondieron negativamente, al rededor del 15% (ver figura 3) sustentan su no gusto debido a que nunca les ha gustado la historia, pues significa una pérdida de tiempo, algo sin valor y algo que no impacta en su conocimiento. Si bien es cierto que es un número reducido es

importante resaltar que estos alumnos no logran percibir el aporte y lo significativo del proceso evolutivo de la química. Esto puede ser debido a muchos factores: la denostación que ha tenido el estudio histórico de las ciencias, la pésima forma de enseñarla como: meros datos memorísticos, situaciones azarosas, biografías que resaltan la erudición de los científicos y no la contextualización del momento histórico-científico, etc. pero sobre todo, estos alumnos encuentran (con base a sus respuestas de todas las preguntas) a la HQ como algo fútil debido a la concepción pragmática de las ciencias, donde lo que importa es la aplicación, la reducción de la ciencia a la tecnología y, la falsa idea de una ciencia alejada y protegida de toda influencia: política, sociedad, economía, etc. Ese falso paraíso (en el cual el científico está por arriba de toda turbulencia) se convierte en un arma para reprimir la imaginación de los alumnos; la importancia que tiene la historia de su ciencia como muestra fehaciente de que a lo largo de la historia del hombre siempre ha habido una bidirección entre ciencia y sociedad y lo más importante que usando el argumento anterior el alumno cree cabalmente que sus acciones no tendrán un impacto en la sociedad. Con este tipo de pensamientos se corre el riesgo de preparar alumnos menos comprometidos con su sociedad y con su medio ambiente.

### PREGUNTA TRES

En el caso de **la pregunta tres**: ¿Consideras importante la historia de la química como parte de tu formación profesional? 49 alumnos, o sea, alrededor del 96% (ver figura 4) respondieron afirmativamente a esta pregunta. De esta población, 41 alumnos, alrededor de 84% respondieron previamente que si les gustaba la HQ y, los 8 alumnos restantes, 16 %, habían respondido que no les gustaba, pero sí la consideran importante en su formación (ver figura 5). Tanto los alumnos que sí les gusta la HQ como a los que no les gusta, explicaron que la importancia de este conocimiento radica en que los ayuda a comprender, a fortalecer y a analizar los antecedentes de la química. Además al leer sus respuestas se puede inferir la idea de que la HQ es la parte cultural de su formación, si bien es cierto esto, no deja de ser el concepto común y muy antiguo de que la historia de cualquier disciplina representa sólo eso. Aun así hay alumnos con la idea de ver en la HQ los antecedentes del conocimiento actual, y agregaron algo, que puede ser muy significativo, el estudio de la historia de esta ciencia les ayudaría a comprender cómo han trabajado los científicos.

Sólo dos personas respondieron negativamente a la pregunta y por tanto consideran que la HQ no es fundamental para su formación, además ambos alumnos ya habían mostrado su renuencia para este estudio. Es decir, hay de cierta manera una concordancia. Ellos adujeron que la HQ aparta al alumno de

las nuevas tecnologías y de los avances, es decir para estos alumnos el estudio de la HQ se convierte en un ornato.

#### PREGUNTA CUATRO

La pregunta **número cuatro** fue de opción múltiple y fue referente a los diversos conceptos que se tienen de la HQ. (Ver figura 6). De los 51 alumnos encuestados 16 alumnos, (31%), subrayaron la opción de “D” que hace referencia la HQ con “sucesos azarosos” es decir, supeditados a la suerte y no al esfuerzo de los científicos. Después (en orden de mayor a menor cantidad de alumnos que eligieron una opción) 15 alumnos (25%) optaron por asociar la HQ con las biografías. Es importante esta respuesta porque podría significar el medio por el cual el alumno se acercaría a la HQ, no obstante las biografías deberían resaltar el contexto social y los antecedentes del conocimiento que trabajaba el científico, resaltando el esfuerzo y el estudio. Pero se debe cuidar la manera de presentar las biografías pues a veces se categoriza a los científicos como genios.

Las biografías se convertirían en una manera amigable de enseñar la HQ, siempre y cuando estén muy alejadas de esas que están llenas de fechas y de situaciones muy azarasas. Nadie olvida que hay cosas que están fuera del control directo del hombre, pero también es cierto que los conocimientos de los científicos jugaron un papel preponderante para el descubrimiento o teoría que se estaba formulando.

Doce alumnos (24%) optaron por concatenar a la HQ con el anecdotario de la ciencia. A veces se consideran las singularidades del conocimiento científico como algo lleno de comicidad o curiosidad. Pensar que dicho conocimiento no siempre es solemnidad ayudaría a un acercamiento de la gente a éste, pero no se puede tampoco reducir la historia a un puñado de sucesos llenos de comicidad y de singularidad, ya que se habrá perdido el rumbo de la historia, pues en sus páginas se encuentra la prueba fehaciente de que la singularidad de los sucesos, que marcan a una historia, son casi irrepitibles por su calidad de contingencias. Lo anecdótico tendría que mostrar necesariamente que las circunstancias jugaron el papel más importante.

Sólo dos alumnos (4%) eligieron la opción “E” la cual relaciona la HQ con sucesos relacionados con los gobiernos. Se puede destacar de esta repuesta que muy pocos estudiantes consideran relevante la intromisión de la política en el campo de la ciencia. Siendo que los regímenes políticos son los que determinan los presupuestos, es decir, la educación está delimitada por las políticas públicas de los gobernantes. La ciencia no puede considerarse como algo inmune a la vida social y política de un país, creer esto significaría un error, pues se estaría

pasando por alto las limitaciones que impone el gobierno a temas de actualidad como lo es la biotecnología, el uso de ciertas sustancias; etc. además como ya se escribió los gobiernos son los que evalúan las necesidades económicas de la institución educativa.

La HQ muestra la injerencia y la importancia de los gobiernos en el desarrollo de las ciencias. La química a lo largo de su desarrollo y de su actual papel en la sociedad estará relacionada con las políticas-públicas de una nación, debido a su impacto tanto social (medicamentos, transporte, insumos para la manufactura) como ecológico (derrame, uso, abuso de sustancias).

No hubo alumnos que eligieran asociar HQ con chismes. Parece ser que los alumnos consideran el devenir de esta ciencia con cierta veracidad. Lo que se debe resaltar de este punto es que los alumnos no deben creer ciegamente en la historia de cualquier ciencia, pues se sabe que los historiadores, por más neutralidad que quieran mostrar, siempre habrá un interés personal y con ello se matiza el estudio de cierta etapa de la HQ.

Finalmente, hubo 6 alumnos (alrededor del 12%) que eligieron varias opciones. Consideran a la HQ con sucesos azarosos, biografías y con el gobierno, lo cual representa una conceptualización más amplia de la HQ y menos cerrada. Es, para ellos, un conglomerado de situaciones. Se habría esperado que más alumnos hubieran respondido varias opciones, pues esto indicaría, de cierta manera, una idea de contingencia en sus conocimientos. Los alumnos al elegir más de un opción estarían entendiendo la no unilateralidad de su conocimientos.

#### PREGUNTA CINCO

La **pregunta 5** estuvo relacionado con la idea que tienen los alumnos sobre sus conocimientos en la HQ ya sean nulos, escasos o suficientes. Lo sobresaliente de esta pregunta es que 40 alumnos, o sea, el 80%, (figura 7) respondieron que encuentran escasos sus conocimientos en la HQ. Lo que representa mucha sinceridad, y una buena autoevaluación sobre los conocimientos que tienen sobre el tema. Un sólo alumno (2%) dijo que sus conocimientos eran nulos y 9, (18%) dijeron que eran suficientes. Un alumno no respondió a la pregunta.

#### PREGUNTA SEIS

Para la **pregunta 6**: de si consideraban pertinente eliminar del plan de estudios los temas referentes a la HQ; 48 alumnos respondieron que no, y 3 respondieron que sí, es decir, 94% y 6 % respectivamente (Ver figura ocho). Los

alumnos que respondieron no a la eliminación de estos temas, argumentaron que en la HQ se encuentran las bases de sus conocimientos, el origen, los antecedentes y la importancia histórica de su ciencia. Con estas respuestas se puede inferir que los alumnos sí consideran los temas relacionados con la HQ como importantes en su formación, pues en ellos ven los orígenes de las teorías, leyes y experimentos que estudian, además, argumentaron que gracias a dichos conocimientos la importancia de su carrera, en la actualidad, se ve más evidente.

Sólo tres alumnos respondieron que sí deberían eliminarse del plan de estudio los temas relacionados con la HQ. Sus respuestas fueron reiterativas, en el contexto de que ellos consideran que el llevar materias de esta índole los aleja de las vanguardias tecnológicas. Ellos piensan que no se le están dando las actualizaciones en aparatos y sistemas electrónicos; así como lo último en el análisis químico. Resumiendo, estudiar materias de tipo social, los comprometería más con otras actividades que con los avances electrónicos en el campo de la química.

#### PREGUNTA SIETE

La **pregunta 7** (si creen pertinente llevar una materia como HQ dentro de su formación profesional) fue analizada junto con la pregunta 6, y el resultado fue contrastante. (Ver figura 9). Pues de los 48 alumnos que respondieron que no deberían eliminarse los temas relacionados con la HQ, 19 alumnos, alrededor del 37%, respondieron que no creen necesario llevarla como materia, sus argumentos son los siguientes: la carrera es muy pesada y agregarle una materia representaría más trabajo; sería mejor que se diera en el semestre cero; o que se diera durante la impartición de las materias ya sea como una unidad o como la parte introductoria de los temas. Esto último parece ser una buena opción porque contextualizaría el conocimiento. De tal manera que a pesar de que estos alumnos consideran relevante el HQ no están dispuestos a llevar una materia más, pero sí ofrecen alternativas para su estudio, es decir, hay la disposición por parte de ellos.

A esta población se deben sumar los tres alumnos, (6%), que estuvieron a favor de la eliminación de los temas referentes a la HQ. Los argumentos de estos alumnos fueron contundentes y reiterativos: estudiar temas como la HQ significa desperdicio de tiempo, sería un pretexto para no dar actualizaciones de equipos y es un conocimiento que no tiene aplicación.

Por otra parte 29 alumnos (57%) contestaron que sería conveniente llevar una materia como HQ ya que significaría estudiar los orígenes de la química, su importancia con respecto a otras ciencias y, sobretodo, encuentran el estudio de la química como algo necesario en su formación profesional. No obstante, estos

alumnos consideran crucial quién debería impartir la materia, por lo cual, el papel del maestro, según ellos, es la motivación o el desencanto para estudiar HQ, ya que han visto que cuando se les ha dado este tipo de clases, a veces, se han vuelto monótonas por la forma en que la presenta el maestro.

Este argumento debe considerarse en especial pues da tempranamente la explicación de la renuencia de los alumnos cuando han tenido que estudiar alguna historia. Es en verdad cierto que muchas veces el maestro ha hecho el estudio histórico un dolor de cabeza, porque solamente se buscan las fechas, la memorización, lo sobresaliente, la tendencia a la que el maestro esté unido, es decir, no hay una historiografía del tema a tratar. La historia ya sea de una ciencia o por sí misma no puede convertirse en algo de ornato y con ello llegar a la aburrición, o ser meramente un cultismo. La historia de la química como las otras ciencias, debe tener una aplicación en el presente, pero tampoco puede ser la ratificadora de un sólo punto de vista o de una escuela. La historia de las ciencias muestra cómo se ha construido y cómo se construye el conocimiento científico, además revela el status de contingencia de los conocimientos científicos.

#### PREGUNTA OCHO

En esta pregunta (si existe relación entre su gusto por la química y la HQ) 36 alumnos -alrededor del 71%- respondieron afirmativamente, (ver figura 10), pues argumentan que en la historia de esta ciencia vieron cómo se fue construyendo la actual química. De entre las tantas respuestas algo en común es la concepción que tienen los alumnos acerca de lo motivante que fueron los experimentos cruciales, la construcción de la tabla periódica, los alquimistas y las biografías. Explican los alumnos que durante sus estudios previos a la universidad pudieron ver en los cursos, cómo se gestó la química, lo cual les parece bastante interesante. De todo esto se puede destacar que los alumnos si fueron permeados por la HQ, y no solamente de ésta sino también de las demás disciplinas y esto, para unos cuantos, fue lo que se convirtió en el motor para estudiar la carrera de QFB, es decir, hay un impacto claro de las enseñanzas previas (secundaria y preparatoria) en los alumnos de licenciatura, dado muchas veces por las biografías de los científicos. No obstante, como se ha venido sustentando en esta tesis, si se estudian las biografías como modelos para enseñar historia de las ciencias, no se puede omitir que esos científicos más que ser unos genios fueron y son producto de una convergencia de hechos sociales, económicos, políticos y visiones de la ciencia. Si no se pierden de vista estos rasgos y, se muestran las implicaciones que tienen los trabajos científicos en la sociedad, se podrá ver a la ciencia no como un ente, la cual no puede ser tocada por nada ni nadie, pensarla

así la despojaría de su calidad de producto humano, lo cual es imposible. La ciencia, al igual que muchos otros conocimientos, es un producto humano y como tal debe ser aprendido.

Por otra parte sólo quince -29%- alumnos contestaron que no hay relación entre su gusto por la química y la historia de ésta misma. Ellos fueron motivados por la experimentación y el uso de herramientas, lo otro es prescindible. No se explicita completamente, pero al parecer su gusto está asociado a la tecnología.

### PREGUNTA NUEVE

Para esta pregunta (cuál es su percepción sobre sus conocimientos de la HQ, tomando como referencia su ingreso a la licenciatura hasta la aplicación del cuestionario de esta tesis) también se le ofrecieron a los alumnos opciones: aumentado, igual y disminuido. (Ver figura once) Casi la mitad de los alumnos (26 de 42), 62%, perciben un aumento en sus conocimientos sobre la HQ, contado a partir de su ingreso a la universidad. Doce alumnos optaron por responder que su nivel de conocimiento en este rubro es igual, o sea, el 29%. Cuatro (9%) respondieron sentir una disminución y, nueve alumnos no respondieron. Se puede concluir que en general los estudiantes han sido bastante sinceros cuando se les cuestiona sobre su trayectoria, pero más importante que esto, es la conciencia que tienen sobre la falta de algunos tópicos en su formación, es decir, ellos saben que deben tener si no uno conocimiento profundo si más información al respecto. Los alumnos de la carrera de QFB están haciendo autoevaluaciones de su aprendizaje.

### PREGUNTA DIEZ

Finalmente la pregunta diez que sería, de cierta manera uno de los pilares de esta tesis, se refiere al tema tan complicado de la utilidad de la historia de la química. Específicamente se les preguntó a los estudiantes si ellos creían que la HQ les ayudaría a comprender a la química y a su profesión. Esta pregunta tuvo varias respuestas, aunque se esperaban sólo dos. (Ver figura 12). La primera (31 alumnos) por analizar es aquella en la que los alumno sí ven una ayuda a su formación profesional, pues encuentran en la HQ la construcción del conocimiento científico; los principios y los orígenes de la química y, por consiguiente los fundamentos teóricos con los cuales ellos pueden entender los conceptos y las aplicaciones de esta ciencia. Por otra parte nueve alumnos no respondieron la pregunta. Siete alumnos respondieron no a la ayuda que les puede brindar la HQ

en su formación. Y, los restantes cuatro, concluyeron que tal vez podría significar una ayuda, ya que ésta tiene relación con algunos fundamentos o experimentos.

## **CUESTIONARIO SOBRE CONOCIMIENTOS**

Lamentablemente todos los cuestionarios no obtuvieron una calificación aprobatoria. Prácticamente no contestaron nada. Hay muchos reactivos sin responder, en los que aparecen leyendas como: no sé, no me acuerdo, etc. Si hubiese sido un cuestionario con evaluación numérica, la moda habría sido de uno o dos. Esta información contrasta con el cuestionario perceptivo, ya que en su mayoría los alumnos respondieron que si les gustaba la HQ, sí veían con gusto su aprendizaje; además habrían aceptado llevar una materia como tal o, el anexo de temas referentes a este estudio, pero la realidad fue otra: casi ninguno (excepto dos) respondió la pregunta sobre el enunciado de la ley de conservación de la materia, que en términos científicos es la parte medular de la química; tuvo igual suerte la pregunta respecto a la teoría del flogisto la cual marca la gran ruptura de la antigua escuela química y la naciente química moderna. La pregunta referente a los alquimistas fue igualmente no contestada, solamente dos alumnos respondieron. En general ni las preguntas encaminadas a la teoría atómica, ni las implicaciones que tuvieron ciertos sucesos científicos en la sociedad fueron respondidas.

No obstante, la pregunta relacionada con la paternidad de la tabla periódica tuvo el mayor número de acierto, lo que evidencia la difusión que se le ha dado a Mendeleiev y la importancia de esta herramienta en la química. Otra pregunta que también tuvo ciertas respuestas correctas es la referente al tema de radioactividad, pues mencionaron a Pierre y Marie Curie. Hubo un solo alumno que respondió sobre la teoría de incertidumbre de Heisenberg.

En general, hubo muchos espacios vacíos en las respuestas y/o confusiones de éstas.

## VIII. CONCLUSIONES

Con base en los dos cuestionarios (interpretativo y de conocimientos) aplicados a los alumnos se puede concluir que, a pesar de que la mayoría de estos encuentran interesante la HQ (algunos estarían dispuestos a llevar una materia como ésta), y logran ver la utilidad de estos temas y, la ven como parte de formación profesional; los alumnos no poseen los conocimientos básicos. Es decir, los alumnos de la licenciatura de QFB debido a su formación profesional ( véase el plan de estudios) pueden resolver cálculos estequiométricos, interpretar mecanismos de reacción, armar sistemas de destilación, etc. pero no podrían responder a las preguntas que un joven estudiante de secundaria les haría, por ejemplo, a quién se le considera el autor de la ley de conservación de la materia, quién usó por primera vez el término átomo, qué buscaban los alquimista.

Los alumnos de cuarto semestre de la carrera de QFB de la Facultad de Estudios Superiores Zaragoza no saben los temas centrales de la HQ, y peor aún persiste la idea, en algunos alumnos, de que no es útil.

Es preocupante que los alumnos no tengan los mínimos conocimientos sobre los orígenes de la ciencia central de su carrera, sobre todo porque en las páginas de esta historia podrían enriquecer su mundo y, entender que lo que hicieron esos científicos no es otra cosa más que la dedicación y la convergencia de aspectos sociales, políticos, epistémicos, etc. Y lo más importante la historia de la química evidencia dos cosas: la temporalidad de los conocimientos científicos. Antes, ahora y después los conocimientos científicos están sujetos a los nuevos avances científicos, no hay nada escrito para la eternidad. Entender a la ciencia como un proceso y no como algo finito ayudaría a verla desde otro punto de vista en el cual se resaltaría su status de ente vivo. Y, dos, la HQ muestra la susceptibilidad de los conocimientos científicos ante las situaciones sociales, económicas, políticas, religiosas, es decir, su carácter de contingencia se ve más claramente.

La HQ podría significar una manera diferente de aprender química, le daría la capacidad de verse como parte de un grupo científico y la importancia de éste; además la HQ, siendo un materia más del tipo humanístico prepararía alumnos más comprometidos con su sociedad, pues vería que sus acciones tienen repercusiones quiéralo o no dentro de su país. Además, le abre la posibilidad de contextualizar su conocimiento y, no sólo dejarlo en el aparto de una utilitarismo llano. Los estudiantes de la carrera de QFB no pueden caer en sólo la tecnificación, hacerlo sería preparar alumnos menos conscientes de su condición humana; y esto no puede pasar porque son y serán quienes tomarán las

decisiones de miles de personas, ya sea por cuestiones médicas, implementación de proyectos de salud, valoración de diagnósticos, etc.

Esto es con respecto a los datos tratados desde la estadística meramente descriptiva, ahora se presenta la conclusión de los resultados tratados por el programa statgraphics 5.0, a través de la herramienta de  $X^2$ .

Dado que los resultados de las  $X^2$  de las preguntas de los cuestionarios interpretativos no fueron rechazados, en su mayoría (excepto una) se puede concluir que hay independencia entre factores tales como: gusto por la HQ, género y bachillerato cursado, y el estudio de la historia de la química como una herramienta más en la formación de científicos.

Con base a los resultados, el análisis de resultados y las conclusiones se puede inferir que el estudio de la HQ podría significar un matiz en la formación profesional de los futuros científicos.

## **PROPUESTA**

A continuación se esbozará una propuesta para la enseñanza de la historia de la química. Primeramente se describirán qué características debería tener el análisis histórico, y después se darán algunos ejemplos.

El análisis histórico tendría cubrir dos niveles en los estudiantes: como científico y como ser humano<sup>27</sup>:

- Considerará a la ciencia como una construcción sistemática de conocimientos, la cual se ha construido a lo largo de la historia y no como un conjunto de descubrimientos más o menos fortuitos de realidades preexistentes;
- Reconocerá los problemas significativos que existen en la base de la construcción de los conceptos más importantes y de las principales teorías científicas y que en diferentes momentos históricos han abierto las líneas de investigación productiva;
- Le atribuirá a los experimentos científicos un valor apropiado como una etapa más en el proceso de resolución de un problema, relativizando los resultados dentro de sus límites de validez de manera que se asignará una manera inflexiva;
- Otorgará al formalismo matemático el valor instrumental útil y necesario para profundizar en la descripción, operativización y desarrollo de las hipótesis elaboradas previamente de forma cualitativa;

- Reconocerá la existencia de crisis importantes en la relación histórica de los conocimientos científicos, tanto en el ámbito general de los principales paradigmas como en el interior mismo de éstos, y relativizará el carácter acumulativo de los conocimientos científicos; de tal manera que se conocerá la evolución de dichos conocimientos a lo largo de la historia y no como algo lineal, además se podrá ver que las ideas de los paradigmas no son inmutables;
- Reconocerá el carácter colectivo del trabajo de los científicos, donde es constante el intercambio de ideas, dada su provisionalidad, y el contraste de opiniones firmemente fundamentadas en trabajos de orígenes diversos cuyos resultados convergen y se muestran coherentes;
- Reconocerá algunas implicaciones sociales de las principales aportaciones del pensamiento científico al desarrollo general de la humanidad y la fuerza de éste para transformar la percepción del mundo y, en definitiva, tener una visión más humanizada de la ciencia;
- Valorará las aportaciones de las mujeres científicas, habitualmente ignoradas por una visión de la ciencia basada sólo en tópicos masculinos.

El estudio de la HQ abre un campo muy amplio para los alumnos en su camino hacia el aprendizaje, le otorga al estudiante la herramienta más valiosa que es entender su condición humana. Así pues el alumno podrá verse como parte de una sociedad y que por tal motivo su responsabilidad con sus demás es fundamental. Su conocimiento podría convertirse en un arma para los seres humanos y el medio ambiente; pero a su vez podría significar ayuda y beneficio para estas dos concepciones. Negar u omitir la historia de la química sería negar el presente, pues en él se encuentran las pruebas de su antigüedad.

Ahora bien, los ejemplos que podrían utilizarse para enseñar historia de la química, basándose en la historiografía que presenta esta tesis (por supuesto pueden ser otros) son:

La lucha de paradigmas que se vivió durante la era del flogisto evidencia todo el proceso por el cual tiene que pasar un científico para desarrollar una mejor teoría. Lavoisier tuvo que analizar los estudios de la química inglesa, el uso de aparatos, generar un método de nomenclatura, etc., para sólo justificar su creencia sobre el fuego y la química. Es decir, en esta parte de la historia de la química se puede ver que los conocimientos generados por los científicos (Stahl o el mismo Lavoisier) tiene una temporalidad, su vigencia se acabará o se modificará con otras explicaciones. La historia del flogisto también ayuda a situar a los alumnos como parte de un mundo cambiante, pues Lavoisier como ya se dijo, tuvo que

informarse de lo que sucedía en otros países. Así el uso de este episodio brindaría varios ejemplos de cómo la actualización juega un papel preponderante.

Algo que no se puede pasar por alto es que con Lavoisier se inicia la falsa idea de que un científico no necesita de los demás. Lavoisier siempre firmó sus investigaciones con su nombre y no dio mérito a otros. Falso. La prueba de esto, se encuentra en la historia de esta disciplina, por ejemplo, él no sabía inglés y lo necesitaba más que nadie para estar al tanto de los avances científicos que se daban en Inglaterra. Por lo cual, le pidió a su esposa Marie-Anne Pierrette, que tradujera los escritos científicos de Inglaterra. Sin la traducción de éstos no habría generado sus postulados. Pero el mérito sólo se le da a él, y no se dice nada de Marie-Anne Pierrette y de los otros científicos (Scheele, Cavendish, etc.) que participaron de manera involuntaria en la derrota del flogisto. Finalmente, Lavoisier es la prueba de que los científicos no viven aislados de la sociedad, tan es así que el mismo vivió en carne propia la Revolución de su país.

Otro ejemplo muy ilustrativo sobre lo didáctico de la HQ es la etapa de Paracelso. Con este personaje suceden hechos muy interesantes: se entiende que aún durante la hegemonía de una teoría, en este caso, la galénica, habría personas que lucharían en ese preciso momento (Lavoisier esperó 10 años para atacar de frente al flogisto). Paracelso rompe muchos tabúes acerca del conocimiento científico, pues a pesar de que era un visionario nunca dejó su credo aparte, es decir, el ser científico no implicaba para él ser un ateo; no desechó los conocimientos alquímicos sólo les dio otro uso, no los menospreció por completo; propugnó por la práctica, etc.

Ejemplos habría muchos, sólo es necesario entender que todo conocimiento es producto de la convergencia de varios hechos sociales y científicos. En este caso se utilizaron biografías para explicar algunos hechos científicos, pero la HQ puede ser vista desde otros puntos de vista como: hechos sociológicos, cambios de paradigmas, económicos, de costumbres, etc. Esta tesis presenta sólo una manera de enseñar HQ, que es a través de personajes, pero puede ser vista desde diferentes ángulos, y eso, es lo más importante, pues se verán aspectos que no contemplan otras perspectivas, así los alumnos estarán mejor preparados.

## IX. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Solbes J, Traver MJ. La utilización de la historia de las ciencias en la enseñanza de la física y la química. Enseñanza de las ciencias. Revista de investigación y experiencias didácticas 1996; 14:103-112
2. Bachelard G. La formación del espíritu científico. 26 Ed. México: Siglo veintiuno editores; 2007. p.27, 34-37,42-48 y 53-54.
3. Kuhn ST. La estructura de las revoluciones científicas. 3era Ed. México: Fondo de Cultura Económica; 2007. p. 57-60, 108-109, 247-257
4. Antón GM, Muñoz-Martínez JE, Duval G. Filosofía de la experiencia y ciencia experimental. México: Fondo de Cultura Económica; 2003. p.13-39
5. Aguilar H, Blanco J, Bonfil B, González L, Pereyra C, Villoro L, Florescano E, Monsiváis, Gilly. Historia ¿para qué? 22 Ed. México: Siglo Veintiuno editores; 2007. p. 34-52
- 6.-Saladino GA. Aproximación a los estudios de historia de las ciencias químicas y biológicas en América en “estudios de historia social de las ciencias químicas y biológicas”. México: UAM; 2004. p. 237-238, 249-250.
7. Pérez TR. Acerca de minerva.3era Ed. México: Fondo de Cultura Económica; 2002. p. 111-114
8. Bernal JD. La ciencia en la historia. 22 Ed. México: Nueva imagen; 2005. p. 224-232, 320-328 366-374,381-385,592-599
9. De la selva T. De la alquimia a la química. México: Fondo de Cultura Económica; 1993. p. 11-62
10. Eliade M. Herreros y alquimistas. 2da Ed. España: Alianza Editorial; 1983. p. 64-75
- 11.-Hoffman R, Torrence V. Química imaginada: Reflexiones sobre la ciencia. México: Fondo de Cultura Económica; 2004.p. 75-88
12. Muir P. The story of alchemy and the beginnigs of chemistry. London: Hodder and Stoughton; 1902. p. 21- 122
13. Wojtkowiak B. Historia de la química de la antigüedad a 1950. España: Acriba S.A.; 1987. p. 1-53

14. Allen G Debus. A chemical key to the scientific revolution en “estudios de historia social de las ciencias químicas y biológicas”. México: UAM; 1995. p. 17-33
15. Hoefer F. L’Histoire de la chimie. Vol. II. France: Didot; 1869. p. 5-26
16. Jacob F. El juego de lo posible. México: Fondo de Cultura Económica; 2005. p. 26-29
17. Konarsiov I. ¿Qué es la química orgánica? México: Ediciones quinto sol; 1987 p.25-30, 63-97 y 167-180
18. Puerto J. El hombre en llamas. Paracelso. Ed España: Nivola libros y ediciones; 2001. p. 10-120
19. Estany A. La complejidad de la vertiente diacrónica de la ciencia: la historia de la química como ejemplo en “estudios de historia social de las ciencias químicas y biológicas”. México: UAM; 1994. p. 273-291
20. Pellón Gl. Un químico ilustrado. Lavoisier. España: Nivola libros y ediciones; 2002.p. 11-120
21. Níaz M. Más allá del positivismo: una interpretación lakatosiana de la enseñanza de las ciencias. Enseñanza de las ciencias. Revista de investigación y experiencias didácticas 1994; 12:97-100
22. Ruíz R, Ayala FJ. El método en las ciencias. Epistemología y Darwinismo. 2da Ed. México: Fondo de cultura económica; 2004. p. 36-37
23. Román PP. El profeta del orden químico. Mendeleiev. España: Nivola libros y ediciones; 2002.p. 19-180
24. UNAM Facultad de Estudios Superiores. Mapa curricular de la carrera QFB (Plan 2003).
25. Olivé L. La ciencia y la tecnología en la sociedad del conocimiento. Ética, política y epistemología. México: Fondo de cultura económica; 2007. p. 38-44
26. Marques JM. Probabilidad y estadística para ciencias químico-biológicas. México: Universidad Nacional Autónoma de México; 1988.p.326
27. Solbes J, Traver MJ. Resultados obtenidos introduciendo historia de la ciencia en las clases de Física y Química: Mejora la imagen de la ciencia y desarrollo de actitudes positivas. Enseñanza de las ciencias. Revista de investigación y experiencias didácticas 2001; 19:151-162