



**CONSIDERACIONES INICIALES PARA LA REFLEXIÓN SOBRE LA
ENSEÑANZA DE LA QUÍMICA**

PROYECTO DE GRADO

ALEJANDRA PÉREZ CÉSPEDES

Asesor de investigación
MARISTELA CARDONA

**UNIVERSIDAD ICESI
ESCUELA CIENCIAS DE LA EDUCACIÓN
MAESTRIA EN EDUCACIÓN
SANTIAGO DE CALI
2016**

Resumen

La actual sociedad del conocimiento exige nuevos retos en la educación. Las metas de la enseñanza, los contenidos, las formas de enseñar y el rol del profesor deben cambiar. Enseñar Química es algo más que preparar los contenidos de una clase. Implica considerar las características de los jóvenes de esta época así como las demandas sociales y educativas que surgen. Pensar al estudiante desde lo que trae y no desde lo que le falta para brindarles la posibilidad de adaptarse a la vida universitaria con entusiasmo y esperanza. Contar con prácticas evaluativas que permitan identificar lo que los estudiantes están aprendiendo versus lo que se quiere que aprendan. Es así, que se considera que la educación en Química debe tener un enfoque humanista no solo técnico y competitivo, para formar jóvenes que logren establecer las transformaciones sociales necesarias en una época de crisis.

Palabras Claves: concepciones alternativas, cambio conceptual, ideas previas, enseñanza de la Química.

Índice general

Índice de figuras	v
Índice de tablas	vii
Introducción	ix
1. Problema de investigación	1
1.1. Del propósito del estudio	6
2. Tensiones entre la concepción de la Química y su enseñanza	11
2.1. Una mirada al contexto histórico	11
2.2. Las concepciones y los modelos mentales	16
2.3. De las concepciones de los estudiantes sobre la Química	25
3. Elección de la carrera – factores de influencia	41
3.1. Sobre las concepciones	41
3.2. Relación entre concepciones y factores	56
4. Tejiendo sentidos en la enseñanza de la Química	59
4.1. Del mundo del trabajo al mundo de la enseñanza	60
4.2. Los primeros caminos como docente	61
4.3. Reconstruyendo concepciones	63

Índice general

4.4. La maestría	64
4.5. El nacimiento de una nueva enseñanza de la Química	65
4.6. Lo que viene... los retos	66
5. Conclusiones	69
Bibliografía	73

Índice de figuras

2.1. La Química es una disciplina netamente práctica	27
2.2. La teoría es fundamental en el estudio de la química.	31
2.3. En el estudio de la química es necesario comprender conceptos matemáticos y aplicarlos.	33
2.4. Ser químico implica utilizar la intuición y la imaginación.	36
2.5. La química es una posibilidad de comprender y transformar el mundo.	38
3.1. La Química es una carrera que permite tener un alto nivel económico. .	47
3.2. La química es necesaria en muchas empresas y por esa razón es una buena fuente de empleo.	48
3.3. La experiencia de aprendizaje de las ciencias naturales en mi colegio fue un factor determinante a la hora de escoger mi carrera.	50
3.4. Los consejos de mi familia fueron determinantes para escoger mi carrera.	52
3.5. En mi familia existen personas que son profesionales en esta área. . . .	52

ÍNDICE DE FIGURAS

3.6. La opinión de mis profesores influyó para escoger mi carrera.	53
3.7. Los cuestionarios de orientación vocacional me ayudaron a tomar la decisión en cuanto a mi carrera.	54

Índice de tablas

2.1. Resultados de la encuesta – categoría: concepciones de la Química. . . .	26
3.1. Resultados de la encuesta cuesta - categoría: factores que influyeron en la elección de la carrera.	46

Introducción

Es un hecho que el avance de la Química en el último siglo ha tenido un gran impacto en nuestra sociedad, trayendo con esto nuevos estilos de vida y el desarrollo de las industrias en diferentes sectores. Es de esperarse que ese mismo impacto tenga sus efectos en el campo de la educación sin embargo, el desarrollo de la Química no se ha visto acompañado del mismo avance a nivel de su enseñanza.

Las dificultades en el aprendizaje de la Química se ponen de manifiesto en las investigaciones realizadas en España por Gómez Crespo 1996, Pozo y Gómez-Crespo 1998, Caamaño 2003, Quílez 1998. En Latinoamérica como Galagovsky 2007, Izquierdo 1999, Garritz 2010, González 2006. En Norteamérica por Dunbar 1995, Duchls, 1994, Duchsl y Hamilton 1992. En Europa Acampo y De Jong 1994, De Jong 1996. En las cuales se evidenció, que la educación de las ciencias y en particular de la Química se encuentra en crisis, presentándose en la actualidad una paradoja peculiar puesto que, hoy se hacen cada vez más esfuerzos para llevar el estudio de la Química a más ciudadanos pero al mismo tiempo aumenta la sensación de crisis o fracaso de esa educación. Revelando con esto que los procesos de enseñanza – aprendizaje de la Química no han tenido los resultados esperados y que estos resultados se encuentran cada vez más lejos de los objetivos de la educación científica.

Por otro lado, investigaciones en psicología cognitiva tales como las que han realizado

Bello 2004, 2007, Moreira, Greca y Rodríguez 2002, Bachelard 1984, Galagovsky y Adúriz-Bravo 2001, Gallego y Pérez 2002, Cubillos 2012, Leal y Velásquez 2013, Ruiz y Palomeque 2015, en Latinoamérica. Chomsky 1992, Oliva-Martínez 1999, Coll 1983, Pozo 2002, en España y Johnson – Laird 1996, Moreira y Novak 1988, en Norteamérica; han mostrado que las ideas previas o concepciones alternativas que tienen los estudiantes afectan los procesos de enseñanza – aprendizaje de las ciencias. Lo que ha llevado a múltiples investigaciones en este campo contribuyendo al desarrollo de la didáctica de las ciencias, sin embargo los resultados no han sido lo esperado. Dichas investigaciones han demostrado que aprender los conceptos científicos requiere de cambios conceptuales que en muchas ocasiones son incompatibles con las formas de operar del sistema cognitivo humano. A esta incompatibilidad se le ha atribuido que el nivel de comprensión de los conceptos científicos de los alumnos tenga resultados tan desalentadores.

Estos resultados han impulsado el desarrollo de investigaciones en didáctica de las ciencias con el fin de mejorar la enseñanza de la Química como se evidencia en: Aldana 2015, Pozo 1994, Pozo 1998, Caamaño 2011, Cardenas 2006, Izquierdo 2004, Galagovsky 2005, Cabrero 2007, Daza et al. 2009.

Es por esto, que identificar las concepciones que traen los estudiantes sobre la Química toma relevancia, en la presente investigación se pretende identificar la concepción que traen los estudiantes de la Química y los factores que incidieron en la decisión de escoger su carrera, como insumo para iniciar una reflexión sobre el proceso de enseñanza de la Química en los primeros semestres de las carreras de Química y Química Farmacéutica.

Es así como, además de identificar las concepciones sobre la Química y los factores que incidieron en la escogencia de la carrera, el interés es iniciar una reflexión sobre la práctica docente.

1 Problema de investigación

En los últimos años, el desarrollo de la Química ha ocasionado un impacto en nuestra sociedad. Sus avances y aportes han permitido el surgimiento de industrias Químicas en el sector de la salud, alimentación, textil y otras. La síntesis de antibióticos, analgésicos, tranquilizantes, la producción de plaguicidas y fertilizantes, el desarrollo de fibras sintéticas como el poliéster, nailon y rayón, los polímeros derivados del petróleo, han traído como consecuencia nuevos estilos de vida y la apertura de nuevas carreras universitarias, que forman profesionales competentes para atender las demandas del sector. De esta forma, un profesional químico puede desempeñarse en campos como: control de calidad, investigación y desarrollo, consultoría y asesoría en los procesos industriales, docencia, entre otros.

La industria Química y farmacéutica del suroccidente colombiano ha crecido de tal manera que en ella se encuentran ubicadas algunas de las más grandes empresas del sector químico y farmacéutico, haciendo que su economía dependa de manera directa o indirecta del desarrollo de estas industrias. Un ejemplo son las industrias de productos químicos, de alimentos y de biocombustibles, producción que representa considerables ingresos para el Departamento.

El suroccidente colombiano se ha convertido en una zona altamente competitiva a nivel nacional e internacional y se ha planteado por parte del sector industrial que su

1 Problema de investigación

desarrollo en los próximos años, depende en gran parte de profesionales químicos que tengan un buen conocimiento de la industria de su región.

Pensando en esto, las universidades del valle del cauca han desarrollado planes para ampliar la oferta de programas académicos, de manera que respondan a las necesidades del entorno y ofrezcan a la comunidad las carreras de Química y Química Farmacéutica las cuales tienen como base las diferentes áreas de la Química para ofrecer soluciones pertinentes y oportunas.

La Universidad Icesi ofrece desde Julio del año 2008 carreras profesionales en Química la cual propone la formación de un profesional integral de acuerdo al modelo educativo de la Universidad Icesi, una persona con alto grado de compromiso con sus conciudadanos, su región y el medio ambiente. Y en Química Farmacéutica, la cual propone la formación de un profesional con altas posibilidades de desempeño exitoso, con liderazgo y disposición para el trabajo en equipo. Actualmente, la universidad tiene 370 estudiantes activos en el programa de Química Farmacéutica y 81 en el de Química. Estas carreras en promedio tienen un ingreso de estudiantes por semestre de 45 en Química Farmacéutica, y 8 en Química.

A través de mi experiencia como docente de las carreras de Química y Química Farmacéutica, he observado las dificultades de los estudiantes para el aprendizaje de la Química, las cuales se manifiestan principalmente en poco interés por su estudio, pérdida de asignaturas, actitud pasiva en la clase, bajo rendimiento académico y en algunos casos deserción.

También he observado la poca afinidad e interés por el lenguaje químico (símbolos, formulas y ecuaciones) y su reconocimiento como un lenguaje científico universal. Por otro lado, los estudiantes ponen en evidencia la falta de interés por las matemáticas y rechazo hacia ellas, incluso un desconocimiento de la relación entre la matemática y la

Química. Esto se manifiesta en las clases de Química general cuando se presentan temas con contenido matemático, los estudiantes muestran resistencia a la realización de ejercicios matemáticos, a vincular este saber con la Química y a pensar la matemática como parte de sus habilidades básicas.

Por otro lado, uno de los componentes centrales de la enseñanza de la Química es el laboratorio, en el que se espera que el estudiante desarrolle las habilidades, destrezas y comportamientos propios del trabajo práctico de la Química. En este espacio se observa en algunos casos desanimo por adoptar la normatividad requerida (Buenas Prácticas de Laboratorio - BPL), por manejar el lenguaje químico y se evidencia que los estudiantes se apropian momentáneamente de algunas normas básicas de laboratorio y en semestres superiores no las aplican ya que fueron olvidadas.

Lo anterior confirma lo que investigaciones realizadas en los últimos años señalan como paradoja o contradicciones de la educación científica, nunca antes se ha hecho un esfuerzo por extender o acercar la cultura científica a un mayor número de ciudadanos. Pero al mismo tiempo, paradójicamente aumenta una sensación de crisis o fracaso de esa educación. Los datos de las investigaciones, las sensaciones y vivencias de los profesores y las actitudes de los alumnos muestran que, desde el punto de vista cualitativo al menos, esa educación científica se encuentra posiblemente cada vez más lejos de sus objetivos (Pozo, 2002).

En este sentido, se evidencia una crisis generalizada en la educación de las ciencias naturales, lo cual se puede constatar con el número de alumnos que ingresan a la Universidad para estudiar carreras científicas. Las investigaciones revisadas presentan datos en los que muestran que los niveles de aprendizaje de la ciencia alcanzados por los alumnos son bastantes desconsoladores, lo cual se observa tanto en el rendimiento académico como en el grado de comprensión y aprendizaje real de los conceptos. Algunos autores afirman que no es exagerado decir que la mayor parte de los alumnos y

1 Problema de investigación

de los ciudadanos, no comprenden la ciencia que estudian y en la que se basa buena parte de la tecnología que utilizan cada día (Pozo, 2002).

La enseñanza de la ciencia es un tema complejo que plantea retos exigentes a nivel cognitivo. John Dewey en su texto “Cómo pensamos” menciona los inconvenientes que trae el pensamiento puramente empírico, al cual estamos habituados los seres humanos. El primer inconveniente son las falsas creencias. Según Dewey el método empírico no es capaz de diferenciar entre conclusiones correctas y conclusiones erróneas. Una de las principales falacias es creer que porque una cosa ocurre después de otra entonces, viene a causa de la otra. Esta debilidad en el método es el principio vital de las conclusiones empíricas. Otro inconveniente que trae el pensamiento puramente empírico es el de enfrentarse a lo nuevo. Dado que las creencias empíricas se apoyan en uniformidades pasadas y en situaciones a las que se viene acostumbrado, cuando la persona se ve enfrentada a algo nuevo fallan sus creencias. Debido a que la inferencia empírica sigue la rutina propia de la costumbre y no tiene nada que le guíe cuando esas huellas desaparecen. Este aspecto es considerado muy importante puesto que es en este punto donde se ha encontrado la diferencia entre destreza ordinaria y pensamiento científico. La destreza capacita a un hombre para tratar las mismas circunstancias con las que se había encontrado antes, mientras que el pensamiento científico lo capacita para tratar circunstancias diferentes, con las que antes jamás se había encontrado. Definiendo el pensamiento científico como la aplicación de experiencias antiguas a nuevas circunstancias.

El tercer y último inconveniente es la inercia y dogmatismo mental. La inercia mental, la pereza, el conservadurismo injustificable, son las probables consecuencias del rasgo más perjudicial del método empírico. En la historia de los progresos del conocimiento humano, la primera fase del empirismo se ve acompañada de puros mitos, mientras que la segunda etapa está caracterizada por las esencias escondidas y las fuerzas ocultas. Por su propia naturaleza, estas causas escapan a la observación, de modo que su

valor explicativo no puede ni confirmarse ni refutarse mediante nueva observación o experiencia. De ahí que la creencia en ellas se vuelva pura tradición. Dan origen a doctrinas que, inculcadas y transmitidas de generación en generación, se vuelven dogmas. En consecuencia, la investigación y la reflexión quedan realmente anuladas. Ciertos hombres o clases de hombres llegan a ser los guardianes o trasmisores aceptados – instructores- de las doctrinas establecidas. Cuestionar las creencias equivale a cuestionar su autoridad; aceptar las creencias es prueba de lealtad al poder establecido, una demostración de que se es un buen ciudadano (Dewey 1989).

Al considerar los aspectos mencionados por Dewey en cuanto al pensamiento empírico, se puede comprender porque la enseñanza de la ciencia es un proceso complejo. Educar a una persona para que tenga un pensamiento científico implica una serie de cambios que se deben realizar a nivel cognitivo. Adicional, tener un pensamiento científico implica al individuo salir de lo cotidiano y ordinario, de la inmediatez y realizar un cambio de actitud ante lo nuevo, ante lo desconocido, ante el futuro, superando la inercia y la resistencia.

Por otro lado, la psicología cognitiva de la ciencia hace referencia a una posible incompatibilidad entre las formas de operar el sistema cognitivo humano y las formas de hacer ciencia. Propone que los alumnos llegan al aula con representaciones mentales profundamente encarnadas, muy alejadas de esa ciencia que se quiere enseñar en la academia. Por ello, es necesario entender la naturaleza de las representaciones mentales de los alumnos para lograr enseñar los saberes científicos requeridos. Gracias a esto se han realizado investigaciones enfocadas en conocer o entender las ideas previas de los alumnos y cómo afectan estas ideas su aprendizaje. Lo que ha permitido un desarrollo de la didáctica de las ciencias, la cual se ha enfocado en los últimos años en promover el llamado *cambio conceptual*. Sin embargo, los modelos didácticos que se han desarrollado no han tenido mucho éxito.

1 Problema de investigación

Tal como se ha mencionado, no es nada fácil la enseñanza de las ciencias y en particular de la Química, lo cual obliga a una reflexión profunda para identificar los factores que afectan la enseñanza de Química en las aulas de clase y los elementos que se deben tener en cuenta para planear una clase de Química básica que garantice al estudiante su aprendizaje.

Para reflexionar sobre el proceso de enseñanza y aprendizaje de Química en las carreras de Química y Química Farmacéutica, es necesario preguntarse sobre **¿Qué concepción traen sobre la Química los estudiantes de I y II semestre de la Universidad Icesi, matriculados en los programas de Química y Química Farmacéutica en las áreas fundamentales de Química general y laboratorio?**

1.1. Del propósito del estudio

El presente estudio investigativo tiene como objetivo general analizar la relación entre las concepciones de la Química y los criterios que fundamentan la escogencia de la carrera los estudiantes de Química y Química Farmacéutica de la Universidad Icesi a la luz de la reflexividad docente.

Para cumplir con el objetivo, el estudio se planteó identificar las concepciones de los estudiantes de I y II semestre de las carreras de Química y Química Farmacéutica sobre la Química. Identificar criterios generales que fundamentan la escogencia de la carrera de los estudiantes de I y II semestre de las carreras de Química y Química Farmacéutica y reflexionar sobre la práctica docente de la enseñanza de la Química en los primeros semestres. El estudio desarrolló una metodología cualitativa de naturaleza descriptiva tipo estudio de caso, teniendo como base la idea de que es posible conocer la realidad desde las concepciones que elaboran los mismos sujetos que la componen.

Para realizar una aproximación al objeto de estudio, se utilizó como técnica la encuesta y como instrumento el cuestionario. Esta técnica e instrumento permitieron la recolección de la información acorde con la investigación cualitativa. Como el primer objetivo específico es caracterizar las concepciones que poseen los estudiantes de primer y segundo semestre sobre la Química y de acuerdo a la experiencia y observaciones en el aula de clase durante 6 años en la docencia, se plantearon cinco preguntas las cuales estaban enfocadas en saber qué tan de acuerdo están los estudiantes con la definición de Química como una ciencia teórico - práctica, la cual implica para su aprendizaje tener un alto manejo de la matemática. Adicionalmente que tan de acuerdo están con la definición de Química como una manera de comprender y transformar el mundo.

El segundo objetivo específico busca determinar los factores de influencia en la elección de la carrera, para su cumplimiento se utilizó de igual forma como técnica la encuesta y como instrumento el cuestionario. En el cuestionario se abarcan 3 factores de interés: el económico, el familiar y el escolar. Para estudiar cada factor cada ítem en el cuestionario expresa una afirmación, en total se realizaron 7 afirmaciones con una escala del 1 al 4 (TA = totalmente de acuerdo; PA = parcialmente de acuerdo; PD = parcialmente en desacuerdo; TD = totalmente en desacuerdo).

Se realizó la validación del instrumento de recolección de información con 3 profesores del departamento de Química de la universidad quienes evaluaron la coherencia entre las preguntas realizadas y el objetivo de la investigación y a su vez, la pertinencia de las preguntas. Todas las observaciones y recomendaciones fueron tenidas en cuenta e implementadas para que de esta forma el cuestionario cumpliera su propósito.

En el diseño del cuestionario se utilizó la escala Likert. Los criterios que se tuvieron en cuenta para escoger esta escala fueron, desde el punto de vista del encuestado, la facilidad de poder graduar su opinión frente a las preguntas. Y desde la utilidad frente al propósito la escala Likert es utilizada cuando se evalúan actitudes, opiniones,

1 Problema de investigación

creencias, sentimientos y conductas.

La población objeto de investigación fueron los estudiantes matriculados en los programas de Química y Química Farmacéutica de I y II semestre de la Universidad Icesi del año 2016 para un total de 90 encuestados. Los participantes fueron avisados de la aplicación de la encuesta por el docente de la materia de Química general. Antes de realizar la encuesta se les explicó el propósito del estudio y se realizó énfasis en la importancia de la sinceridad para contestar el cuestionario. Previamente se les había informado de su carácter voluntario.

La planificación del análisis fue la siguiente: en primer lugar, la tabulación de los resultados por carreras (Química y Química Farmacéutica). Una vez obtenidos los tabulados se procedió a graficar mediante diagrama de barras cada una de las preguntas. Adicional, se calcularon los porcentajes para cada pregunta. Las gráficas obtenidas no arrojaron diferencias en las respuestas entre los estudiantes de una u otra carrera por lo que se procedió a tabular los datos acoplando las dos carreras. Esto con fines prácticos para la investigación y teniendo en cuenta que el objeto de estudio es determinar las concepciones previas y los factores de incidencia en la elección de la carrera, de los estudiantes de primer y segundo semestre de Química y Química Farmacéutica, y no realizar una diferenciación por carreras. Dado que el propósito es reflexionar sobre la enseñanza de la Química en los primeros semestres y puesto que los docentes son los mismos para ambas profesiones. Posteriormente se procedió a realizar el análisis de cada hallazgo de acuerdo con la teoría de las concepciones alternativas.

El tercer objetivo consistió en realizar un análisis auto biográfico sobre la práctica docente en Química, considerando la autobiografía como un instrumento hermenéutico que trasciende el propósito de recoger información, y le otorga a la investigación un carácter reflexivo y autocritico. Además brinda la posibilidad de tener presentes los sentimientos, creencias, verdades, principios, prejuicios e ideas del investigador los

1.1 Del propósito del estudio

cuales estarán presentes en el análisis de los datos. Para ello se tuvieron en cuenta 6 momentos: del mundo del trabajo al mundo de la enseñanza, los primeros caminos como docente, reconstruyendo concepciones, la maestría, el nacimiento de una nueva enseñanza de la química y retos.

2 Tensiones entre la concepción de la Química y su enseñanza

2.1. Una mirada al contexto histórico

La ciencia que ahora llamamos Química tiene orígenes ancestrales. Probablemente comenzó con la observación de las transformaciones que producía el fuego en los materiales naturales, con la obtención de tintes de las plantas y de metales como el hierro y el cobre, y la preparación de los alimentos por medio de la cocción. Se trataba de un conocimiento esencialmente práctico. La comprensión de las propiedades de la materia y de la energía que hacen posible la Química vendría tiempo después. En el siglo XIX, la Química se convirtió en la base de importantes industrias y empezó a introducirse en la vida diaria gracias al desarrollo de materiales útiles. A principios del siglo XX comenzaron a producirse los primeros materiales sintéticos, como la celulosa, la baquelita, la pólvora de algodón y la dinamita, los primeros tintes sintéticos y las primeras medicinas como la aspirina, que fue pionera. Se construyeron muchas fábricas para obtener carbonato de sodio para satisfacer la creciente demanda de sosa en industrias como la papelera y la de fabricación de jabones y detergentes. Se empezó a desarrollar la Química de los polímeros. Ciertos materiales recibieron el nombre de “plásticos” y se empezaron a utilizar para múltiples propósitos. (Glanville A. R, 2008, p. 134)

2 Tensiones entre la concepción de la Química y su enseñanza

No se puede imaginar hoy la vida sin automóviles, teléfonos móviles, reproductores MP3, o cualquier otro aparato portátil. Si no fuera por la electroquímica no existiría ninguno de esos aparatos. Fue el avance de la electroquímica en el último siglo lo que brindó la posibilidad de producir energía eléctrica a partir de la energía Química. Se puede afirmar que el desarrollo de la Química desde el siglo XIX hasta hoy ha transformado nuestra forma de vivir.

La Química ha tenido un gran desarrollo a lo largo del siglo XX sin embargo, estos desarrollos no siempre se han visto acompañados de los mismos avances en el campo de la enseñanza de la Química, ¿Qué ha pasado en las aulas de clase con la enseñanza de la Química? Aureli Caamaño en su libro *Física y Química - Complementos de formación disciplinar*, presenta una breve reseña de la evolución de la enseñanza de la Química en el bachillerato desde 1970 hasta 2000 concluyendo, que la enseñanza de Química en la secundaria ha experimentado cambios importantes en las últimas décadas motivados, por un lado, por las nuevas tendencias en la enseñanza de las ciencias, fruto de los resultados de la investigación didáctica y de los proyectos de innovación; y, por otro por los procesos de reforma de los sistemas educativos (Caamaño, 2011).

Los procesos de reforma de los sistemas educativos y del currículo en la enseñanza secundaria, tanto en la etapa obligatoria como en la postobligatoria (bachillerato), han modificado los objetivos del área de ciencias de la naturaleza y de la Química en particular. La finalidad de una ciencia para todos, una ciencia para la ciudadanía y de la alfabetización científica han equilibrado la importancia del aprendizaje de los contenidos disciplinares con otros objetivos como la comprensión de la naturaleza de la ciencia, el aprendizaje de procedimientos y actitudes y, más recientemente, la adquisición de competencias.

Por otro lado, los resultados de la investigación en didáctica de las ciencias y de la Química en particular, y las experiencias de innovación curricular, han propor-

cionado fundamentos para comprender mejor las dificultades en el aprendizaje de Química y estrategias para abordar de una manera más eficaz la enseñanza de Química (Caamaño, 2011).

De acuerdo con la investigación de Caamaño, los años setenta y el inicio de los ochenta estuvieron marcados por propuestas de cambio en la enseñanza tradicional y transmisiva. La crítica a una visión inductivista de la ciencia y la perspectiva constructivista del aprendizaje convergieron para poner en cuestión el método del descubrimiento orientado y para centrar la atención en los conocimientos previos de los estudiantes y en las metodologías de cambio conceptual.

Fue así, como en la década de los 70' se realizaron investigaciones sobre las concepciones alternativas de los estudiantes en ciencias experimentales, demostrando que para los conceptos que se estudian en la Química de bachillerato los estudiantes tienen concepciones alternativas las cuales influyen en los procesos de aprendizaje. También se realizaron investigaciones sobre las causas de estas concepciones alternativas y sobre las dificultades en el aprendizaje de los conceptos y los modelos. Los resultados de dichas investigaciones se presentaron a finales de los 80', generando muchas propuestas didácticas, que intentaban ayudar a los estudiantes a construir concepciones científicas correctas.

En la década de los 90' el objetivo de la enseñanza de las ciencias experimentales articulado en el contexto de Ciencia - Tecnología y Sociedad (CTS), dio lugar a una serie de proyectos innovadores y unidades didácticas centradas en el aprendizaje de los estudiantes. De esta manera se introdujeron modificaciones curriculares, ya que hasta el momento las investigaciones realizadas habían apuntado al campo metodológico y no habían llegado a influenciar el currículo (Caamaño 2011).

Adicional, en la década de los 90' se habló de que la enseñanza de la Química se hallaba

en crisis a nivel mundial. Así lo señala Galagovsky 2005.

... los países ricos con enormes recursos de infraestructura, económicos y tecnológicos para la enseñanza, no logran despertar el interés de sus alumnos por las ciencias; en especial por la Química. Efectivamente, en la última década se registra un continuo descenso – absoluto o relativo – en la matrícula de estudiantes en ciencias experimentales en el nivel de high school acompañado de una muy preocupante disminución en el número de estudiantes que continúan estudios universitarios de Química. Además, se percibe una disminución en las capacidades de los estudiantes ingresantes a las primeras asignaturas de Química universitaria para carreras como Medicina, Bioquímica, Nutrición, Enfermería, etc. Muy preocupante resultan, además, los datos revelados sobre muy mala percepción pública sobre la Química. Si bien en nuestro país no hay trabajos de investigación estadística sobre estas cuestiones, la percepción de los docentes, tanto de escuela media como de las primeras Químicas universitarias coincide con estos datos (Galagovsky, 2005).

De acuerdo con lo anterior, los cambios que se han presentado han sido motivados en parte por las nuevas tendencias en la enseñanza de las ciencias. Pero, ¿cuáles fueron esas nuevas tendencias?

En la década de los noventa se tuvo la idea que el desarrollo de un país dependía de cómo este pudiera incorporar las nuevas tecnologías informáticas en todos los ámbitos de la sociedad. Posteriormente, en el siglo XXI se considera que el desarrollo social y económico de un país depende de la generación de nuevos conocimientos, de ahí se desprende el nombre de “Sociedad del Conocimiento”, concepto que empezó a surgir a comienzos de este siglo y que implica para los países una gran inversión de recursos para invertir en el capital humano de forma que se puedan generar nuevos conocimientos (Galagovsky, 2005).

Los países que han despegado económicamente en las últimas décadas han comprendido este desafío y, como parte del motor de crecimiento constante para el bienestar de sus sociedades, realizan importantes inversiones en el área de Ciencia y Tecnología como una Política de Estado. Por otro lado, cada país desarrollado reconoce, con preocupación, que mantener su Sociedad del Conocimiento en las próximas décadas requiere de la formación permanente de recursos humanos de alto nivel, especialmente en el sector de ciencia y tecnología. Estos países centrales prevén que educar en ciencia y tecnología a las próximas generaciones se constituye en un objetivo primordial. Por este motivo, intentan fomentar en sus jóvenes el interés por la educación y por el conocimiento en estas áreas. Así, destinan importantes subsidios para promover el interés (Emsley, 1994, 1998; Gilbert, Stocklmayer y Garnett, 1999; Gilbert y Stocklmayer, 2001) e investigar cómo llegar a lo que denominan “Excellence in Science Teaching for All” (excelencia en la enseñanza de la ciencia para todos) (Anrig, 2003).

Por otro lado, el Informe sobre el desarrollo mundial 2016: El dividendo digital del Banco Mundial, señala que pese al desarrollo de la tecnología aún está presente la brecha digital en los sectores más pobres. En ese sentido el informe plantea, como una prioridad a nivel mundial, cerrar la brecha digital para impulsar el crecimiento. En el informe se concluye que no será posible hacer realidad todos los beneficios de la transformación de la información y las comunicaciones a menos que los países continúen mejorando el clima para los negocios, e invirtiendo en la educación.

Es así, que algunos autores señalan que los países desarrollados saben que la falta de alfabetización en ciencia y tecnología podrá actuar como un cuello de botella en sus desarrollos en las próximas décadas. Por tanto, las actuales demandas sociales y económicas han ocasionado que se piense de nuevo en la educación y en especial en la educación de las ciencias, generando nuevas expectativas y planteando con urgencia

una necesidad de cambio en la enseñanza de estas. Por estas razones en el 2000 se continuó con la tendencia de conceder importancia a la comprensión de la naturaleza de la Química y de sus aplicaciones en la industria y la sociedad.

2.2. Las concepciones y los modelos mentales

A pesar, que en la última década se ha prestado especial importancia a la enseñanza y aprendizaje de Química se afirma que, en los últimos años se vive una paradoja en la educación científica. Por un lado está el esfuerzo tan grande que se ha hecho para acercar la cultura científica a un mayor número de ciudadanos. Por otro lado se tiene la creciente sensación de crisis o fracaso de esa educación. Los datos de las investigaciones, las sensaciones y vivencias de los profesores y las propias actitudes de los alumnos, evidencian que esa educación científica se encuentra cada vez más lejos de sus objetivos (Pozo, 2002).

Lo anterior pone en evidencia que enseñar ciencia a las nuevas generaciones no es sencillo y deja al descubierto las limitaciones que se presentan en la educación científica actual. Para atender a esta reflexión investigaciones se acercan hacia allá, sin embargo, se hace necesario fortalecer grupos de investigación y comunidad académica para investigar sobre los procesos de aprendizaje de las ciencias y sobre las pedagogías empleadas.

Las investigaciones tanto a nivel nacional como internacional, realizadas por más de 3 décadas (1970-2000) en el campo de la educación, han dado múltiples razones para explicar la crisis de la educación científica, sin embargo las causas parecen ser más profundas y remotas de lo esperado.

Pozo 1998, plantea que la crisis de la educación científica es atribuida por algunos

investigadores a los cambios educativos introducidos en los currículos de ciencias, en el marco de las reformas educativas. Sin embargo, considera que esta crisis parece no ser nueva, ya que forma parte incluso de nuestros propios orígenes y nuestros mitos, expresándolo de una manera bastante particular:

Así según narra el Génesis, tras crear pacientemente los cielos y la tierra y todo su cortejo, la luz y las tinieblas y todas las criaturas que en ellos habitan, incluidos el hombre y la mujer, Dios Yahvé advirtió a Adán y Eva de los peligros de acceder al árbol de la ciencia del bien y del mal, de los riesgos de intentar comprender el porqué de ese cielo y esa tierra, de esa luz y esas tinieblas en que habitaban, pero estos le desoyeron y, en lugar de esa supuesta manzana, en realidad lo que probaron fue el fruto amargo del conocimiento, que está en el origen de nuestra expulsión del Paraíso Terrenal, que es de hecho nuestro verdadero pecado original, por el que fuimos expulsados de aquel mundo placentero y debemos vagar por este otro mundo, no siempre tan placentero, en el que, entre otras cosas, abundan los alumnos que se resisten tenazmente, tal vez por miedo al pecado y a sus dolores eternos, a comer del frondoso Árbol de la ciencia que con tanto afán sus profesores tentadoramente le ofrecen.

... pero lo cierto es que los alumnos se mantienen bastante alejados de la tentación del Árbol de la ciencia y cuando prueban sus jugosos frutos no parecen disfrutar de ellos en exceso. Así lo perciben y lo viven muchos profesores de ciencias en su trabajo diario y así lo muestran numerosas investigaciones... (Pozo, 1998 p. 18).

Sumado a esto, las investigaciones en didáctica de las ciencias experimentales, en particular de la Química, han permitido comprender mejor las dificultades en el aprendizaje de esta, proporcionando fundamentos y estrategias para abordar de una manera más eficaz la enseñanza de la Química. Las diferentes posturas conceptuales y metodológicas que han sido objeto de reflexión en el campo de la Química, han evidenciado que las ideas previas o concepciones de los estudiantes tienen alta incidencia en el proceso

educativo en esta rama del saber (Moreira, 2002). De este modo, las ciencias cognitivas han llegado a la conclusión de que para apropiarse de cualquier aspecto de la realidad se necesita poder representarlo de alguna manera. Es así, como las representaciones mentales proveen un marco referencial útil y adecuado para el estudio de los modelos que construyen en sus mentes los estudiantes.

De las varias formas representacionales propuestas por la Psicología Cognitiva, el constructo modelo mental (conjuntamente con los conceptos de modelo conceptual y modelización) es el que ha recibido la preferencia de los investigadores en enseñanza de las ciencias, tal como lo evidencian el número de artículos que al respecto se han publicado (Moreira, 2002).

A continuación se presenta la definición de modelo mental, modelo conceptual y concepciones alternativas. Aclarando que el termino modelo mental tiene varias definiciones de acuerdo a los autores que trabajan en la investigación de la enseñanza de las ciencias. El concepto de modelo mental que se trabajara en el presente documento será el de Johnson-Laird (1983).

Antes de definir modelos mentales se empezará por el concepto de representación. Una representación es cualquier notación, signo o conjunto de símbolos que representa alguna cosa que es típicamente algún aspecto del mundo exterior o de nuestro mundo interior (o sea, de nuestra imaginación) en su ausencia. La palabra muñeca o el dibujo de una muñeca son representaciones externas que nos permiten evocar el objeto muñeca en su ausencia.

Las representaciones mentales son representaciones internas. Son maneras de “representar” internamente (es decir, mentalmente), de volver a presentar en nuestras mentes, el mundo externo. Las representaciones mentales pueden ser de dos tipos: aquellas que se relacionan con lo representado por analogía estructural; por ejemplo la imagen visual

es la representación analógica prototípica, pero hay otras como las auditivas, olfativas o táctiles. También, están las representaciones proposicionales que se construyen como discurso lingüístico es decir, por medio de proposiciones. Son tipo – lenguaje, pero un lenguaje de la mente, no consciente, que se podría llamar “mentales”; no son frases en un cierto idioma, puesto que independiente del lenguaje estarían expresadas en un “código de máquina” propio de la mente. Las representaciones mentales proposicionales son discretas (individuales), organizadas por reglas de combinación (las reglas del mentales) y abstractas; admite más de una representación posible (una frase, un principio, un discurso se representa de diferentes maneras en distintas personas) y ello, lógicamente, tiene consecuencias en la enseñanza.

De acuerdo con Johnson-Laird, existe una tercera forma de constructo representacional: los modelos mentales. Considerados como análogos estructurales del mundo; su estructura, y no su aspecto, corresponde a la estructura de la situación que representan. Un modelo mental representa un estado de cosas, y consecuentemente su estructura no es arbitraria, tal y como lo es una representación proposicional; el modelo mental desempeña un papel representacional analógico estructural y directo. Su estructura refleja aspectos relevantes del estado de cosas correspondiente en el mundo real o imaginario. En otras palabras se pueden definir como estructuras mentales personales que son análogos estructurales de estados de cosas, eventos u objetos del mundo (interior y exterior) con los cuales la persona percibe, entiende, explica y predice ese mundo y toma las decisiones para actuar en él. La fuente de estos modelos es la experiencia existencial del individuo, es decir la percepción, la información a través de discursos, las relaciones con el mundo social y cultural y la imaginación que inventa, edita y aporta los “efectos especiales”. Estos modelos mentales se mantienen y se afianzan en la medida en que funcionan para el individuo.

Para sintetizar, los modelos mentales son representaciones, son formas, intermediarios que utiliza la mente humana como herramientas para adquirir comprensión con el

único compromiso de ser funcional para su constructor. Son construidos en la memoria episódica para dar cuenta de situaciones nuevas.

Otro concepto que debe ser definido claramente es el de modelos conceptuales. Los modelos conceptuales son considerados como aquellos inventados, diseñados, por investigadores, ingenieros, arquitectos, profesores para facilitar la comprensión o enseñanza de sistemas físicos, o estados de cosas físicos, objetos o fenómenos físicos. Son proyectados como herramientas para el entendimiento y/o para la enseñanza de sistemas físicos. Los modelos conceptuales son representaciones externas, compartidas por una determinada comunidad y consistentes con el conocimiento científico que esa comunidad posee. Estas representaciones externas pueden materializarse en forma de formulaciones matemáticas, verbales o pictóricas, de analogías o de artefactos materiales. Independientemente de la forma que puedan adquirir los modelos conceptuales de disciplinas como la física, la Química o la biología, todos ellos tienen en común que son representaciones simplificadas e idealizadas de objetos, fenómenos o situaciones reales, pero son precisos, completos y consistentes con el conocimiento científicamente aceptado.

Se debe aclarar que los modelos conceptuales son elaborados por personas que operan mentalmente con modelos mentales. Y las personas que los enseñan también operan con modelos mentales. Y son aprendidos por sujetos que igualmente operan con modelos mentales. En la enseñanza, el profesor enseña modelos conceptuales y espera que el alumno construya modelos mentales que le permitan dar significados científicamente aceptados a esos modelos conceptuales que, a su vez, deben tener correspondencia con los fenómenos naturales o sistemas modelados. La idea básica es que el modelo conceptual es un instrumento de enseñanza pero el instrumento de aprendizaje es el modelo mental.

También, se debe definir las concepciones alternativas. Para dar claridad sobre este

concepto se puede realizar una comparación con los modelos mentales. Cuando un modelo mental construido para entender algo ha funcionado bien muchas veces, se dice que ha adquirido “estabilidad cognitiva” y son guardados en la memoria de largo plazo en forma de esquemas. Lo que se llama modelo con estabilidad cognitiva puede ser considerado una concepción alternativa. Se sabe que algunas concepciones alternativas son muy estables, muy resistentes al cambio, muy enraizadas. Los modelos mentales son el sustrato para las concepciones alternativas. (Moreira, 2002)

Algunos autores hablan de las concepciones alternativas como un problema más de por qué los estudiantes no aprenden ciencias aunque, otros lo ven como una manifestación más del mismo problema, que está indicando la desconexión que existe entre el conocimiento que los alumnos generan para dar sentido al mundo que les rodea, un mundo de objetos y personas, y el conocimiento científico, plagado de extraños símbolos y conceptos abstractos referidos más a un mundo imaginario que real. Mientras que el conocimiento conceptual que los alumnos traen al aula, y con él sus actitudes y procedimientos, se refiere al mundo cotidiano, un *mesocosmos* trazado por las coordenadas espacio-temporales del aquí y ahora, la ciencia que se les enseña se mueve más en la “realidad virtual” del microcosmos (células, partículas, y otras entidades mágicas y no observables) y del macrocosmos (modelos idealizados, basados en leyes universales, no vinculados a realidades concretas). También se ha manifestado que las ideas o concepciones previas bastante arraigadas no es algo que afecta exclusivamente a los alumnos ni al aprendizaje de las ciencias puesto que, tenemos ideas que nos permiten predecir y controlar los sucesos que puedan afectar nuestra vida, aumentando nuestra adaptación a dichos sucesos. Inclusive algunos autores manifiestan que estas ideas de adaptación tienen su origen desde la cuna. Se cree que las personas desde que nacen están dotadas de verdaderas ideas o teorías sobre el mundo de los objetos y las personas que son las que nos permiten aprender del mundo y extraer conocimiento sobre él. A su vez se consideran que otras concepciones tienen un origen cultural ya que vienen formateadas

en los juegos de lenguaje propios de cada cultura y finalmente otras ideas, tienen un origen escolar surgen en las aulas (Pozo, 1998).

En resumen, las concepciones alternativas son el resultado de una mente o un sistema cognitivo que intenta dar sentido a un mundo definido no sólo por las relaciones entre los objetos físicos que pueblan el mundo, sino también por las relaciones sociales y culturales que se establecen en torno a estos objetos.

Es importante tener claras las definiciones de estos conceptos ya que brindan un sustento teórico para comprender porque cuando se habla de la visión constructivista de la psicología cognitiva se asume que no aprehendemos el mundo directamente, sino que lo hacemos a partir de las representaciones que de ese mundo construimos en nuestras mentes. Así, cuando se habla de las teorías científicas se considera que dichas teorías son una estructura representacional que intenta explicar fenómenos del universo físico. De esta misma manera se argumenta que cuando una persona estudia estas teorías realiza su propio proceso de representación mental para comprenderlas y este proceso no será necesariamente una copia fiel de las expresiones lingüísticas de sus principios, ni de las formulaciones matemáticas con las cuales se les explico la teoría. Visto de otra forma, se requiere que el estudiante sea capaz de recrear esas teorías de tal forma que puedan construir su propio conocimiento de lo contrario, no habrá un aprendizaje significativo sino que lo enseñado se convertirá en un listado de hechos y formulas sin ningún sentido.

En una investigación realizada se evidenció que los alumnos de mejor desempeño en electricidad y magnetismo fueron los que aparentemente habían formado un modelo mental del campo electromagnético que se aproximaba al modelo conceptual usado por expertos. Los que trabajaron solo con proposiciones (fórmulas, definiciones, enunciados) aisladas, limitándose a intentar aplicarlas mecánicamente, tuvieron el peor desempeño (Moreira, 2002). Sin embargo, en el marco de la ciencia cognitiva ha habi-

do numerosos debates o controversias sobre la naturaleza de esas representaciones y, en definitiva, de la propia mente humana.

Para Pozo, la idea básica del enfoque constructivista es que aprender y enseñar, lejos de ser meros procesos de repetición y acumulación de conocimientos, implican transformar la mente de quien aprende, que debe reconstruir a nivel personal los productos y procesos culturales con el fin de apropiarse de ellos (Pozo, 1998). Por tanto aunque esta no es una idea nueva lo que él propone como novedoso es extender esta forma de aprender y enseñar a casi todos los ámbitos formativos, y desde luego a la enseñanza de las ciencias.

Otra visión acerca de las dificultades de los estudiantes para aprender ciencias la ofrece Pozo, 2002, señalando que el conocimiento religioso es más contagioso que el conocimiento científico. En todas las sociedades hay creencias religiosas, mientras que la ciencia es un producto cultural complejo que requiere determinadas condiciones sociales para su desarrollo. Además, a pesar de su carácter supuestamente “sobrenatural”, o mejor sobrehumano, las creencias religiosas son más asimilables por la mente humana que las teorías elaboradas por las ciencias “naturales”.

Una razón por la que algunos conocimientos, por ejemplo los científicos, tienen dificultades para distribuirse entre la población, para hacerse cultura más allá de las “comunidades epistemológicas” en que tienen su origen, es según Sperber (1996, pág. 140) su “falta de compatibilidad y correspondencia con la organización cognitiva humana”. Asumiendo la metáfora de la epidemiología de las representaciones (“la mente humana es susceptible a las representaciones culturales de la misma forma que el organismo humano es susceptible a las enfermedades” según Sperber 1996, pág. 57), podríamos decir que en cierto modo la mente humana dispondría entre los recursos de su equipamiento cognitivo de serie (Pozo 2001; Pozo y Gómez Crespo 2002) de un auténtico sistema cognitivo inmunológico, que

2 Tensiones entre la concepción de la Química y su enseñanza

nos previene o vacuna contra ciertos contagios representacionales inconvenientes o innecesarios, entre ellos aparentemente el del conocimiento científico (Pozo, 2002).

De acuerdo con Pozo, ni siquiera los esfuerzos por innovar y generar nuevas formas de enseñar ciencias han logrado vencer aparentemente a ese sistema inmunológico cognitivo. De igual forma la investigación en didáctica de la ciencia dirigida en gran medida a cambiar los conocimientos previos de los alumnos, a convertir su conocimiento popular en conocimiento científico, ha obtenido frutos más modestos de lo esperado. Aun cuando sin duda se han identificado muchos problemas y estrategias para la mejora de la educación científica, no se ha logrado generalizar esos éxitos como hubiera sido deseable. Es más, algunos de los problemas centrales que afronta la educación científica, de acuerdo con esas investigaciones, ni siquiera han logrado una solución aceptable. Así, gran parte de la investigación realizada en estos años, y de los modelos didácticos desarrollados a partir de ella, ha estado dedicada a intentar promover, sin mucho éxito, el llamado cambio conceptual. Se sabe que los alumnos cuando llegan a las aulas de ciencias disponen de una “ciencia intuitiva”, un conjunto de “concepciones alternativas”, por lo que supuestamente uno de los objetivos de la educación científica, si quiere hacer comprensible la ciencia, sería cambiar esas concepciones en favor del saber científico establecido (Pozo, 2002).

Según lo expuesto, con el propósito de mejorar la práctica educativa en el ámbito académico universitario, se hace necesario tener en cuenta estas teorías sobre representaciones, modelos mentales, modelos conceptuales y concepciones alternativas, pues determinan una visión sobre enseñanza – aprendizaje de las ciencias, en este caso de la Química y sobre la relación pedagógica profesor – alumno.

Es por esta razón que para contestar la pregunta de investigación se tuvo como primer objetivo: identificar las concepciones de los estudiantes de I y II semestre de las ca-

rreras de Química y Química Farmacéutica sobre la Química. Considerando que esta indagación es pertinente para hacer una contextualización de la idea que traen los estudiantes sobre la Química y de esta manera iniciar la reflexión acerca de la enseñanza de Química general en los primeros semestres de universidad.

2.3. De las concepciones de los estudiantes sobre la Química

Las concepciones se refieren a las representaciones que genera el estudiante para hacer una idea respecto a un concepto dado.

Para indagar estas concepciones se realizó una encuesta con 5 preguntas. Los resultados fueron tabulados y se presentan en la Tabla 2.1.

La pregunta uno se formuló con el objetivo de conocer si los estudiantes de primeros semestres tienen o comparten la idea de que la Química es una ciencia de experimentación debido a que, mi experiencia como docente de laboratorio me ha mostrado el desgano y desinterés con que llegan la mayoría de los estudiantes a las prácticas de laboratorio. Y en muchos casos se ha evidenciado que las destrezas que se esperan adquieran en estas prácticas, las aprenden momentáneamente y en posteriores laboratorios no las recuerdan o argumentan no haberseles enseñado.

Tabla 2.1: Resultados de la encuesta – categoría: concepciones de la Química.

Nº	Enunciado	TA: totalmente de acuerdo	PA: parcialmente de acuerdo	PD: parcialmente en desacuerdo	TD: totalmente en desacuerdo
1	La Química es una disciplina netamente práctica.	20	49	13	8
2	La teoría es fundamental en el estudio de la Química.	65	20	3	2
3	En el estudio de la Química es necesario comprender conceptos matemáticos y aplicados.	66	18	3	3
4	Ser químico implica utilizar la intuición y la imaginación.	39	35	13	3
5	La Química es una posibilidad de comprender y transformar el mundo.	69	18	1	2

2.3 De las concepciones de los estudiantes sobre la Química

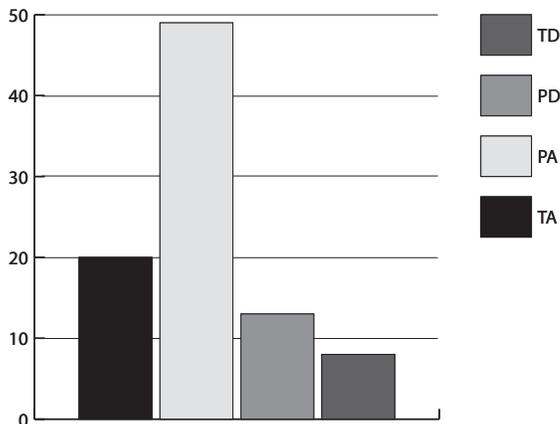


Figura 2.1: La Química es una disciplina netamente práctica

El total de entrevistados fueron 90 estudiantes y los resultados muestran que el 22,2% está totalmente de acuerdo con que la Química es una disciplina netamente práctica, el 54,4% contestó que está parcialmente de acuerdo, el 14,4% contestó parcialmente en desacuerdo y el 9,0% en total desacuerdo.

De estos datos se infiere que hay un 76,6% de los estudiantes que relacionan la Química con prácticas de laboratorio. El 14,4% que contestó parcialmente en desacuerdo consideran que la Química es práctica pero no totalmente, es decir al contestar parcialmente en desacuerdo están considerando que hay un componente práctico y uno teórico. Pero su respuesta puede estar incluida en el porcentaje de los que consideran la Química como una ciencia que nace en la experimentación y con el tiempo construye teorías que explican o describen lo observado en la experimentación. Una ciencia que tiene una finalidad práctica, la de obtener o descubrir nuevas sustancias y materiales para cubrir las necesidades humanas.

También, se encontró que un 9,0% de la población consideran que la Química no es práctica. En este porcentaje es probable que se encuentren parte de los estudiantes que manifiestan desanimo por las prácticas de laboratorio y resistencia por seguir la

normatividad requerida y el lenguaje químico apropiado en los laboratorios. Revelando una de las posibles causas de dicho comportamiento.

En conclusión, el mayor número de estudiantes saben que el aprendizaje de la Química con lleva también prácticas de laboratorio aunque un 9.0 % lo desconozca. Por tanto, no es solo el desconocimiento de esto lo que hace que su actitud ante los laboratorios sea poco adecuada. Apoyándonos en la teoría de los modelos mentales se puede hacer un análisis de lo que le implica a un estudiante una práctica de laboratorio. Para empezar, el componente practico siempre cuenta con una guía de laboratorio que se envía a los estudiantes con 8 días de anticipación, para que puedan leerla e interpretarla y realizar un diagrama de flujo en el cual se representa secuencialmente la metodología que se llevará a cabo en la actividad; este diagrama se recoge antes de dar inicio a la práctica de laboratorio. Las prácticas de laboratorio tienen dos objetivos, uno desarrollar en el estudiante las destrezas necesarias para desempeñarse eficazmente en un laboratorio; dos, enseñar algún procedimiento científico o que los estudiantes puedan observar algún fenómeno estudiando teóricamente. Dichas prácticas puede ocasionar al estudiante algún tipo de inconveniente. El principal inconveniente se puede encontrar en el proceso de leer e interpretar la guía puesto que, se enfrenta a nombres de materiales o equipos que tal vez nunca ha visto o no recuerda. Por consiguiente, la actividad mental que le implica preparar la práctica de laboratorio puede ser hasta mayor que la que le implica preparar o asistir a clases teóricas. Entonces, basándonos en la teoría de los modelos mentales el estudiante deberá modelar en su mente primero lo que la guía le propone teóricamente y segundo el montaje de la práctica. Además deberá crear un modelo mental que le permita dar significado a la práctica de laboratorio. De lo contrario será simplemente un proceso de aprender algo o memorizarlo temporalmente mientras se aprueba el curso. Lo que coincide con lo que profesores de laboratorio de la universidad manifiestan, que los estudiantes no están aprehendiendo los conceptos y destrezas que se les enseñan en los laboratorios y que llegan a final de la carrera con

2.3 De las concepciones de los estudiantes sobre la Química

vacíos conceptuales como si nunca hubiesen visto algo de esto en su proceso educativo. Comprobando quizás lo que las investigaciones en modelos mentales y su relación con la enseñanza de las ciencias argumenta: cuando el alumno no puede construir un modelo mental que dote de significado lo que se le está enseñando y que logre modificar su concepción alternativa entonces, el aprendizaje será simplemente el manejo de proposiciones memorizadas de manera literal y arbitraria carentes de significado.

Lo anterior lleva a preguntarse ¿Cómo están diseñadas las prácticas de laboratorio? ¿Cómo están escritas las guías de laboratorio? ¿El lenguaje que se utiliza es el indicado para los estudiantes de primeros semestres? ¿Cómo lograr que el estudiante construya los modelos mentales acorde a los conceptos que se quieren enseñar?

Son muchos los interrogantes que surgen a través del análisis de esta pregunta y muchas las reflexiones que se pueden hacer respecto a las prácticas de laboratorio. Sin embargo, es importante mencionar en este punto que en la actualidad existen cuestionamientos sobre el aporte real de la enseñanza del laboratorio en el aprendizaje de las ciencias experimentales. A pesar que, tradicionalmente se ha considerado que la enseñanza de la Química debe ser de manera teórico-práctica, por su naturaleza experimental, actualmente persisten muchas dudas. En su artículo “Enseñar Química vs Aprender Química: una ecuación que no está balanceada” Lydia Galagovsky señala:

Nakhleh, Polles y Malina [28] reseñan investigaciones realizadas hasta el año 2002 sobre las ventajas, desventajas, expectativas y logros reales en la utilización del laboratorio en clases de Química de nivel secundario. Como posturas extremas podemos citar, por un lado, quienes proponen que durante las prácticas de laboratorio los estudiantes alcanzan altos niveles de comprensión a partir de la verificación de principios químicos (habilidades del dominio cognitivo) y, simultáneamente, adquieren entrenamiento en destrezas técnicas (habilidades motoras). En el otro extremo, encontramos posturas que cuestionan los pocos beneficios

2 Tensiones entre la concepción de la Química y su enseñanza

que aportaría el trabajo de laboratorio en relación al tiempo invertido por estudiantes y docentes [29]. Particularmente estas críticas ponen en evidencia que muchas de las destrezas motoras supuestamente aprendidas durante el laboratorio, no son las que luego necesitarían los estudiantes para realizar trabajos en el nivel universitario o en industrias reales. Asimismo, se advierte que cuando el laboratorio sólo supone ejercicios de verificación de lo visto en teoría, los estudiantes se desmotivan, disminuye su curiosidad. Desde esta perspectiva, este tipo de actividades serían perjudiciales para la valoración de la asignatura y perfectamente reemplazables con demostraciones.

De acuerdo, con lo expuesto las prácticas de laboratorio actualmente están siendo cuestionadas. Esta es una situación que requiere de tiempo y esfuerzo para encontrar respuesta o por lo menos plantear nuevas formas de trabajo en el laboratorio. En cuanto a la utilidad de las prácticas de laboratorio en la enseñanza de las ciencias no es objeto de análisis de esta investigación pero, es importante señalar que es un tema que no se debe abordar de manera simplista y es necesario contar con elementos que permitan reflexionar sobre la práctica educativa en este ambiente de aprendizaje.

La pregunta dos se encuentra relacionada con la primera pregunta y la apoya puesto que, la Química se forja en la experimentación pero los Químicos crean modelos teóricos para sustentar y dar validez a sus resultados. Con esta pregunta se pretendía conocer qué tanto consideran los estudiantes que la teoría es importante en el aprendizaje de la Química. Debido a que, su comportamiento en ocasiones revela desanimo por aprender los conceptos y también se ha evidenciado gran dificultad para comprenderlos. Adicional se observa una resistencia de los estudiantes por memorizar algunos datos, formulas o constantes que son importantes y de uso frecuente.

Los resultados en porcentajes muestran que un 72,3% se encuentra totalmente de acuerdo con que la teoría es fundamental en el estudio de la Química, un 22,2% está

2.3 De las concepciones de los estudiantes sobre la Química

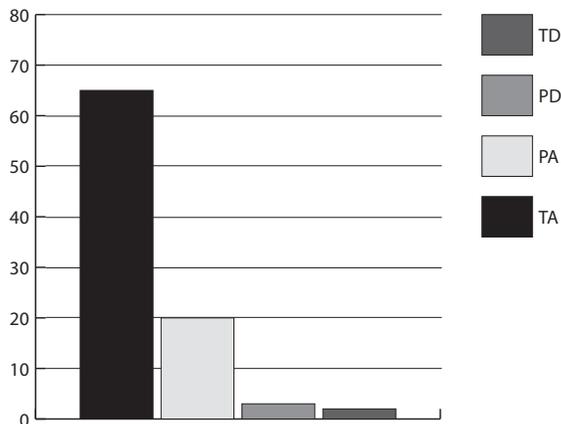


Figura 2.2: La teoría es fundamental en el estudio de la química.

parcialmente de acuerdo, un 3,3% está parcialmente en desacuerdo y un 2,2% está totalmente en desacuerdo.

Estos resultados muestran que los estudiantes comprenden que la enseñanza de la Química incluye el aprendizaje de conceptos teóricos. Lo que nos lleva a preguntarnos ¿Cuál es la dificultad?

En los primeros semestres de las carreras de Química y Química Farmacéutica se enseña Química general; el objetivo de este curso es enseñar conceptos básicos que los estudiantes puedan después aplicar en la resolución de problemas concretos y que le proporcionen una base teórica para sus cursos de profesionalización en los semestres superiores. Apoyándonos en la teoría de las concepciones alternativas, podemos considerar que en la enseñanza de las asignaturas básicas es muy importante lograr que el estudiante cambie las concepciones que trae y que pueda empezar a construir su propio conocimiento con conceptos adecuados.

De acuerdo con lo que propone la teoría ausubeliana acerca del aprendizaje significativo, cuando una persona intenta comprender algo necesita activar una idea o conoci-

miento previo que le sirva para organizar esa situación y darle sentido. Sin embargo, la activación de conocimientos previos, aun siendo necesaria para la comprensión, no asegura un aprendizaje adecuado de los nuevos conceptos presentados. Cuando los alumnos intentan comprender una nueva situación a partir de sus conocimientos previos, es esa nueva información la que cambia, la que es interpretada en términos de los conocimientos previos sin que estos apenas se modifiquen (Pozo, 1998 pág. 94).

Esta es una de las situaciones que las investigaciones en didácticas de las ciencias evidencian como uno de los problemas fundamentales para el aprendizaje. De hecho, se ha llegado al punto de entender que los conocimientos previos son muy resistentes a ser modificados. Son incontables las investigaciones realizadas en este tema, y se han realizado estudios con diferentes enfoques. El aprendizaje significativo ha dado paso al estudio del cambio conceptual, entendido como el cambio de esos conocimientos previos de los alumnos. Cualquiera de nosotros interpreta cualquier situación o concepto que se nos presente desde los conocimientos previos, estas concepciones resultan muy difíciles de modificar y en muchos casos sobre viven a largos años de instrucción científica, incluso entre los mismos especialistas en el área. Lo que nos muestra que el aprendizaje de conceptos científicos no es fácil y requiere de una tarea ardua, con propuestas innovadoras y renovadoras, con estrategias didácticas que sean específicamente diseñadas para que los alumnos modifiquen sus concepciones con los conceptos adecuados y necesarios.

Los estudiantes de las carreras de Química y Química Farmacéutica tienen en su plan de estudios asignaturas en matemática, las cuales ocupan para la carrera de Química el 15,2% del total de asignaturas y para la Química Farmacéutica el 11,5%. Algunas de estas materias como Álgebra y funciones, cálculo de una variable, cálculo de varias variables, cálculo CN, son materias de 4 créditos. Estas bases matemáticas son utilizadas en las asignaturas de Química y otras para la resolución de problemas de tipo cuantitativo.

2.3 De las concepciones de los estudiantes sobre la Química

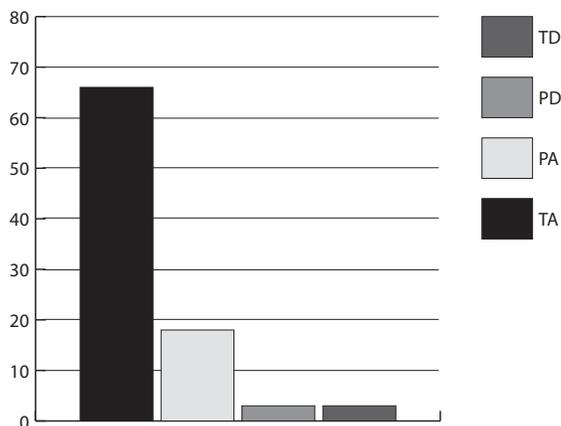


Figura 2.3: En el estudio de la química es necesario comprender conceptos matemáticos y aplicarlos.

La pregunta tres se formuló con el objetivo de conocer si los estudiantes de primeros semestres entienden que sus carreras involucran un alto conocimiento en matemática y calculo. Los resultados en porcentaje para esta pregunta fueron: El 73,3% está totalmente de acuerdo, el 20,1% contesto que está parcialmente de acuerdo, el 3,3% contesto parcialmente en desacuerdo y otro 3,3% en total desacuerdo.

Lo que se observa cuando se introduce alguna ecuación matemática en las clases teóricas de Química o se utiliza algún método matemático para explicar un modelo en Química, es que los estudiantes no logran aplicar los conceptos que se requieren o en otras ocasiones lo hacen pero no entienden para qué lo hacen. Por lo tanto, a veces no alcanzan las destrezas que se necesitan, lo que se comprueba cuando lo “aprendido” se debe aplicar a un problema o situación nueva o cuando se pide al estudiante una explicación de lo que está haciendo, inmediatamente se pone de manifiesto que los alumnos tienden a reducir lo visto como un ejercicio de tipo rutinario en lugar de un tema que requiere de reflexiones y toma de decisiones.

A pesar de los resultados de la pregunta tres, muchas veces manifiestan verbalmente la

incomodidad que les produce que aparezca la matemática en todo. Al parecer, esperan que después de aprobar un tema en matemática o cálculo no lo vuelvan a ver más en ninguna otra asignatura ni en el resto de su vida.

Pozo 1998, comenta en cuanto al aprendizaje de las ciencias que, los alumnos no sólo encuentran dificultades conceptuales también las tienen en el uso de estrategias de razonamiento y solución de problemas propios del trabajo científico. Este autor resume en cuatro ítems algunas dificultades en el aprendizaje de procedimientos en el caso de los problemas cuantitativos, que coinciden con lo observado en el caso nuestro:

1. Escasa generalización de los procedimientos adquiridos a otros contextos nuevos. En cuanto el formato o el contenido conceptual del problema cambia, los alumnos se sienten incapaces de aplicar a esa nueva situación los algoritmos aprendidos. El verdadero problema de los alumnos es saber de qué va el problema (de regla de tres, de equilibrio químico, etc).
2. El escaso significado que tiene el resultado obtenido para los alumnos. Por lo general, aparecen superpuestos dos problemas, el de ciencias y el de matemáticas, de forma que en muchas ocasiones este último enmascara al primero. Los alumnos se limitan a encontrar la “formula” matemática y llegar a un resultado numérico, olvidando el problema de ciencias. Aplican ciegamente un algoritmo o un modelo de “problema” sin comprender lo que hacen.
3. Escaso control metacognitivo alcanzado por los alumnos sobre sus propios procesos de solución. La tarea se ve reducida a la identificación del tipo de ejercicio, y a seguir de forma algorítmica los pasos que ha seguido en ejercicios similares en busca de la solución “correcta” (normalmente única). El alumno apenas se fija en el proceso, sólo le interesa el resultado (que es lo que suele evaluarse). De esta forma, la técnica se impone sobre la estrategia y el problema se convierte en un

simple ejercicio rutinario.

4. El escaso interés que esos problemas despiertan en los alumnos, cuando se utilizan de forma masiva y descontextualizada, reduciendo su motivación para el aprendizaje de la ciencia.

De acuerdo con lo expuesto anteriormente, y tal como propone Pozo (1998), buena parte de estas situaciones se debe a las propias prácticas de enseñanza en solución de problemas, que tienden a centrarse más en tareas rutinarias o cerradas, que en verdaderos problemas con contenido científico. Esta pérdida de sentido del conocimiento científico no solo limita su utilidad o aplicabilidad por parte del estudiante, sino también su interés o relevancia. De hecho, como consecuencia de la enseñanza recibida, los alumnos manifiestan actitudes inadecuadas o incluso incompatibles con los propios fines de la ciencia, que se traducen sobre todo en una falta de motivación o interés por su aprendizaje, además de una escasa valoración de sus saberes, ya que, muchas veces tienden a creer en formas de conocimiento escasamente compatibles con el discurso científico.

Por tanto, las respuestas obtenidas en esta pregunta confirman que los estudiantes saben que sus carreras involucran matemática en un alto porcentaje. Sin embargo, las actitudes que se observan es posible que sean manifestaciones debido a la falta de significado que le atribuyen a ciertos saberes y de la manera como estos saberes son enseñados. Como ya vimos relacionar conceptos no es tarea fácil. Requiere un esfuerzo por parte del estudiante, a quien en momentos le resulta mejor memorizar y simplemente listar los conceptos, sin ningún sentido y significado. La tarea del profesor podría ser proporcionar a los estudiantes finalidades adecuadas para una persona joven que se inicia en una profesión científica.

La pregunta cuatro se formuló con el objetivo de indagar cual es la percepción de

los estudiantes frente a la carrera que escogieron, si consideran que la imaginación y la intuición hacen parte de las herramientas del quehacer científico; esto con el fin de iniciar una aproximación acerca de cómo creen los jóvenes que se elabora el conocimiento científico y como conciben la forma de hacer ciencia.

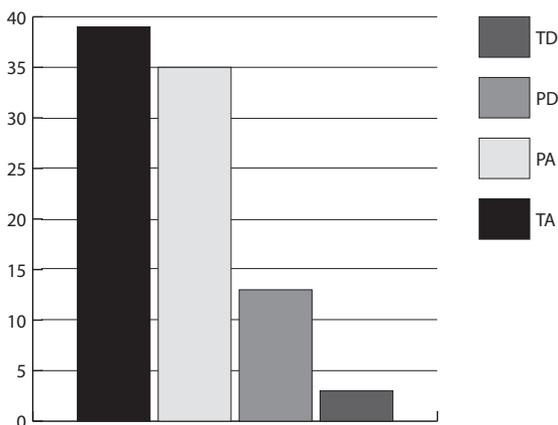


Figura 2.4: Ser químico implica utilizar la intuición y la imaginación.

Los resultados en porcentaje para esta pregunta fueron: El 43,3% está totalmente de acuerdo, el 39,0% contestó que está parcialmente de acuerdo, el 14,4% contestó parcialmente en desacuerdo y el 3,3% en total desacuerdo.

Conocer las ideas que traen los estudiantes sobre ¿cómo se hace ciencia? Proporciona información para asumir el proceso de enseñanza de la Química de manera que se brinden herramientas para que en los estudiantes vaya ocurriendo ese cambio conceptual, el cual es necesario para que puedan avanzar desde sus conocimientos intuitivos hacia los conocimientos científicos.

Los resultados obtenidos en esta pregunta muestran que más del 82,3% de los encuestados opinan que se requiere de cierta imaginación y del uso de la intuición para ser un químico. Existe quizás entre los jóvenes una idea “romántica” acerca de la Química y es el hecho de que consideran que un químico siempre está de bata blanca y en

2.3 De las concepciones de los estudiantes sobre la Química

un laboratorio experimentando hasta realizar un gran descubrimiento que lo lleve al premio nobel en ciencias, o a descubrir la cura contra alguna enfermedad terminal. Esta idea es reforzada en lo cotidiano por los medios de comunicación social y de una manera menos explícita en las aulas de clase. Lo cual ocasiona en el estudiante una pérdida del sentido del conocimiento científico. Por tanto, es en el aula de clase donde se deben dar las herramientas para que los jóvenes puedan cambiar ciertas actitudes o creencias inadecuadas con respecto al quehacer químico y vayan comprendiendo lo que verdaderamente hacen los científicos en Química. Esta propuesta se apoya en el enfoque constructivista que plantea que aprender y enseñar lejos de ser meros procesos de repetición y acumulación de conocimientos, implican transformar la mente de quien aprende, el cual debe reconstruir a nivel personal los productos y procesos culturales con el fin de apropiarse de ellos.

En su libro aprender y enseñar ciencia Pozo (1998), menciona:

... Las teorías científicas no son saberes absolutos o positivos, sino aproximaciones relativas, construcciones sociales que lejos de “descubrir” la estructura del mundo, o de la naturaleza, la construyen o la modelan. No es la voz cristalina de la naturaleza la que escucha un científico cuando hace un experimento; lo que escucha más bien es el diálogo entre su teoría y la parte de la realidad interrogada mediante ciertos métodos e instrumentos. Ni siquiera es cierto el viejo “cliché” de la ciencia empírica, dedicada a descubrir las leyes que gobiernan la naturaleza mediante la realización de experimentos. Buena parte de la ciencia puntera, de frontera se basa en el paradigma de la simulación, más que del experimento en sí, lo cual supone una importante revolución de hacer ciencia y de concebirla... (Pozo, 1998).

De acuerdo con el autor aprender ciencia debe ser por tanto una tarea de comparar y diferenciar modelos, no de adquirir saberes absolutos y verdaderos. La ciencia es un

2 Tensiones entre la concepción de la Química y su enseñanza

proceso, no solo un producto acumulado en forma de teorías y modelos, y es necesario trasladar a los alumnos ese carácter dinámico y perecedero de los saberes científicos logrando que perciban su provisionalidad y su naturaleza histórica y cultural (Pozo, 1998).

La pregunta cinco se encuentra relacionada con la cuarta pregunta y permite tener un panorama más amplio de las ideas o creencias de los muchachos frente al quehacer químico. Nace de la inquietud que causa observar en los estudiantes cierta falta de interés en el aprendizaje de conceptos básicos en Química y de su actitud pasiva frente al proceso de aprendizaje, esperando respuestas por parte del profesor para resolver todas sus inquietudes, en lugar de formular preguntas que les permitan abordar el aprendizaje como un proceso constructivo, de búsqueda de significados e interpretación.

Es así como se podrá comprender de manera general las limitaciones que tienen los alumnos en cuanto a la utilidad y aplicabilidad del conocimiento en Química, y quizás relacionarlas con las actitudes que se observan en ellos, probablemente porque lo que encuentran al iniciar sus estudios de primeros semestres es incompatible con las ideas que traen.

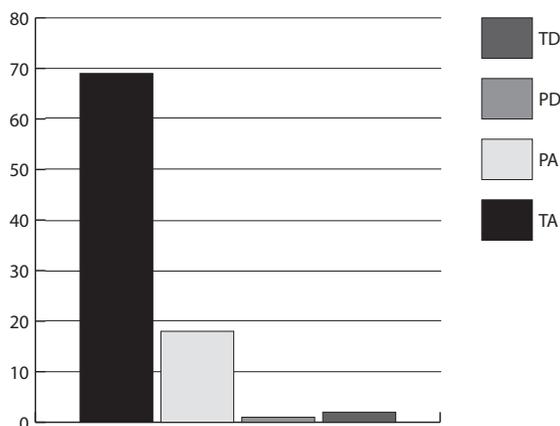


Figura 2.5: La química es una posibilidad de comprender y transformar el mundo.

2.3 De las concepciones de los estudiantes sobre la Química

Los resultados en porcentaje para esta pregunta fueron: El 76,7% está totalmente de acuerdo, el 20,0% contestó que está parcialmente de acuerdo, el 1,1% contestó parcialmente en desacuerdo y el 2,2% en total desacuerdo. El 96,7% de los encuestados están de acuerdo con la idea que la Química es una posibilidad de comprender y transformar el mundo.

Estos resultados muestran que los estudiantes tienen una idea cercana a la realidad del papel de la Química en la sociedad. Lo que lleva a preguntarse ¿qué produce el desánimo y la falta de interés de los estudiantes? Es muy probable que la respuesta se encuentre en la mencionada *crisis educativa* que se planteó en los años 90. En la cual se argumentaba que los currículos de ciencias si acaso habían cambiado mientras que la sociedad a la que iba dirigida dicha enseñanza y las demandas formativas de los alumnos sí que habían cambiado. Se ha llegado a afirmar que la nueva cultura del aprendizaje que se abre en el siglo XXI no es compatible con las formas de enseñar ciencia que fueron constituidas desde el siglo XIX y no han cambiado.

Un sistema educativo, a través del establecimiento de los contenidos de las diferentes materias que estructuran el currículo, tiene como función formativa esencial hacer que los futuros ciudadanos interioricen, asimilen la cultura en la que viven, en un sentido más amplio, compartiendo las producciones artísticas, científicas, técnicas, etc., propias de esa cultura, y comprendiendo su sentido histórico, pero también, desarrollando las capacidades necesarias para acceder a esos productos culturales, disfrutar de ellos y, en lo posible, renovarlos. Pero esta formación cultural se produce en el marco de una cultura del aprendizaje, que evoluciona con la propia sociedad. Las formas de aprender y enseñar son una parte de la cultura que todos debemos aprender y cambian con la propia evolución de la educación y de los conocimientos que deben ser enseñados (Pozo, 1998).

Se puede inferir que en la actual sociedad de la información y del conocimiento la

2 Tensiones entre la concepción de la Química y su enseñanza

eficacia de la educación científica debe estar basada en lo que los alumnos logren aprender realmente. Para lo cual se requiere que las metas, los contenidos y los métodos de la enseñanza de la ciencia tengan en cuenta no sólo el saber disciplinar que debe enseñarse sino también las características de los alumnos a los que esa enseñanza va dirigida y las demandas sociales y educativas en las que esa enseñanza tiene lugar.

De esta manera, conocer las ideas previas que traen los estudiantes acerca de Química y entender si tiene relación con los factores que influyeron para elegir su carrera se hace importante para iniciar una reflexión sobre cómo enseñar Química a estos estudiantes. En el siguiente capítulo se presentan los resultados obtenidos de la encuesta realizada para indagar sobre los factores que intervinieron en la decisión de los estudiantes.

3 Elección de la carrera – factores de influencia

3.1. Sobre las concepciones

Durante los primeros semestres de universidad, es usual encontrar estudiantes que presentan dificultades de aprendizaje en el área de la Química. Estas dificultades se manifiestan principalmente en bajo rendimiento académico, poco interés por su estudio, repitencia de asignaturas y usualmente una actitud inapropiada en el aula, como desinterés, realización de actividades por fuera de lo propuesto en clase, hacer tareas o trabajos de otras materias, chatear, usar el celular para ver videos o entrar a redes sociales. Estas actitudes llevan a preguntarse: ¿Están seguros de la carrera que eligieron?, ¿qué esperan encontrar?, ¿la actitud que muestran se relaciona con las dificultades de aprendizaje de los temas? En este capítulo se analizarán los factores que incidieron en los estudiantes para la escogencia de la carrera y, la relación con las concepciones sobre la Química.

Enfocar la atención en el proceso de elección de carrera resulta pertinente ya que no es del todo claro si los estudiantes han hecho una reflexión de las implicaciones personales, laborales y sociales de elegir una carrera profesional, por tanto, si las razones por las

3 Elección de la carrera – factores de influencia

cuales ellos eligieron su carrera están fundamentadas en concepciones erróneas acerca de la Química y su ejercicio, representará una dificultad a la cual se verá enfrentada la institución educativa puesto que las instituciones de educación superior deben garantizar la formación de científicos idóneos capaz de trabajar en el campo de la protección ambiental, la prevención y el tratamiento de las enfermedades, la expansión industrial y el desarrollo de la infraestructura. También, será una dificultad que deberán enfrentar de manera mucho más directa los docentes de la carrera, y a la cual se le deberá dar el manejo adecuado de forma que se pueda impulsar al estudiante a involucrarse en su proceso de aprendizaje y concluir con éxito la carrera elegida.

En el estudio titulado “La educación superior en los países en desarrollo: peligros y promesas”, presentado en diciembre del 2000 en Santiago de Chile, se menciona:

Aunque los países en desarrollo tienen más del 80 % de la población del mundo, sus estudiantes del ciclo terciario suman sólo la mitad del total a nivel mundial, y una proporción mucho menor recibe una educación superior de alto nivel. Acortar esta distancia significa un enorme desafío y requiere el esfuerzo concertado de los países desarrollados y en desarrollo.

... Los problemas que enfrenta la educación superior no son insuperables. Los recursos existentes pueden emplearse en forma más eficiente, e incluso en muchas áreas se podrán lograr grandes avances invirtiendo recursos adicionales, tanto monetarios como políticos. Por otro lado, los países que siguen descuidando la educación superior tenderán a marginarse cada vez más de la economía mundial; su progreso social y político se verá retardado, y en ellos surgirán crecientes dificultades para ponerse al día respecto del resto del mundo. El progreso se dará más fácilmente en aquellos países que tengan una visión clara del aporte de la educación superior al bien común. Se deben evitar las soluciones parciales, reemplazándolas por un planteamiento holístico centrado en una amplia gama de

posibles soluciones capaces de reforzarse y complementarse mutuamente.

Es así que, los países en vía de desarrollo necesitan educar a una mayor proporción de sus jóvenes con estándares más altos, ya que hoy, poseer un grado universitario es requisito básico para muchos trabajos especializados. Por tanto, en la actual sociedad del conocimiento la educación superior cumple un papel protagónico puesto que tener profesionales competentes es un factor que tiene alta incidencia en la economía de un País y en su competitividad a nivel internacional. Por esta razón, a medida que el conocimiento se va haciendo cada vez más importante, también la educación superior lo va siendo al igual que la calidad de los conocimientos generados en las instituciones de educación superior, es decir los procesos de enseñanza-aprendizaje que allí se llevan a cabo y la promesa social que se hace a los jóvenes cuando se les ofrece una carrera.

La teoría sobre las concepciones alternativas la desarrolla Pozo (1998), el cual describe el origen de las concepciones alternativas en tres aspectos: sensorial, cultural y escolar, los cuales determinan en buena parte la naturaleza representacional de esas ideas.

Primer aspecto origen sensorial: las concepciones espontáneas. Se refiere a que una parte de las concepciones alternativas se formarían, de modo espontáneo, en el intento de dar significado a las actividades cotidianas y se basarían esencialmente en el uso de reglas de inferencia causal aplicadas a datos recogidos (en el caso del mundo natural) mediante procesos sensoriales y perceptivos. Aunque es posible que se utilicen en todos los dominios del conocimiento, se reflejan ante todo en nuestras teorías sobre el funcionamiento del mundo natural. Buena parte de nuestra Química y Física intuitiva, pero también nuestras ideas sobre la salud y la enfermedad, se apoyan en este tipo de reglas.

Segundo aspecto origen cultural: las representaciones sociales. Estas concepciones tienen su origen en el entorno social y cultural, de cuyas ideas se impregnaría el

alumno. La cultura es entre muchas otras cosas, un conjunto de creencias compartidas por unos grupos sociales, de modo que la educación y la socialización tendrían entre sus metas prioritarias la asimilación de esas creencias por parte de los individuos. Dado que el sistema educativo no es hoy el único vehículo y a veces ni siquiera el más importante de transmisión cultural, los alumnos accederían a las aulas con creencias socialmente inducidas sobre numerosos hechos y fenómenos.

Tercer aspecto origen escolar: las concepciones analógicas. Cuando se habla de las ideas de los alumnos suele pensarse implícitamente en las dos fuentes que acabamos de mencionar, olvidándose con frecuencia la importancia de los aprendizajes escolares en la generación de ideas que van a influir a su vez en posteriores aprendizajes. Únicamente se suele hacer mención a esta fuente para referirse a posibles “errores” conceptuales de los alumnos que tienen aparentemente su origen en la propia enseñanza recibida. Presentaciones deformadas o simplificadas de ciertos conceptos conducen a reflejar la información o la interpretación recibida.

Pero, a menudo, las ideas que los alumnos obtienen del conocimiento escolar no se limitan a reflejar errores conceptuales presentes en los libros de textos o las explicaciones recibidas. Más bien reflejan un “error” didáctico en la forma en que se les presentan los saberes científicos. Al no presentarse el conocimiento científico como un saber diferente de otras fuentes de “conocimiento científico” sobre el mundo. La consecuencia más directa es una incompreensión de la propia naturaleza del discurso científico, al confundirlo y mezclarlo con su conocimiento sensorial y social. En otras palabras, los modelos científicos (usualmente referidos a estructuras no observables del macrocosmos o del microcosmos) se mezclan, se difuminan, en aquellos ámbitos del discurso cotidiano (referido al mesocosmos) con referentes comunes.

Ahora, pasaremos a otro aspecto que es el de toma de decisiones. Wright (2005) clasifica los modelos de toma de decisiones en tres tipos. Los primeros, denominados

Modelos de racionalidad económica/instrumental, son los que la consideran como un proceso de obtención de evidencia y balance de costos y beneficios de un curso de acción posible, como lo hacen los teóricos del capital humano. El segundo grupo es el de los modelos estructuralistas, los cuales consideran las decisiones como el resultado de fuerzas exteriores, como identidad de género, antecedentes de clase, pertenencia étnica, influencia de otros individuos (padres, maestros), instituciones donde se estudió y condiciones económicas (como oportunidades laborales). Este segundo tipo de modelos enfatizan el papel de factores emocionales, preconcepciones y suposiciones (derivados de las fuerzas externas enunciadas antes), como elementos en la toma de decisiones. El tercer grupo es el de los modelos híbridos, los cuales son los más comunes en la investigación actual. En ellos se intenta articular el papel de las fuerzas externas con la identidad individual y con el sujeto como agente.

Estas categorías nos ayudarán a analizar los resultados obtenidos de la encuesta realizada a los estudiantes para indagar sobre los factores que pudieron incidir en la decisión de estudiar Química o Química Farmacéutica. Posteriormente se presentaran los gráficos de barra para cada pregunta con el respectivo análisis.

La primera pregunta hace referencia a indagar sobre las ideas de la Química como carrera y su relación con ofrecer un alto nivel económico.

Tabla 3.1: Resultados de la encuesta cuesta - categoría: factores que influyeron en la elección de la carrera.

Nº	Enunciado	TA: totalmente de acuerdo	PA: parcialmente de acuerdo	PD: parcialmente en desacuerdo	TD: totalmente en desacuerdo
6	La Química es una carrera que permite tener un alto nivel económico.	22	43	15	0
7	La Química es necesaria en muchas empresas y por esa razón es una buena fuente de empleo.	38	45	5	2
8	La experiencia de aprendizaje de las ciencias naturales en mi colegio fue un factor determinante a la hora de escoger mi carrera.	46	24	13	7
9	Los consejos de mi familia fueron determinantes para escoger mi carrera.	16	32	26	16
10	En mi familia existen personas que son profesionales en esta área	20	7	6	57
11	La opinión de mis profesores influyó para escoger mi carrera.	7	31	18	34
12	Los cuestionarios de orientación vocacional me ayudaron a tomar la decisión en cuanto a mi carrera.	9	30	28	23

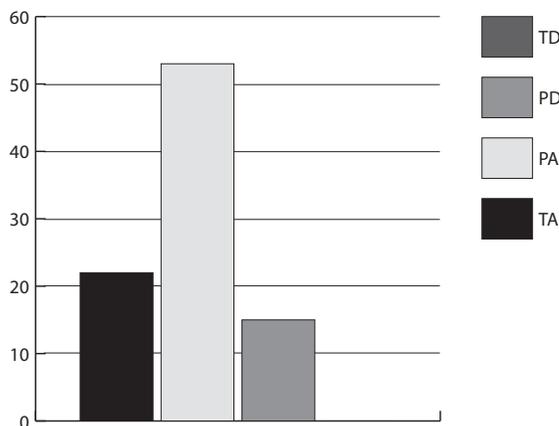


Figura 3.1: La Química es una carrera que permite tener un alto nivel económico.

Los resultados en porcentaje para esta pregunta fueron totalmente de acuerdo 24,4%. Parcialmente de acuerdo 58,9%. Parcialmente en desacuerdo 16,7%. Totalmente en desacuerdo 0%. Con estos resultados se puede evidenciar que los estudiantes consideran que la Química o la Química Farmacéutica son profesiones que permiten tener un buen nivel económico, lo que puede estar estrechamente relacionado con las razones por las cuales ellos eligieron estudiarlas. También, es importante considerar la promesa social de la carrera y lo que se ofrece desde el mercadeo del programa. Egresados laborando en empresas multinacionales en cargos de alto desempeño, lo que permite un buen nivel de ingresos por el posicionamiento laboral. Observando los resultados en el ítem totalmente en desacuerdo no se obtuvo puntuación. Lo que confirma lo mencionado ya que las otras tres respuestas: totalmente de acuerdo, parcialmente de acuerdo y parcialmente en desacuerdo, se pueden considerar afirmativas.

De acuerdo con la teoría de las concepciones alternativas, las ideas que las personas se forman sobre algo están relacionadas entre otros con su entorno social y cultural. Es claro que los jóvenes tienen expectativas cuando deciden sobre su vida profesional y estas expectativas tienen diferentes grados de racionalidad dependiendo del estrato social. Al abordar el tema económico se puede observar que es un factor determinante,

3 Elección de la carrera – factores de influencia

sin embargo no se puede establecer que sea la única razón puesto que, las perspectivas de las personas dependen de sus experiencias, de sus valores, habilidades sociales, acceso a la información y la posición que ocupan en la sociedad.

De lo anterior se puede inferir que el factor económico respecto a la decisión de elegir la carrera está presente, sin embargo también se admite la presencia de otros aspectos que deben ser tenidos en cuenta.

La segunda pregunta sigue teniendo relación con lo económico esta vez, se indaga en la relación de la Química como carrera y las posibles fuentes de empleo.

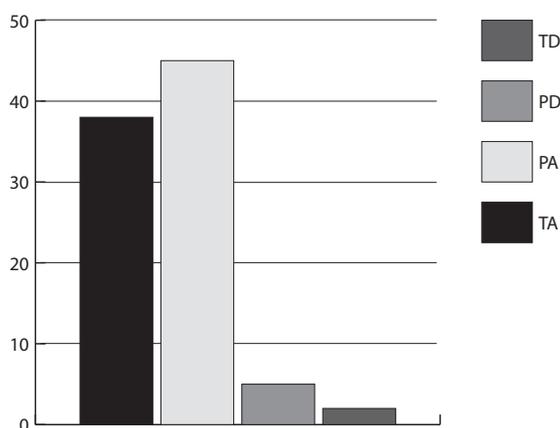


Figura 3.2: La química es necesaria en muchas empresas y por esa razón es una buena fuente de empleo.

Los resultados obtenidos para la segunda pregunta fueron: totalmente de acuerdo 42,2%. Parcialmente de acuerdo 50,0%. Parcialmente en desacuerdo 5,6%. Totalmente en desacuerdo 2,2%.

Esta pregunta también presenta un enfoque en el aspecto económico, desde el punto de vista de las fuentes de empleo. El 92,2% de los encuestados coincide con afirmar que la Química es una buena fuente de empleo.

Los datos arrojados evidencian nuevamente un grado de incidencia del factor económico relacionado con la elección de la carrera. Esta vez enfocado en las fuentes de empleo. Es evidente que tener la garantía de un empleo cuando se culminen los estudios profesionales es un factor que puede influenciar a muchos jóvenes en la elección de su carrera. Adicional teniendo en cuenta que en el suroccidente colombiano se encuentra un buen porcentaje de industrias relacionadas con el área de la Química y la farmacia y que la Universidad Icesi en su propuesta educativa ofrece a los jóvenes como campos de acción vinculaciones con empresas como: TecnoQuímicas S.A., Genfar – Sanofi, Laboratorios JGB S.A., Belcorp, Cadbury Adams, Laboratorios Recamier, Colgate Palmolive, Laboratorios Lafrancol, Laboratorios Baxter.

En la literatura se encuentran muchos estudios con diversos enfoques sobre la importancia de la motivación en el desarrollo de conductas. Entre ellos se encuentra el *enfoque conductual de la motivación*, según el cual la motivación de los seres humanos es extrínseca, es decir, se basa en la obtención de recompensas externas, por tal razón, las conductas llevan como finalidad la obtención de algún objeto (casa, carro, etc.); se dice pues, que se siguen recompensas externas. Así, el otorgar a los estudiantes calificaciones, puntos y otras recompensas externas por aprender en algunos casos, resultan incentivos altamente motivacionales. De acuerdo con esto el estudiante elegiría una carrera con la finalidad de obtener recompensas externas algunas de ellas: prestigio, empleo bien remunerado, entre otros (Cano, 2008).

Teniendo en cuenta este planteamiento y el origen de las concepciones alternativas, se puede afirmar que el nivel de expectativas de éxito económico de los jóvenes es un elemento que influye fuertemente en las decisiones tomadas a la hora de elegir la carrera.

Con la pregunta tres, se busca indagar acerca de la influencia de la enseñanza escolar sobre las decisiones tomadas al escoger la carrera. Como se mencionó anteriormente

3 Elección de la carrera – factores de influencia

parte de las concepciones alternativas tiene un origen escolar y en muchas ocasiones esto no es tenido en cuenta en los análisis que se hacen sobre cómo es la mejor manera de enseñar y aprender ciencias.

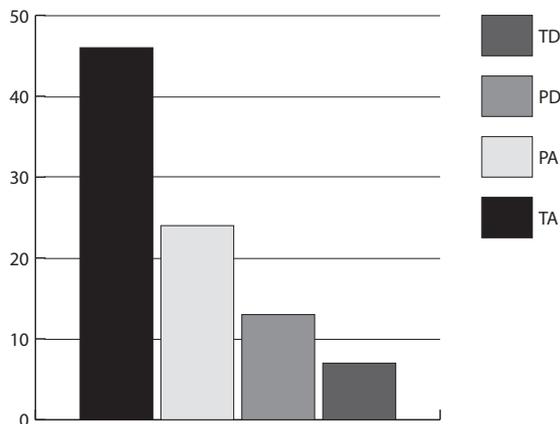


Figura 3.3: La experiencia de aprendizaje de las ciencias naturales en mi colegio fue un factor determinante a la hora de escoger mi carrera.

Se obtuvieron los siguientes resultados: Totalmente de acuerdo 51,1 %. Parcialmente de acuerdo 26,7%. Parcialmente en desacuerdo 14,4 %. Totalmente en desacuerdo 7,8 %.

Los resultados obtenidos muestran que haber tenido una buena experiencia con las materias científicas en el colegio fue un factor determinante en la elección de la carrera. Lo cual abre la puerta a muchas reflexiones.

Se puede argumentar que muchos de los conocimientos básicos acerca de las ciencias y en particular de la Química se han fundamentado en el colegio. Sin embargo, que el estudiante haya aprobado sus asignaturas con cierto nivel de éxito no es garantía de que tenga una idea adecuada sobre lo que implica elegir como profesión la carrera de Química o Química Farmacéutica. La decisión puede estar basada en el supuesto de: “como me fue bien en el colegio yo soy bueno para esto”. Esta idea puede traer fuertes implicaciones puesto que, al enfrentarse los estudiantes en el primer y segundo

semestre al nivel de complejidad de los conceptos en las Químicas generales y en otras asignaturas que forman parte de su currículo como las matemáticas y el cálculo, se pueden sentir frustrados, desmotivados, en ocasiones desorientados pues su “idea de la Química era otra”. Lo cual puede llevar a la deserción y en otros a que el joven adopte una posición de pasar las materias por pasarlas, sin apropiarse de manera autónoma de su proceso de aprendizaje.

Esta puede ser una de las causas por las cuales los profesores de primeros semestres de las carreras de Química y Química Farmacéutica notan con preocupación la apatía y el desinterés de los estudiantes en sus clases. Actitudes que pueden estar fundamentadas en lo descrito arriba y que afectan considerablemente los procesos de enseñanza.

Este hallazgo resulta importante para que en los cursos de primeros semestres se plante una metodología de enseñanza orientada a promover actitudes e intereses favorables hacia la ciencia en particular la Química. Aunque el tema de las actitudes ha sido ampliamente trabajado en la didáctica de las ciencias, han sido pocas las experiencias que han arrojado información frente a la manera de promover un cambio actitudinal hacia la ciencia y en particular hacia la Química, queda abierto el espacio para reflexionar y proponer formas de ayudar a los estudiantes a cambiar sus actitudes frente a la Química.

La pregunta 4 arrojó como resultados: totalmente de acuerdo 17,8 %. Parcialmente de acuerdo 35,6 %. Parcialmente en desacuerdo 28,8 %. Totalmente en desacuerdo 17,8 %.

Estos resultados permiten deducir que la familia ejerce cierto grado de influencia en la decisión de elegir la carrera.

Para el estudiante resulta importante contar con la aprobación del adulto-familia para toma de decisiones en su vida. Los concejos de la familia pueden estar ligados a una expectativa de tipo económico, y es claro cómo se puede observar en los resultados

3 Elección de la carrera – factores de influencia

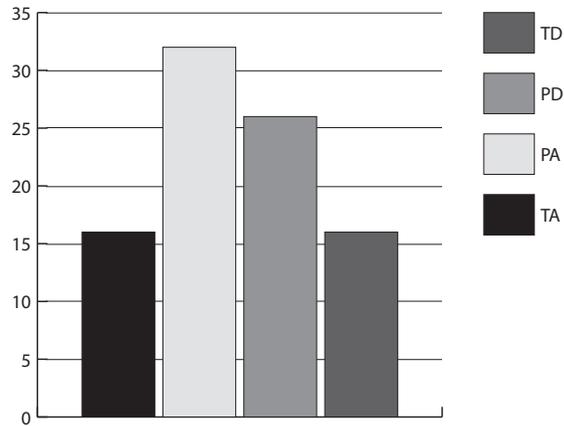


Figura 3.4: Los consejos de mi familia fueron determinantes para escoger mi carrera.

obtenidos para esta pregunta, que tiene un porcentaje de influencia considerable.

La quinta pregunta fue realizada con el objeto de indagar si existía alguna influencia en la elección de la carrera cuando los padres o familiares han estudiado una profesión relacionada.

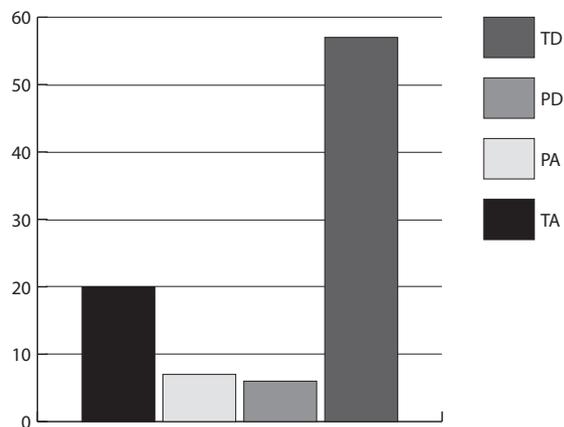


Figura 3.5: En mi familia existen personas que son profesionales en esta área.

Se presentaron los siguientes resultados: totalmente de acuerdo 22,2%. Parcialmente de acuerdo 7,8%. Parcialmente en desacuerdo 6,7%. Totalmente en desacuerdo 63,3%

En los resultados se puede evidenciar que tener un familiar que posee estudios relacionados con esta área puede influir en la decisión pero, no es un factor determinante o de alta influencia puesto que el 66,3% de los encuestado no tiene familiares con profesiones relacionadas. Lo cual confirma lo mencionado en la pregunta anterior, los familiares desean que sus hijos puedan tener un mejor nivel de vida y que elijan carreras que les permitan tener un status social más alto y les proponen o aconsejan estudiar las carreras que tiene amplio reconocimiento social.

La pregunta seis se realiza para conocer qué tanto influye la opinión de los profesores en los jóvenes.

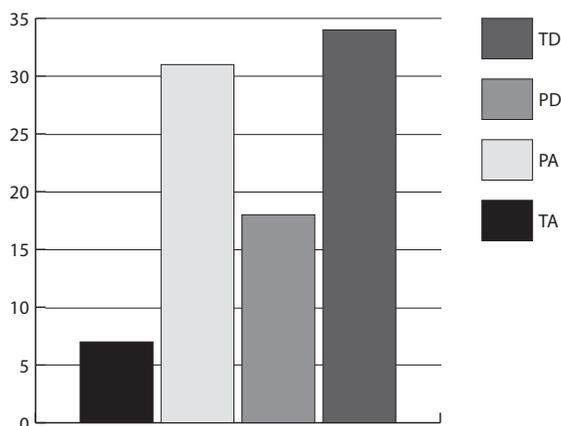


Figura 3.6: La opinión de mis profesores influyó para escoger mi carrera.

Los resultados obtenidos fueron: Totalmente de acuerdo 7,8%. Parcialmente de acuerdo 34,4%. Parcialmente en desacuerdo 20,0%. Totalmente en desacuerdo 37,8%.

Estos indican que la opinión de los profesores es considerada por los estudiantes pero, no es el factor de más alta influencia o principal.

Si se comparan estos resultados con los obtenidos para la pregunta 3 (la experiencia de aprendizaje de las ciencias en mi colegio fue un factor determinante a la hora de escoger

3 Elección de la carrera – factores de influencia

mi carrera), podemos observar que influye más en los estudiantes la posibilidad de tener éxito (en este caso académico). Es decir, es más decisivo haber tenido experiencias positivas de buen rendimiento académico en esta área del conocimiento que la opinión o consejos de los profesores. Sin desconocer que para algunos (42 %) la opinión de sus profesores tuvo alta influencia.

La pregunta 7 se realizó con el ánimo de indagar como influyeron los test que se realizan a los estudiantes para ayudarles a escoger su carrera por parte de la institución educativa.

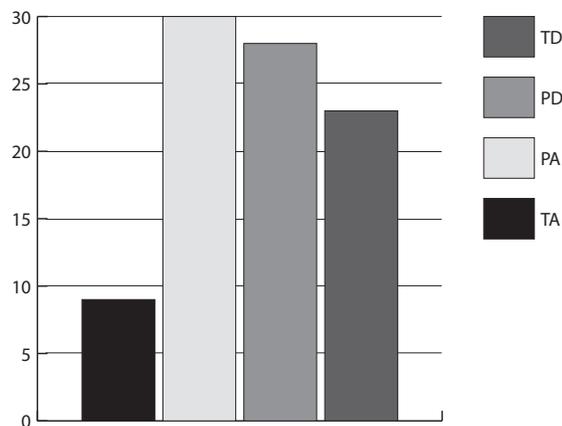


Figura 3.7: Los cuestionarios de orientación vocacional me ayudaron a tomar la decisión en cuanto a mi carrera.

Los resultados obtenidos fueron: Totalmente de acuerdo 10,0 %. Parcialmente de acuerdo 33,3 %. Parcialmente en desacuerdo 31,1 %. Totalmente en desacuerdo 25,6 %.

En este punto es importante aclarar que algunos estudiantes que contestaron totalmente en desacuerdo escribieron en la encuesta en el punto de observaciones que no se les realizaron cuestionarios de orientación profesional.

Se puede observar en los resultados que los cuestionarios de orientación profesional son un factor que ayuda a los estudiantes a elegir su carrera. Sin embargo, también se

puede evidenciar que algunos estudiantes no han tenido este tipo de acompañamiento por parte de las instituciones educativas. Lo cual resulta inquietante dado que en muchas ocasiones las opciones de elegir la carrera se encuentra sesgada socialmente a algunas carreras y a ciertas áreas del conocimiento (ingenierías, ciencias, áreas de la salud). Limitando las oportunidades de los jóvenes y quizás dejándolos sin opción. Por tanto, este es un punto que invita a una reflexión entre ¿cómo debería darse el paso de salir del bachillerato y elegir una carrera? ¿Cuál es la mejor forma de acompañar y orientar a los jóvenes en la decisión que tendrá grandes repercusiones en su futuro? ¿De quién es la responsabilidad de realizar ese acompañamiento de los padres, de las instituciones educativas, del estado?

En Colombia no hay transición entre la finalización del bachillerato (educación media) y el ingreso a la educación superior. Un punto al que debería otorgársele la importancia suficiente puesto que, es la educación media la que debe garantizar a los estudiantes el ingreso al nivel superior. En el proceso de transición se debería ayudar a los jóvenes a reflexionar sobre sus ambiciones, su cualificación y sus capacidades, para que puedan planificar y tomar decisiones acerca de su vida laboral y la formación que implica. En esa transición los jóvenes deben acceder a información sobre el mercado laboral y las oportunidades de formación. Se les debe orientar para comprender la complejidad y diversidad de la vida y de las oportunidades que le esperan pos colegio. Adicional a esto, no existe ninguna política educativa con respecto a este tema o quien o quienes deberían ser los responsables del proceso de transición. Esta situación se presenta claramente en el libro *el puente está quebrado: aportes a la reconstrucción de la educación media*, editado por la Universidad Nacional de Colombia (Gomez, 2009).

Colombia está llamada a trabajar en el tema de la finalización de la secundaria y el ingreso a la universidad, tanto colegios como universidades deberían trabajar de la mano para que la transición al mundo postsecundario no sea crítico y desorientado, con poca información. Se debe buscar orientar a los jóvenes para que cuenten con las

herramientas necesarias para su incursión en la educación superior sin generar la crisis que genera en la actualidad.

3.2. Relación entre concepciones y factores

Los resultados de las 12 preguntas realizadas para conocer las ideas previas de los estudiantes acerca de la Química y la Química Farmacéutica y los factores que influyeron en la elección de la carrera permiten evidenciar:

Los estudiantes tienen noción que para estudiar estas carreras requieren de conocimiento matemático. Saben que son carreras teórico-prácticas sin embargo, es claro que su idea sobre lo que enfrentarán en sus estudios es vaga y superficial. Por esta razón, la mayoría se encuentran con que los temas que se les enseñan durante los primeros semestres de estudio son más complejos de lo que esperaban y les exigen retos a nivel cognitivo. En algunos casos las bases matemáticas que traen del colegio no son suficientes para responder con las exigencias de la universidad. También, se enfrentan a que deben organizar sus rutinas de estudio y disciplinarse para poder cumplir con todas las obligaciones de la educación superior y que los contenidos conceptuales y las prácticas de laboratorio tienen un nivel de profundidad mucho más elevado de lo visto en el colegio.

Por otro lado, los factores de elección de carrera pueden la mayoría estar altamente influenciados por la probabilidad de éxito laboral y por mejorar su calidad de vida pero, esto no significa que no tengan la posibilidad de culminar con éxito su carrera. Por el contrario, teniendo estos resultados como base se puede realizar reflexiones sobre la práctica docente en los primeros semestres de carrera para facilitar el acople de los jóvenes a la vida universitaria con el menor desgaste y frustración posible, para que

puedan dotar de significados los saberes que empiezan a adquirir y encontrarle sentido a lo que estudian. Que puedan sentirse a gusto con la elección que hicieron y que sean jóvenes alegres y llenos de optimismo. Esto es parte importante del que hacer docente formar profesionales comprometidos con ellos y con su entorno es la promesa social que hace la Universidad Icesi, y a la cual se debe apuntar en el día a día de la práctica docente. Por tanto, la importancia de los docentes de los primeros semestres debe ser otro tema de reflexión ¿Qué competencias deben tener? ¿Cómo deben ser? ¿Qué deben hacer? ¿Cómo deben contribuir a la formación de los estudiantes? Es un tema que se deja propuesto como parte de la reflexión que se inicia en este trabajo.

4 Tejiendo sentidos en la enseñanza de la Química

Explicar quién soy, qué es lo que sé, qué es lo que siento y quiero, es algo ético. En consecuencia, realizar nuestra autobiografía o “viaje intelectual” es una provocación –una invitación a reflexionar–, a ser auto-críticas o auto-críticos, SOBRE MI PERSONA, mi vida, mi formación, mis gustos, mis preferencias, mis sentimientos, mis prejuicios, mis pasatiempos, es decir, sobre mi historia de vida y mi experiencia en el mundo (Guardian, 2007).

Considerando la propuesta que hace Alicia Guardiola Fernández en el libro *El paradigma cualitativo en la investigación socioeducativa*, acerca de la autobiografía como un dialogo con uno mismo, un dialogo que se hace desde la razón pero también desde nuestros sentimientos y vivencias e incorporando las perspectivas y saberes que provienen fuera de la ciencia. Un dialogo que permite incluir en la investigación la experiencia vital.

Apoyada en la premisa que nuestros sentimientos, verdades, creencias, principios, prejuicios e ideas también son datos y, por lo tanto, son una clave para comprender la naturaleza del ambiente social, educativo y cultural no sólo en el cual vivimos, sino también sobre el queremos estudiar o investigar. Por lo cual se estima que la investi-

gadora o el investigador no se deben ver como un simple observador neutral “ni como entes ausentes de intereses y de puntos de vista sesgados”; Y que la autocrítica debe permear todas la etapas del proceso investigativo, así como a las conclusiones, recomendaciones y a las consecuencias. En esta investigación se incluye una reflexión autobiográfica sobre la práctica docente.

4.1. Del mundo del trabajo al mundo de la enseñanza

Inicié mi vida laboral en la industria en el verano de 1998. Había trabajado durante 2 años en la universidad del Valle como monitora de 2 cursos de laboratorio, uno para ingenieros agrícolas y otro para ingenieros Químicos. Al mismo tiempo era auxiliar de investigación en un proyecto que desarrollaba el CIRAD de Francia en el tema de la extracción y purificación de encimas de frutas tropicales. En Julio de 1998 se me presentó la oportunidad de trabajar en el área de control de calidad en laboratorios Baxter. En este lugar trabajé 11 años.

Durante los 11 años que trabajé en Baxter me desempeñé en varios cargos, entre otros trabajé como apoyo para el departamento de nuevos productos. Cuando estuve en ese cargo pude desarrollar una formulación de un antibiótico, el cual no se había desarrollado en ninguna de las filiales de Suramérica; Baxter Cali fue la primera en poder fabricar el producto. Durante los últimos cinco años tuve la oportunidad de coordinar el programa de estudios de estabilidad y apoyar a mi jefe en la selección de personal (químicos y químicos farmacéuticos recién egresados de la universidad) para ingresar al laboratorio, y estaba encargada de su respectivo entrenamiento. Fueron años bastante intensos a nivel laboral y personal. Cuando entrenaba a los químicos o

químicos farmacéuticos que ingresaban por primera vez a trabajar en el laboratorio fui percibiendo un comportamiento particular en ellos. Muchos traían un aire de “me las se todas” y cuando los entrenaba en ocasiones su comportamiento era bastante soberbio y sobrador. Esto llamaba fuertemente mi atención y en casi la mayoría de las ocasiones estas personas cometían algún tipo de error durante su periodo de prueba o posterior, lo cual permitía que de una manera bastante ilustrada yo pudiera hacerles ver la importancia del entrenamiento. Este hecho me cuestionaba fuertemente y siempre pensaba “Si fuera docente me encargaría de hacerles ver a los chicos que las cosas aquí afuera son reales y tienen sus consecuencias y no son tan ideales como se cree mientras se está en un aula de clase”. De esta forma transcurrieron 5 años en los cuales tuve muchos cambios a nivel personal, que me llevaron a tomar la decisión de renunciar y buscar un estilo de vida diferente. Me retiré y me fui a vivir a una vereda de caloto – cauca. Estando en mi nueva vida, dedicada a ser ama de casa y a trabajar con un grupo de ayuda comunitaria en esta zona, un día recibí la llamada de mi esposo a quien le estaban pidiendo que recomendara un docente para trabajar dando unas horas de laboratorio de análisis químico en la Universidad Icesi, en donde hacía 2 años se habían abierto las carreras de Química y Química Farmacéutica. Fue de esta manera que en Agosto del 2010 comencé mi vida como docente de universidad.

4.2. Los primeros caminos como docente

Cuando acepté el trabajo en la Universidad Icesi, tenía mucha expectativa sobre lo que podía aportar a los estudiantes con la experiencia que había adquirido durante mis años de trabajo en la industria farmacéutica; me imaginaba resolviendo con los chicos problemas de la vida real y enseñándoles a crear una metodología para resolver estos problemas con éxito. Me imaginaba teniendo una clase súper divertida y participativa en la que ellos iban a estar muy interesados en aprehender como se aplica el análisis

químico en la vida práctica. Realmente nada fue como esperaba. Me enfrenté a unos chicos con mirada penetrante y cuestionadora, a quienes al parecer no les cautivó lo que yo podía aportarles. Adicional a esto cuando planteé las primeras normas de laboratorio los cuestionamientos y las caras en desacuerdo fueron devastadoras para mí. Recuerdo, que en la presentación de uno de los grupos, un estudiante se levantó dijo su nombre y expuso “*yo estoy en este laboratorio porque me toca, no porque me interese*”. Las cosas no se pusieron mejor, a medida que el curso avanzaba mi nivel de exigencia también, proponía a los estudiantes problemas de laboratorio que yo consideraba ellos ya estaban en capacidad de resolver. Eso fue un gran tropiezo. El llanto de algunos estudiantes, las críticas abiertas, los cuestionamientos de ¿eso para qué? Eran ya lo común en estas clases. Me sentí perdida. ¿Qué había pasado en estos años con los jóvenes? Me preguntaba constantemente. ¿Cómo no se motivan con las maravillas que les ofrece el análisis químico? De esta manera transcurrieron los primeros años de trabajo como docente. Muchas veces conversaba con mis colegas y comentaba algunas de las cosas que me sucedían, ellos con mucha más experiencia que yo me contestaban; “eso es así”, “no te dejes creer de esos chicos son mentirosos” mientras pasan tu materia te muestran afecto... después ya ni te saludan” “A esos muchachos no les gusta la Química” “tu materia no les interesa” Las afirmaciones que hacían algunos de mis colegas y las experiencias que se vivían en el salón de clase iban despertando en mí un interés por conocer que pasaba en la mente de mis estudiantes. Era claro que yo también pensaba muchas cosas sobre mis estudiantes. Muchas veces cuando veía los errores que cometían o el disgusto que les causaba el hecho que les preguntara alguna fórmula, yo me preguntaba ¿para qué habrá estudiado este chico esta carrera? ¿Qué pensaría este muchacho que era estudiar Química? ¿Porque no les gusta aplicar la matemática?

4.3. Reconstruyendo concepciones

En muchas ocasiones hablaba con mis estudiantes y ellos manifestaban la angustia que les producía no entender un ejercicio o perder un quiz o algunos me confesaban que hacían los ejercicios mecánicamente pero que realmente no entendían lo que estaban haciendo. Otros aún más sinceros me decían que se aprendían como hacer el problema pero que esperaban no volver a ver esa materia nunca. Estas situaciones fueron despertándome un deseo auténtico de ayudarles y sentí que debía comprometerme con el proceso de enseñanza más de lo que hasta ahora lo había hecho. Empecé por tratar de recordar cómo era yo cuando estudiaba, que pasaba por mi cabeza cuando no entendía algo, cómo manejaba el stress que me producía la posibilidad de perder una materia, como hice para pasar las materias que no me gustaban, como era mi relación con mis profesores. Estas remembranzas hicieron que aparecieran nuevos cuestionamientos y en los momentos en que podía me acercaba a mis alumnos y conversaba con ellos sobre sus experiencias de aprendizaje en la universidad y sobre sus sentimientos, frustraciones, expectativas etc. En esos acercamientos algo empezó a cambiar en mí. Pasé de ver a mis estudiantes como “mis agresores”, “los que no quieren aprender lo que les enseño”, a verlos como personas jóvenes que necesitan acompañamiento, seres humanos que tienen miedo de lo desconocido como cualquiera, personas que necesitan de motivación para interesarse por algo. Entonces empecé a cambiar la forma de relacionarme con ellos, una de las cosas que primero me propuse fue aprenderme sus nombres, recordé que si algo me molestaba a mí era que mis profesores me llamaran por otro nombre. También empecé por buscar la importancia de los temas que yo les enseñaba y la relación con la vida práctica y por qué para ellos era importante conocerlos. Mis clases se volvieron más dinámicas y vi en las miradas de mis estudiantes que algo empezaba a cambiar.

En mi relación con ellos comprendí que el vínculo profesor-alumno era definitivo. Generarles confianza, que me vieran como otro ser humano que tenía algo para aportarles

pero también algo que aprender de ellos, esa nueva concepción de la relación con los estudiantes determinó mi futuro como docente, pues sentí que podía hacer más por mis estudiantes pero que me faltaban herramientas para mejorar mi cátedra y mi labor como profesora. De esto, nació la necesidad de hacer estudios de maestría en educación.

4.4. La maestría

Decidí ingresar a hacer la maestría en educación en la Universidad Icesi. Hoy, considero que fue una de las mejores decisiones que he tomado. Recuerdo el primer día en la clase de fundamentos de la educación con el profesor Armando Zambrano, con el cual se debatió durante cuatro horas acerca de la desmesura del hombre, del hombre inacabado y de porque el hombre debe ser educado. Fue en esas clases donde nací como docente, donde aterrizó en mi vida el significado de ser profesor. Donde me di cuenta de la responsabilidad que implica educar “seres humanos”. Fueron en las clases del primer semestre donde empezó mi verdadera reflexión sobre mí que hacer docente, sobre mi praxis. Fue increíble conocer cómo surgió la escuela en Colombia, saber que los hospicios, orfanatos y hospitales fueron los sitios que dieron origen a lo que hoy llamamos “escuela”. Que la escuela en occidente fue creada para higienizar, ordenar, preparar, vigilar, controlar y garantizar la jerarquización de saberes. Fue ahí donde entendí que todo profesor siempre experimenta la “*horrible resistencia del alumno frente al deseo del docente*” Entendí que el docente que no logre entender la resistencia de sus alumnos despierta poco interés por aprender. Que los dramas que vivimos como profesores nos informan mucho sobre nuestra práctica pedagógica y son un recurso para entender las dimensiones del proyecto “educar”. Que el reconocimiento de la resistencia pasa necesariamente por el reconocimiento del otro. También entendí que toda resistencia es una esperanza y es la apuesta por lo mejor, que esa resistencia y sus formas de expresión definen el principio de educabilidad: “*Educación es hacer todo lo que esté a*

nuestro alcance y no abdicar frente a la resistencia del alumno, impedir que éste abandone y esforzarse por brindarle todos los recursos para su educación”. Este principio de educabilidad me cautivó y despertó en mí el deseo de ser cada vez mejor docente y de comprometerme con el proceso de aprendizaje de mis estudiantes. Tener presente que la educabilidad es un principio ético y político. Ético porque se espera siempre que el otro tenga éxito en su educación y el docente debe hacer todo lo que esté a su alcance para que ello se produzca. Político porque, querámoslo o no, el pedagogo es un sujeto siempre dispuesto a crear las mejores condiciones para el reconocimiento del sujeto. Porque la educación es un asunto público y no mercantil; ella apunta a la formación de un ciudadano libre, crítico, pensante, reflexivo, e impide la manipulación (Zambrano, 1998).

4.5. El nacimiento de una nueva enseñanza de la Química

Entonces mientras realizaba mi maestría mi praxis cambiaba. Porque en las charlas con el profesor Zambrano pude comprender que la relación pedagógica es algo más que enseñar, cuando se resume a enseñar no se puede ver al otro como distinto, singular, genérico, como un rostro con nombre, sino que solo se ve como un sujeto susceptible de educación. Dicho en palabras del profesor: “cuando la enseñanza adopta el lugar de la pedagogía y desvirtúa el momento pedagógico deja por fuera al otro, lo saca de su historia y lo convierte en un recipiente donde todos los conocimientos podrían almacenarse” (Zambrano, 1998). Entonces todas estas reflexiones me motivaron y me alentaron a iniciar cambios en mi forma de enseñar y en mi forma de relacionarme con los estudiantes. Me interese más por saber cómo aprenden mis alumnos, me di cuenta que las preguntas son muy importantes para llevar al estudiante a que por lo

menos se inquiete y despierte su interés. Durante este tiempo me he hecho preguntas sobre algunos conceptos que son difíciles de enseñar y de aprender; me he dado cuenta que se deben relacionar con cosas cotidianas, con ejemplos del día a día, para que los muchachos por lo menos de entrada capten lo que se les quiere enseñar y lo contrasten con lo que ellos tienen como idea previa.

Aunque he hecho cambios en mi práctica y he obtenido buenos resultados, entiendo que este es un camino que apenas comienza, que no se trata solo de ofrecer lo mejor de mis saberes, expresar las mejores intenciones, mejorar la actividad de transmitir; se trata de reconocer al otro, de comprometerme con él y de luchar a su lado para construir juntos el proceso de enseñanza-aprendizaje.

4.6. Lo que viene. . . los retos

Lo que se viene es mucho por hacer, por aprender y por ofrecer. Es definitivo que cuando adoptas una postura reflexiva y autocrítica frente a tu que hacer esto es algo que te sujeta y no te suelta. Cada día que voy a dar una clase me encuentro con alguna situación inesperada que me hace ver que este tema o este otro se pueden dar de mejor forma. He podido entender que se debe investigar más sobre la epistemología de la Química y la historia de la Química para enriquecer y fortalecer los temas que se enseñan. También, estar actualizándose sobre los avances científicos y tecnológicos. Considero, que es importante tener una especialización o estudios de profundización en la rama del saber que enseñamos. Si es posible hacer investigación en la rama que se enseña.

Por otro lado, en cuanto a la parte de las relaciones con los alumnos es importante estar ubicados en el momento histórico que vivimos, saber cuáles son los gustos de los

jóvenes, qué les entretiene, cual es el lenguaje que más les llega. Algo muy importante y que fue el origen de este trabajo es tratar de entender los motivos o las razones que los llevaron a escoger la carrera y entender que ideas traen acerca de la Química. Esto como profesores nos ubica y nos permite comprender porque ciertas actitudes o posturas de los chicos frente a lo que les enseñamos. ¿Porque su desmotivación y descontento con algunos temas? Conocer esto nos brinda la posibilidad de preparar una clase que los enganche despertando el interés y la motivación de los alumnos.

El reto es continuar en la reflexión de mi práctica docente, continuar investigando sobre el aprendizaje de las ciencias, sobre las dificultades que más se presentan. Recoger las investigaciones que en didáctica se han realizado sobre algunos temas específicos y ver que se puede aplicar.

Actualmente me encuentro trabajando con un grupo de profesores que dictan la materia de Química general I y II, en un proyecto dirigido por el profesor James Weston sobre “*docencia soportada*” con el cual se busca mejorar los procesos de enseñanza y aprendizaje de esta materia. Trabajando en este proyecto he tenido la oportunidad de aprender a diseñar una clase teniendo en cuenta la edad de los muchachos a los que va dirigida la clase y realizando presentaciones más didácticas y entretenidas. También, he aprendido a diseñar una clase acerca de un tema bastante complejo haciéndola muy sencilla, con ejemplos cotidianos que permiten al estudiante contrastar su idea con la nueva que se les propone y así construir su propio concepto de forma adecuada. Es un proyecto que resulta trascendental, retador y motivador. Abarca desde el rediseño del currículo hasta el diseño de las evaluaciones. Espero continuar trabajando en este proyecto y aportarle lo que he aprendido hasta el momento. Continuar en la reflexión que inicié hace un par de años y poder ser mejor profesora reflejando en mi clase el compromiso que me ha nacido con mis estudiantes y con la vida.

5 Conclusiones

Este trabajo de investigación se propuso conocer las concepciones de los estudiantes de I y II semestre de las carreras de Química y Química Farmacéutica de la Universidad Icesi, y conocer los factores que influyeron en la elección de la carrera. Los resultados que se obtuvieron evidencian que los estudiantes conocen que la Química es una ciencia teórico – práctica con un alto componente matemático. Por tanto, no es el desconocimiento del plan curricular o una desinformación de lo que implica estudiar Química lo que hace que los estudiantes presenten actitudes inadecuadas o presenten bajo rendimiento académico, o no aprendan ciertos temas de manera efectiva. Los resultados de las encuestas muestran que los estudiantes tienen ideas claras sobre la Química, las dificultades que se presentan en el aprendizaje en los primeros semestres y posiblemente durante toda la carrera se deben a factores más profundos como lo propia forma de elaborar el conocimiento que tienen los seres humanos. De acuerdo con lo mencionado en el presente trabajo estas dificultades se pueden presentar por la forma como los alumnos ordenan o estructuran sus conocimientos. Comprender los conceptos científicos implica para el estudiante aplicar una lógica totalmente diferente a la que está acostumbrado en la vida cotidiana. Lo que permite ver la complejidad de los procesos de enseñanza y aprendizaje de las ciencias y el compromiso que como docentes de estas áreas tenemos con los estudiantes.

Por otro lado, en el estudio de los factores que influyen en la decisión de elegir la

5 Conclusiones

carrera se evidencia que el factor económico cumple con un papel importante. Sin ser el único factor que tuvo influencia para los estudiantes, si fue el que presentó resultados más homogéneos en la población en estudio. Este hallazgo no fue algo nuevo, puesto que en muchas ocasiones los estudiantes dejan ver claramente que la posibilidad de mejorar su nivel de vida y de encontrar empleo rápido es un factor que los motiva y que los impulsa a continuar con sus estudios. Adicional la Universidad Icesi en el perfil del egresado propone la formación de un profesional con alta posibilidad de éxito, lo cual aumenta en los estudiantes el deseo de mejorar su calidad de vida, de tener una fuente de ingresos estable y suficiente. Además, de tener un reconocimiento social como científicos lo cual mejora su posición social.

Es importante en este punto hacer énfasis sobre el rol del profesor y el papel tan importante que se tiene cuando se habla de educar personas. Por tanto estos factores de escogencia de la carrera deberán ser para el profesor un insumo para atraer a sus estudiantes a comprometerse con sus procesos de aprendizaje, logrando que despierte un interés genuino por dicho proceso de forma tal que pueda dotar de significado los saberes que se le enseñan. Proponer o diseñar clases en las cuales se brinde la oportunidad al alumno de contrastar sus ideas con los nuevos conceptos que el profesor le ofrece para que ayuden en la construcción de concepciones adecuadas, es uno de los objetivos hacia los cuales se debe apuntar como profesores de ciencias experimentales. Es importante como profesores de primeros semestres pensar al estudiante desde lo que trae y no desde lo que le falta para brindarles la posibilidad de adaptarse a la vida universitaria con entusiasmo y esperanza.

En consecuencia, para poder mejorar los procesos de enseñanza de Química en los primeros semestres de universidad, se considera necesario crear una comunidad académica, que permita dar paso al desarrollo de trabajos de investigación en docencia. Una comunidad académica en enseñanza de la Química, constituida por personas calificadas intelectualmente, interesadas o preocupadas por la educación. Donde se abra el espacio

para la producción intelectual, para la comunicación del conocimiento y para someterlo a críticas, con el ánimo de mejorar su calidad. Por medio de la cual se puedan abrir canales de comunicación con otras comunidades académicas que permitan intercambiar conocimientos con el fin de mejorar los procesos académicos y de investigación.

En este mismo orden de ideas, es necesario incentivar o propiciar proyectos de investigación en enseñanza de las ciencias, en particular de Química. Para poder pasar de una educación tradicional, a una educación pensada para los jóvenes de hoy. Es por medio de los trabajos de investigación que se pueden adelantar procesos de mejora y de profundización, conociendo quienes han o están trabajando en los mismos temas a nivel nacional e internacional, publicando en revistas especializadas y manteniéndose actualizado de los temas de investigación de mayor significación.

Consolidar comunidades de investigadores en el tema de la enseñanza en Química, trabajar en la concepción del aprendizaje de las ciencias, el rol del docente, las prácticas evaluativas, no para estandarizar sino para comprender el proceso del estudiante puede ser el camino para que la enseñanza en Química salga de la crisis en la que se encuentra y se puedan crear procesos de enseñanza que ayuden a ir cerrando la brecha que existe entre los saberes que se enseñan y los que verdaderamente se aprenden.

Bibliografía

- [1] Acampo, J. J. C. y De Jong, O. (1994). Chemistry teachers learning processes; a study of teacher training and reflection on classroom activities, en Schmidt, H. J. (ed.), *Problem Solving and Misconceptions in Chemistry and Physics*, pp 229-238. Hong Kong: ICASE.
- [2] Aldana, M. E. (2015). El sentido del aprendizaje de la Química desde la actividad-acción-relación al saber para los estudiantes de grado décimo de la Institución Educativa INEM sede “Jorge Isaacs” de la ciudad de Santiago de Cali. Tesis de Maestría. Universidad Icesi.
- [3] Bachelard, G. (1984). *La formación del espíritu científico*, Mexico, siglo XXI.
- [4] Bello, G. S. (2004). Ideas previas y cambio conceptual. *Educación Química*. 15, (3), 210-217.
- [5] Bello, G. S. (2007). ¿Qué piensan los estudiantes de Química sobre el enlace químico? *Revista Cubana de Química*. 19 (2), 71-73.
- [6] Caamaño, A., (2003). La enseñanza y el aprendizaje de la Química, en M.P. Jiménez (coord..) et al., *Enseñar ciencias*, pp 203-228. Barcelona: Graó.
- [7] Caamaño, A., (2011). *Física y Química: Complementos de formación disciplinar*.

BIBLIOGRAFÍA

- En A. Caamaño (coord.) et al., Ministerio de educación cultura y deporte, secretaría general técnica. Barcelona: Graó.
- [8] Cabrero, J. (2007). Las Tic en la enseñanza de la Química: aportaciones desde la Tecnología Educativa. En Bodalo, A. Y otros (eds). Química: Vida y progreso, Murcia, Asociación de químicos de Murcia.
- [9] Cáceres, D. y Muñoz, J. A. (2002). *Comentarios sobre el discurso químico en la escuela*. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia. Programa de Fortalecimiento de la Capacidad Científica en la Educación Básica y Media RED.
- [10] Cano A. (2008). Motivación y elección de carrera. REMO. 5 (13), 6-9.
- [11] Cárdenas, F. A. (2006). Dificultades de aprendizaje en Química: Caracterización y búsqueda de alternativas para superarlas. Ciencia y educación. 13 (3), 333-346.
- [12] Coll, C. (1983). La construcción de esquemas de conocimiento en el proceso de enseñanza/aprendizaje. En C. Coll (ed.) Psicología genética y aprendizajes escolares. Madrid: Siglo XXI.
- [13] Cubillos, G. (2012). Modelos mentales y modelos conceptuales en el trabajo pedagógico en ciencias naturales. Innovación y ciencia. 19 (2), 37-45
- [14] Chomsky, N. (1992). El lenguaje y los problemas del conocimiento. Madrid, Visor distribuciones.
- [15] Daza, E. P. et al., (2009). Experiencias de enseñanza de la Química con el apoyo de las TIC. Educación Química. De aniversario, 321-330.
- [16] De Jong, O. (1996). La investigación activa como herramienta para mejorar la enseñanza de la Química: Nuevos enfoques. Enseñanza de las ciencias. 14 (3), 279-288.

- [17] Dewey, J. (1989). *Cómo pensamos. La relación entre pensamiento reflexivo y proceso educativo*. Barcelona. Paidós.
- [18] Duchls, R. A. (1994). Research on the history and philosophy of science. En D. Gabel (ed.) *Handbook of research on science teaching and learning*. N. York: Macmillan.
- [19] Duchsl, R. A. y Hamilton, R. J. (Eds) (1992). *Philosophy of science, cognitive psychology and educational practice*. Albany, N. Y.: State Univsersity of New York Press.
- [20] Dunbar, R. (1995). *The trouble with science*. Trad. Cast. De M. Ferrero: *El miedo a la Ciencia*. Madrid: Alianza, 1999.
- [21] Galagovsky, L. R. y Aduriz-Bravo, A. (2001). Modelos y analogías den la enseñanza de las ciencias naturales. El concepto de modelo didáctico analógico. *Enseñanza de las ciencias*. 19 (2), 231-242.
- [22] Galagovsky, L. R. (2004). Del aprendizaje significativo al aprendizaje sustentable. Parte 1: el modelo teorico. *Enseñanza de las ciencias*. 22 (2), 229-240.
- [23] Galagovsky, L. R. (2005). La enseñanza de la Química pre-universitaria: ¿Qué enseñar, cómo, cuanto, para quienes? *QuímicaViva*, 4 (1), 8-22.
- [24] Galagovsky, L. R. (2007). Enseñar Química vs. Aprender Química: Una ecuación no balanceada *QuímicaViva*, 6 (1), 1-13.
- [25] Galagovsky, L. R. (2007). ¿Por qué los estudiantes de secundaria no eligen Química como carrera universitaria y qué podría hacerse desde la universidad? *QuímicaViva*, 6 (número especial), 1-4.
- [26] Gallego, R. y Pérez, R. (2002). El proceso del cambio en las concepciones de estudiantes de formación avanzada. *Enseñanza de las ciencias*. 20 (3), 401-414.

BIBLIOGRAFÍA

- [27] Garritz, A. (2010). La enseñanza de la Química para la sociedad del siglo XXI, caracterizada por la incertidumbre. *Educación Química*. 21 (1), 2-15.
- [28] Gómez Crespo, M.A. (1996). Ideas y dificultades en el aprendizaje de la Química. *Alambique*, 7, pp.37- 44.
- [29] Glanville, A. R. (2008). *Scientifica*. Australia: Quality, servicios globales, editoriales S.A. 9 edición. p. 134
- [30] Gómez, V. M.; Díaz, C. M.; Celis, J. E. (2009). *El puente está quebrado. . . : aportes a la reconstrucción de la educación media en Colombia*. Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Ciencias Humanas.
- [31] González, M. F. Algunos factores que afectan el aprendizaje de la Química: la capacidad mental de los estudiantes y sus relaciones con las preguntas de diferente demanda. Tesis de maestría en docencia. Universidad de La Salle, 2006.
- [32] Guardián, A. (2007). *El paradigma cualitativo en la investigación socio-educativa*. San José. Coordinación Educativa y Cultural Centroamericana (CECC). Agencia Española de Cooperación Internacional (AECI).
- [33] Informe sobre el desarrollo mundial 2016: El dividendo digital del Banco Mundial.
- [34] Izquierdo, M.; Sanmatí, N.; Esinet, M. (1999). Fundamentación y Diseño de las prácticas Escolares de ciencias experimentales. *Enseñanza de las ciencias*. 17 (1), 45-49.
- [35] Izquierdo, M. (2004). Un nuevo enfoque de la enseñanza de la Química contextualizar y modelizar. *The Journal of the Argentine Chemical Society*. 92 (4-6), 115-136.
- [36] Johnson – Laird, P. N. (1996). Images, models, and propositional representations. In De Vega et al. *Models of visuospatial cognition*. New York: Oxford University Press. P. 90-127.

- [37] Leal, A. y Velásquez A. F. (2013). Concepciones sobre la naturaleza de la ciencia en un grupo de docentes en formación en ciencias naturales de la universidad del Tolima. *Praxis*. 9, 8-17.
- [38] Martínez, L. F.; Villamil Y. M.; Peña D. C. Actitudes favorables hacia la química a partir del enfoque Ciencia, Tecnología, Sociedad y Ambiente (CTSA). I Congreso iberoamericano de Ciencia, Tecnología, Sociedad e Innovación. Junio 2006
- [39] Moreira, A.; Greca, I. M.; Rodriguez, M. L. (2002). Modelos mentales y modelos conceptuales en la enseñanza y aprendizaje de las ciencias. *Investigações em Educação em Ciências*. 2 (3), 37-57.
- [40] Moreira, M. y Novak, J. D. (1988). "Investigación en enseñanza de las ciencias en la universidad de Cornell". *Enseñanza de las ciencias*. 61, 3-18.
- [41] Oliva, J. M. (1999). Algunas reflexiones sobre las concepciones alternativas y el cambio conceptual. *Enseñanza de las ciencias*. 17 (1), 93-107.
- [42] Paz, A. L. (2015). *Sociología y docencia reflexiva. Un estudio del caso colombiano*. Cali: Universidad Icesi.
- [43] Pozo, J.I. (1994) *La solución de problemas*. Madrid: Santillana.
- [44] Pozo, J.I. y Gómez Crespo, M.A, (1998) *Aprender y enseñar ciencia. Del conocimiento cotidiano al conocimiento científico*. Madrid: Morata.
- [45] Pozo, J.I. (2002) La adquisición de conocimiento científico como un proceso de cambio representacional. *Investigações em Ensino de Ciências*, 7 (3), 245 – 270.
- [46] Quílez, j. (1998): Dificultades semánticas en el aprendizaje de la Química: el principio de Le Chatelier como ejemplo paradigmático. *Alambique*, 17, p. 105.

BIBLIOGRAFÍA

- [47] Ruiz D. y Palomeque L. (2015). Una metodología para el estudio de las ideas previas sobre la Química a través del análisis de expresiones gráficas. *Revista Colombiana de Química*. 44 (1), 36 -45.
- [48] Solbes, J. Y Traver, M. J. (1996). La utilización de la historia de las ciencias en la enseñanza de la física y la Química. *Enseñanza de las ciencias*. 14 (1), 103-112.
- [49] UNESCO. Hoja de ruta. Educación para el Desarrollo Sostenible. 2014
- [50] Wright, S. (2005). Young people's decision-making in 14-19 education and training: a review of the literature. Department of Educational Studies, University of Oxford, 15 Norham Gardens, Oxford.
- [51] Zambrano, A. (2001). *Pedagogía, educabilidad y formación de docentes*. Cali: Grupo Editorial Nueva Biblioteca Pedagógica.