



UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA

Construcción de una propuesta pedagógica para el aprendizaje sustentable de la química en ciencias de la salud

Soraya Elena Layton Jaramillo

Universidad Nacional de Colombia
Facultad de Ciencias Humanas
Instituto de Investigación en Educación
Bogotá, Colombia

2014

Construcción de una propuesta pedagógica para el aprendizaje sustentable de la química en ciencias de la salud

Soraya Elena Layton Jaramillo

Trabajo de investigación presentado como requisito parcial para optar al título de:
Magister en Educación y Docencia Superior Líneas Pedagogías y Docencias con Énfasis en Ciencias de la Salud

Directora:

Mg. Ligia Inés Moncada Álvarez

Línea de Investigación:

Pedagogías y Docencia Superior

Grupo de Investigación:

Grupo de Apoyo Pedagógico y Formación Docente

Facultad de Medicina

Universidad Nacional de Colombia

Facultad de Ciencias Humanas

Bogotá, Colombia

2014

*La mente no es un recipiente para ser
llenado, sino un fuego que hay que encender*

Plutarco

Agradecimientos

Agradezco profundamente a la Universidad Nacional de Colombia por permitirme culminar esta nueva etapa de mi formación profesional; al Grupo de Apoyo Pedagógico de la Facultad de Medicina por los aprendizajes adquiridos en el proyecto académico de la Maestría en Educación Línea Pedagogías y Docencias con énfasis en ciencias de la salud; a la directora del trabajo, profesora Ligia Inés Moncada por su invaluable ayuda como guía y porque con su confianza en mi trabajo me estimuló a ser una mejor profesional; a los directores curriculares, docentes y estudiantes que participaron en la investigación, por su tiempo y desinterés para contribuir a mejorar la calidad de la educación; a los profesores Sonia Liliana Pertuz, Nairo Cano, Carmen Lilia Rodríguez, Myriam Pastora Arias, Luz Mery Hernández y Fanny Rincón porque escucharon el proyecto y me abrieron las puertas de la Universidad Nacional para realizar la pasantía y las monitorías de química; a las Direcciones de Bienestar de las Facultades de Salud, en cabeza de las profesoras Beatriz Mena y Doris Amanda Ramírez de Peña, de Medicina, Elizabeth Vargas Rosero y Martha Patricia Bejarano de Enfermería, y Felipe Barragán y Francisco Javier Acero de Odontología, por apoyar incondicionalmente el proyecto y brindarme un espacio para la reflexión de mi práctica docente; a la Vicedecana Académica de la Facultad de Enfermería, profesora Luz Patricia Díaz, por su interés en mejorar los procesos de enseñanza-aprendizaje de la química en su facultad; a los profesores Fabio Jurado y Miguel Martínez por sus valiosos aportes teóricos; a la Vicedecanatura de Investigación y Extensión de la Facultad de Ciencias Humanas por permitirme participar y ser favorecida con el apoyo económico de la Convocatoria Orlando Fals Borda que me permitió mostrar el proyecto a nivel internacional; a mis profesores y compañeros de la maestría por sus enseñanzas; a mis estudiantes por participar voluntariamente de las monitorias de química y ayudarme a ser mejor docente; a mi familia por su apoyo; a mis padres, Amparo Jaramillo y Evelio Layton por enseñarme el valor de la responsabilidad y la disciplina; y a Carlos David Restrepo Jaramillo, mi compañero de vida, por ser la inspiración de mis ideas y brindarme la fuerza de su amor, que no me dejó desfallecer en los momentos difíciles del proceso.

Resumen

En las profesiones de las ciencias de la salud, la comprensión de los fenómenos químicos es trascendental para entender el funcionamiento del cuerpo humano, la etiología de la mayoría de las enfermedades y la terapia farmacológica. A pesar de la importancia de los saberes químicos para los programas de Enfermería, Fisioterapia, Medicina, Nutrición y Dietética y Odontología, la asignatura *química básica* ha presentado un alto porcentaje de pérdida y bajo rendimiento desde su creación con la Reforma del 2007, que ha derivado incluso en deserción y pérdida de la calidad de estudiante en la Universidad Nacional de Colombia. Para comprender las causas que originan el alto porcentaje de pérdida, se realizó una investigación holística, en la que participaron directores curriculares, docentes y estudiantes. Las comprensiones del fenómeno se construyeron en niveles sintagmáticos de complejidad sincrónicos, que derivaron en la construcción de una propuesta pedagógica para el aprendizaje sustentable de la química que responda a las necesidades de las ciencias de la salud.

Palabras clave: Aprendizaje sustentable, Didáctica de la química, Investigación Holística.

Abstract

In the professions of health sciences, understanding of chemical phenomena is critical to understand the functioning of the human body, the etiology of most diseases and drug therapy. Although the importance of chemical knowledge for these professions, the basic chemistry course has presented a high percentage of loss since its origin, with the 2007 reform, which has led even desertion and loss of quality of student at the National University of Colombia. To understand the causes of the high rate of loss, a holistic research was conducted, attended by curriculum directors, teachers and students. The understandings of the phenomenon were built in synchronous complexity levels, which resulted in the construction of a pedagogical approach for sustainable learning chemistry that meets the needs of the professions of health science.

Keywords: Chemistry didactic, Holistic research, Sustainable learning.

Contenido

Resumen.....	IX
Abstract.....	IX
Lista de tablas..	XV
Lista de gráficas.....	XVII
Lista de fotografías.....	XIX
Lista de imágenes.....	XIX
Lista de símbolos y abreviaturas.....	XX
Introducción.....	1
1. Capítulo 1: Química y Ciencias de la Salud, sinergias y conflictos.....	5
1.1 Aproximación histórica.....	5
1.2 Química y ciencias de la salud en la Universidad Nacional de Colombia.....	17
1.3 Conflictos en el proceso enseñanza aprendizaje de la química.....	23
2. Capítulo 2: Marco conceptual: Bases para una propuesta pedagógica de aprendizaje sustentable para la química en ciencias de la salud.....	27
2.1 Modelos pedagógicos en la enseñanza de la química.....	27
2.1.1 De los modelos pedagógicos hacia una nueva forma de experimentar la enseñanza de la química en ciencias de la salud: La complejidad.....	29
2.2 Diseño curricular: de la integración hacia una pedagogía de la complejidad.....	30
2.2.1 Integración curricular.....	30
2.2.2 Actividades ocupacionales.....	31
2.2.3 Ejes transversales.....	31
2.2.4 El enfoque por proyectos.....	31
2.2.5 Pedagogía de la complejidad.....	31
2.2.6 Particularidades del diseño curricular para la enseñanza de la química.....	32
2.3 Didáctica de la complejidad.....	33
2.3.1 Elementos de la didáctica compleja.....	33
2.3.2 Prácticas didácticas del profesor de química.....	34
2.3.3 Herramientas didácticas para la enseñanza de la química.....	36
2.4 Modelo de aprendizaje cognitivo consciente sustentable MACCS.....	36

3.	Capítulo 3: Metodología: Hacia una comprensión holística de la investigación	39
3.1	Conceptos metodológicos	39
3.1.1	Investigación holística	39
3.1.2	Principios de la investigación holística	40
3.1.3	Niveles sintagmáticos de complejidad en la investigación	41
3.1.4	Investigación Acción	41
3.1.5	Principios de la Investigación Acción en el Aula	42
3.1.6	Etapas de la Investigación Acción en el Aula:	43
3.2	Estrategia metodológica de la investigación	43
3.2.1	Nivel perceptual	43
3.2.2	Nivel aprehensivo	45
3.2.3	Nivel comprensivo	45
3.2.4	Nivel integrativo	45
3.3	Técnicas de recolección de información	45
3.3.1	Entrevista semi-estructurada	45
3.3.2	Encuesta	46
3.3.3	Diario de campo	46
3.4	Actores de la investigación	46
3.5	Criterios de validación de la información	48
3.6	Consideraciones éticas	48
4.	Capítulo 4: Hallazgos: Nivel perceptual de la investigación	49
4.1	Directores Curriculares	49
4.1.1	Importancia de la química	49
4.1.2	<i>Química básica</i> con la Reforma Palacios	51
4.1.3	Causas del bajo rendimiento académico en la asignatura <i>química básica</i>	53
4.1.4	Consecuencias del bajo rendimiento académico de la asignatura <i>química básica</i>	57
4.1.5	Soluciones a la problemática	58
4.2	Profesores de la asignatura <i>química básica</i>	61
4.2.1	Asignación como docente de la asignatura <i>química básica</i>	61
4.2.2	Contenido temático de la asignatura <i>química básica</i>	63
4.2.3	Causas del alto porcentaje de pérdida	64
4.2.4	Contextualización de los conceptos	67
4.2.5	Formación pedagógica	69
4.3	Profesores de ciencias de la salud	73
4.3.1	Formación en química de los estudiantes que llegan a su asignatura	73
4.3.2	Temas y conceptos químicos necesarios	75
4.3.3	Soluciones a la problemática	78
4.4	Profesores con asignaturas en las que los conceptos químicos son insumo de conocimiento	80
4.4.1	Conceptos químicos necesarios y grado de apropiación por parte de los estudiantes	81
4.4.2	Causas de la problemática	82

4.4.3	Consecuencias de la problemática.....	84
4.4.4	Estrategias para la comprensión de conceptos químicos	84
4.4.5	Sugerencias para mejorar el proceso de enseñanza aprendizaje de la química.....	86
4.5	Encuesta a estudiantes de ciencias de la salud.....	87
4.5.1	Población y muestra.....	87
4.5.2	Inscripción de la asignatura <i>química básica</i>	90
4.5.3	Cancelación de la asignatura química básica.....	91
4.5.4	Bases del colegio	93
4.5.5	Horas de estudio autónomo	95
4.5.6	Apoyo de monitorías en la Universidad	97
4.5.7	Ayuda extra-universitaria para el aprendizaje de la química.....	101
4.5.8	Asignaturas en las que ha necesitado conceptos químicos.....	104
4.5.9	Conceptos químicos que han necesitado en su plan de estudios.....	109
4.5.10	Factores que influyen positivamente en el aprendizaje de la química en la Universidad	110
4.5.11	Factores que influyen negativamente en el aprendizaje de la química en la Universidad.....	115
4.5.12	Influencia del profesor de química.....	120
4.5.13	Recursos didácticos	124
4.5.14	Propuestas para mejorar los procesos de enseñanza y aprendizaje de la química.....	127
4.6	Monitorías de química	129
4.6.1	Horario de las monitorías	131
4.6.2	Asistencia a la monitoría de química	131
4.6.3	Los estudiantes que participaron en la monitoría	134
4.6.4	Temáticas de la monitoría	136
4.6.5	Acciones didácticas para la comprensión de temas químicos	138
4.6.6	Indicadores de impacto	151
5.	Capítulo 5: Nivel aprehensivo e integrativo de la investigación: Sintagmas y propuesta pedagógica para el aprendizaje sustentable de la química en los programas de ciencias de la salud	169
5.1	Sintagmas de la investigación.....	169
5.2	Propuesta pedagógica para el aprendizaje sustentable de la química en ciencias de la salud.....	176
5.2.1	Marco normativo	176
5.2.2	Aspectos curriculares	177
5.2.3	Tipología e integración en la malla curricular	178
5.2.4	Duración, intensidad horaria, créditos y carácter.....	179
5.2.5	Objetivos formativos.....	180
5.2.6	Metodología	180
5.2.7	Aprendizaje sustentable	181
5.2.8	Recursos didácticos	182
5.2.9	Contenido temático	182
5.2.10	Sistema de evaluación	183
6.	Capítulo 6: Conclusiones y recomendaciones.....	185
6.1	Conclusiones	185

6.2	Recomendaciones.....	187
	Anexo A: Consentimiento informado	189
	Anexo B: Formato entrevista a Directores Curriculares de las ciencias de la salud	190
	Anexo C: Formato entrevista a profesores de la asignatura química básica	191
	Anexo D: Formato entrevista a profesores de ciencias de la salud.....	192
	Anexo E: Formato encuesta aplicada a profesores de las ciencias de la salud	193
	Anexo F: Formato encuesta aplicada a estudiantes de las ciencias de la salud	195
	Anexo G: Formato encuesta recursos didácticos	197
7.	Bibliografía	198

Lista de tablas

Tabla 1-1: Desempeño académico de los estudiantes de ciencias de salud cohortes I-2009 a I-2011 (DNPPr, 2011)	22
Tabla 3-1: Actores, códigos y técnicas de la investigación.	47
Tabla 4-1: Matriz de análisis de las entrevistas a los directores curriculares para la categoría <i>importancia de la química</i>	50
Tabla 4-2: Matriz de análisis de las entrevistas a los directores curriculares para la categoría <i>Química básica con la Reforma Palacios</i>	51
Tabla 4-3: Matriz de análisis de las entrevistas a los Directores Curriculares para la categoría <i>causas del bajo rendimiento académico en la asignatura química básica</i>	54
Tabla 4-4: Matriz de análisis de las entrevistas a los Directores Curriculares para la categoría <i>consecuencias del bajo rendimiento de la asignatura química básica</i>	58
Tabla 4-5: Matriz de análisis de las entrevistas a los Directores Curriculares para la categoría <i>soluciones a la problemática</i>	59
Tabla 4-6: Matriz de análisis de las entrevistas a los Directores Curriculares para la categoría <i>soluciones a la problemática</i>	61
Tabla 4-7: Matriz de análisis de las entrevistas a los profesores de la asignatura <i>química básica</i> para la categoría <i>asignación como docente de la asignatura</i>	62
Tabla 4-8: Matriz de análisis de las entrevistas a los profesores de la asignatura <i>química básica</i> para la categoría <i>plan de estudio</i>	63
Tabla 4-9: Matriz de análisis de las entrevistas a los profesores de la asignatura <i>química básica</i> para la categoría <i>causas del alto porcentaje de pérdida</i>	65
Tabla 4-10: Matriz de análisis de las entrevistas a los profesores de la asignatura <i>química básica</i> para la categoría <i>contextualización de los conceptos</i>	67
Tabla 4-11: Matriz de análisis de las entrevistas a los profesores de la asignatura <i>química básica</i> para la categoría <i>formación pedagógica</i>	70
Tabla 4-12: Matriz de análisis de las entrevistas a los profesores de ciencias de la salud para la categoría <i>formación en química de los estudiantes que llegan a su asignatura</i> . .	73
Tabla 4-13: Matriz de análisis de las entrevistas a los profesores de ciencias de la salud para la categoría <i>temas y conceptos químicos necesarios</i>	75
Tabla 4-14: Matriz de análisis de las entrevistas a los profesores de ciencias de la salud para la categoría <i>soluciones a la problemática</i>	78
Tabla 4-15: Caracterización de la muestra de profesores encuestados.	81
Tabla 4-16: Respuestas a la pregunta sobre conceptos químicos necesarios y grado de apropiación por parte de los estudiantes.	81
Tabla 4-17: Respuestas a la pregunta sobre causas de la problemática.	83
Tabla 4-18: Respuestas a la pregunta sobre consecuencias de la problemática.	84

Tabla 4-19: Estrategias de los docentes para mejorar la comprensión de conceptos químicos.	85
Tabla 4-20: Sugerencias para mejorar el proceso de enseñanza aprendizaje de la química.	86
Tabla 4-21: Población y muestra para la aplicación de la encuesta a estudiantes de ciencias de la salud.	88
Tabla 4-22: Muestra distribuida por grupos.	89
Tabla 4-23: Inscripción de la asignatura <i>química básica</i>	90
Tabla 4-24: Cancelación de la asignatura <i>química básica</i>	91
Tabla 4-25: Argumentos para la cancelación de la asignatura <i>química básica</i>	92
Tabla 4-26: Bases del colegio para la asignatura de química.	93
Tabla 4-27: Horas de estudio autónomo.	95
Tabla 4-28: Asistencia a monitoría de química.	98
Tabla 4-29: Lugar y utilidad de la monitoría de química.	100
Tabla 4-30: Ayuda extra-universitaria para el aprendizaje de la química.	101
Tabla 4-31: Tipo de ayuda extra-universitaria para el aprendizaje de la química.	103
Tabla 4-32: Temas químicos que los estudiantes de ciencias de la salud han necesitado durante su plan de estudios.	110
Tabla 4-33: Factores que influyen positivamente en el aprendizaje de la química.	111
Tabla 4-34: Factores que influyen negativamente en el aprendizaje de la química.	116
Tabla 4-35: Factores que influyen negativamente en el aprendizaje de la química.	120
Tabla 4-36: Recursos didácticos para la enseñanza de la química.	125
Tabla 4-37: Propuestas para mejorar los procesos de enseñanza y aprendizaje de la química.	127
Tabla 4-38: Asistencia semestral y promedio de horas de monitoría por programa y semestre.	132
Tabla 4-39: Temáticas de la monitoría de química.	137
Tabla 4-40: Percepción del aprendizaje en el tema geometría molecular.	143
Tabla 4-41: Percepción del aprendizaje en el tema gases ideales.	145
Tabla 5-1: Contenido temático de la asignatura <i>química y salud, sinergias</i>	183

Lista de gráficas

Gráfica 4-1: Percepción de los docentes sobre el grado de apropiación de los conceptos químicos, por parte de los estudiantes.	82
Gráfica 4-2: Población y muestra de la encuesta a estudiantes de ciencias de la salud, de acuerdo al género.....	89
Gráfica 4-3: Relación porcentual por programa según el número de inscripciones de química básica.	91
Gráfica 4-4: Bases del colegio para asumir la asignatura.	93
Gráfica 4-5: Horas de estudio semanal autónomo en química.....	96
Gráfica 4-6: Asistencia a monitoría de química.....	99
Gráfica 4-7: Ayuda extra-universitaria para el aprendizaje de la química.....	102
Gráfica 4-8: Asignaturas en las que los estudiantes de Enfermería han necesitado conceptos químicos.....	105
Gráfica 4-9: Asignaturas en las que los estudiantes de Nutrición y Dietética han necesitado conceptos químicos.....	106
Gráfica 4-10: Asignaturas en las que los estudiantes de Fisioterapia han necesitado conceptos químicos.....	107
Gráfica 4-11: Asignaturas en las que los estudiantes de Medicina han necesitado conceptos químicos.....	108
Gráfica 4-12: Asignaturas en las que los estudiantes de Odontología han necesitado conceptos químicos.....	109
Gráfica 4-13: Factores que influyen positivamente en el aprendizaje de la química en la Universidad.	111
Gráfica 4-14: Factores que influyen negativamente en el aprendizaje de la química en la Universidad.	116
Gráfica 4-15: Influencia del profesor de química.....	121
Gráfica 4-16: Recursos didácticos para la enseñanza de la química.	125
Gráfica 4-17: Etapas y actividades de la monitoría de química.....	130
Gráfica 4-18: Asistencia a monitorías desde el II-2011 hasta el I-2013.	134
Gráfica 4-19: Asistencia a la monitoría y número de estudiantes que aprobaron y no aprobaron la asignatura <i>química básica</i> en el programa de Enfermería desde el II-2011 hasta el I-2013.....	152
Gráfica 4-20: Porcentaje de pérdida de la asignatura <i>química básica</i> en el programa de Enfermería desde el I-2009 hasta el I-2013.....	152

Gráfica 4-21: Nota promedio la asignatura <i>química básica</i> en el programa de Enfermería desde el I-2009 hasta el I-2013.....	153
Gráfica 4-22: Asistencia a la monitoría y número de estudiantes que aprobaron y no aprobaron la asignatura <i>química básica</i> en el programa de Fisioterapia desde el II-2011 hasta el I-2013.	155
Gráfica 4-23: Porcentaje de pérdida de la asignatura <i>química básica</i> en el programa de Fisioterapia desde el I-2009 hasta el I-2013.....	155
Gráfica 4-24: Nota promedio de la asignatura <i>química básica</i> en el programa de Fisioterapia desde el I-2009 hasta el I-2013.....	156
Gráfica 4-25: Asistencia a la monitoría y número de estudiantes que aprobaron y no aprobaron la asignatura <i>química básica</i> en el programa de Medicina desde el II-2011 hasta el I-2013.	158
Gráfica 4-26: Porcentaje de pérdida de la asignatura <i>química básica</i> en el programa de Medicina desde el I-2009 hasta el I-2013.....	158
Gráfica 4-27: Porcentaje de pérdida de la asignatura <i>química básica</i> en el programa de Medicina desde el I-2009 hasta el I-2013.....	159
Gráfica 4-28: Asistencia a la monitoría y número de estudiantes que aprobaron y no aprobaron la asignatura <i>química básica</i> en el programa de Nutrición y Dietética desde el II-2011 hasta el I-2013.	161
Gráfica 4-29: Porcentaje de pérdida de la asignatura <i>química básica</i> en el programa de Nutrición y Dietética desde el I-2009 hasta el I-2013.....	161
Gráfica 4-30: Porcentaje de pérdida de la asignatura <i>química básica</i> en el programa de Nutrición y Dietética desde el I-2009 hasta el I-2013.....	162
Gráfica 4-31: Asistencia a la monitoría y número de estudiantes que aprobaron y no aprobaron la asignatura <i>química básica</i> en el programa de Odontología desde el II-2011 hasta el I-2013.	164
Gráfica 4-32: Porcentaje de pérdida de la asignatura <i>química básica</i> en el programa de Odontología desde el I-2009 hasta el I-2013.....	164
Gráfica 4-33: Nota promedio de la asignatura <i>química básica</i> en el programa de Odontología desde el I-2009 hasta el I-2013.....	165
Gráfica 5-1: Relaciones que afectan el proceso de enseñanza aprendizaje de la química en las ciencias de la salud en la Universidad Nacional de Colombia.....	175
Gráfica 5-2: Estructura curricular abieto y desplegado en “Z” propuesto por el Acuerdo 033 de 2007 del Consejo Superior Universitario.	178
Gráfica 5-3: Esbozo de la ubicación de la asignatura química y salud, sinergias en la malla curricular de los programas de salud.	179

Lista de fotografías

Fotografía 4-1: Charla “Química y Salud: Sinergias y Conflictos” durante la semana de inducción a los admitidos en el segundo semestre de 2012 a la Facultad de Medicina.	132
Fotografía 4-2: Representación tridimensional de una molécula de etino.....	144
Fotografía 4-3: Monitoría de geometría molecular con modelos moleculares.....	144
Fotografía 4-4: Monitoría de gases ideales con el laboratorio virtual.....	146

Lista de imágenes

Imagen 4-1: Imagen del aula virtual QUISAS.	147
Imagen 4-2: Contenido módulo 1 del Aula Virtual QUISAS.....	148
Imagen 4-3: Contenido módulo 2 del Aula Virtual QUISAS.....	148
Imagen 4-4: Ejercicio del aula virtual QUISAS.....	149
Imagen 4-5: Comprobación del ejercicio en el aula virtual QUISAS.....	150
Imagen 4-6: Actividades del aula virtual durante el primer semestre de 2013.....	150
Imagen 5-1: Mapa conceptual del contenido temático de la asignatura <i>química y salud, sinergias</i>	184

Lista de símbolos y abreviaturas

Abreviaturas

Abreviatura	Término
APB	Aprendizaje Basado en Problemas
CTS	Ciencia/Tecnología/Sociedad
IA	Investigación Acción
IAP	Investigación Acción Participativa
MACCS	Modelo de aprendizaje cognitivo consciente sustentable
TIC	Tecnologías de la Información y la Comunicación

Introducción

En el ocaso del siglo XVII la química se consolidó como una ciencia moderna, y se convirtió en uno de los pilares científicos para las ciencias de la salud. El trabajo sinérgico entre profesionales de la salud y químicos a lo largo de los siglos XIX y XX favoreció el entrelazado dinámico de saberes para el avance en la búsqueda de comprensiones acerca de la vida, la infección y la enfermedad, y la instrucción disciplinar en química aseguró un lugar primigenio en la formación de los profesionales de salud.

En la Universidad Nacional de Colombia, las ciencias de la salud, Enfermería, Fisioterapia, Medicina, Nutrición y Dietética y Odontología han incluido una asignatura de química desde su creación como programas curriculares, para la formación básica de los estudiantes en la comprensión de los fenómenos que describen la vida, y que se articulan con otras grandes áreas de los planes de estudio como bioquímica, fisiología y farmacología.

Con la Reforma Palacios, a partir del segundo semestre del 2009 la instrucción disciplinar en química para los programas de las ciencias de la salud se insertó en el componente de fundamentación de los planes de estudio con la asignatura *química básica*, que de acuerdo a lo reglamentado por el Acuerdo 033 del Consejo Superior Universitario (CSU, 2007) empezó a ofertarse por el Departamento de Química para diferentes programas académicos, bajo una única denominación y número de créditos, en modalidad teórica. A pesar de la importancia que supone el aprendizaje de la química en las ciencias de la salud, según las estadísticas de la Dirección Nacional de Programas de Pregrado, DNPPr (2011), los procesos de enseñanza-aprendizaje en esta asignatura han derivado en impactos negativos para los programas curriculares de salud, que se reflejan en el bajo rendimiento académico y alto porcentaje de pérdida, y que se robustecen porque se convierten en factor de deserción y pérdida de la calidad de estudiante, afectando profundamente las dinámicas propias de cada programa académico.

Para comprender los fenómenos que dan lugar a la problemática del bajo rendimiento académico de la asignatura *química básica* en los programas de ciencias de la salud, se planteó una investigación explicativa, que se transformó en una investigación proyectiva porque se propuso un plan de acción mediante una investigación acción en el aula para apoyar a los estudiantes de ciencias de la salud en el aprendizaje de la química, y finalmente resultó transformándose en investigación interactiva, porque se intervino el problema. Los métodos de indagación emergieron durante el proceso investigativo, en un contexto dinámico y cambiante. No fue un camino lineal sino recursivo y las comprensiones se entrelazaron como una trama compleja y contextual en la que se establecieron vínculos entre el observador y el observado. La investigadora se sumergió en el problema, creció, se transformó y transformó el entorno; y así se completó un bucle en la espiral holística de la investigación, que derivó en la formulación de una propuesta

pedagógica para el aprendizaje de la química construida a partir de las concepciones de los diferentes actores.

Así, el objetivo general de la investigación fue construir una propuesta pedagógica que facilite el aprendizaje sustentable de los conceptos químicos pertinentes en los estudiantes de los programas curriculares de Enfermería, Fisioterapia, Medicina, Nutrición y Dietética y Odontología de la Universidad Nacional de Colombia, sede Bogotá. Para alcanzar el objetivo general se plantearon tres objetivos específicos: identificar dificultades asociadas al proceso de enseñanza-aprendizaje que han llevado al alto porcentaje de pérdida de la asignatura *química básica* en estudiantes de ciencias de la salud; identificar contenidos químicos relevantes que cubran las necesidades temáticas de las ciencias de la salud; e identificar estrategias didácticas adecuadas para la enseñanza de los conceptos químicos pertinentes para los estudiantes de estos programas.

Para alcanzar los objetivos se entretajeron dinámicamente técnicas de indagación cuantitativas y cualitativas, y los sintagmas del fenómeno emergieron en la articulación de las comprensiones entre directores curriculares, profesores, estudiantes y la investigadora. Durante el año 2012 se realizaron entrevistas semi-estructuradas a los directores curriculares de los programas curriculares de Enfermería, Fisioterapia, Medicina, Nutrición y Dietética y Odontología, a cinco profesores de la asignatura *química básica* y a tres profesores de ciencias de la salud responsables de asignaturas para las que la química es pilar científico: bioquímica, fisiología y farmacología. Además, se realizaron ocho encuestas a profesores de ciencias de la salud con asignaturas para las que *química básica* no es pre-requisito, pero que necesitan de la instrucción disciplinar en química como insumo de conocimiento y a una muestra de 319 estudiantes de los programas de salud, estratificada por género y época de ingreso a la universidad.

La información recolectada se complementó con una investigación acción en el aula que se desarrolló desde el segundo semestre del 2011 hasta el primer semestre del 2013 en diez horas de monitoría semanal ofrecidas para los estudiantes de ciencias de la salud inscritos en la asignatura *química básica*, apoyadas por las Direcciones de Bienestar de las Facultades de Enfermería, Medicina y Odontología mediante el Programa de Acompañamiento en la Vida Universitaria, en las que participaron voluntariamente un total de 573 estudiantes. Mediante las monitorías de química, la investigadora se sumergió en el problema, se detectaron las dificultades del proceso de enseñanza aprendizaje de la química y se propusieron, implementaron y evaluaron estrategias didácticas que favorecieran el aprendizaje sustentable de la química con el uso de recursos didácticos especializados, que llevaron a la intervención del problema, reflejado en la disminución de pérdida de los estudiantes que asistieron a las monitorías.

En la investigación se contó con la participación de cinco directores curriculares, 16 profesores y 892 estudiantes. Por tratarse de una investigación holística, no se construyó por etapas sucesivas, sino que se fueron desarrollando niveles sintagmáticos de complejidad de maneja sincrónica: nivel comprensivo, nivel perceptual, nivel aprehensivo y nivel integrativo.

El nivel comprensivo de la investigación se alcanzó mediante la lectura crítica de bibliografía especializada para precisar los paradigmas, corrientes de pensamiento y teorías que fundamentaron la reflexión durante la actividad indagativa; se identificó el tipo de argumentación y se definió la orientación epistémica de la investigación. El nivel

compreensivo de la investigación se precisará en el Capítulo I: Química y Ciencias de Salud, sinergias y conflictos, y el Capítulo II: Marco conceptual: Bases para una propuesta pedagógica de aprendizaje sustentable para la química en ciencias de la salud.

El nivel perceptual de la investigación se relatará en el Capítulo IV: Hallazgos. Este nivel se alcanzó con la estructuración de un primer conocimiento sustentado del fenómeno investigado a partir de la observación, la lectura bibliográfica y la información recolectada en las entrevistas, las encuestas y las monitorías. El entretrejo dinámico de los hallazgos del nivel perceptual constituyó el nivel aprehensivo de la investigación, nivel en el que se establecieron las relaciones entre los diferentes actores, la investigadora construyó sus propias interpretaciones del fenómeno, y emergieron los sintagmas, las comprensiones holísticas de la investigación.

En el capítulo V se describirá el nivel aprehensivo y el nivel integrativo de la investigación. Éste último constituye el nivel en el que surge una nueva teoría a partir de las comprensiones holísticas del fenómeno estudiado y del pensamiento de la investigadora, sus reflexiones, argumentaciones y epistemes, y se construyó una propuesta pedagógica para el aprendizaje sustentable de la química que responda a las necesidades de las ciencias de la salud.

Sin embargo, esta investigación no es un proceso acabado, es apenas un nuevo comienzo, en el que se delinearán los principales aspectos pedagógicos, curriculares y didácticos para favorecer el aprendizaje sustentable de la química en las ciencias de la salud y aportar elementos que ayuden a la solución de una problemática que afecta a estudiantes, profesores y programas curriculares, mediante el re-establecimiento del diálogo entre los Departamentos de Química y los de los Programas Curriculares de Salud, y aportar así a la construcción de la Universidad Nacional de Colombia.

1. Capítulo 1: Química y Ciencias de la Salud, sinergias y conflictos

“Las necesidades para diseñar el futuro nos conminan a revisar el pasado”
Alfredo Furlán

El desarrollo de la química y de las ciencias de la salud se entrelaza con la historia de la humanidad en una relación dinámica que generó espirales creativas de conocimiento, pero también divergencias y tensiones. Sus orígenes se encuentran en la actividad humana, fueron arte, entrelazadas a prácticas religiosas que el raciocinio convirtió en ciencia... Mientras la química no tuvo un objeto de estudio propio, la medicina fue su pilar, y cuando la química se consolidó como ciencia, se convirtió en un pilar para las ciencias de la salud. Durante la Edad Media resistieron la opresión escolástica para renacer en la razón del método científico, posibilitador de su co-evolución, pero a la vez, gestor de sus crisis; y se entrelazaron, una vez más, a la luz de las nuevas ciencias de la complejidad en el siglo XX, que les representa nuevos retos para el siglo actual. Tal es la naturaleza de la relación entre las ciencias de la salud y la química: una historia de sinergias y conflictos.

1.1 Aproximación histórica

El origen de las ciencias de la salud y de la química coincide con el origen de la cultura. El hombre conoció el fuego y con él empezó a transformar su entorno. Este fue el nacimiento de una ciencia que miles de años después se consolidó como tal: la química, ciencia que estudia las transformaciones de la materia (Lagowski, 1998). De la interacción con el medio, el hombre reunió información para discernir entre lo útil y lo perjudicial, experimentó los efectos benéficos del agua y el fuego, aprendió empíricamente el valor alimenticio de las plantas, efectuó curaciones utilizando piedras calientes y plantas medicinales, y así se originó la práctica médica (Jamieson, Sewall y Suhrie, 1968: 20).

Poco a poco, el hombre desarrolló un sistema de creencias basado en el animismo, en el que la cura de enfermedades fue adquiriendo el carácter de ceremonia religiosa ritual. Emergieron los brujos, quienes con experticia en la aplicación de remedios especiales extraídos de las plantas, los venenos y el trato con espíritus, se convirtieron en sacerdotes médicos, temidos y respetados por su poder para manejar fuerzas químicas, físicas y biológicas (Sigerist, 1974: 20).

Un conjunto de leyes conocido como el código de Hammurabi, escrito en el año de 1760 a.C. en Mesopotamia, reglamentó por primera vez la práctica médica y el empleo de fórmulas mágicas para curar, imponiendo severas penas a los sacerdotes-médicos por

los daños personales en que pudieran incurrir (Jamieson, et al., 1968: 27). La práctica médica se reducía a magia y empirismo y su enseñanza se impartía en los templos de Babilonia, capital de Mesopotamia, así la medicina, como todas las demás ciencias, formaban parte de la teología en esa cultura (Sigerist, 1974: 20).

En el antiguo Egipto, también se practicó una medicina puramente religiosa que se aprendía en los santuarios, y el alivio de las enfermedades se atribuía al poder de los dioses, no al conocimiento del sacerdote-médico (Sigerist, 1974: 20). La creencia en la inmortalidad y el respeto por los muertos les llevó a desarrollar el proceso de embalsamamiento (Jamieson, et al., 1968: 23), en el que participaban antiguos alquimistas, quienes con sus artes prácticas contribuyeron al desarrollo de la química (Leicester, 1967: 17).

Aproximadamente en el año 1500 a. C. se escribió en Egipto uno de los más antiguos tratados de medicina conocidos, el "Papiro de Ebers", en el que se describe el conocimiento de los sacerdotes médicos de la época, se clasifican las enfermedades conocidas y se detalla la preparación de medicinas complejas, algunas con más de 35 ingredientes (Sigerist, 1974: 20). El papiro contiene, entre otros, remedios para el dolor de diente y enfermedades de las encías, como uno de los primeros antecedentes de la práctica odontológica (Ward Lufkin, 1948: 39). Es en la preparación de medicinas donde se encuentra uno de los primeros puntos de unión, que enmarca la relación a lo largo de la historia, entre la química y las ciencias de la salud.

Al igual que en Egipto y Mesopotamia, en la Grecia prehelénica la práctica médica consistía en curas milagrosas efectuadas por un grupo de sacerdotes que atendía a los enfermos en lugares como el xenodochion, el iatrimon y los templos de Asclepio. La férrea asociación entre religión, medicina, alquimia, química e incluso enfermería, sólo permitía compartir este tipo de conocimientos con algunos elegidos (Jamieson, et. al., 1968: 40).

Con el advenimiento de los filósofos pre-socráticos y su especulación a base de razonamientos lógicos en busca de la causa primera, se transformó la concepción de la medicina. Ésta pasó, de una práctica fundamentada en el empirismo y la religión, a una medicina basada en la observación y la razón, corriente que tuvo su más alta expresión en la escuela de Hipócrates (470-360 a. C.). Esta clase de médico no fue sacerdote, fue artesano que se formaba al servicio de un maestro, quien le instruía en el lecho del enfermo. El discípulo aprendía en la práctica a reconocer y evaluar los síntomas de la enfermedad para manejar los tratamientos y hacer curaciones (Sigerist, 1974: 43); además ayudaba al maestro a preparar medicamentos, procedimientos para los que, por supuesto, serían necesarios conocimientos en el arte de la química. En tiempos de Hipócrates la odontología era practicada por los médicos (Ward Lufkin, 1948: 55), y al cuidado del enfermo se dedicaba en casa, la mujer (Jamieson, et al., 1968: 42).

Como muestra de la estrecha relación entre química y medicina, se encuentra el médico hipocrático, Empedocles de Agrigento (490-435 a. C), quien hizo grandes aportes a la química, con la comprobación que el aire es un cuerpo material y la postulación de la existencia de cuatro tipos de átomos. Su teoría promovería la fundación del atomismo mecanicista de Leucipo y Demócrito (460-370 a. C), y serían retomadas por los químicos más de un milenio después (Leicester, 1967: 25).

Las duras críticas realizadas por Sócrates (470-399 a. C.) al materialismo extremo propuesto por los filósofos pre-socráticos influyeron tanto en la medicina como en la química. El *Timeo* de Platón (428-348 a. C.) y el libro cuarto de *Meteorológica* de Aristóteles, alumno destacado de Platón, tratan de fisiología, química y física, y en ellos se planteó por primera vez la idea de que los cambios hoy llamados químicos, ocurrirían en el cuerpo humano y podrían ayudar a explicar su comportamiento (Leicester, 1967: 277). Sin embargo, Aristóteles no logró conciliar su pensamiento científico y teológico y sus ideas sobre la naturaleza fueron retomadas por la teología católica para ser el único modo de acceder al conocimiento aceptado hasta el renacimiento (Maldonado, 2011: 58). Su idea de los cuatro elementos permaneció en la medicina durante dos milenios, con la hipótesis de los cuatro humores de Galeno (130-200 d. C), y estancó la química durante dos mil años, invalidando las ideas revolucionarias sobre el átomo propuestas por sus antecesores (Leicester, 1967: 35).

Galeno estudió la medicina científica de la escuela de Hipócrates en la biblioteca de Alejandría, y complementó sus estudios con investigaciones independientes mediante la disección de animales, por lo que se le considera el “Fundador de la fisiología experimental”. Fue un maestro popular de anatomía y difundió la medicina Hipocrática y científica griega, creó un sistema de práctica médica y quirúrgica que perduró por dos mil años, describió las características anatómicas del organismo y medicinas para el tratamiento de muchas enfermedades (Jamieson, et al., 1968: 60).

Con los médicos hipocráticos, la medicina, que fue la precursora de otras ciencias de la salud como la odontología, la nutrición y dietética y la fisioterapia, empezó a adoptar un carácter científico, mientras que la enfermería, que en el auge de la medicina hipocrática del antiguo mundo fue considerada una práctica asociada a la mujer y las esclavas para el cuidado de los enfermos (Jamieson, et. al., 1968: 47), y la química, fiel aliada del médico para la preparación de medicamentos, se mantuvieron como un arte, y tuvieron que esperar dos mil años para ser consideradas disciplinas y ciencias (Elliott, Stewart, & Lagowski, 2008). Entre tanto la alquimia, precursora de muchas técnicas químicas experimentales, atraía místicos, empíricos y esotéricos, en busca de la transmutación y la piedra filosofal (Leicester, 1967: 277).

En el siglo III y II a. C, las guerras promovidas por los romanos desembocaron en la invasión a la península griega y la expansión del imperio desde el Océano Atlántico hasta el Golfo Pérsico. Las guerras continuas aumentaron la necesidad de cirujanos y médicos griegos para los militares del imperio (Sigerist, 1974: 23), y los esclavos y esclavas se convirtieron en los encargados de cuidar a enfermos y heridos (Jamieson, et al., 1968: 47). Los médicos griegos llevaron sus conocimientos científicos a Roma y en el año 46 a. C. se les otorgó la ciudadanía romana y otros privilegios que incitó a muchos a proclamarse médicos, pues no existía ningún tipo de control estatal o institución que concediera un reconocimiento a ésta práctica (Sigerist, 1974: 23).

En los primeros siglos de nuestra era, en Roma se practicó una medicina científica con un gran componente de conocimiento químico en la preparación de medicamentos para el tratamiento de las enfermedades. Aulio Cornelio Celso (25 a.C. - 50 d.C.), enciclopedista romano, quien tal vez practicó la medicina por vocación, escribió ocho libros “*De medicina*” en los que describió extensamente temas como la dieta, la farmacia, la cirugía, el tratamiento de enfermedades dentales con remedios a base de sulfato de cobre y otras sustancias químicas (Ward Lufkin, 1948: 60) y algunas técnicas para

mejorar la disposición de los dientes (Ward Lufkin, 1948: 256). De igual modo, Archigenes de Siria (98-117 d.C.), médico romano quien practicó la odontología, describió remedios para curar los dientes rotos y procedimientos para rellenar las cavidades con caries con una mezcla de nitro rojo, corazón de durazno machacado y resinas. Describió el uso de alúmina, mirto pulverizado y líquidos astringentes para el tratamiento de las encías sangrantes (Ward Lufkin, 1948: 69). Los médicos ganaban un salario anual como médicos de familia o en la corte, y se organizaron en sociedades médicas que ofrecían premios a la curación más brillante o a la invención de instrumentos quirúrgicos (Sigerist, 1974: 24). En esa misma época, se adoptaron medidas de higiene mediante cloacas, sistemas de agua y baños, que le valió a los romanos un lugar primigenio en el ámbito de la salud pública (Jamieson, et. al., 1968: 81).

En el siglo IV d. C, con el emperador Constantino, el cristianismo se convirtió en la religión estatal que aglutinó el resquebrajado imperio romano, empezó su expansión por Europa, y comenzó a hacerse cargo de la vigilancia de la enfermedad, la medicina, la ciencia, la literatura y el arte (Jamieson, et al., 1968: 64). La visión cristiana cambió completamente la posición del enfermo y del médico en la sociedad. La iglesia promovió un menor cuidado del cuerpo a cambio del recogimiento espiritual y así, la medicina griega fue considerada pagana, pues Cristo había curado sin drogas (Sigerist, 1974: 24-25). La atención del enfermo se convirtió en obligación del cristiano y este hecho aumentó el número de personas que recibían cuidado de la enfermería en conventos y monasterios (Jamieson, et al., 1968: 58).

La construcción de hospitales en occidente empezó en el siglo VI, y en este siglo la iglesia reconoció que podía prestarle mejor atención al enfermo con tratamiento médico. El cristianismo se reconcilió transitoriamente con la antigua medicina, y a principios de la Edad Media la mayor parte de los médicos eran monjes, quienes convirtieron los claustros, monasterios y abadías en centros de estudios de la medicina, manteniendo vivos los principios de la terapia griega; sin embargo, la iglesia no aprobaba que sus ministros practicaran medicina, y mucho menos la cirugía (Sigerist, 1974: 24-26), y la alta Edad Media se convirtió en una época en la cual la medicina y otras formas de conocimiento científico se estancaron (Jamieson, et al., 1968: 81).

Mientras en el oeste la gente descartaba las enseñanzas de Hipócrates y Galeno para volver a la superstición, en el siglo VII, los musulmanes tradujeron sus enseñanzas al árabe; estudiaron fisiología e higiene y desarrollaron una extensa *materia médica*. Su creencia en la impureza de los muertos prohibía la disección, sin embargo, sus cirujanos, que poseyeron gran conocimiento del arte de la química, aprendieron a utilizar la *Cannabis indica* y el opio como anestésicos (Jamieson, et al., 1968: 80). Abú Musa al-Sufí (721-815), conocido como Geber, escribió el primer tratado de química, en el que recopiló el conocimiento de los alquimistas de la época sobre muchos reactivos químicos y procesos útiles de extracción, separación y síntesis, que fue practicado por muchos médicos en occidente (Leicester, 1967: 134). Avicena (980-1037), quien estudió a Hipócrates y Galeno, escribió un “Canon de la medicina” que fue seguido durante siglos después de su muerte (Jamieson, et al., 1968: 80).

En el siglo X se formó la Escuela Médica de Salerno, considerada la primera facultad de medicina de occidente. Esta escuela no fue fundada por la iglesia, y floreció en el siglo

XII, con la traducción de los libros árabes que incrementaron el conocimiento médico de la época. Salerno fue seguida por la fundación de universidades en toda Europa, y así el médico se convirtió en sinónimo de hombre estudioso. Siguiendo el método dialéctico de Aristóteles, la educación en medicina en estas universidades era puramente teórica (Sigerist, 1974: 24-26). Entre tanto, los químicos medievales fueron médicos en su mayoría, e incluyeron en su trabajo muchos estudios sobre los fluidos del cuerpo humano y el uso de sustancias químicas empleadas como medicamentos (Leicester, 1967: 277).

Durante las cruzadas impulsadas por la Iglesia Católica en Europa, aumentó la necesidad de enfermeras para cuidar enfermos y heridos, y muchas mujeres se organizaron en unidades auxiliares del ejército para brindar esta atención. La enfermería de la época consistía en prácticas sencillas que se transmitían por tradición oral, mientras que la medicina empezó un lento progreso científico con la institución de las universidades en Europa (Jamieson, et al., 1968: 107).

Por otro lado, en la edad media la iglesia prohibió la barba para los hombres y dio lugar a la fundación de una nueva profesión: los barberos, quienes para el siglo XIII, se encontraban organizados como el gremio de barberos-cirujanos. Los médicos se mantuvieron alejados de este grupo y los barberos-cirujanos además de afeitar, practicaban sangrías, aplicaban ventosas o sanguijuelas, efectuaban extracciones de dientes y trataban heridas quirúrgicas (Jamieson, et al., 1968: 102).

A comienzos del siglo XIV, la medicina continúa su progreso a medida que egresan de las universidades más médicos competentes en el arte de curar. La mayoría de estos médicos practicaban también el arte de la química para la preparación de medicamentos, haciendo uso de las técnicas empíricas desarrolladas por los alquimistas (Leicester, 1967: 277). El ascenso de la medicina no se vio reflejado en los hospitales, donde los pacientes sufrían el hacinamiento, la suciedad y la mal nutrición al cuidado de enfermeras instruidas apenas en técnicas sencillas de atención, situación que desembocó en un largo periodo de decadencia de la enfermería, del que no se recuperó hasta mediados del siglo XIX (Jamieson, et al., 1968: 107).

Paralelamente, la alquimia, que floreció entre los siglos XIII al XVI atrajo cada vez más estudiosos en busca de la transmutación de los metales, la piedra filosofal y el elixir de la eterna juventud para lograr la vida eterna. La falta de un lenguaje común para interpretar los procesos y conceptos químicos, y la necesidad de secretismo de la época, llevó a los alquimistas a buscar en el campo de la mística y el esoterismo, un marco de referencia para todos sus hechos experimentales (Villaveces, Poveda y Cubillos, 1989: 46-47). A pesar de la tendencia pseudo-científica de la alquimia, sus técnicas fueron primordiales para el desarrollo de la química moderna, y además, su búsqueda incesante por la *panacea*, remedio para curar todas las enfermedades, les llevó a realizar grandes aportes a la farmacéutica, en cabeza de Paracelso.

Theophrastus Bombastus von Hohenheim, Paracelso (1495-1543), creció en el mundo renacentista que despertó del letargo de la Edad Media, exaltado por los viajes, la imprenta, la reivindicación de los aspectos individuales del hombre y el nuevo interés por el conocimiento científico. Una época en la que se plantearon serias dudas a las teorías médicas de Aristóteles, Galeno y Avicena, y se describieron enfermedades y plantas medicinales que los griegos no conocieron (Sigerist, 1974: 154).

Hijo de un médico, humanista y gran botánico, Paracelso acompañó desde muy joven a su progenitor en la visita a los enfermos. En 1502, su padre fue nombrado médico municipal en el pueblo minero de Villach y allí visitaron juntos los hornos y fundiciones de la escuela de minas, donde adquirió una formación en química que ningún otro médico poseyó. Estudió medicina en la Universidad de Ferrara, en Italia, donde, de acuerdo a la tradición escolástica, se estudiaba una medicina basada en la interpretación de textos y antiguas teorías, y los tratamientos seguían procedimientos tradicionales (Sigerist, 1974: 154).

Decidido a adquirir nuevos conocimientos, viajó casi toda su vida para aprender de barberos-cirujanos, mujeres, abades y eruditos. Paracelso fue un gran doctor que ejerció la medicina con éxito. Era místico y al mismo tiempo científico, con muy buenos conocimientos de química, por contacto con la alquimia, trató de combinar en su sistema médico el espiritualismo y la ciencia moderna, por medio de la observación y el razonamiento. Desarrolló su propia farmacéutica y en oposición a la polifarmacia, preparaba recetas muy sencillas a base de minerales de azufre y metales como plomo, antimonio, mercurio, hierro y cobre para tratamientos médicos (Sigerist, 1974: 153-163). En sus experimentos, describió el uso del opio y de un *vitriolo peculiar* que él mismo producía, para provocar sueño profundo en el paciente, quien despertaba después de un tiempo, sin daños. Este *vitriolo peculiar* era realmente éter sulfúrico y las observaciones de Paracelso fueron antecedentes importantes en anestesiología (Ward Lufkin, 1948: 312).

En 1526 se establece en Estrasburgo, donde es nombrado médico municipal y profesor en la Facultad Médica. Su primer curso se apartó radicalmente de la enseñanza tradicional, y promulgaba una nueva medicina basada en la investigación científica. El programa, que fue impreso y pegado en las paredes, comprendía patología y terapéutica, preparación de remedios y prescripción, diagnóstico por medio del pulso y la orina, catarsis y flebotomía, heridas y enfermedades quirúrgicas. Impartió sus enseñanzas en alemán y no en latín como ordenaba la tradición, y terminó siendo pugnado y despedido de la universidad. Desilusionado y herido se alejó de la academia, pero antes sintió la necesidad de escribir sus enseñanzas, y lo hizo en *Paragramun*, libro en el que posicionó a la química como uno de los cuatro pilares de la medicina, junto con la filosofía, la astronomía y la virtud y el amor (Sigerist, 1974: 158).

Paracelso tenía muy clara la noción que los procesos biológicos ocurren por medio de lo que hoy se conoce como reacciones químicas (Sigerist, 1974: 157), y su pensamiento originó una corriente que uniría más estrechamente a la química con la medicina, la iatroquímica.

Fue Van Helmont (1579-1644), químico, físico, alquimista, médico y fisiólogo, el exponente de la iatroquímica, que realizó numerosos descubrimientos prácticos de naturaleza bioquímica; sin embargo, la poca correlación entre diferentes investigadores, producto del escaso conocimiento sobre el comportamiento microscópico de la materia, y la falta de técnicas cuantitativas de análisis químico, llevó a que las ideas sobre los mecanismos químico-fisiológicos, permanecieran vagas y desorganizadas (Leicester, 1967: 278).

Con la iatroquímica, la química adquirió un nuevo propósito que la diferenció de la alquimia: la preparación de medicamentos eficaces y la explicación del funcionamiento del cuerpo (Leicester, 1967: 278). Esta concepción dinámica del organismo planteada en la iatroquímica, fue posible gracias al cambio en la forma de ver la naturaleza que emergió en el Renacimiento: de perfecta, completa y finita, hacia movimiento, devenir e infinita (Sigerist, 1974: 144).

La visión renacentista se reflejó en todos los campos de la ciencia. La anatomía, por ejemplo, que hasta comienzos del siglo XVI, tenía como objeto el estudio de la sustancia tangible, finita y armoniosamente proporcionada, termina el siglo enfocada en el estudio de los movimientos ilimitados del cuerpo y el de sus órganos, gracias al trabajo de médicos científicos como Vesalio (1514-1564) (Sigerist, 1974: 144). Surgió la fisiología, cuyo objeto de estudio es el movimiento, y se avanzó en la descripción de las características fisicomecánicas del organismo, hasta desembocar en el descubrimiento de la circulación de Harvey (1578-1657), en la tercera década del siglo XVII (Leicester, 1967: 277). Harvey fue un pensador dinámico, introdujo el tiempo para explicar fenómenos biológicos de acuerdo a su tamaño y duración, y revolucionó la ciencia médica al introducir, por primera vez en la historia, métodos cuantitativos de análisis para describir el funcionamiento del cuerpo (Sigerist, 1974: 145).

Durante los siglos XVII y XVIII, la química y la medicina marcharon cada vez más estrechamente unidas, y buscaron los síntomas de la vida, la enfermedad y la infección en el movimiento (Maldonado, 2011: 60). Las escuelas médicas empezaron a dedicar sus esfuerzos a la investigación (Sigerist, 1974: 28) y se formaron médicos con grandes conocimientos en química, con fundamentos sólidos en fenómenos relacionados con la farmacología y la fisiología (Anderson, 2006). Muchos químicos de la época fueron también médicos (Elliott, et al., 2008), entre los que se encuentra Boerhaave, médico, químico y profesor de la Universidad de Leiden entre 1702 y 1729, quien posicionó la química como cimiento de los conocimientos clínicos, para los aprendices en materia médica (Anderson, 2006).

Por otro lado, el siglo XVIII representó la consolidación de la odontología como profesión independiente de la medicina gracias al desarrollo de la óptica y los estudios de Leeuwenhoek (1632-1723) en el microscopio, que revelaron la verdadera naturaleza y estructura de los dientes (Ward Lufkin, 1948: 215). Los cirujanos, barberos-cirujanos y médicos contribuyeron a la consolidación de la profesión, los artesanos aportaron al desarrollo mecánico de las prótesis, y la física, la química y la biología proporcionaron la base científica para la comprensión de las enfermedades dentales (Ward Lufkin, 1948: 93). Cada descubrimiento químico, tarde o temprano tuvo repercusiones en la medicina y la odontología, y contribuía a su progreso (Sigerist, 1974: 170).

Por citar un par de ejemplos, Joseph Priestley (1733-1804) gran químico inglés, aisló e identificó gases como el oxígeno, el nitrógeno y el óxido nitroso, y demostró la posibilidad de administrar sustancias volátiles por inhalación. Humphrey David (1778-1829) y Michel Faraday (1791-1867), químicos británicos, complementaron el trabajo de Priestley sobre gases, y consolidaron un gran campo de investigación en anestesia, que representaría un gran aporte a la ciencia médica, y a la recién formada profesión odontológica (Ward Lufkin, 1948: 313).

En el ocaso del siglo XVIII, dos acontecimientos originaron una transformación en la química, y en su relación con las ciencias de la salud: La Revolución Industrial, y la consolidación de la química como una ciencia (Lagowski, 1998). Sería Antoine-Laurent de Lavoisier (1743-1794), químico, biólogo y economista francés, que con el uso de la balanza estableció relaciones cuantitativas para las reacciones químicas, quien encontraría el camino para inscribir la química en el paradigma newtoniano y convertirla en una ciencia moderna, con un objeto de estudio independiente de la medicina, y métodos de producción de conocimiento propios.

Con la química convertida en una ciencia moderna, la sombra mística de la alquimia quedó como un recuerdo en la historia, y la química se matriculó en el paradigma newtoniano, instaurado por Sir Isaac Newton (1642-1727), que marcó su camino durante los siglos XIX y XX. Este modelo es mecanicista, y originó un enfoque filosófico conocido como reduccionismo, según el cual es suficiente con identificar los componentes últimos de un sistema para explicar su comportamiento y evolución (Maldonado, 2011: 59).

El paradigma reduccionista de la ciencia moderna no se ocupa del movimiento, es estático; no se ocupa del contexto, estudia los fenómenos aislados; y por lo tanto, es incapaz de explicar la emergencia de formas y sistemas vivos. Entonces las dos ciencias que habían intentado juntas comprender la dinámica de los seres vivos, la medicina y la química, fueron separadas por las limitaciones teóricas impuestas por el modelo newtoniano. La medicina volvió a considerarse, más que una ciencia experimental, una práctica, mientras que la química empezó a ocuparse del estudio de la materia desde la mirada estática exigida por el paradigma de la ciencia moderna (Maldonado, 2011: 57-61).

La impotencia del mecanicismo positivista para explicar la dinámica compleja de la materia viva, motivó el auge del vitalismo en Europa, a finales del siglo XVIII. Esta corriente filosófica que nació en la medicina, se opuso a las explicaciones de la ciencia moderna y concedió a la materia orgánica la *élan vital*, impulso esencial sin el que los organismos no tendrían vida. Entre tanto, la química moderna se sistematizó, y los químicos empezaron a ocuparse metodológicamente de la explicación de las transformaciones de la materia. Aunque con la instauración del sistema cartesiano se realizaron importantes descubrimientos bioquímicos, resultado de las investigaciones de Priestley (1733-1804), Ingenhousz (1730-1799) y Senebier (1742-1809) sobre la fotosíntesis, y los estudios de Lavoisier, Laplace (1749-1827) y Séguin (1812- 1880) sobre la respiración animal, el reduccionismo del método no permitió captar la importancia de estos descubrimientos para comprender la química de la vida (Leicester, 1967: 278), así, la medicina y la química tomaron caminos divergentes.

A comienzos del siglo XIX, la recién denominada química moderna se convirtió en elemento fundamental de la Revolución Industrial, en términos de manufactura de nuevos bienes de consumo y en la sistematización de la producción. La industria textil, por ejemplo, creció enormemente con el uso de sustancias económicas y eficientes para blanquear, secar y teñir el algodón. Como consecuencia, las universidades empezaron a enfocar los programas de química en función de la demanda industrial, que necesitaba cada vez más trabajadores con entrenamiento en síntesis y análisis de compuestos (Lagowski, 1998). Los cursos de química dejaron de caracterizarse por el enfoque médico, y dieron paso al enfoque industrial y científico-cartesiano que predomina en la

actualidad, promovido desde la Universidad de Edimburgo por el profesor Joseph Black (Anderson, 2006). Uno de los primeros espacios para la instrucción de aprendices en química fue el laboratorio de la Universidad de Giessen, dirigido por el famoso químico alemán Liebig (1803-1873), quien diseñó, por primera vez en la historia, un currículo sistemático para la formación de profesionales en química (Elliott, et al., 2008).

Aunque a principios de siglo XIX los químicos profesionales eran pocos, al finalizar el siglo, la química era ya una profesión con derecho propio, independiente de las ciencias de la salud y con un puesto trascendental en la industria de países como Alemania, que ganaría poder económico gracias al desarrollo de su industria química (Leicester, 1967: 22). Durante este siglo se realizaron grandes descubrimientos sobre la estructura atómica de la materia y la naturaleza de la energía que provocaron la especialización en la profesión química. Se fundó la química física, seguida de la química orgánica, la química de coloides, la electroquímica y la radioquímica (Leicester, 1967: 258).

Los químicos de ese siglo estuvieron tan ocupados en los avances de su propia ciencia, que durante la primera mitad del siglo XIX no intentaron sistematizar la química de los procesos biológicos (Leicester, 1967: 279), principalmente porque los sistemas vivos no pueden estudiarse con el principio reduccionista de la ciencia moderna (Maldonado, 2011: 60). La química se alejó de las ciencias de la salud y la mayoría de los descubrimientos bioquímicos fueron incidentes en la labor principal del químico. Durante éste periodo, el principal aporte de la química a las ciencias de la salud fue la destrucción de la teoría vitalista, en 1828, cuando Wöhler (1800-1882) demostró que los compuestos orgánicos respondían a las mismas leyes que las sustancias inorgánicas.

Mientras tanto, la fisiología también se desarrollaba como ciencia independiente y los fisiólogos se ocupaban principalmente del funcionamiento aislado de los órganos y el sistema nervioso, sin ocuparse de procesos químicos y sin una visión global del funcionamiento del cuerpo. Los fisiólogos realizaron descubrimientos importantes, pero hasta la primera mitad del siglo XIX, permanecieron como piezas aisladas de un rompecabezas (Leicester, 1967: 279). A mediados de siglo, unos pocos químicos, en cabeza de Liebig, empezaron a integrar su labor con los investigadores en fisiología. Esta nueva unión motivó grandes avances en la comprensión de los fenómenos del cuerpo, y se instauró la química fisiológica (Leicester, 1967: 282). Después de 1860, los descubrimientos químicos que llegaron a la medicina trazaron una línea divisoria entre el pasado y el presente de las ciencias de la salud (Jamieson, et al., 1968: 205).

El trabajo experimental de Liebig y sus estudiantes en el laboratorio de la Universidad de Giessen, Alemania, permitió establecer los principios básicos de la nutrición humana y comenzó el progreso hacia el conocimiento de los procesos digestivos. El químico francés Pasteur (1822-1895) descubrió que el ácido clorhídrico era el componente del jugo gástrico y Theodor Swbhan (1810-1882), químico fisiólogo, que el jugo gástrico tenía un catalizador al que llamó pepsina. Con los trabajos posteriores de Lous Mialhe (1807-1886), Claude Bernard (1813-1878), Gustav Valentin (1810-1883), Kelly Kühne (1837-1900) y Russell Chittenden (1856-1943), químicos fisiólogos, se aclaró el proceso digestivo. La importancia de este descubrimiento motivó la creación del primer laboratorio de química fisiológica en la Universidad de Yale en Estados Unidos, dirigido por el profesor Chittenden. Al terminar el siglo, el trabajo cooperativo entre químicos y químicos fisiólogos permitió, entre otras cosas, descubrir el glucógeno y establecer las bases del metabolismo de los carbohidratos, entender los procesos energéticos de la respiración

celular, reconocer enfermedades carenciales y demostrar que ciertas sustancias elaboradas en los órganos ejercen un control químico en el organismo (Leicester, 1967: 282-286).

Aunque el trabajo de Pasteur contribuyó a la fisiología, su principal aporte sería en el campo de la patología (Sigerist, 1974: 40). Su trabajo experimental abrió el camino para la comprensión de las causas y medios para la transmisión de enfermedades contagiosas y estableció las bases para producir vacunas. Con los principios descubiertos por este gran químico francés y la ayuda del microscopio, el médico alemán Robert Koch (1834-1910) descubrió las causas de la tuberculosis y el cólera, y Lord Joseph Lister (1827-1912), médico también, desarrolló métodos para destruir gérmenes mientras están en las manos, los instrumentos y los vendajes en contacto con tejidos lesionados (Jamieson, et al., 1968: 206). Estos descubrimientos mejoraron las condiciones sanitarias en los hospitales, hicieron un gran aporte a la salud pública y estimularon grandes logros en la medicina moderna. Es gracias a estos avances que el siglo XIX se instauró en la historia como el siglo de la medicina preventiva (Sigerist, 1974: 32).

El descubrimiento de los microorganismos realizado por Pasteur, también repercutió en la odontología. Aunque en la segunda década del siglo XIX se logró describir la naturaleza química de las sustancias que forman los dientes, la explicación de la caries permaneció sin resolver algunas décadas más. El gran campo de investigación originado por Pasteur, llevó, en 1867 a Leber y Rottenstein a proponer que son los microorganismos presentes en la boca los responsables de este mal, y en 1878 Magitot propuso que la caries es producida por sustancias químicas que llegan a la boca en los alimentos o que son producidas en su interior (Ward Lufkin, 1948: 220-225). Las investigaciones sinérgicas entre químicos y odontólogos, y el uso de las técnicas experimentales de la química moderna, permitieron entender que la naturaleza química de las interacciones entre el diente, las bacterias y la saliva son las responsables de la caries, y también establecieron el efecto del flúor en su prevención (Ward Lufkin, 1948: 229-233).

Por otro lado, el siglo XIX significó el despertar de la enfermería del largo periodo de decadencia iniciado en el siglo XV. En 1860, Miss Nightingale (1820-1910) empezó la reforma a la enfermería con la creación de una escuela modelo en Londres, para la enseñanza en el arte de la enfermería. El modelo se difundió por Inglaterra, Alemania, Holanda, Austria y Norteamérica, buscaba mejorar la atención en enfermería con mejores construcciones hospitalarias, mejores condiciones de salubridad y mejor dirección con estadísticas precisas. De la mano de Sir Edwin Chadwick (1800-1890), médico higienista, Nightingale comprendió los problemas de sanidad del medio hospitalario y abrió el camino para la relación estrecha entre la enfermería y la ciencia bacteriológica de Luis Pasteur. El modelo de enseñanza de Nightingale consistía en un año de preparación profesional en el arte de la enfermería y un año de práctica vigilada, en el que los conocimientos se transmitían por observación; sin embargo, una de las críticas de las estudiantes de estas recién formadas escuelas fue la falta de preparación teórica, ya que se les preparaba para actuar, no para pensar. Es así como 1893 Mrs. Rebecca Strong, una enfermera Nightingale, de Glasgow, concibió la idea de proporcionar a sus estudiantes un curso preliminar de instrucción teórica antes del entrenamiento práctico y tres años después, la Escuela Superior de Simmons, en Boston, ofreció un curso de

ciencias aplicables a la enfermería para las estudiantes que se preparaban a ingresar en la Escuela Profesional del Hospital General de Massachusetts. A partir de ese momento, en muchas escuelas, la enseñanza de la enfermería dejó de centrarse únicamente en la práctica y la ética, y las estudiantes empezaron a adquirir conocimientos en anatomía, fisiología, materia médica e higiene (Jamieson, et al., 1968: 176-200). La alianza entre enfermería y química, que empezó a gestarse con los trabajos de Pasteur, tuvo en las nuevas Escuelas de Enfermería su consumación, a favor del desarrollo de la profesión.

En esas, las últimas décadas, los descubrimientos en la naturaleza de la materia generaron espirales creativas de conocimiento que impulsaron el desarrollo científico de la medicina, la odontología y la enfermería, ciencias de la salud que continuarían su crecimiento en el siglo XX, con el aporte de la química moderna. Es así como, a pesar que en las primeras décadas del siglo XIX, la química y las ciencias de la salud coexistieron en conflicto, provocado por el paradigma newtoniano, el trabajo metódico del químico impulsó la nueva época de sinergias con las que la química y las ciencias de la salud cerraron el siglo.

Cuando nació el siglo XX, los científicos pensaban que todos los descubrimientos de la ciencia ya se habían realizado. La física newtoniana proporcionaba una explicación de la naturaleza completamente satisfactoria, y la química con sus átomos y elementos estaba a punto de esclarecer el comportamiento de la materia (Leicester, 1967: 265). La ciencia proporcionaba orden, estabilidad y equilibrio, y no había lugar para el devenir, la fluctuación y el movimiento (Maldonado, 2011: 37-38). Sin embargo, fueron justamente físicos y químicos, en su intento por terminar de construir el rompecabezas de la materia y la energía, quienes terminaron perturbando, de manera irreversible, el sistema de conocimiento. Primero Einstein (1879–1955) con su teoría de la relatividad, y después la ciencia cuántica, gestaron la crisis del modelo estático instaurado por Sir Isaac Newton. El principio de incertidumbre, uno de los fundamentos de la ciencia cuántica, postulado en 1927 por Heisenberg (1901-1976), estableció la imposibilidad de conocer dos magnitudes físicas al mismo tiempo y con él introdujo el azar, la irreproducibilidad y la inestabilidad... Entonces, el movimiento, en su devenir constante, retornó a la ciencia (Maldonado, 2011: 70).

El reduccionismo engendró el conocimiento profundo que llevó a la especialización de los saberes, y su crisis, suscitó el trabajo colaborativo entre las especialidades. Los científicos empezaron a reconocer el valor de colaborar con otros especialistas, y como resultado, las ciencias fronterizas alcanzaron un gran avance (Gell-Mann, 1998: 137). Un ejemplo del trabajo sinérgico entre ciencias que caracterizaría el siglo XX, se encuentra entre la química y las ciencias de la salud. En la primera década del siglo, las investigaciones de químicos, químicos fisiólogos y fisicoquímicos comenzaron a entrelazarse, y finalmente se juntaron las piezas para construir una idea unificada de las transformaciones químicas en las células y su importancia en el organismo. La frontera entre fisiología y química se convirtió en una ciencia independiente: la bioquímica (Leicester, 1967: 279). Hacia 1920, la bioquímica disponía ya de los principios básicos sobre los que se basó su desarrollo: se conocía bien la naturaleza química de los constituyentes del cuerpo, los requisitos nutricionales del organismo y se reconocía la existencia de los mecanismos enzimáticos y hormonales que regulaban el funcionamiento de los órganos (Leicester, 1967: 290). Con el surgimiento de la bioquímica, las ciencias de la salud avanzaron enormemente en la comprensión de la dinámica de la vida, y los nuevos conocimientos sobre metabolismo, proceso digestivo y

nutrición llevaron a la consolidación de una nueva profesión: la nutrición y dietética, con apenas medio siglo de evolución y grandes retos académicos y formativos (Chacón y Ruiz, 2007: 19).

Además del gran progreso científico, las primeras décadas de este siglo estarían marcadas por los hechos funestos de la primera y segunda guerra mundial. Durante estas décadas nefastas de la historia de la humanidad, los países en guerra experimentaron déficit en la cantidad de médicos, enfermeras y medicamentos, pero se realizaron grandes avances en las ciencias de la salud, originadas con la síntesis de la penicilina y las sulfonamidas para el tratamiento de las infecciones y el uso del DDT para el control de insectos (Jamieson, et al., 1968: 247). Las guerras provocaron avances en la prevención y tratamiento de traumatismos y en la recuperación, habilitación y rehabilitación de la discapacidad, y se originó la última profesión de las ciencias de la salud de las que trata esta investigación: la fisioterapia, que hasta la primera mitad del siglo era practicada por masajistas-sobanderos o enfermeras voluntarias (Alvis Gómez, 2010: 17)

Los grandes progresos en la investigación en las profesiones de las ciencias de salud, motivados por el crecimiento gigantesco de la investigación química en los siglos XIX y XX se reflejaron también en la educación (Jamieson, et al., 1968: 208). Los docentes universitarios se convirtieron en investigadores y empezaron a involucrar en los planes de estudio el máximo conocimiento profesional de la época (Galagovsky, 2007). Estos investigadores se convirtieron en especialistas y la enseñanza también se especializó. Se dinamizaron los currículos de las ciencias de la salud y se hicieron necesarias nuevas formas de enseñanza desconocidas en la universidad medieval (Sigerist, 1974: 212). Las universidades europeas empezaron a guiarse por el principio de “un tema científico sólo puede ser enseñado por quien lo ha investigado profundamente” (Sigerist, 1974: 29), idea que fue seguida por muchas universidades alrededor del mundo. Se incluyeron diversas materias que fueron engrosando el currículo de las ciencias de la salud. Además de anatomía, fisiología y farmacología, empezó a enseñarse química fisiológica, microbiología, bioquímica, patología y otras ciencias de frontera para las que los conceptos básicos de la química servirían de fundamento. Es así como las universidades europeas y después las americanas, crearon cursos de química básica para el primer semestre de las ciencias de la salud, que sería ofrecido por un especialista en química (Lagowski, 1998). El curso de química básica se convirtió en requisito para muchas profesiones a las que la ciencia química había hecho grandes aportes, no sólo las de las ciencias de la salud, y se diseñó un plan de estudio con las teorías básicas de la química, que terminarían viendo todos los estudiantes de diversas profesiones (Lagowski, 1998)

La revolución de la ciencia en el siglo XX trajo consigo nuevas discusiones, nuevos objetos de estudio y nuevos interrogantes que sólo podrían satisfacerse con el trabajo interdisciplinar y el entretendido dinámico de los saberes. Es así como en un primer intento por entender la vida y la muerte a la luz de las nuevas concepciones de la física cuántica, la bioquímica, la genética, la fisicoquímica y la fisiología, en 1947 Erwin Schrödinger (1887–1961), escribió *¿Qué es la vida?*, libro reeditado recientemente por la Universidad de Salamanca, España. En su libro, Schrödinger propone que la vida es un sistema adaptativo que origina orden a partir del desorden, gracias a que se alimenta de entropía negativa y así se mantiene alejado del equilibrio, que en términos físicos sería equivalente a la muerte (Schördinger, 2005: 43-47). Entonces el enigma de la vida, que

habría ocupado a filósofos, médicos y químicos desde el origen de la humanidad, empezó a resolverse en términos de sistemas alejados del equilibrio y dinámica no lineal, y abrió un gran campo de investigación: los sistemas adaptativos complejos.

La investigación en sistemas alejados del equilibrio le valió a Prigogine (1917-2003) el Premio Nóbel de Química en 1977, y la instauración de la primera de las nuevas ciencias de la complejidad: la termodinámica del no equilibrio (Maldonado, 2011: 70). Las nuevas ciencias de la complejidad estudian los desequilibrios, las inestabilidades, las irregularidades y la autoorganización, y originaron un movimiento desde la ciencia hacia la cultura para superar el dualismo entre ciencias básicas y ciencias sociales y humanas (Maldonado, 2011: 187-188).

Con el estudio de las transiciones orden/desorden, las ciencias de la complejidad descubrieron que los patrones que suceden en la ecología son los mismos que ocurren en los fenómenos físicos, químicos, biológicos y sociales en general. Como habría sido enunciado por Heráclito (535-484 a. C) *“lo mismo que está arriba se encuentra abajo”*, esto es, que la dinámica no lineal, las turbulencias, las inestabilidades, el caos, los desequilibrios y la autoorganización responden a patrones comunes en diferentes escalas y dimensiones de la realidad: desde el comportamiento atómico y el funcionamiento del cerebro hasta los procesos educativos, económicos y demográficos (Maldonado, 2011: 188-191).

Es así como tras la historia de sinergias y conflictos que posibilitó la co-evolución de la química y las ciencias de la salud, el siglo XXI les representa nuevos retos.

Desde la mirada de las ciencias de la complejidad se revela que la química y las ciencias de la salud estudian diferentes dimensiones de una misma realidad cambiante y dinámica: la primera desde los átomos y moléculas, y la segunda desde el funcionamiento de los órganos y sistemas, para entrelazarse, una vez más, en los procesos educativos, que pueden convertirse en una sinergia, origen de espirales creativas de conocimiento, o en un conflicto.

1.2 Química y ciencias de la salud en la Universidad Nacional de Colombia

En febrero de 1868, la Universidad Nacional de Colombia comenzó sus labores con las Escuelas de Jurisprudencia, Medicina, Ciencias Naturales, Ingeniería, Artes y Oficios y Literatura y Filosofía, dando cumplimiento a la Ley 66 de 1867. La Escuela de Medicina abrió sus puertas a mediados de 1868, con el objeto de formar médicos y científicos idóneos para contribuir al desarrollo social del país, y la Escuela de Ciencias Naturales se creó con dos fines principales: servir como preparatorio para los estudios de Medicina y aportar a la solución de los problemas agrícolas del país (Hernández y Pecha, 2003: 82).

Para ingresar a la Escuela de Medicina, el aspirante debía ser bachiller y haber aprobado el primer año de enseñanza en la Escuela de Ciencias Naturales, donde recibía instrucción en química general como requisito para comenzar los estudios médicos. Para el desarrollo de la parte práctica de la carrera, se anexó el Laboratorio Químico, los Hospitales de Caridad y Militar y el entonces convento, San Juan de Dios (Hernández y

Pecha, 2003: 85-88). Es así como desde sus orígenes en la Universidad, química y ciencias de la salud mantuvieron una relación estrecha de cooperación y asistencia.

En el año de 1872, el gobierno dictó un nuevo Decreto Orgánico bajo el cual reunió las Escuelas de Medicina y Ciencias Naturales, y para el año 1887, existían bajo el nombre de Facultad de Ciencias Naturales y Medicina, ya que la primera era la base para el estudio de la segunda (Hernández y Pecha, 2003: 138). Por otro lado, debido a la falta de personal médico especializado, en 1897 se intentó establecer un plan de estudios científico para la instrucción como enfermeras a señoras y señoritas, que no tenían, hasta ese momento mucha inclusión en el ámbito académico y científico al interior de la Universidad (Hernández y Pecha, 2003: 151). A finales del siglo XIX se diseñó un curso teórico-práctico que se ofrecería en el Hospital San Juan de Dios por la Escuela de Medicina de la Universidad, para la formación científica de enfermeras, parteras y comadronas, como auxiliares en la investigación y el ejercicio de la ciencia médica (Gómez, et al., 2011: 65). El curso no se consolidó en ese momento debido a la situación de guerra en el país.

La Guerra de los Mil Días (1899-1902) sumergió al país en un periodo de violencia, pero no detuvo el desarrollo de la medicina científica, que para el año de 1902, se hallaba posicionada en la Universidad con el florecimiento de lo que en su época se conoció como “medicina de laboratorio”, gracias a los avances científicos en física, química y biología que eran importados a la Universidad por los profesores médicos que se habían especializado en Europa. Con el auge científico, el cuerpo médico se preocupó por desarrollar medios de enseñanza de la medicina que respondieran a las crecientes necesidades científicas de la profesión y del país (Hernández y Pecha, 2003: 164), y se retomó la propuesta de formación universitaria para enfermeras. La formación inicial de enfermeras en la Universidad Nacional empezó en 1920, en la Escuela Nacional de Comadronas y Enfermeras (Gómez, et al, 2011: 90); a las estudiantes se les enseñaba anatomía, fisiología, medicina, cirugía, obstetricia y pediatría, y practicaban en el Hospital San Juan de Dios. La escuela se cerró en 1937, y en 1938, se fundó la escuela de Enfermeras de la Universidad Nacional (Jamieson, et. al, 1968: 341-342).

En agosto de 1930, se creó la Facultad Nacional de Odontología, mediante el decreto 1232, como una entidad adscrita a la Escuela de Medicina de la Universidad Nacional, con la misión de formar individuos idóneos para el ejercicio científico de la odontología. Debido a las dificultades fiscales que atravesaba el país, la Escuela no entró en funcionamiento sino hasta el año 1932. El plan de estudios de cuatro años se aprobó mediante el decreto 1569, y se caracterizó por la íntima conexión con la profesión médica: contemplaba materias básicas sobre los mismos programas que se enseñaban al tiempo con los estudiantes de medicina. Para esa época, los estudiantes de medicina y de odontología tomaban la asignatura *química médica*, en el primer año de estudios (Duque & López, 2002: 418).

En el año de 1935, el entonces presidente Alfonso López Pumarejo sancionó una nueva Ley Orgánica Universitaria, que reunió todas las disciplinas profesionales en la Universidad Nacional de Colombia, mediante la integración de las facultades, escuelas profesionales e institutos de investigación del país, y se ordenó la constitución de la “Ciudad Universitaria” (Hernández y Pecha, 2003: 178). La reforma acarreó profundos cambios académicos y pedagógicos como la libertad de cátedra, la creación de nuevas

áreas técnicas y científicas y el uso de laboratorios y bibliotecas; además, se sentaron las bases para poner en contacto a la Universidad con las corrientes científicas y culturales contemporáneas, la investigación, los debates y las publicaciones universitarias. Para hacer realidad las transformaciones planteadas en la nueva Ley, durante los años siguientes se elaboraron nuevos planes de estudio para los programas existentes, se diseñaron nuevos programas académicos y se fundaron nuevos departamentos (Gómez, et al, 2011: 125-130).

El 30 de octubre de 1936 se fundó el Departamento de Química en la Universidad Nacional de Colombia, y comenzó sus labores el 1 de febrero de 1937. Más que para explicar el comportamiento de la materia o servir de base para los conocimientos médicos, el Departamento se organizó con la intención de capacitar profesionales para utilizar el conocimiento químico en la generación de riqueza mediante el aprovechamiento de los recursos de la nación, y en respuesta a la creciente necesidad por impulsar el desarrollo industrial en el país (Villaveces, et al, 1989: 19). A la par con la necesidad de la nación por posicionar la profesión química como una actividad independiente de las ciencias de la salud, los servicios docentes del Departamento eran requeridos por las Escuelas de Medicina, Odontología y Enfermería, que incluyeron en los primeros planes de estudio después de la reforma, cursos de química básica para la formación científica de sus estudiantes (Duque & López, 2002: 447-449, Gómez, et al., 2011: 138). Para el año de 1939, el Departamento de Química funcionaba como un ente autónomo con presupuesto propio, y a partir de ese momento empezó a prestar servicios docentes teóricos y prácticos para todas las áreas de la Universidad que los requirieran (Facultad de Ciencias, 2013).

Durante la década de 1940, continuaron los cambios promovidos por la Ley Orgánica Universitaria. El Departamento de Química se reorganizó y se convirtió en la Facultad de Química mediante Acuerdo 147 del 12 de diciembre de 1940 (Facultad de Ciencias, 2013). El Acuerdo 54 de 1942 instauró la Facultad de Odontología como una entidad autónoma e independiente de la Escuela de Medicina (Duque y López, 2002: 447), y mediante el Decreto 466 de 1943 se creó la Escuela Nacional Superior de Enfermeras, que cerraría en 1957 para dar paso a la Facultad de Enfermería (Gómez, et al., 2011: 185). Al terminar la década, la Facultad de Química prestaba sus servicios docentes a la Facultad de Medicina, la Facultad de Odontología y la Escuela Superior de Enfermeras que funcionaban ahora en la Ciudad Universitaria.

Hacia la mitad del siglo XIX, se introdujo en la Universidad el Modelo Flexneriano para la educación en ciencias de salud. En el año de 1952, el programa de Medicina se semestralizó y el plan de estudios se reorganizó, mediante la integración de las asignaturas en tres ciclos: dos años de ciencias básicas, un año de estudios preclínicos, dos años de áreas clínicas y un año de internado rotatorio. En el ciclo básico, los estudiantes de medicina aprendían química en las materias teórico-prácticas *química general* y *química biológica*, que eran ofrecidas por la Facultad de Química (Forero, 1983: 71-78).

En 1962, el doctor José Félix Patiño, rector de la Universidad, promovió una reforma basada en la integración académica, que buscaba mejorar la comunicación entre la Universidad, los organismos estatales y la comunidad para responder a las necesidades del país, y se diseñó un nuevo currículo basado en modelos de otras universidades latinoamericanas que habían logrado resultados positivos. Con el fin de enseñar a

investigar campos afines de conocimiento sobre una gran base de cultura general, se implementaron estudios generales como base para los diferentes programas académicos, que se organizaron en tres bloques: Ciencias Biológicas y afines (Medicina, Odontología, Enfermería, Psicología, Agronomía y Medicina Veterinaria), Ciencias Físicas y Matemáticas, y Ciencias Sociales (Chacón y Ruiz, 2007: 85).

Como consecuencia de la reforma, la Universidad entró en una etapa de transformación académica que tuvo como fundamento la integración de sus facultades, dispersas en unidades homogéneas. Se proyectó una Facultad de Ciencias de Salud para agrupar todos los programas curriculares afines, y mediante la Ley 65 de 1963 se reglamentó la ampliación de los Departamentos (Chacón y Ruiz, 2007: 84-86). En 1965 desapareció la Facultad de Química y se creó en su lugar la Facultad de Ciencias, mediante Acuerdo 61 del 26 de marzo. Esta Facultad reunió como departamentos a las antiguas Facultades de Matemáticas, Geología, Farmacia, Química, Biología y Física, al Instituto de Ciencias Naturales y el Observatorio Astronómico Nacional (Facultad de Ciencias, 2013).

En el año de 1965, con el acuerdo número 7 del Consejo Superior Universitario, se creó el Programa de Nutrición y Dietética, adscrito al Departamento de Nutrición, de la Facultad de Medicina, con el objeto de formar profesionales capacitados científicamente en el área, y en respuesta a la escasez de expertos, que impedía la extensión de programas gubernamentales de nutrición y alimentación en el país (Chacón y Ruiz, 2007: 80). El plan de estudios del programa de cuatro años se organizó por núcleos, y en el primer semestre los estudiantes tomaban la asignatura *química general*, del núcleo de ciencias básicas para Ciencias Biológicas y afines (Chacón y Ruiz, 2007: 89). En el año de 1966 se creó el programa curricular de pregrado en Fisioterapia, del Departamento del Movimiento Corporal Humano de la Facultad de Medicina (Facultad de Medicina, 2013), con el objeto de contribuir al desarrollo humano y social de individuos y colectivos humanos en el ambiente en el que se desenvuelven (Alvis Gómez, 2010: 11).

Es así como para la década de 1970, ya existían en la Universidad Nacional los cinco programas de las ciencias de la salud de las que trata esta investigación: Medicina, Nutrición y Dietética y Fisioterapia en la Facultad de Medicina, Odontología en la Facultad de Odontología y Enfermería en la Facultad de Enfermería. De acuerdo con espíritu de la reforma Patiño estos programas afines recibían una formación en química, y otras ciencias básicas, para mejorar la formación profesional y vincularlas a procesos investigativos interdisciplinarios relacionados con las necesidades del país. Sin embargo, los objetivos de integración y formación integral de la reforma no se alcanzaron, debido a que se originaron procesos de mutua exclusión entre disciplinas y profesiones, que respondían a sus propias tradiciones y sus propios procesos de construcción de conocimiento (Orozco de A, et al., 2004).

En la década de 1980 se promovieron en la Universidad procesos para reformular los planes de estudio teniendo en cuenta las especificidades y la orientación de cada programa curricular, que eran criticados por su falta de coherencia, su enciclopedismo, desactualización y falta de relación con el contexto nacional. Además se les cuestionó su excesiva oralidad, ya que descansaban en la tradicional cátedra magistral, poco adecuada a las nuevas tendencias pedagógicas (Orozco de A, et al., 2004).

Producto de estos procesos de autoevaluación y discusión al interior de las Facultades, se implementó la Reforma Mockus-Páramo (Consejo Académico, 1990), que buscaba mejorar las prácticas académicas y pedagógicas con la selección y organización de un conjunto de conocimientos y técnicas para cada programa, y priorizaba la participación del estudiante en el proceso educativo. Con la nueva reforma, la estructura curricular se reorganizó en un núcleo profesional o disciplinario, específico para cada programa, y un componente flexible para fomentar la interdisciplinariedad, la formación integral y la autonomía del estudiante (Orozco de A, et al., 2004). Para esta época, los estudiantes de los programas de las ciencias de la salud recibían formación teórico-práctica en química en una asignatura llamada *química integrada*, del núcleo disciplinar, que agrupaba los conceptos de química inorgánica y orgánica necesarios y era ofrecido por los profesores del Departamento de Química.

En agosto de 2004, el entonces rector Marco Palacios presentó una nueva Reforma Académica, justificada en que las resistencias al interior de la Universidad hacia la reforma anterior no habían permitido cumplir con sus objetivos y no se había alcanzado el éxito esperado, razones por las que la Universidad debía renovarse radicalmente. Propone entonces una “Universidad de investigación” donde la interdisciplinariedad se alcanzaría con el refuerzo mutuo entre docencia e investigación y se convertiría en el camino para lograr la excelencia tanto en la enseñanza como en el aprendizaje (Orozco de A, et al., 2004).

Con la reforma, que actualmente está implementada en la Universidad, se diseñó una nueva estructura curricular basada en competencias, contenidos y créditos, y se propuso una fase de formación general y una fase de formación específica para los programas académicos. La fase de formación general, organizada en núcleo básico común y estudios multidisciplinarios, busca introducir al estudiante en la cultura académica y proporcionar una fundamentación amplia mediante el desarrollo de competencias básicas para la vida académica. En la fase de formación específica se desarrollan los contenidos disciplinarios o profesionales de cada programa curricular y se busca fortalecer las competencias particulares para fomentar el ejercicio autónomo de la profesión y el desarrollo de la investigación (Palacios, 2004).

La reforma Palacios retoma de la reforma Patiño los denominados cursos generales en la fase de formación general o fundamentación; cursos que a su vez, en la reforma Patiño, se habían basado en los realizados desde los orígenes de la Universidad, cuyo objetivo era ampliar las bases científicas de los estudiantes y fundamentar los campos disciplinares y profesionales de los diferentes programas curriculares (Orozco de A, et al., 2004). Sin embargo, a diferencia de los primeros cursos de este tipo que se desarrollaron en la universidad, cuyo plan de estudios dependía del programa curricular y sus propósitos eran teórico-prácticos, en la reforma Palacios estos cursos no se diferencian según programas afines, y se dividieron en asignaturas teóricas y asignaturas prácticas (Consejo Superior Universitario [CSU], 2007)

Estos cursos generales se reglamentaron en el párrafo 2 del Acuerdo 033 de 2007 del Consejo Superior Universitario, con el cual se unificó, bajo una única denominación, código y número de créditos, las asignaturas de fundamentación con propósitos formativos similares, para que fueran inscritas por estudiantes de diferentes programas académicos (CSU, 2007). Bajo esta reglamentación se encuentra la asignatura *química básica*, ofertada por el Departamento de Química de la Universidad Nacional de

Colombia, componente del núcleo de fundamentación de las carreras del área de la salud de las que trata esta investigación: Medicina, Nutrición y Dietética, Fisioterapia, Enfermería y Odontología.

Según las estadísticas de la Dirección Nacional de Programas de Pregrado de la Universidad Nacional de Colombia, a partir de su implementación en el primer semestre del 2009, y hasta el momento en que inicia formalmente esta investigación, en el primer semestre del 2011, la asignatura *química básica* presentó un alto porcentaje de pérdida en los programas curriculares del área de la salud (Tabla 1-1) (DNPPr, 2011).

Tabla 1-1: Desempeño académico de los estudiantes de ciencias de salud cohortes I-2009 a I-2011 (DNPPr, 2011)

http://www.unal.edu.co/diralpre/prog_rendimiento.html#e2552

Programa curricular x cohorte	Estudiantes inscritos	% no aprobado	Nota promedio
Medicina			
I-2009	108	20%	3,4
II-2009	114	17%	3,4
I-2010	132	13%	3,5
II-2010	112	16%	3,6
I-2011	104	13%	3,7
Fisioterapia			
II-2009	44	23%	3,1
II-2010	13	62%	2,6
Nutrición y Dietética			
I-2009	38	32%	3,0
II-2009	38	50%	2,8
I-2010	37	54%	2,7
II-2010	38	24%	3,3
I-2011	34	47%	3
Odontología			
I-2009	41	54%	2,7
II-2009	27	41%	2,9
I-2010	26	46%	3,0
II-2010	29	38%	2,9
I-2011	39	38%	3
Enfermería			
I-2009	75	76%	2,4
II-2009	82	56%	2,7
I-2010	76	45%	2,8
II-2010	80	45%	2,8
I-2011	85	53%	2,7

Es así como a pesar de las sinergias que enmarcan la historia de la relación entre la química y las ciencias de la salud, y la importancia de la formación en química para los estudiantes de los programas de Medicina, Fisioterapia, Nutrición y Dietética, Odontología y Enfermería, esta relación, en la Universidad Nacional de Colombia, ha desembocado en un conflicto. El alto porcentaje de pérdida de la asignatura *química*

básica se convirtió, en los últimos años, en uno de los principales factores de deserción y pérdida de la calidad de estudiante de ciencias de la salud, que genera graves consecuencias académicas, sociales y económicas para el estudiante, los programas curriculares y la Universidad.

1.3 Conflictos en el proceso enseñanza aprendizaje de la química

El bajo desempeño en química de los estudiantes de las ciencias de la salud no es un fenómeno exclusivo de la Universidad Nacional de Colombia, ni de las ciencias de la salud, por el contrario, es una problemática extendida mundialmente, inmersa en una situación de crisis en la enseñanza de la química que se ha profundizado en las últimas dos décadas. Los países ricos, con grandes recursos para la enseñanza no logran despertar en sus alumnos el interés por el aprendizaje de las ciencias, en particular por la química (Johnstone, 2010); se observa una preparación cada vez más deficiente de los estudiantes en conceptos básicos de química necesarios para los primeros cursos de diversas carreras universitarias (Galagovsky, 2007), y se ha registrado un descenso en el número de estudiantes que optan por estudiar una carrera relacionada con química (Garritz y Chamizo, 1994).

¿Cuáles son las causas de la crisis en la enseñanza de la química, que afecta los procesos de aprendizaje de los estudiantes? Varios investigadores han emprendido estudios para responder esta pregunta.

Los profesores R. Díaz, M. C Valdez, S. Hernández, A. Nápoles, B. Fajardo y A. Pedroza (2001), del Instituto Superior de Ciencias Médicas Camagüey, Cuba, realizaron un estudio para valorar el nivel de conocimiento y habilidades en química con que ingresan los estudiantes a Medicina, y encontraron que la educación media no prepara a los estudiantes para la educación superior en el área de química. Afirman también que, entre los factores que incrementan la dificultad en el aprendizaje de la química en el primer semestre se cuentan el gran nivel de abstracción al que debe llegar el estudiante para su comprensión, y la poca motivación para su estudio, debido a la poca aplicabilidad que perciben en su práctica profesional.

El 25 de septiembre de 2003, durante la Jornada sobre Nuevas Tecnologías en la Innovación Educativa en Madrid, los profesores I. Carrillo, M.T. Hernández, J. Albéniz, A. Durán, P. Saavedra y R. Barajas (2003), del Departamento de Química Industrial y Polímeros de la Universidad Politécnica de Madrid, presentaron una propuesta para mejorar la didáctica de la química en su universidad. En la propuesta, los profesores identificaron algunos de los problemas relacionados con el proceso de enseñanza-aprendizaje de la química, materia del núcleo básico de formación para ingenieros en diferentes áreas. Para ellos, uno de los inconvenientes principales del proceso es la formación heterogénea de los alumnos que ingresan a la educación superior. Afirman que, producto de la formación escolar, algunos presentan un grado de preparación que les permite manejar con claridad conceptos químicos fundamentales, y por el contrario, otros tienen escasos e incluso nulos conocimientos sobre la materia. Este panorama es más grave aún en países como Colombia, donde no se tiene una educación media que ayude a los jóvenes a identificar de manera temprana sus potencialidades, de tal manera

que el bachillerato no es una herramienta preparatoria para los estudios universitarios (Jurado, 2011: 14).

En esta misma dirección, Lydia R. Galagovsky, directora del Centro de Formación e Investigación en Enseñanza de las Ciencias de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la Universidad de Buenos Aires, en colaboración con otros investigadores, ha concluido que la falta de integración de las relaciones ciencia/tecnología/sociedad en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la química en la educación media y superior es uno de los factores que origina desmotivación hacia su estudio, pues con una enseñanza descontextualizada, el estudiante no toma conciencia del papel activo que ha desempeñado la química en la transformación de la sociedad y en la consolidación de diversas profesiones y disciplinas; así, no reconoce la importancia de aprender química para su vida profesional (Galagovsky, 2007).

Por otro lado, los profesores Carles Furió, del Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales en la Universidad de Valencia Azcona, Rafael Azcona del Instituto de Enseñanza Secundaria Talaia en Hondarribia y Jenaro Guisasola del Departamento de Física Aplicada en Universidad del País Vasco (2006), coinciden con otros investigadores en que una de las dificultades del proceso de enseñanza-aprendizaje de la química a nivel universitario es la falta de conocimientos básicos (pre-requisitos), para comprender temas complejos, de los estudiantes que ingresan a la educación superior, pero reconocen que la situación se agrava debido a las estrategias habituales de enseñanza de la química, basadas en el operativismo extremo y la descontextualización de los conceptos.

Esta enseñanza formalista ya había sido descrita como un obstáculo en la motivación del estudiante hacia el estudio de la química en la Universidad Nacional de Colombia, por los eminentes profesores del Departamento de Química José Luis Villaveces, Flor Marina Poveda y Germán Cubillos, en su libro "Hacia una Historia Epistemológica de la Química". En su momento, los profesores afirmaron que muchas veces, el trabajo pedagógico en química se reduce a la enseñanza mecánica y memorística de conceptos que el estudiante aprende tal vez para aprobar el curso, pero que no le despiertan interés ni motivación alguna para apropiarse de la ciencia y utilizarla de manera constructiva en su práctica profesional (Villaveces, et al., 1989: 41-42).

Además de la enseñanza formalista de la química, en el siglo XX se originó la tendencia a nivel mundial de separar los cursos en teóricos y prácticos en las universidades, bajo el argumento de trabajar con grupos más pequeños la parte experimental (Anderson, 2006). Según el profesor Lagowski (1989) del Departamento de Química y Bioquímica de Universidad de Texas, esta división originó una desconexión entre la teoría del salón de clase y la experimentación, e impidió a estudiantes y profesores la posibilidad de aprovechar de manera creativa los recursos de un laboratorio para el proceso de enseñanza-aprendizaje de la química (Lagowski, 1989).

Finalmente, el profesor Johnstone (2010), del Centro de Investigación en Educación de la Universidad de Glasgow en Escocia, plantea que otro de los obstáculos para el proceso de enseñanza-aprendizaje de la química es el uso de un lenguaje especializado por parte del profesor, que el estudiante muchas veces no conoce y por lo tanto no comprende. Si se considera que la educación es un proceso mediado por el lenguaje, entonces debe

reconocerse que el discurso pedagógico es el medio para la transmisión de habilidades, como ha sido ampliamente descrito por el notable sociólogo y lingüista inglés, Basil Bernstein.

Según Bernstein (1990: 128-129), el discurso pedagógico es un constructo social que mediante el principio de recontextualización pretende transformar lo real en virtual o imaginario. Es decir, para la química, por ejemplo, los grupos de investigación, donde se construye conocimiento, son el campo primario de la producción del discurso, con un lenguaje de códigos especializados: el campo de lo real. El campo de la enseñanza de estos conocimientos sería el campo secundario, el de la reproducción del discurso: el campo virtual o imaginario. Las reglas sociales seleccionan lo que debe ser transmitido, y el profesor recontextualiza el discurso primario para transformarlo en un discurso secundario y potencializar el aprendizaje, sin embargo:

“Lo que se selecciona no necesariamente se transmite, lo que se transmite no necesariamente se adquiere, y lo que se adquiere puede, para algunos adquirientes, tener poca o ninguna relación o, más aún, una relación oposicional con las intenciones, los selectores y los transmisores” (Bernstein, 1990: 154).

Esta disyunción entre el campo real y el campo imaginario se profundiza aún más en una disciplina como la química, cuyo objeto de estudio, la materia, se construye sobre la teoría de aquellos entes intangibles, invisibles y hasta inteligibles: los átomos y las partículas sub-atómicas. Así, en el proceso de aprendizaje de la química el estudiante debe hacer uso de su máxima capacidad de abstracción para imaginar el comportamiento microscópico de la materia y comprender, teóricamente, su repercusión a nivel macroscópico. Si además, el estudiante no tiene las suficientes bases conceptuales, el profesor utiliza un lenguaje que éste no comprende y se le transmiten temáticas que no despiertan su interés, de manera formalista, sin conexión con la práctica y sus propios intereses, entonces el proceso de enseñanza-aprendizaje, más que una sinergia, se convertirá en un conflicto.

2. Capítulo 2: Marco conceptual: Bases para una propuesta pedagógica de aprendizaje sustentable para la química en ciencias de la salud

La Educación en el sentido amplio de la palabra, es una actividad humana implícita en la visión de cada cultura, que facilita el crecimiento de sus miembros gracias al permanente intercambio con el medio. En la medida en que este saber se hace explícito, aparece la pedagogía. La evolución moderna de la pedagogía como ciencia y como disciplina teórico-práctica, sistematiza los saberes de la educación, sus métodos, procedimientos y objetivos, y como toda ciencia, está inmersa en la visión que se tenga del hombre, como ser que crece en la cultura de una sociedad (Lucio, 1989).

La enseñanza es una práctica social específica, un proceso sistemático e institucional mediante el cual se organiza el quehacer educativo y el proceso de enseñanza-aprendizaje. La ciencia que orienta los métodos, estrategias y eficiencias de la enseñanza es la didáctica, que tiende a especializarse en torno a áreas o parcelas del conocimiento. La didáctica orienta la labor del docente, se expresa en un currículo y se concretiza en el aula de clase (Lucio, 1989).

Las prácticas de enseñanza están inmersas en un modelo pedagógico, que responde a determinadas visiones temporales sobre la ciencia y la investigación (Jurado, 2011: 33). Es así como, para construir una propuesta pedagógica que facilite el aprendizaje sustentable de la química en las ciencias de la salud, es necesario revisar las tendencias pedagógicas y didácticas que han orientado los currículos para la enseñanza de la química desde su consolidación como ciencia a finales del siglo XVIII, hasta las tendencias actuales en educación.

2.1 Modelos pedagógicos en la enseñanza de la química

En el siglo XVIII, cuando la química adquirió el estatus de ciencia independiente de la medicina, empezó su enseñanza formal en las universidades europeas. Como se mencionó en el capítulo anterior, el primer currículo para la enseñanza de la química fue propuesto en Alemania por el profesor Liebig (Elliott, et al., 2008). La propuesta de Liebig, con un fuerte contenido práctico, como corresponde a una ciencia experimental, se enmarcó en el paradigma positivista, y durante los siglos XIX y XX, el positivismo, llamado también empirismo lógico o positivismo lógico, fue el modelo pedagógico adoptado por los químicos para el proceso educativo en occidente (Gallego, Pérez y Gallego, 2009).

El positivismo es un método hipotético-deductivo que orientó el proceso de enseñanza de la química desde el enfoque reduccionista y transmisionista. Bajo este enfoque, el profesor se considera como el encargado de transmitir la información, las reglas y las “verdades” de la ciencia y del mundo tal cual es, mientras que el papel del estudiante es de receptor pasivo de la información; el contenido del currículo sigue un diseño lineal y la manera de enseñar y evaluar corresponde a una relación de causa y efecto mediante parámetros ordenados, demostrables, repetibles y comparables (Pope y Gilbert, 1983). Los métodos de enseñanza positivista se apoyaron en las teorías psicológicas del desarrollo que se centran en la pasividad de la mente como el asociacionismo, el conductismo y la psicología de estímulo-respuesta (Novak, 1987). El positivismo fomentó la enseñanza formalista y mecánica de los conceptos químicos, que se transmitían como verdades absolutas, sin ninguna conexión con la historia de la humanidad, y promovió el aprendizaje memorístico, repetitivo, fragmentado y desprovisto de interés (Villaveces, et al., 1989: 41-43).

Aunque el paradigma positivista de la ciencia entró en crisis durante las primeras décadas del siglo XX, sus preceptos dominaron la psicología, la educación y la enseñanza de las ciencias, particularmente la química, hasta la década de 1970, cuando las investigaciones sobre la manera como se construye la ciencia y como aprenden las personas permitieron el surgimiento de nuevos paradigmas y modelos pedagógicos.

Los aportes de Kelly, Ausbel y Piaget en psicología cognitiva y Dewey en pedagogía progresista, prepararon el camino para el cambio conceptual en la educación y consolidó, en la década de 1970, un paradigma muy amplio que se conoce como constructivismo (Novak, 1987). Este paradigma, llamado también interpretativo o hermenéutico, es lógico-inductivo, e incorpora las ideas básicas del aprendizaje significativo al contexto educativo para convertir el proceso de enseñanza-aprendizaje en un diálogo en el que se incorporan las ideas previas de los estudiantes para que reflexionen y construyan conocimiento sobre diferentes aspectos de la realidad (Pope y Gilbert, 1983). Con el constructivismo, el profesor ya no busca mostrar “verdades” sino puntos de vista frente a una situación que concierne a todos los presentes en el aula de clase, el estudiante se convierte en sujeto activo del proceso de enseñanza-aprendizaje, y la evaluación se transforma en un diálogo permanente, continuo y holístico (Jurado, 2011: 28).

El surgimiento del constructivismo en la enseñanza de las ciencias y particularmente de la química fue posible a partir del cambio en la concepción de la manera como se construye el conocimiento científico, considerado a partir de la década de 1970 como *“un conjunto de procesos de construcción social, cuya evolución está sujeta a intereses económicos, políticos y sociales y con profunda influencia en los grandes cambios de la sociedad”* (Galagovsky, 2007). El paradigma constructivista se integró al movimiento educativo Ciencia/Tecnología/Sociedad, CTS, que nació en Estados Unidos durante la década de 1960, como respuesta a la crisis que engendró el positivismo en la relación entre la sociedad con la ciencia y la tecnología (Membiela, 2002: 22-23).

La nueva concepción de la ciencia, como constructo social, originó nuevas propuestas para el proceso de enseñanza-aprendizaje de la química, fundamentadas en la motivación al estudiante para la toma de conciencia sobre el papel activo que ésta ha desempeñado en la transformación de la sociedad (Galagovsky, 2007). Con el constructivismo se propusieron nuevas prácticas educativas basadas en la integración de

las relaciones CTS al currículo para la enseñanza de la química (Solbes y Vilches, 1992), y la enseñanza por proyectos, como investigación orientada (Furió, et al., 2006), para acercar la química a objetos y situaciones cotidianas, y mostrarle a los estudiantes una nueva forma de ver, estudiar y experimentar la química (Carrillo, et al., 2003).

Al respecto, profesores del Departamento de Química de la Universidad Nacional de Colombia, afirman:

“El nivel puramente informativo o epistemológico en la enseñanza de la química, podrá ser trascendido al incorporar la perspectiva histórica. Desde ella, el estudiante podrá ver a la ciencia no como algo ya hecho, dado, revelado, sino como algo que se está construyendo en el proceso creador del hombre. Podrá ver las interpretaciones como algo maleable y cambiante que depende de condiciones internas y externas, que no es un objeto que se compra, se vende o se transmite. Podrá ver que su papel no tiene por qué ser el de un consumidor pasivo de algo ya construido por los genios que en el pasado habitaron el hemisferio norte, sino que puede ser el de un sujeto activo capaz de vincularse al proceso de construcción de la ciencia, en el cual han participado y participan seres humanos como él” (Villaveces, et al., 1989: 43).

2.1.1 De los modelos pedagógicos hacia una nueva forma de experimentar la enseñanza de la química en ciencias de la salud: La complejidad

Las ciencias de la complejidad surgen de la revolución instaurada por la introducción de conceptos como incertidumbre e indeterminación en la física y la química, y el de autopoiesis en biología, el estudio de los sistemas adaptativos complejos y de los sistemas alejados del equilibrio; y se nutre de la teoría de sistemas, la cibernética, las ideas de transdisciplinareidad y del potencial de las tecnologías de la información y la comunicación TIC, para generar un movimiento desde las ciencias naturales hacia las ciencias sociales y humanas que permita comprender los fenómenos de una manera holística (Maldonado, 2011: 187-195).

Desde el punto de vista educativo, las ciencias de la complejidad posibilitaron la emergencia del paradigma de la complejidad, que apunta hacia el pensamiento interrelacionado e interconectado, complejo, mediante la integración de los saberes en busca de la construcción de un mundo justo en un entorno sostenible (Morin, Ciurana y Motta, 2003: 87-88). En oposición al enfoque reduccionista, este nuevo paradigma complejiza los fenómenos educativos mediante el estudio, no de los sujetos, sino de todas sus interrelaciones, y acepta que los sujetos son actores y estrategas de una realidad dinámica y cambiante, que se construye en la interacción de los diferentes niveles de realidad (Sanmartí, Tomas y Pujol, 2004)

Aunque duramente criticado por la aparente incapacidad de poner en práctica sus palabras, el principal referente de la complejidad en educación sigue siendo el filósofo y sociólogo francés Edgar Morin, quien estableció los principios del pensamiento complejo para construir una manera de pensar totalizadora, que oriente no solo la construcción del conocimiento y la acción ciudadana, sino también los procesos educativos (Morin, et al., 2003: 27-33):

- *El principio sistémico u organizacional*, en el que se relaciona el conocimiento de las partes con el conocimiento del todo.
- *El principio hologramático*, en el que las partes están dentro del todo y el todo está en cada parte.
- *El principio retroactivo*, que muestra como una causa actúa sobre un efecto, y el efecto sobre la causa.
- *El principio recursivo*, que es la auto-regulación y auto-producción.
- *El principio de autonomía y dependencia*, que muestra como el ser humano es autónomo pero depende del medio.
- *El principio dialógico*, que integra lo antagónico como complementario.
- *El principio de la reintroducción*, que define la incertidumbre en la construcción de nuevos conocimientos, puesto que todo conocimiento es una construcción de la mente humana.

La aplicación de los principios de la complejidad en las prácticas de enseñanza, la didáctica, el currículo y la evaluación de la química para ciencias de salud, permitirían pensar en el proceso de enseñanza-aprendizaje como un sistema complejo no lineal, en el que profesores y estudiantes se convierten en seres dinámicos que se interrelacionan en un contexto socio-histórico-cultural donde la imaginación, la diferencia y la creatividad serían maneras válidas de aproximarse a una realidad cambiante e inestable, y el conocimiento no se encontraría fragmentado, sino que emergería de la interacción transdisciplinar entre las diversas formas de conocimiento.

2.2 Diseño curricular: de la integración hacia una pedagogía de la complejidad

Los cambios de paradigma en la educación llevaron a muchos investigadores a repensar el diseño de los currículos y planes de estudio que, fuertemente influenciados por el paradigma positivista, seguían un diseño lineal, secuencial, y con contenidos separados y desconectados (Badilla, 2009). El diseño curricular es la metodología estructurada que lleva a la conformación del currículo. Aunque en las últimas décadas se ha abierto un gran debate en torno a la definición de currículo, Margarita Pansza (1987) concreta la definición de currículo como la “*serie estructurada de experiencias de aprendizaje que en forma intencional son articuladas con una finalidad concreta: producir los aprendizajes deseados*”. Así, el currículo nace del modelo pedagógico en el que se pretenda enfocar el proceso de enseñanza-aprendizaje.

A continuación se describen las propuestas curriculares que surgieron a lo largo del siglo XX para integrar las partes desagregadas de los planes de estudio, como una base para la construcción de la propuesta pedagógica para el aprendizaje sustentable de la química en ciencias de la salud.

2.2.1 Integración curricular

La integración curricular propuesta por James Beane (1997: 45) es un enfoque pedagógico que posibilita a docentes y estudiantes identificar e investigar problemas, sin

que las fronteras de las disciplinas sean un obstáculo. Desde esta perspectiva, los temas de estudio se desprenden de las experiencias de la cotidianidad y se promueve la colaboración entre estudiantes y docentes porque permite la reflexión de los problemas de la vida diaria. Así, los estudiantes usan las destrezas de muchas disciplinas para investigar sobre preocupaciones personales o globales y se ofrece un amplio acceso al conocimiento porque no se accede a él de manera disgregada en asignaturas compuestas por hechos desconectados.

2.2.2 Actividades ocupacionales

Más allá de la integración de contenidos que provienen de distintas disciplinas o áreas del conocimiento, John Dewey, filósofo, pedagogo y psicólogo norteamericano, plantea la integración entre teoría y práctica mediante actividades ocupacionales acordes a los intereses del aprendiz. Según Dewey, como consecuencia de estas actividades se articulan estudios de diferentes áreas y puede lograrse el aprendizaje integrado de las diversas disciplinas (Badilla, 2009).

2.2.3 Ejes transversales

Los Ejes Transversales atraviesan, vinculan y conectan muchas disciplinas del currículo, mediante temáticas que se convierten en instrumentos que recorren asignaturas y temas que cumplen el objetivo de tener visión de conjunto. El enfoque transversal no niega la importancia de las disciplinas, sino que las conecta con los problemas sociales, éticos y morales presentes en su entorno (Botero, 2008).

2.2.4 El enfoque por proyectos

Uno de los enfoques más utilizados para lograr la integración, en las instituciones educativas con currículos constructivistas, es el de proyectos. A través de los proyectos se busca realizar investigación sobre problemas pertinentes al contexto del estudiante; con unos objetivos claros que propone directamente el aprendiz, quien se convierte en sujeto activo de la construcción de conocimiento. Con este enfoque, los estudiantes tienen oportunidades de reflexión y autoevaluación y realizan conexiones entre lo académico, la vida diaria y las competencias laborales, mediante la integración de las diferentes áreas del saber (Badilla, 2009).

2.2.5 Pedagogía de la complejidad

Desde la perspectiva de la complejidad, el diseño curricular se concibe de una manera orgánica, comprensiva y holista que no debería estar fragmentada por las disciplinas o materias. Se proponen diseños curriculares sistémicos, inmersos en ambientes educativos posibilitadores del pensamiento interconectado y complejo, para fomentar la visión transdisciplinar en los estudiantes (Badilla, 2009). Un diseño curricular sistémico relacionaría el conocimiento de las partes con el conocimiento del todo.

La complejidad plantea que debe cambiarse de metáfora en el diseño curricular: de una edificación a un holograma de espirales, teniendo en cuenta el principio hologramático “las partes están dentro del todo y el todo está en cada parte” (Morin, et al., 2003: 30).

Con un diseño curricular que utilice la metáfora del holograma, los temas vuelven sobre sí mismos, en bucles de espirales creativas, que posibilitan la visualización de diferentes perspectivas, generan las relaciones que unen las diferentes unidades de aprendizaje y se evidencia el enlace que da continuidad a sus contenidos (Badilla, 2009).

Piaget y Morin coinciden en afirmar que el aprendizaje y el pensamiento no son lineales, son interactivos y complejos (Badilla, 2009), así un diseño curricular hologramático y no lineal y secuencial permitiría la emergencia de procedimientos creativos, dinámicos y dialógicos en los procesos de enseñanza-aprendizaje.

Para estimular el pensamiento complejo, Morin propone que los contenidos disciplinares se aborden, no como verdades absolutas, sino como la interpretación de una realidad cambiante y dinámica en continua interrelación con los fenómenos sociales, según el principio de la reintroducción, que define la incertidumbre en la construcción del conocimiento, por ser una construcción humana; y que los problemas globales, contextualizados en el proceso pedagógico, se conviertan en excusa para propiciar el diálogo entre las ciencias sociales, las ciencias humanas, las ciencias naturales, la literatura, el arte y la filosofía y de esta manera se genere la visión de transdisciplinariedad, mediante el principio dialógico “que integra lo antagónico como complementario” (Morin, et al., 2003: 47).

2.2.6 Particularidades del diseño curricular para la enseñanza de la química

En el ámbito de la enseñanza de la química persiste hoy día una controversia académica entre los diseños curriculares que buscan entrenar químicos y aquellos que persiguen educar a los estudiantes usando la química como vehículo. Claramente el diseño curricular está inmerso en el modelo pedagógico, pero depende del uso que pretenda darse a los conocimientos químicos (Lagowski, 1998).

Esta controversia académica se profundiza debido a la dificultad que tienen los profesores de mostrar a los estudiantes, de forma práctica, los progresos de la disciplina que dependen de tecnologías específicas a las que no se tiene acceso en una institución educativa, pues uno de los aspectos curriculares de la enseñanza en química es su aspecto práctico y la necesidad de incorporar continuamente los nuevos descubrimientos y los resultados de investigaciones recientes que provocan avances (Lagowski, 1998), por ejemplo, en las ciencias de la salud.

A comienzos del siglo XX, la instrucción en el laboratorio consistía únicamente en experimentos para la síntesis y el análisis de sustancias químicas, pero con el vertiginoso crecimiento de las técnicas experimentales durante este siglo, la química construyó nuevos propósitos que necesariamente se vieron reflejados en el diseño curricular. Ante la dificultad de experimentar con instrumentos y técnicas novedosas, principalmente por su elevado costo, desde finales del siglo pasado han empezado a utilizarse métodos computacionales y software de simulación para la enseñanza de la química (Lagowski, 1998).

2.3 Didáctica de la complejidad

La palabra didáctica, del griego *didaktiké*, que quiere decir arte de enseñar, fue utilizada por primera vez por Ratke, en su libro *Aphorisma Didactici Precipui* publicado en 1629. Sin embargo, el término fue consagrado por Juan Amós Comenio, en su obra *Didáctica Magna*, publicada en 1657 (González, 2009). Inicialmente, didáctica significó el arte de enseñar, y como arte, dependía de la habilidad para enseñar y de la intuición del maestro, pero sin tener en cuenta lo que se debía aprender para poder enseñar (Brousseau, 1990).

En la actualidad, la didáctica es considerada también una ciencia por ser un proceso dinámico que se ocupa de la organización y orientación del proceso de enseñanza-aprendizaje, y por incorporar saberes de otras ciencias, principalmente de la biología, la psicología, la sociología y la metodología científica (Lucio, 1989). Las prácticas de enseñanza, necesitan una constante acción didáctica que fomente el aprendizaje, acción que se hace explícita en el currículo y que depende del modelo pedagógico adoptado por el profesor o la institución (González, 2009).

La didáctica es una ciencia dinámica, compleja, que se transforma y adapta a las necesidades del estudiante, del docente y del tema a estudiar, y que se nutre por la adopción de los elementos desarrollados con los avances tecnológicos (González, 2009). El progreso en el entendimiento de la manera como aprende el cerebro, llevan a la conclusión que cada persona aprende de manera diferente; entonces, el docente debe explotar toda su capacidad creativa con el uso de diferentes didácticas que se adapten a la individualidad de sus estudiantes, y le permitan dinamizar los procesos de enseñanza-aprendizaje en el aula.

2.3.1 Elementos de la didáctica compleja

Desde el punto de vista clásico, los elementos de la didáctica son los actores educativos (estudiante-docente), los objetivos, los contenidos, las técnicas de enseñanza y los medios (González, 2009). Al introducir los principios de la complejidad, la didáctica se asemeja más a un sistema adaptativo complejo.

Los sistemas adaptativos complejos son entes formados por tres integrantes: los elementos del sistema, el conjunto de interrelaciones entre ellos y el contexto (interno y externo). La característica de adaptativo complejo surge por la capacidad del sistema de tomar información, tanto del medio como de las interrelaciones internas, para transformarse y transformar su entorno (Gell-Mann, 1998: 34-35).

Así, los elementos que clásicamente se reconocían en la didáctica, serían apenas los elementos del sistema. Desde la complejidad, a estos elementos se suman sus interrelaciones y el contexto en el que suceden. González (2009), define los elementos de la didáctica compleja así:

- *Actores del proceso de enseñanza-aprendizaje:* Son los seres humanos, sujetos cognitivos con igualdad de condiciones para aprender y enseñar en cualquier espacio y tiempo, que dialogan, se comunican y construyen su propio conocimiento. Desde la perspectiva de la complejidad, se rompe el paradigma que el profesor enseña y el

estudiante aprende, puesto que el profesor también aprende del estudiante y el estudiante tiene capacidades para aprender sin profesor.

- *Contenidos curriculares:* Es el conjunto de conocimientos, que no se entienden como elementos aislados para ser transmitidos, sino como contenidos inmersos en un contexto que pueden manejarse desde diferentes enfoques.
- *Objetivos:* Son el por qué y el para qué de los contenidos, sin perder de vista que el conocimiento es relativo y no una verdad absoluta.
- *Contexto educativo:* Más que el espacio físico donde se desarrollan las prácticas de enseñanza, son los elementos culturales, políticos, ideológicos y sociales de los sujetos que participan del proceso educativo.
- *Complejidad educativa:* Corresponde a la introducción de los principios de la complejidad, para que el proceso didáctico deje de responder a la mecánica reduccionista de causa y efecto.
- *Visión transdisciplinar del conocimiento:* Nace de la necesidad de interrelación del conocimiento mediante el diálogo vertical y horizontal de las disciplinas.
- *Investigación Compleja:* Es la incorporación de la investigación a las prácticas de enseñanza de manera dinámica y dialógica con el fin de demostrar que el conocimiento es relativo.
- *Incertidumbre:* Es el principio que permite entender que el conocimiento no se trata de verdades absolutas.
- *Tiempo-espacio:* Con este elemento se enfatiza en que el proceso de aprendizaje no tiene un espacio y un tiempo determinado, pues depende del nivel de incertidumbre y las características de cada sujeto.
- *Metacognición:* Es la respuesta al por qué y el para qué se aprende -que no corresponde al profesor- es el sujeto que aprende, el que debe responderlas de manera individual.
- *Diálogo-comunicación:* Todo el proceso del acto didáctico procede a través del diálogo y la comunicación.
- *Evaluación de los Aprendizajes:* Desde el punto de vista de la complejidad, la evaluación no es un componente aislado del quehacer didáctico. Es un componente transversal de todo el proceso de enseñanza-aprendizaje, que se concibe como un proceso transdisciplinar, complejo e investigativo, donde todos los actores siguen aprendiendo y enseñando.

2.3.2 Prácticas didácticas del profesor de química

La didáctica, como ciencia de la enseñanza, también se ha especializado según áreas específicas de conocimiento. Así, se habla de didáctica general, pero también de didáctica de las matemáticas o didáctica de la química (Lucio, 1989). El surgimiento de la didáctica de las ciencias naturales, y particularmente de la química, como áreas específicas del conocimiento, se sitúa en la década de los cincuenta, asociada a una serie de medidas políticas, económicas y educativas que los países anglosajones implementaron con el fin de impulsar su crecimiento científico y tecnológico, mediante el fortalecimiento de la investigación en la enseñanza de las ciencias (Porlán, 1998).

De acuerdo con Porlán (1998), el gran campo de investigación que supuso la didáctica de la química, que en las últimas dos décadas del siglo pasado avanzó enormemente en la conceptualización teórica desde el punto de vista constructorista; en la práctica

universitaria, ha encontrado importantes obstáculos. El hecho que los profesores de química en las universidades se encuentren separados en dos sectores con actividades diferentes, unos con tiempo para la investigación y otros con dedicación exclusiva a la docencia, sumado a la creencia que la investigación didáctica es para la escuela, explica que en la práctica didáctica del profesor de química, se mantengan vivos los principios reduccionistas del paradigma positivista.

¿Será posible integrar los elementos de la didáctica compleja a los métodos tradicionales de enseñanza de la química? Esta es una pregunta que espero responder más adelante. Por ahora, a continuación se describen las prácticas didácticas tradicionales para la enseñanza de la química en la universidad.

- *Clase teórica:* Según el profesor Cubillos (1989: 38), en una clase teórica *“la lección trata de sobre la deducción, demostración o análisis de las teorías elaboradas para explicar los fenómenos de la naturaleza”*. En estos cursos, no se hace teoría, sino que se trabaja sobre las teorías que otros hicieron, se habla sobre ellas y se redemuestran o rededucen para que el estudiante conozca y se apropie de los conceptos fundamentales de la química. La enseñanza teórica consiste en dar información general y reconstruir las condiciones históricas en las que surgió una teoría, plantear hipótesis alternativas, realizar demostraciones lógico matemáticas, enfrentar tesis competitivas y determinar la extensión y estructura de los conceptos. Además en una clase teórica se rememoran las circunstancias en las que surgen, se desarrollan, triunfan, se degradan, caen y mueren las tesis, hipótesis y postulados.
- *Clase práctica:* La clase práctica se desarrolla en un laboratorio de química, con el fin de reconstruir, en la medida de las posibilidades, los experimentos que llevaron a la construcción de las teorías que explican el comportamiento de la materia. El objetivo no es comprobar de nuevo la teoría, sino vincular al estudiante al proceso científico de comprobación y validación, para que se apropie de los conceptos básicos de la química. Mediante la realización de prácticas de laboratorio, el estudiante desarrolla habilidades experimentales, aprende a manejar técnicas y aparatos, a recoger y procesar datos y a diseñar nuevos experimentos, pero estos son objetivos secundarios en el trabajo didáctico (Villaveces, et al., 1989: 39).

El objetivo de estas dos prácticas didácticas es el mismo: fomentar el aprendizaje de los conceptos fundamentales de la química para que puedan ser utilizados en la práctica profesional. Según Villaveces, et al. (1989: 40):

“El estudio teórico y el estudio experimental resultan ser inseparables. No puede concebirse su separación. Cualquier intento de hacerlo, rompería el proceso pedagógico. No puede aprenderse una cosa si sólo se ven sus pedazos, sus fragmentos”

- *Seminario investigativo:* Esta práctica didáctica, conocida también como seminario alemán, ha empezado a involucrarse en el currículo para la enseñanza de la química en las últimas décadas, con el objetivo de unir investigación y docencia. En el seminario alemán, un grupo de estudiantes y profesores se reúnen para conversar sobre un tema específico, y para compartir los logros, aciertos y desaciertos encontrados en el camino de la investigación. Mediante esta práctica se busca

enseñar a aprender y potencializar las capacidades de analizar, sintetizar, refutar, deducir y concluir (Johnstone, 2010).

2.3.3 Herramientas didácticas para la enseñanza de la química

Para ayudar al estudiante en la apropiación de conceptos y teorías químicas que necesitan de una gran capacidad de abstracción, en los últimos cincuenta años se han diseñado herramientas didácticas para la enseñanza de la química; algunas se describen a continuación:

- *Modelos moleculares*: Es el conjunto de bolas y varillas para la construcción de modelos tridimensionales de la estructura y la geometría a nivel molecular. Con el uso de estos modelos se puede acercar al estudiante al estudio de la organización microscópica de la materia, que es imperceptible al ojo humano, pero de la que dependen sus propiedades macroscópicas. Los modelos moleculares son útiles para la enseñanza de química orgánica, geometría molecular, estereoisomería y reacciones de llave-cerrojo, entre otras (Layton, 2011).
- *Software de simulación*: Con el uso de software de simulación, es posible acercar al estudiante de manera interactiva al comportamiento estadístico de la materia a nivel molecular. Este tipo de software son muy útiles para el estudio de cinética química, reacciones químicas, equilibrio, termodinámica y estereoquímica entre otros (Lagowski, 1998).
- *Laboratorio virtual*: Es un sistema computacional que simula el ambiente de un laboratorio tradicional. Los experimentos se realizan paso a paso, siguiendo un procedimiento similar al de un laboratorio tradicional: se visualizan instrumentos y fenómenos mediante objetos dinámicos (applets de Java o Flash, cgi-bin, javascripts, entre otras), imágenes o animaciones. Se obtienen resultados numéricos y gráficos, y pueden utilizarse tanto para hacer demostraciones como para que los estudiantes realicen prácticas de forma individual. Con los laboratorios virtuales se favorecen los diferentes estilos de aprendizaje y se fomenta el aprendizaje autónomo (Woodfield y Catlin, 2004).

El desarrollo vertiginoso de las TIC en las últimas décadas ha impactado de tal manera, que se vislumbran como una herramienta para solucionar la crisis en la enseñanza de la química. Sin embargo, el aprovechamiento de las potencialidades de estos recursos requieren que los profesores se apropien de ellos de manera creativa y dinámica, pero sobretodo de un cambio en los modelos tradicionales para la enseñanza de la química (Lagowski, 1998).

2.4 Modelo de aprendizaje cognitivo consciente sustentable MACCS

Judith Garófalo, Manuel Alonso y Lydia R. Galagovsky, profesores del Departamento de Ciencias Biológicas del Ciclo Básico Común en la Universidad de Buenos Aires, y del

Centro de Formación e Investigación en Enseñanza de las Ciencias (CEFIEC) de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales en la Universidad de Buenos Aires, Argentina, realizaron una aproximación a los modelos representacionales y estrategias cognitivas que operan en docentes y estudiantes universitarios, en la enseñanza de las ciencias naturales, en el 2007.

Garófalo, Alonso y Galagovsky, (2007) consideran que *“los saberes científicos no son una copia de la realidad, sino construcciones simplificadas, con el fin de interpretar los fenómenos macroscópicos de la realidad perceptible”*. Es decir, la ciencia construye “modelos” de la realidad, que no son la realidad, sino un intento de explicarla. Así mismo, las personas también construyen sus propios modelos para interpretar la realidad, a partir de los conocimientos “guardados” en su mente.

Utilizando las herramientas de la psicología cognitiva, Galagovsky et al. (2007) concluyen que la adecuada comprensión por parte del aprendiz, de los saberes científicos, debe fundamentarse en una secuencia lógica de acontecimientos; es decir, para el caso de la biología, por ejemplo, deben comprenderse primero los modelos a nivel molecular, para entender los modelos a nivel celular y así finalmente comprender los modelos a nivel fisiológico y clínico, que permiten explicar el funcionamiento de los órganos y los sistemas.

Así pues, queda claro que cada persona apela a su propio proceso cognitivo para generar modelos mentales, pero que los saberes deben irse recopilando en un proceso organizado, que permita ir encadenando unos acontecimientos con otros, para que de esta manera se construya el conocimiento sobre bases sólidas. Pero, ¿cómo lograr que nueva información sea procesada de manera correcta, teniendo en cuenta las capacidades cognitivas y los conocimientos previos del sujeto que va a aprender?

En este sentido, Galagovsky propone un modelo teórico de aprendizaje abarcativo, denominado *modelo de aprendizaje cognitivo consciente sustentable*, **MACCS**. Este modelo acepta que *“un aprendizaje significativo sea aquél en el cual el sujeto relaciona la nueva información con aquella que ya posee; pero señala requerimientos adicionales para que un aprendizaje significativo sea sustentable”* (Galagovsky, 2004: Parte I).

En el ámbito educativo es usual que el término *significativo* se asocie con la motivación, sin embargo, el profesor debe manejar unos recursos que hagan explícita esta articulación, pues también podría suceder que el aprendiz se encuentre interesado en el contenido de la clase, pero que aun así no lo entienda, no logre comprenderlo; entonces, el *modelo de aprendizaje cognitivo consciente sustentable*, **MACCS** plantea tres estrategias necesarias para que el aprendizaje, además de ser significativo, sea sustentable (Galagovsky, 2004: Parte I):

- Cada sujeto tiene un *conocimiento idiosincrático* guardado en su mente, producto de su formación cultural, social, familiar, etc. En el aula, la *información* es todo el contenido temático que el docente quiere enseñar. Entonces, el objetivo del aprendizaje, es que parte de la información se transforme en conocimiento. Para lograr que se consolide la información procesada como nuevo conocimiento, es necesario que los nuevos conceptos se vinculen con los ya existentes a través de conceptos “científicamente correctos”, llamados *conceptos sostén*. Entonces el rol del docente es el de proponer situaciones didácticas y enunciar las consignas necesarias

para que los alumnos encuentren los conceptos sostenidos adecuados a partir de contenidos significativos y contextualizados en sus propios intereses.

- Procesar una información externa para afirmar un nuevo conocimiento implica también un problema de comunicación, pues el lenguaje utilizado por los docentes debe ser comprendido por los estudiantes. Entonces, aprender significaría que un no-experto manejara lenguajes expertos, comprendiendo los códigos que éstos manejan; y recíprocamente, el estado de *conocimiento* que ha adquirido el alumno sólo se podrá evaluar si lo expresa y lo transforma en *información*. Por esta razón, para consolidar el proceso enseñanza-aprendizaje es imprescindible que docentes y alumnos compartan los códigos del lenguaje experto, necesarios para una buena comunicación. Para ello, el docente debe dedicar el tiempo justo al desarrollo de los conceptos fundamentales, que son la base de los conceptos sostenidos y de la comunicación en el aula.
- Un aprendizaje sustentable también requiere un esfuerzo memorístico, pues que una información se aprenda significativamente y de forma sustentada, para pasar a hacer parte del conocimiento, no quiere decir que automáticamente se retendrá en la memoria, por lo que el docente debe hacer uso de estrategias de “guardado en la memoria”. Sin embargo, debido a la compleja red que debe establecerse para generar un conocimiento sustentable, será más fácil para un individuo recordar nuevamente un conocimiento “olvidado” que ha sido aprendido de manera sustentable, que cuando éste se ha guardado en la memoria de manera aislada.

Galagovsky (2004: Parte II) propone que para desarrollar el aprendizaje sustentable, debe otorgarse más tiempo a los procesos cognitivos de los estudiantes para que ellos trabajen primero sobre sus propias mentes, a partir de una consigna apropiada enunciada por el docente, transformando sus representaciones mentales originales en conceptos sostenidos, que les permitan procesar la información científica y transformarla en conocimiento sustentable, mediante el fomento de un buen clima de comunicación en el aula y estrategias didácticas creativas e innovadoras.

3. Capítulo 3: Metodología: Hacia una comprensión holística de la investigación

El camino tomado en esta investigación emergió, en, y por el proceso investigativo, en un contexto dinámico y cambiante. No fue un recorrido lineal sino más bien recursivo, en el que los procesos y elementos volvieron sobre sí mismos generando rizados y cascadas de espirales creativas. La investigadora se sumergió en el problema, creció, se transformó y transformó el entorno. Inicialmente la investigación se tornó explicativa, porque buscaba las causas que originan el alto porcentaje de pérdida de la asignatura química básica en los programas curriculares de las ciencias de la salud. En el camino, se convirtió en investigación proyectiva, porque buscaba proponer una manera para facilitar el aprendizaje sustentable de la química, pero finalmente se convirtió en interactiva, porque resultó interviniendo el problema, y así se completó un bucle en la espiral holística de la investigación.

Pero es importante aclarar, desde aquí, que este bucle no es un proceso acabado, es apenas un nuevo comienzo, con la pretensión de aportar elementos para convertir el conflicto que se ha desatado en la relación de la química y las ciencias de la salud, en una sinergia, que genere beneficios para los estudiantes, los profesores y los planes curriculares, y aportar así a la construcción de Universidad.

3.1 Conceptos metodológicos

3.1.1 Investigación holística

La investigación holística tiene sus orígenes en los planteamientos de los filósofos griegos Heráclito y Aristóteles. Del primero se retoman las ideas del devenir y la totalidad, del segundo, que *“el todo es más que la suma de las partes”*. La investigación holística se desarrolla en contextos dinámicos, es relacional y compleja; estudia los sujetos y el entretreído de sus relaciones, en busca de una comprensión integradora del fenómeno a estudiar (Hurtado, 2008).

Para Hurtado (2008), más que una metodología de investigación, la investigación holística representa una actitud abierta del investigador hacia el proceso de generación de conocimiento, para lograr la *“comprensión holística o integradora de la investigación”*. Esta actitud permite que la investigación se convierta en un proceso global, evolutivo, integrador, concatenado y organizado, haciendo uso de técnicas de recolección de información tanto cuantitativas como cualitativas. Desde la comprensión holística es posible investigar procesos que tienen que ver con la formulación de propuestas

novedosas, la invención, la descripción, la clasificación, la creación de teorías y modelos, y la aplicación práctica de soluciones, de tal manera que se convierte en una posibilidad novedosa para que el investigador genere sus propios conceptos y desarrolle reflexiones teóricas profundas, puesto que no hay disociación entre la investigación y el quehacer profesional.

Esta nueva forma de investigar surge del movimiento que las nuevas ciencias de la complejidad generaron desde las ciencias naturales hacia las ciencias sociales y humanas, puesto que incorpora los principios de la física y la química cuántica, y la termodinámica del no equilibrio, en el estudio de los fenómenos sociales y culturales, para trascender a la división que les había sido impuesta por el paradigma positivista.

3.1.2 Principios de la investigación holística

Los principios de la investigación holística, son recapitulados por Hurtado (2008) así:

- *Unidad del todo:* De acuerdo a este principio, la investigación es un proceso creativo que pretende abordar un fenómeno desde la totalidad, para alcanzar un cierto conocimiento de él, de tal manera que los interrogantes se reformulan a medida que se comprende mejor el fenómeno. Es un proceso que abarca indagaciones, tanto secuenciales como simultáneas, y la idea de continuidad no significa linealidad, sino devenir.
- *Simultaneidad y Sincronicidad:* Plantea que las interrelaciones entre los fenómenos no corresponden a una lógica de causa y efecto, sino que entretienen una trama compleja y contextual donde se establecen vínculos entre el observador y el observado. De acuerdo con el principio de incertidumbre de Heisenberg, se reconoce que en el proceso de medición, el fenómeno se perturba y se transforma.
- *Integralidad:* El principio de integralidad surge de la unidad en lo diverso. Significa que en el proceso de investigación, el investigador asume su trabajo desde la complejidad como ser humano, y por lo tanto involucra sus valores, emociones, actitudes, pensamientos, intuiciones y todo aquello que es él como persona.
- *Posibilidades abiertas:* o principio de caología y cosmología. Este principio tiene su origen en la primera de las nuevas ciencias de la complejidad, la termodinámica del no equilibrio, propuesta por Prigogine. La irreversibilidad de los procesos y las transiciones orden/desorden que presuponen el no equilibrio, se recontextualizan en la investigación holística para comprender su carácter creativo, no rutinario e inestructurado. Esto significa que los métodos orientan el camino de la investigación, pero éste está lleno de sorpresas puesto que los eventos de estudio emergen durante el proceso. Entonces, el investigador toma una actitud de escucha, dinámica, creativa y abierta a las diversas posibilidades que representan las diferentes técnicas de indagación.
- *Complementariedad y sintagmas:* La complementariedad es un principio de la física cuántica postulada por Bhor para interpretar la dualidad onda partícula de los electrones y las relaciones de incertidumbre de Heisenberg. Desde el punto de vista

de la investigación holística significa que los enfoques de las diferentes disciplinas son complementarios, no antagónicos. La comprensión de los fenómenos desde diferentes puntos de vista constituyen el sintagma.

- *Devenir y espiral holística:* Este, el último de los principios de la investigación holística introduce el cambio, el movimiento, el devenir. Plantea que los fenómenos cambian permanentemente, así como el conocimiento, y que la investigación es un proceso de devenir no solo personal, sino también histórico. La metáfora del espiral representa que el conocimiento evoluciona en cada vuelta a partir de los conocimientos anteriores, que no se desechan, sino que se integran a los nuevos para alcanzar niveles de complejidad más avanzados, y generar un nuevo bucle en el proceso continuo de construcción de conocimiento.

3.1.3 Niveles sintagmáticos de complejidad en la investigación

La investigación holística no es lineal, es simultánea y sincrónica, por lo que no se construye por etapas que se suceden una tras otra, sino que el investigador va desarrollando niveles sintagmáticos de complejidad durante la investigación, que Barrera (2008) describe como:

- *Nivel Perceptual:* Constituye la etapa de observación, registro, lectura bibliográfica y recolección de información que el investigador codifica, decodifica y procesa para estructurar un primer conocimiento sustentado del fenómeno a investigar.
- *Nivel Aprehensivo:* Es la fase interpretativa y hermenéutica de la investigación, en la que el investigador entreteje creativamente las relaciones entre los diversos aspectos de su investigación, para converger hacia la construcción de sus propias interpretaciones del fenómeno.
- *Nivel Comprensivo:* Corresponde a la fase en la que se precisan los paradigmas, teorías y corrientes de pensamiento que fundamentan la reflexión de la actividad indagativa del investigador, se identifica el tipo de argumentación y se define la orientación epistémica de la investigación.
- *Nivel Integrativo:* Es la etapa en la que una nueva teoría emerge desde el pensamiento del investigador, sus reflexiones, argumentaciones y epistemes.

3.1.4 Investigación Acción

La investigación acción, IA, es una forma de hacer investigación que nació con la nueva visión del hombre y de la ciencia emergida en el siglo XX, producto de la crisis del positivismo. El término IA fue utilizado por primera vez en 1944 por Kurt Lewin, quien lo propuso para definir una nueva forma de ligar el enfoque experimental de la ciencia con programas de acción social, para responder a los problemas de la humanidad. En este tipo de investigación se realiza simultáneamente la expansión del conocimiento científico y la solución de problemas sociales; es una investigación que conduce a la acción mientras fomenta el desarrollo de competencias en sus participantes, e implica un compromiso con el proceso de desarrollo y emancipación de los seres humanos (Martínez, 2000).

En la IA, el manejo de los fenómenos se realiza en forma de espiral construida por etapas de planeación, acción y obtención de información sobre el resultado de la acción, en un proceso cíclico. Esta forma de investigación derivó en dos vertientes: La investigación Acción Participativa, IAP, vertiente sociológica inspirada en las ideas de Kurt Lewin, Sol Tax y Fals Borda, y la Investigación Acción en el Aula, corriente educativa inspirada en los trabajos de Paulo Freire, Hilda Taba, L. Stenhouse y Jhon Elliott (Martínez, 2000).

- *Investigación Acción Participativa, IAP:* Más que una forma de investigar, la IAP es una vivencia cultural, política y científica que surgió de la crítica a la vacuidad académica, la excesiva especialización y las prácticas sectarias y verticales. Es un proceso abierto de vida y trabajo que persigue la transformación de la sociedad con el uso de métodos de investigación cualitativos y una nueva forma dialógica de relación sujeto/objeto que promulga la horizontalidad, el respeto a la diferencia, el reconocimiento de los derechos del otro, y los puntos de vista holísticos (Fals Borda y Rahman, 1989).
- En la IAP el investigador se convierte en un activista comprometido dispuesto a modificar sus propias concepciones ideológicas en busca del progreso de las clases explotadas, la producción de conocimiento para la libertad y la transformación hacia formas más satisfactorias de sociedad (Fals Borda y Rahman, 1989).
- *Investigación Acción en el Aula:* La introducción de la IA en el campo educativo obedece a las inquietudes de educadores e instituciones educativas sobre los problemas que se derivan del proceso pedagógico. Sus tópicos de investigación se relacionan con las actividades de la vida en el aula, los contenidos programáticos, los métodos didácticos, los conocimientos significativos y las actividades docentes. Busca elaborar, experimentar, evaluar y redefinir los procesos de enseñanza-aprendizaje mediante la auto-crítica y la reflexión, con el fin de transformar la práctica pedagógica en beneficio de la comunidad educativa (Martínez, 2000).

3.1.5 Principios de la Investigación Acción en el Aula

Los principios de Investigación Acción en el Aula son definidos por Martínez (2000) así:

- La estrategia, técnicas e instrumentos de la investigación están directamente relacionados y determinados por la naturaleza del fenómeno a investigar, el problema específico de investigación.
- El docente se convierte en un investigador que actúa e interactúa con una situación problema derivada de la cotidianidad en el aula. El análisis e interpretación del fenómeno es descubierto por el docente-investigador, a quien se le reconoce la capacidad de desarrollar su propio pensamiento, plantear sus propias teorías y elaborar, implementar y evaluar el plan de acción que conlleve a la transformación de la vida en el aula.

- El docente-investigador asume una postura exploratoria sobre la dinámica y compleja vida del aula. La investigación reconoce que el aula es una situación particular, con hechos que se producen en escenarios concretos e involucran a personas específicas, con diversas formas de pensar y de asumir las situaciones y fenómenos a estudiar.

3.1.6 Etapas de la Investigación Acción en el Aula:

Martínez (2000), describe que la Investigación Acción en el Aula se desarrolla por fases sucesivas de diseño, identificación del problema, análisis del problema, formulación de hipótesis, recolección de la información, categorización, estructuración, diseño y ejecución del plan de acción y finalmente evaluación de la acción ejecutada. Este primer ciclo constituye un bucle en la espiral de la investigación a partir que se inicia un nuevo ciclo, un nuevo bucle de la espiral holística de la investigación.

3.2 Estrategia metodológica de la investigación

Como se mencionó en la introducción del capítulo, a medida que se avanzó en el proceso investigativo que se explicita en este trabajo, emergieron nuevos interrogantes que transformaron las características de la indagación, la estrategia metodológica y las interpretaciones del fenómeno, para dar forma a la espiral holística de la investigación. De acuerdo con el principio de integralidad, la investigadora nutrió el proceso investigativo con su experiencia personal como profesional en química de la Universidad Nacional de Colombia, y en la enseñanza de la química en otros contextos.

A continuación se describe la estrategia metodológica empleada en cada uno de los niveles sintagmáticos de complejidad desarrollados durante la investigación:

3.2.1 Nivel perceptual

El problema que dio origen a esta investigación fue el alto porcentaje de pérdida de la asignatura química básica en los Programas Curriculares de Nutrición y Dietética, Enfermería, Odontología, Fisioterapia y en menor grado, en Medicina, a partir del primer semestre del 2009, cuando se implementaron los cambios de la Reforma Palacios en la Universidad.

El primer interrogante fue por las causas del bajo rendimiento académico en la asignatura *química básica*. Para intentar una primera aproximación al problema, durante el primer semestre del 2011, se realizó una entrevista semi-estructurada a cinco profesores del Departamento de Química encargados de esta asignatura, quienes, a partir de un guión construido por la investigadora y la directora del trabajo, hablaron libremente sobre sus percepciones del problema.

A medida que la investigadora se sumergió en el contexto del problema surgieron nuevos interrogantes que nutrieron el proceso investigativo: ¿Cuáles son las consecuencias del problema para la Universidad?, ¿Cuál es la importancia de la química para los estudiantes de las ciencias de la salud? Estos interrogantes se abordaron con una entrevista semi-estructurada a los Coordinadores Curriculares de los cinco programas de

las ciencias de la salud, a partir de un guión orientador. Las entrevistas se realizaron durante el segundo semestre del 2011 y el primero del 2012.

En la indagación con los coordinadores curriculares surgió un nuevo matiz de la problemática. No solamente la asignatura química básica reportaba altos porcentajes de pérdida y deserción; además, los profesores con asignaturas que necesitaban de conceptos fundamentales de la química elevaban sus quejas por el bajo nivel conceptual que observaban en sus estudiantes en esta área, incluso después de haber aprobado el curso de *química básica*. Entonces, se realizaron entrevistas semi-estructuradas a los profesores de Bioquímica, Farmacología y Fisiología y encuestas a otros profesores con asignaturas que también necesitaban fundamentación química para sus contenidos disciplinares. Hasta este punto, la investigación tenía un enfoque explicativo.

Con el objeto de cumplir el requisito de pasantía en la Maestría, y con el propósito que ésta alimentara el proceso investigativo, en el segundo semestre del 2011 se presentó una propuesta en las direcciones curriculares de los programas de las ciencias de la salud, para que la investigadora brindara unas monitorías de apoyo continuo a los estudiantes inscritos en la asignatura *química básica* y se sumergiera en el problema a investigar. Estas monitorías fueron apoyadas por las Direcciones de Bienestar de las Facultades de Medicina, Enfermería y Odontología y se enmarcaron en el Programa de Acompañamiento Integral a la Vida Universitaria.

En las 10 horas de monitoría semanal aprobadas por las Direcciones de Bienestar, se realizó una Investigación Acción en el Aula, se detectaron las dificultades del proceso de enseñanza aprendizaje de la química y se propusieron e implementaron estrategias didácticas para favorecer el aprendizaje sustentable de la química mediante el uso de recursos didácticos especializados y el contacto directo con los estudiantes de las ciencias de la salud. En este momento la investigación adoptó las características de investigación proyectiva y empezó a abordarse el fenómeno desde la integralidad, al involucrar el último actor, aunque el más importante, del proceso educativo: los estudiantes.

Sin embargo, la visión del problema de los estudiantes que asistían a la monitoría era la visión de aquellos que, de una u otra manera, tenían alguna dificultad en el proceso de aprendizaje de la química, y por ello requerían de la ayuda ofrecida por las Direcciones de Bienestar. Entonces, para ampliar las comprensiones del problema, se diseñó, y posteriormente se aplicó una encuesta a 335 estudiantes, el 10% del total de matriculados en el primer semestre del 2012 en Medicina, Odontología, Enfermería, Fisioterapia y Nutrición y Dietética.

Finalmente, al obtener los indicadores de impacto de las monitorías realizadas a partir del segundo semestre de 2011, se observó una disminución en el porcentaje de pérdida de la asignatura *química básica* de los estudiantes de las ciencias de la salud, por lo que, aunque no era una pretensión de la investigación, ésta se convirtió en una investigación interactiva, que se alimentó constantemente de la lectura bibliográfica para enfocar la investigación en el paradigma propuesto por las ciencias de la complejidad.

3.2.2 Nivel aprehensivo

En esta fase interpretativa de la investigación se entrelazó creativamente la información obtenida en el nivel perceptual, para establecer las relaciones entre los diferentes actores del problema y converger hacia una interpretación holística de la investigación. Los razonamientos, deducciones y sintagmas que emergieron en este nivel de la investigación se describirán en el capítulo V.

3.2.3 Nivel comprensivo

La precisión de los paradigmas, teorías y corrientes de pensamiento que fundamentan la reflexión de la actividad indagativa de la investigadora se realizó mediante la lectura crítica de bibliografía especializada. El nivel comprensivo de la investigación se desarrolló ampliamente en el capítulo I: Química y ciencias de la salud, sinergias y conflictos, y en el capítulo II: Bases para una propuesta de aprendizaje sustentable de la química en las ciencias de la salud.

3.2.4 Nivel integrativo

La teoría que emergió de este proceso investigativo se describirá ampliamente en el capítulo V: Propuesta pedagógica para el aprendizaje sustentable de la química en ciencias de la salud.

3.3 Técnicas de recolección de información

De acuerdo con Páramo y Otálvaro (2006), es la postura epistemológica que se adopta en la investigación la que define el uso de las técnicas. Las técnicas, cualitativas o cuantitativas, no definen el carácter de la práctica, la define la postura desde la que se interpreta el problema de investigación.

El principio de *posibilidades abiertas* de la investigación holística descrito por Hurtado (2008), establece que el investigador toma una postura dinámica hacia las diversas posibilidades de las técnicas de recolección de información, que le permiten ampliar las comprensiones del problema. Las técnicas, cuantitativas y cualitativas que se emplearon en esta investigación, se escogieron de acuerdo a las características de la información que pretendía obtenerse, y se describen a continuación.

3.3.1 Entrevista semi-estructurada

La entrevista semi-estructurada es una conversación sistematizada para conocer las percepciones de los actores sobre el fenómeno a investigar, en la que el investigador juega un papel activo. Se realiza con preguntas abiertas, a partir de un guión diseñado por el investigador, y se da libertad al entrevistado para responder como desee, con pocos límites impuestos por parte del entrevistador. Las preguntas son abiertas y se formulan mediante un formato laxo puesto que el entrevistado puede alejarse del formato con el fin de ampliar la información en un

punto particular, de acuerdo con el desarrollo de la entrevista (Sautu, Boniolo, Dalle, y Rodolfo, 2005: 48-49).

Las preguntas de la entrevista semi-estructurada se redactan sin dar lugar a la ambigüedad, de tal manera que se faciliten las respuestas honestas; deben ser claras -sin usar palabras abstractas- y en lo posible específicas, asociadas con simplicidad y neutralidad para evitar estereotipos que sugieran las respuestas (Sautu, et al., 2005: 49)

Las entrevistas se grabaron en formato de audio y se transcribieron para realizar la categorización y el análisis.

3.3.2 Encuesta

La encuesta es un procedimiento estandarizado para recolectar información de forma estructurada sobre las características u opiniones acerca del fenómeno a investigar. Durante la aplicación de la encuesta el investigador toma un papel pasivo para no influir las respuestas de los encuestados. Las preguntas se redactan de manera clara y sencilla, pueden ser abiertas o cerradas, y sus resultados pueden generalizarse, dentro de los límites del diseño muestral (Sautu, et al., 2005: 48-49).

Las encuestas aplicadas en la investigación se codificaron y procesaron en una base de datos de excel para su posterior cotejo, categorización y análisis gráfico.

3.3.3 Diario de campo

El diario de campo es una herramienta para consignar información susceptible de ser interpretada por el investigador; sirve para registrar las observaciones y reacciones de los sujetos durante la investigación, favorece el análisis profundo del fenómeno y permite el desarrollo del sentido crítico del investigador (Sautu, et. al, 2005: 38).

En esta investigación, el diario de campo se usó para registrar las observaciones de la investigadora en el desarrollo de las monitorías desde el segundo semestre del 2011 hasta el segundo semestre del 2012.

3.4 Actores de la investigación

La investigación se llevó a cabo en la Universidad Nacional de Colombia, en las Facultades de Medicina, Enfermería, Odontología y Química, y contó con la participación de Directores Curriculares, profesores y estudiantes. A cada actor se asignó un código alfanumérico para su identificación en el proceso de sistematización y análisis de la información. Los actores, códigos y técnicas se resumen a continuación (Tabla 3-1):

Tabla 3-1: Actores, códigos y técnicas de la investigación.

Actores				Técnica
Rol	Unidad académica	Cantidad	Código	
Director Curricular	Enfermería	1	Sin código	Entrevista semi-estructurada (Anexo B)
	Fisioterapia	1		
	Medicina	1		
	Nutrición	1		
	Odontología	1		
Profesor de la asignatura <i>química básica</i>	Química	5	P-QUI-1 a P-QUI-5	Entrevista semi-estructurada (Anexo C)
Profesor de asignatura con <i>química básica</i> como pre-requisito	Bioquímica	1	P-FS-6	Entrevista semi-estructurada (Anexo D)
	Farmacología	1	P-FS-7	
	Fisiología	1	P-FS-8	
Profesor de asignatura que necesita conceptos químicos como insumo de conocimiento	Morfología oral	1	P-MO-9	Encuesta (Anexo E)
	Medios Diagnósticos	1	P-MD-10	
	Enfermería	1	P-ENF-11	
	Interpretación Diagnóstica	1	P-ID-12	
	Electrofisiología	1	P-EFS-13	
	Ginecología y Obstetricia	1	P-GYO-14	
	Medicina Interna	1	P-MDI-15	
	Pediatría	1	P-MP-16	
Estudiantes	Enfermería	75	ENF-0101 a ENF-0147 y ENF-0248 a ENF-0275	Encuesta (Anexo F)
	Fisioterapia	26	FI-0101 a FI-0115 y FI-0216 a FI-0226	
	Medicina	97	MD-0101 a MD-0173 y MD-0274 a MD-0297	
	Nutrición y Dietética	43	ND-0101 a ND-0135 y ND-0236 a ND-0243	
	Odontología	78	OD-0101 a OD-0147 y OD-0248 a OD-0278	
Estudiantes	II-2011	91	Sin código	Diario de campo

inscritos en la asignatura química básica que participaron en la monitoría	I-2012	136	Sin código	(Monitoría)
	II-2012	167	Sin código	
	I-2013	179	Sin código	

En la investigación participaron 5 Directores Curriculares, 16 profesores y 892 estudiantes de Enfermería, Fisioterapia, Medicina, Nutrición y Dietética y Odontología.

3.5 Criterios de validación de la información

En la investigación holística la validez se define por el grado en el que los resultados reflejan una imagen clara y representativa de la realidad que se indaga y no de otra; aunque es imposible reproducir las condiciones de estudio, por tratarse de un contexto dinámico y cambiante, el investigador se sumerge en la dinámica del fenómeno y le da a la investigación rigor y seguridad en las conclusiones (Martínez, 2000).

Además, el entramado de técnicas de recolección cuantitativas y cualitativas aumenta la validez de la información. Los datos cualitativos se transforman en datos cuantitativos y la interpretación de los datos cuantitativos se realiza de forma cualitativa, de tal manera que se mejora el análisis de la información porque las técnicas se complementan y se nutren con la comprensión de las suposiciones teóricas del investigador (Páramo, 2011: 28).

3.6 Consideraciones éticas

Por tratarse de una investigación en la que los seres humanos son objeto de estudio, prevaleció el respeto a su dignidad y la protección de sus derechos y bienestar. La investigación se desarrolló bajo los principios de veracidad, fidelidad, reciprocidad y respeto a la autonomía. La ejecución fue aprobada por el Comité de Ética de la Facultad de Medicina según Acta de evaluación número 18, del 27 de octubre de 2011.

La aplicación de encuestas y entrevistas se realizó con autorización de las Facultades de Medicina, Odontología y Enfermería, se informó a los participantes sobre los propósitos principales, se presentó el consentimiento informado (Anexo A) y se mantuvo la reserva de identidad, conforme las disposiciones de la Resolución 08430 de 1993 (Ministerio de Salud, 1993).

4. Capítulo 4: Hallazgos: Nivel perceptual de la investigación

Para abordar el fenómeno a estudiar desde la totalidad, esta investigación se construyó con los principios de la investigación holística: unidad del todo, simultaneidad y sincronidad, integralidad, posibilidades abiertas, complementariedad y sintagmas, y devenir y espiral holística. La información recolectada con diversas técnicas de indagación se codificó y procesó para estructurar una primera aproximación al fenómeno, el nivel perceptual de la investigación, nivel que fue entretejido creativamente por la investigadora para establecer las relaciones entre los diferentes actores y converger hacia la interpretación holística, el nivel aprehensivo de la investigación.

En este capítulo se describirá el nivel perceptual de la investigación, primero por actores: Directores curriculares, profesores y estudiantes, un orden que no significa linealidad porque fue sincrónico, pero que se sirvió para estructurar un primer conocimiento sustentado del fenómeno. Después se entretejerán las relaciones, puntos de encuentro, divergencias y complejidades con las interpretaciones del investigador, y se construirán los sintagmas, que servirán de base para desarrollar el nivel integrativo de la investigación, la propuesta pedagógica para el aprendizaje sustentable de la química en las ciencias de la salud.

4.1 Directores Curriculares

Durante el segundo semestre del 2011 y el primer semestre del 2012, se realizaron cinco entrevistas semi-estructuradas a los directores curriculares de Enfermería, Fisioterapia, Medicina, Nutrición y Dietética y Odontología a partir del guion orientador (Anexo B). Las entrevistas se codificaron de acuerdo a cinco categorías inductivas: *importancia de la química, química básica con la Reforma Palacios, causas de bajo rendimiento académico de la asignatura, consecuencias, y soluciones a la problemática*. En el diálogo emergieron categorías deductivas que nutrieron las comprensiones del investigador y complejizaron el fenómeno. A continuación se desarrollará el análisis de las entrevistas por categorías, para hacer su posterior entrecruzamiento con el resto de la información.

4.1.1 Importancia de la química

Para conocer la importancia de la formación en química en los estudiantes de los programas curriculares de ciencias de la salud en la Universidad Nacional de Colombia, el diálogo entrevistado-entrevistador giró en torno a las preguntas orientadoras: *¿Por qué química básica hace parte del plan de estudios del programa? ¿Cuál es la importancia de*

la formación en química en el programa? Las respuestas a estas preguntas se codificaron en una matriz de análisis (Tabla 4-1).

Tabla 4-1: Matriz de análisis de las entrevistas a los directores curriculares para la categoría *importancia de la química*.

Categoría inductiva	Categoría deductiva	Códigos
Importancia de la química		Prerrequisito para otras materias.
		Procesos químicos básicos.
		Química orgánica de moléculas complejas.
		Comprensión de procesos biológicos fundamentales.
	Área crítica.	Alto porcentaje de pérdida.

En esta categoría los Directores Curriculares coincidieron en que la química es uno de los pilares científicos de las profesiones del área de la salud; es pre-requisito para otras asignaturas como bioquímica, farmacología, fisiología, microbiología, inmunología y fisiopatología, porque los conceptos básicos de los procesos químicos y el conocimiento de las moléculas orgánicas complejas y su metabolismo son muy importantes para la comprensión de procesos biológicos fundamentales. Al respecto, el Director Curricular de Medicina aseguró: *“La (medicina) es una profesión en la cual se requiere adquirir habilidades clínicas y de comprensión de procesos fundamentales biológicos, psicológicos y sociales, y la parte de la comprensión de los procesos biológicos, que tienen que ver con la salud y la enfermedad, se fundamentan en la bioquímica y esta a su vez tiene algunas bases en la química, pensaría uno que es principalmente en la química orgánica de moléculas complejas que forman las estructuras vitales, pero también tiene algunos elementos de comprensión de procesos químicos de la química básica que son necesarios para comprender la bioquímica y los procesos biológicos”*.

Por su lado, la Directora Curricular de Nutrición afirmó: *“Dentro de la fundamentación de un profesional en nutrición es importante que esté la química... esa química se constituye en un pre-requisito para otras materias disciplinares, entonces nosotros partimos de algo y es que nuestra base, nuestra herramienta de trabajo es el alimento y el ser humano, y la química nos permite entender la composición del alimento y cómo esos componentes entran en un proceso de nutrición, se absorben, se utilizan, y cuándo hay interferencia entre ellos... entonces la química fundamenta el conocimiento mismo de la nutrición como área de conocimiento...si el estudiante tiene claridad en estos conceptos puede entrar a manejar el alimento en los diferentes ámbitos: público, clínico... administración de servicios de alimentos”*

La directora curricular de Odontología coincide en este programa, los conceptos básicos de la química son muy importantes, y afirmó *“La química se escogió desde que el plan de estudio de la carrera fue creado, porque es muy importante para nosotros... Simplemente porque los conceptos elementales de química son necesarios para otras asignaturas de la carrera”*. Y la Directora Curricular de Fisioterapia aseguró también que el estudio de las moléculas orgánicas es importante para que el estudiante comprenda las bases de la farmacología en su profesión.

Por su lado, además de la importancia de la química en Enfermería, la directora curricular hizo énfasis en la preocupación de la Universidad por el alto porcentaje de pérdida de esta asignatura, e introdujo la categoría deductiva *área crítica* en el análisis. La entrevistada afirmó “*el tema de química empezó después de los análisis que se llevaron a cabo en el 2008 cuando estábamos sentados haciendo la reforma, pensando un programa mejor para los estudiantes...la universidad estaba en disposición de mirar las áreas críticas y aportar todo lo que pudiera... incluso se pensó en hacer un semestre de nivelación para toda la comunidad académica, con los temas críticos... que son para toda la universidad matemática, comprensión lectora y química*”.

De acuerdo a las últimas afirmaciones, además de la importancia que supone el estudio de la química para los estudiantes de las ciencias de la salud, la Universidad reconoce que se trata de un área crítica, junto a matemáticas y comprensión lectora, incluso antes de la Reforma Palacios, y se han promovido discusiones para proponer una solución a la problemática en estas áreas.

4.1.2 Química básica con la Reforma Palacios

Con el fin de conocer las percepciones de los directores curriculares en torno a la asignatura *química básica*, reglamentada por el Acuerdo 033 de 2007 del Consejo Superior Universitario, el diálogo giró en torno a las preguntas orientadoras ¿Qué piensa sobre la nueva reglamentación de *química básica*? Estas nuevas directrices, ¿los ha afectado o los ha beneficiado? ¿Cómo era antes de la reforma? Las respuestas se codificaron y se muestran en la siguiente matriz de análisis (Tabla 4-2).

Tabla 4-2: Matriz de análisis de las entrevistas a los directores curriculares para la categoría *Química básica con la Reforma Palacios*.

Categoría inductiva	Categoría deductiva	Código
Química básica con la reforma del 2007		No tuvo en cuenta las necesidades de cada Facultad.
		Revisar el impacto.
		Pérdida de especificidad.
		Alto porcentaje de cancelación y pérdida.
	Objetivo	Suplir vacíos conceptuales.
		Disminución de pérdida en Bioquímica.
	Contenido temático	Se privilegia la química inorgánica.
		Los contenidos se deben retomar en otras asignaturas.
		Diferente enfoque.

Las respuestas de los directores curriculares a las preguntas orientadoras en esta categoría, se observó desconcierto por la manera como quedó estructurada la asignatura después de la Reforma Palacios, principalmente porque no se tuvieron en cuenta las necesidades de cada Facultad, se perdió la especificidad y además se ha convertido en factor de permanencia en el programa curricular y/o pérdida de la calidad de estudiante.

Al respecto, uno de los entrevistados afirmó *“Estoy convencida que muchos profesores y miembros del Consejo de Facultad no están de acuerdo en la manera como quedó organizada esta asignatura, parece ser que más bien es obedeciendo a políticas de la Universidad... Cuando nosotros estábamos planeando la reforma, es decir, durante el 2007 y 2008 hicimos propuestas a diferentes departamentos sobre lo que pensábamos era lo necesario, pero parece que las políticas de la Universidad primaron sobre estas propuestas de cada Facultad y no las tuvieron en cuenta.”*

Por su lado, otro de los directores curriculares manifestó que esta política debería revisarse porque se perdió la especificidad para áreas afines de conocimiento *“Pienso que es una política que debe revisarse el impacto, pues si bien en el área de la salud se necesitan conceptos de química básica relacionados la química inorgánica, rápidamente hay que poner a los estudiantes en la sintonía de las moléculas orgánicas, para que tengan conocimientos de los diferentes grupos de moléculas que conforman las estructuras biológicas y puedan entender todos los procesos metabólicos en la bioquímica... no sé si en otras carreras esto tenga importancia... la asignatura debería ser diferente para unos y para otros”*

En coincidencia con las afirmaciones anteriores, otro de los entrevistados afirmó: *“Cuando apareció la química básica después del 033, y el laboratorio de química básica percibimos una dificultad que ya habíamos hablado con los profesores del Departamento de Química y era cómo llegar a los contenidos de la química básica, pues se privilegia la química inorgánica y la parte orgánica quedo reducida a su más mínima expresión, y resulta que para nosotros lo orgánico es más importante... ahí hay una discusión importante, porque al hacer un mismo componente para todas las profesiones, se quitó mucho de lo específico que se requería profundizar”*

Del análisis a las respuestas, emergieron dos categorías deductivas: el *objetivo* y el *contenido temático* de la asignatura *química básica*. La primera de ellas fue introducida por las directoras curriculares de Fisioterapia y Enfermería. Para ambas, esta asignatura empezó a hacer parte del plan de estudios del programa con el fin de suplir los vacíos conceptuales con los que sus estudiantes llegaban a otras asignaturas *“La asignatura química básica fue importante en la reforma del 2009 porque los estudiantes llegaban con grandes vacíos, específicamente a farmacología y en parte a fisiología, y como consecuencia a las prácticas”*, relató una; y otra afirmó que *“...antes de la Reforma, la mayor mortalidad de los estudiantes en la Universidad y en la Facultad era bioquímica... tenía una mortalidad del 50 al 70%... entonces nos reunimos con los profesores de ciencias e hicimos un análisis lo más amplio posible, para mirar que era lo que estaba sucediendo, y en ese momento se identificó que las bases para la bioquímica estaban muy débiles... y que las bases de la bioquímica es lo que los estudiantes estaban viendo en la educación media... entonces la decisión fue darles bases para asumir la bioquímica y aparece la química... ese fue el origen de la cosa... con la Reforma, pero como una decisión para apoyar a los estudiantes en sus bases débiles de la educación media”*

Es así como en los programas curriculares de Fisioterapia y Enfermería se introdujo la *química básica* en el plan de estudios con el objetivo de garantizar las bases conceptuales necesarias para otras asignaturas, pero como lo afirmó una de las directoras curriculares *“aparece esta asignatura donde ahora también encontramos un*

problema de alta mortalidad', o sea que no se solucionó la problemática de pérdida, el problema se profundizó y se trasladó a otra asignatura.

Con respecto al contenido temático de la asignatura, los cinco directores curriculares coincidieron en que se privilegió la química inorgánica sobre la química orgánica. Además, la directora curricular de Nutrición y Dietética mostró una visión de la problemática, particular: como el tiempo para el estudio de compuestos orgánicos en la asignatura es tan corto, muchas veces lo ven rápidamente, y *"... eso es lo que ha hecho que el componente los retomemos en otras asignaturas disciplinares... muchas veces incluso no lo alcanzan a ver y toca retomarlo en otras asignaturas... esa es una de las quejas de los profesores de Ciencias de Alimentos I y Bioquímica, que deben empezar por explicar la parte química que se supone los estudiantes deberían conocer..."* Esta observación dio un nuevo sentido a la indagación, pues el problema no es únicamente el alto porcentaje de pérdida y deserción, sino que además, algunos de los estudiantes que aprueban *química básica* no adquieren los conocimientos básicos en química necesarios para otras asignaturas.

La directora curricular de Enfermería, sin embargo, reconoció el valor de los contenidos inorgánicos, y piensa que el problema está en el enfoque que se da a estos durante el desarrollo de la asignatura. Afirmó que todos los temas de *química básica* *"son útiles, enfocados de una forma posiblemente más direccionada hacia la carrera... no solamente enfermería porque sería un error... pero sí a seres vivos... es posible que el muchacho, viéndolo así, con algunos ejemplos pertinentes al área de salud, pueda verle más sentido"*. Coincidió con el entrevistado en que todos los temas de programa de la asignatura son importantes para estudiantes de ciencias de la salud. Hacer una separación entre química inorgánica y química orgánica es errónea, puesto que no hay una química diferente para los compuestos inorgánicos y los compuestos orgánicos, como fue demostrado por Wöler en 1828. Todos los temas que los Directores Curriculares denominan como "inorgánicos" también explican el comportamiento de los compuestos orgánicos. Sin embargo, es cierto que el estudio de los compuestos orgánicos ocupa apenas las últimas semanas del programa, y los temas anteriores se enfocan en compuestos inorgánicos. Sobre estas ideas se volverá más adelante, para la construcción de la propuesta pedagógica de enseñanza sustentable de la química.

4.1.3 Causas del bajo rendimiento académico en la asignatura *química básica*

Para esta categoría, el diálogo entrevistado/entrevistador giró en torno a la pregunta por las causas del alto porcentaje de pérdida y deserción de la asignatura *química básica* en las ciencias de la salud. Aunque en medicina este porcentaje no es tan alto, también es uno de los factores que origina la pérdida de la calidad de estudiante. Las respuestas a esta pregunta se relacionan en la siguiente matriz de análisis (Tabla 4-3):

Tabla 4-3: Matriz de análisis de las entrevistas a los Directores Curriculares para la categoría *causas del bajo rendimiento académico en la asignatura química básica*.

Categoría inductiva	Categoría deductiva	Código
Causas del bajo rendimiento académico	Estudiantes	Malas bases desde la educación media.
		Estado de vulnerabilidad por el proceso adaptativo a la Universidad.
		Falta de motivación hacia el programa curricular.
	Examen de admisión	Bajos puntajes de ingreso.
		Filtro mínimo en ciencias.
	Contenidos	Dificultad de los temas.
		No motivan a los estudiantes.
		Mínimos indispensables.
	Profesores	Libre cátedra. Cada profesor profundiza en diferentes temas.
		Inexperiencia.
		Poca interacción con el estudiante.
		Relación autocrática.
	Didáctica	Metodologías inadecuadas.
		Único método, sin tener en cuenta especificidades.
		No explican.
Logística	Grupos grandes.	
	Salones incómodos.	

De las respuestas a la pregunta en esta categoría, se evidencia que el problema investigado es complejo y que tiene diferentes factores y orígenes, por lo que emergieron seis categorías deductivas: *estudiantes*, *examen de admisión*, *contenidos*, *didáctica*, *profesores* y *logística*.

Con respecto a la categoría *estudiantes*, cuatro directores curriculares coincidieron en que uno de los factores que origina el alto porcentaje de pérdida es la preparación deficiente en química, producto de la formación heterogénea recibida en la educación media. Uno de los entrevistados afirmó *“al parecer hay una preparación insuficiente desde el bachillerato, desde la educación básica”*, otro lo resumió como que *“puede ser que tengan vacíos en pregrado”* y el tercero aseguró *“también hay un problema de base... el estudiante llega de una educación media que no les da elementos a todos... hay chicos que dicen: yo nunca he visto química porque en mi colegio no se veía química, o hay chicos que dicen no... yo nunca entendí eso, entonces el grupo llega muy heterogéneo”*.

Por su lado, el cuarto director curricular coincidió con los tres anteriores, pero hizo un análisis más profundo de la problemática: *“La deficiencia en los niveles de la educación media, se derivan mucho de aspectos que han estado históricamente tendiendo a bajar en el país.... efectivamente nosotros tenemos una educación que está permeada por las nuevas tendencias de libertad, de libre expresión, de desarrollo libre a través de los derechos de los niños, de los educandos... entonces, de alguna forma, debe haber algún origen, en el que esa libertad se ha distorsionado, y no hay unos mínimos indispensables*

en la educación pública... en la privada costosa sí hay unos mínimos...ellos sí van muy bien... los niños desde pequeños empiezan a hacer cuestionamientos científicos, a manejar datos, pero nosotros nos mantenemos en la tal libertad y sin unos mínimos indispensables de comprensión para llegar a un nivel X... y liberalizando tanto los criterios y los mínimos indispensables para seguir al nivel de complejidad siguiente estamos derrumbando toda la cadena de conocimiento". Este planteamiento es importante porque, como se relatará más adelante, el entrevistado lo decantó en la política de libre cátedra en la Universidad.

Por otro lado, dos de los directores curriculares enfatizaron en que una de las causas de la problemática es el estado de vulnerabilidad de los estudiantes por el proceso adaptativo a la Universidad. El primero afirmó que *"química básica es de primer semestre, y recibe a los estudiantes en un estado de vulnerabilidad, por el proceso adaptativo a la Universidad, esa es la causal principal, motivo por el cual alguna asignatura, cualquiera de ellas, puede perderse en primer semestre"*. Esta vulnerabilidad es más profunda en estudiantes que llegan de fuera de Bogotá, como afirmó el segundo *"...si es de provincia, si están cortando con sus familias, están asumiendo la vida en sus manos, es un proceso que les genera angustia..."*

Por su lado, la directora curricular de Enfermería piensa que otro de los factores que profundiza la crisis en química es que en su programa curricular muchos estudiantes ingresan por segunda opción y *"hay un porcentaje más o menos del 30% que ingresa a Enfermería con la intención de cambiarse de carrera... entonces puede que haya una falta de motivación, falta de esmero y de preocupación por la carrera...se descuidan y pierden la asignatura"*. Aunque la problemática derivada del ingreso por segunda opción también es latente en Nutrición y Dietética y Fisioterapia, según las estadísticas de ingreso (DNPPr, 2003), este aspecto no fue mencionado por los directores curriculares de estos programas.

Una de las entrevistadas introdujo en su análisis de la problemática la categoría deductiva, *examen de admisión* *"...por otro lado, de pronto habría que mirar también el examen de admisión... que tanto está filtrando un nivel mínimo de entrada en estas ciencias exactas... a la carrera de Enfermería, ingresan muchachos con puntajes muy bajos... creo que junto con Nutrición, Geografía, Fisioterapia e Historia, somos los que estamos mostrando los puntajes más bajos de admisión"*, y aseguró que este es uno de los factores por los que los estudiantes presentan un bajo rendimiento en la asignatura. En contraste, Medicina es la que, históricamente, ha presentado los mayores puntajes de ingreso a la Universidad, y según las estadísticas (DNPPr, 2011), sus estudiantes reportan el mejor rendimiento académico en la asignatura, comparada con los otros programas curriculares de las ciencias de la salud. Con la nueva estructura de admisión, implementada en la Universidad a partir del primer semestre de 2013, este análisis seguramente tendrá un giro, pero sería tema para futuros trabajos.

La siguiente categoría deductiva, *contenidos*, fue introducida por todos los entrevistados, como uno de los motivos que origina el bajo rendimiento de la asignatura, cada uno desde su propio punto de vista. Uno de los directores aseguró que uno de los aspectos que incrementa el bajo rendimiento es que *"...esta asignatura presenta la complejidad de la comprensión de los procesos químicos básicos"*, y otro de ellos argumentó que *"al parecer también se les dan contenidos que parecen no ser necesarios y que ellos no los aprecian, no los motivan... los contenidos no motivan a los estudiantes"*. Otros dos

directores coincidieron con esta última afirmación en que se desmotiva al estudiante de ciencias de la salud al privilegiar el estudio de los compuestos inorgánicos, y otra de las entrevistadas piensa que el enfoque de los contenidos es el que origina la desmotivación “...es posible que el muchacho, viendo (los temas), con algunos ejemplos pertinentes al área de salud, pueda verle más sentido y de esta forma motivarse un poco más”. Fue por estas apreciaciones de los Directores Curriculares que la investigadora profundizó en la indagación sobre contenidos relevantes y temáticas significativas para las ciencias de la salud, punto clave en la construcción de la propuesta pedagógica para el aprendizaje sustentable de la química en estas ciencias, que se desarrollará en el Capítulo V.

En esta misma categoría, uno de los directores habló de los mínimos indispensables que el profesor de la asignatura debería garantizar en los estudiantes para concatenarla con las asignaturas siguientes, y en su análisis sugirió la categoría deductiva, *profesores*. “Creo que la educación completa ha tenido una debilidad con respecto a esos mínimos indispensables por la liberalización y la libre cátedra... la libre cátedra la sufrimos aquí cuando cada profesor da lo que más le gusta y no lo que dice el programa... esto se nota en la siguiente asignatura... que uno dice, pero quien les enseñó esto... y ellos dicen, no es que a nosotros no nos enseñaron esto... a veces es cierto y otras veces no...” Esta situación planteada por el entrevistado se ampliará más adelante, pues de ser así en la asignatura *química básica*, el objetivo de unificar las asignaturas con propósitos formativos similares planteado por el Acuerdo 033, se desvirtuaría, si cada profesor profundiza en los temas propios de su especialidad, sin tener en cuenta las necesidades de los estudiantes.

Otro de los entrevistados afirmó que un factor que incrementa el bajo rendimiento de la asignatura es la inexperiencia del profesor: “la mayoría de los profesores que dictan a pregrado resultan ser los estudiantes de maestría y muchos todavía les falta experiencia en metodologías... entonces en lugar de facilitar el aprendizaje, se convierte en un limitante... no les ayudan a que sea una cosa fácil...”, coincidiendo con otro de los directores quien aseguró que una de las razones que incrementa el bajo rendimiento de la asignatura es “la poca interacción que tiene el profesor con sus estudiantes para ver si le han entendido”. Adicionalmente, el último entrevistado relató eventos en los que se denota que algunos docentes mantienen una relación autocrática con los estudiantes, que no les favorece el aprendizaje ni la auto-confianza “...estas experiencias pueden ser devastadoras... puede motivar cambios de carrera, inseguridades, (los estudiantes) empiezan a creer que son malos, y te dicen: yo soy malo, me rajé, yo no sirvo... y entonces trabajarles y que vuelvan a tener confianza es complicado”. En este sentido, el profesor Jurado (2011: 16) afirma que los profesores de primer semestre deberían tener unas características muy particulares, puesto que, al ser quienes reciben a los estudiantes a la vida universitaria, deberían ser capaces de “leer sus expectativas y privilegiar sus voces”.

Relacionada directamente con la categoría anterior, otra categoría deductiva que emergió en la indagación fue *didáctica*. En esta categoría, los cinco entrevistados coincidieron en que las metodologías didácticas utilizadas por algunos profesores para la enseñanza de conceptos químicos no favorece el aprendizaje de los estudiantes, y uno de ellos expresó: “por las opiniones de los estudiantes que están en diferentes grupos parece ser que las metodologías que se emplean, no en todos los grupos, pero sí en algunos, no son las más adecuadas... por la edad de los estudiantes... por la preparación anterior”;

reforzando las afirmaciones anteriores, otro de los directores aseguró que *“lo que nos refieren algunos muchachos cuando se sientan seriamente a hacer observaciones es que las ayudas audiovisuales son extremadamente antiguas y ellos están acostumbrados a imágenes más interactivas, por las posibilidades tecnológicas que hay, y entonces, ellos dicen que para estos temas complejos deberían utilizarse tecnología actuales y no el acetato de siempre... usan todavía acetatos, de hecho los salones de química tienen todavía su retroproyector...”*, y uno de los entrevistados expuso: *“(la asignatura) presenta la dificultad de ser hecha para muchos estudiantes con un único método”*, es decir que no se tienen en cuenta las especificidades de cada grupo para diseñar estrategias didácticas que fomenten la aprehensión de los conceptos químicos en los estudiantes.

En este mismo sentido, uno de los directores curriculares planteó que la nueva generación de profesores se escudan en las nuevas tendencias de la educación respecto al fomento de la autonomía para no ofrecer acompañamiento pedagógico a los estudiantes *“hay profesores que no les cabe en la cabeza enseñar... porque es que el chico ya es grande, ya es autónomo... no tienen la intención de explicar, de enseñar... la mística que sí tenían los profes mayores... no todos... pero uno veía... tú vas con un profesor mayor y el profesor te saca hoja y te explica, el profe más jovencito te dice... léase tres artículos y ya... y parte del principio que el estudiante es autónomo y yo pienso, sin generalizar, que puede ser un error el no explicar... no todo el mundo entiende sin que le expliquen... puede que haya unos pilos que lo hagan, pero no todos..”*.

Estas observaciones de los directores curriculares fueron la base para enfocar la indagación acerca de las estrategias didácticas utilizadas por los profesores de *química básica* en la encuesta diseñada para los estudiantes de los programas curriculares del área de la salud, y para que la investigadora profundizara sobre el tema en la construcción de la propuesta pedagógica objeto de esta investigación.

Finalmente, la última categoría emergente fue *logística*. Esta categoría fue introducida por una de las entrevistadas, quien afirmó que *“otra (causa del bajo rendimiento académico) son los cursos masivos y los salones incómodos”*.

El colofón de este apartado, en palabras de uno de los directores curriculares entrevistados es: *“En conclusión creo que hay problemas pedagógicos, didácticos y de contenidos que se mezclan con el estado adaptativo de los estudiantes, y el resultado final es la pérdida de la asignatura”*.

4.1.4 Consecuencias del bajo rendimiento académico de la asignatura química básica

En esta categoría, del diálogo durante la entrevista semi-estructurada giró en torno a la pregunta sobre cómo afecta el bajo rendimiento académico y el alto porcentaje de pérdida de la asignatura *química básica* a los programas de las ciencias de la salud. Las respuestas se codificaron y organizaron en una matriz de análisis (Tabla 4-4).

Tabla 4-4: Matriz de análisis de las entrevistas a los Directores Curriculares para la categoría *consecuencias del bajo rendimiento de la asignatura química básica*.

Categoría inductiva	Categoría deductiva	Código
Consecuencias del bajo rendimiento académico de la asignatura <i>química básica</i> .		Círculo vicioso.
		Represamiento de estudiantes.
	Para la Universidad	Aumenta costos.
	Personales	Desmotivación.
		Pérdida de la calidad de estudiante.
		Atraso en un semestre académico.
		Demora en la terminación del programa.

En este apartado, uno de los directores afirmó que *“la principal consecuencia es que se da un círculo vicioso en el que hay pérdida de asignaturas, se requieren más cupos para los estudiantes y más profesores, y todos los esfuerzos que hace el Departamento de Química y los docentes, se hacen ineficientes porque cada vez hay más estudiantes porque tienen que repetirla”*. Es decir que, como fue afirmado por todos los entrevistados, se genera un fenómeno de represamiento de estudiantes en primer semestre, que según uno de ellos *“aumenta la necesidad de darles un apoyo para que no vayan a demorarse mucho en la carrera”*.

Del análisis de las respuestas de los Directores Curriculares en esta categoría, surgieron dos categorías deductivas: *consecuencias económicas* y *consecuencias personales*.

En la primera categoría, *consecuencias económicas*, los entrevistados coincidieron en que el represamiento de estudiantes aumenta los costos para la Universidad, y en la categoría *consecuencias personales*, convergieron en que el bajo rendimiento de los estudiantes en la asignatura *química básica* es uno de los factores que origina desmotivación hacia la profesión, pérdida de calidad de estudiante, atraso en un semestre académico y demora en la terminación de los programas académicos. Una de las entrevistadas afirmó que la pérdida de la asignatura *“afecta mucho a los estudiantes, porque ellos entran a primer semestre con grandes expectativas y hay una cantidad considerable de estudiantes que pierden la asignatura con una calificación muy baja y por esto pierden la calidad de estudiante...”* En coincidencia, afirmó la directora curricular de Enfermería: *“...hay casos de estudiantes que llevan cinco semestres en la universidad y no han podido pasar del primer semestre...”*; esta situación es más grave aún en programas anuales, como fue asegurado por la directora curricular de Fisioterapia: *“para nosotros es más severo porque (Fisioterapia) es una carrera anual... representa que se van a quedar un año hasta que puedan ver las asignaturas que siguen”*.

4.1.5 Soluciones a la problemática

El último aspecto dialogado con los Directores Curriculares giró en torno a la solución de la problemática, con las preguntas orientadoras: *¿Han hecho alguna propuesta al departamento de química para solucionar esta problemática? ¿Cómo creen ellos que podría solucionarse esta problemática?* Las respuestas se codificaron y se organizaron en la matriz de análisis que se presenta a continuación (Tabla 4-5).

Tabla 4-5: Matriz de análisis de las entrevistas a los Directores Curriculares para la categoría *soluciones a la problemática*.

Categoría inductiva	Categoría deductiva	Código
Soluciones		Contextualización química y ciencias de la salud.
		Revisión de contenidos.
		Curso de nivelación.
		Curso de inmersión.
		Química ofrecida por Medicina.
		Cambio de asignatura.
		Monitorías.
	Profesores	Estrategias pedagógicas y didácticas.
		Comprender al estudiante.
		Guiar al estudiante.
	Fortalezas	Buenos profesores.
		Organización.

Con el análisis de las respuestas de los Directores Curriculares a las preguntas en esta categoría se hizo evidente que la problemática surgida de la alta mortalidad en asignaturas básicas como la química ha ocupado a las directivas de la Universidad en los últimos años, en búsqueda de una solución; por lo que el diálogo con los entrevistados en torno a las preguntas orientadoras fue amplio y profundo, y se nutrió de las discusiones que se han dado en este sentido en los comités curriculares de cada programa.

Es así como los cinco Directores Curriculares coincidieron en que una estrategia para disminuir el alto porcentaje de pérdida en *química básica* debería ser la contextualización de los contenidos de la asignatura con las ciencias de la salud, como lo resumió uno de ellos: *“Pienso que elementos necesarios para disminuir la mortalidad tendrían que ver con la individualización de los contenidos para estudiantes de áreas específicas que mejore su motivación...”*, y complementó otro *“...lo ideal sería que estuviera relacionado... no estamos diciendo que haya una química específicamente para una carrera, pero sí por ejemplo para los seres vivos, enfocado al área de la salud, humana y animal... posiblemente así habrían mejores resultados, con ejemplos que le den sentido al conocimiento y que logre que los muchachos capten la importancia de la química, para que aprendan con sentido ...”*

Otra estrategia que ha sido discutida ampliamente por las directivas, es un curso de nivelación en química que ayude a superar la gran heterogeneidad en conocimientos básicos con la que los estudiantes ingresan a la universidad. En este sentido, uno de los entrevistados afirmó que *“...así como se hace nivelación en matemáticas y en lecto-escritura, no sé si valdría la pena hacer una nivelación en química”*, y coincidió con otro de los directores, quien aseguró que *“...así como hay la figura de nivelatorios en matemáticas y en lectoescritura, a nosotros nos parece importante que haya un nivelatorio, porque es que también hay un problema de base... el estudiante llega de una educación media que no les da los mismos elementos a todos...”*. Por su lado, otro de los entrevistados reconoció que *“... la química hay que seguirla dando... y como los estudiantes van a seguir llegando débiles, es posible que se haga un curso de nivelación dirigido al área de la salud, humana y animal, con lo necesario para la bioquímica, muy dirigido... concentrar en un curso de inmersión a los que pasen... captarlos y decirles va a*

haber un curso intensivo de nivelación... ¿por qué lo digo? Porque hemos visto resultados muy negativos cuando es el curso completo... que sería el ideal, es decir, yo estoy de acuerdo que debería ser la asignatura... yo respeto el criterio de los profesores (del Departamento de Química), ellos propusieron la asignatura, pero con la misma planta de profesores, de ahí vienen los grupos grandes... además llevamos desde el 2009 implementando esto y no tenemos un buen pronóstico, vamos a seguir con estos mismos muchachos, nuestra población no va a cambiar...”.

En la Facultad de Medicina las directivas han discutido la estrategia de ofrecer un curso de química propio, para que sus estudiantes perciban un proceso menos fragmentado, más concatenado con la asignatura bioquímica que actualmente ofrece esta Facultad, con un enfoque hacia las ciencias de la salud; sin embargo, como lo relata uno de los directores curriculares de esta facultad, esta opción implica varias consideraciones: *“primero, si la Universidad tiene un Departamento de Química y una Facultad de Ciencias, hasta dónde termina asumiendo toda la formación la Facultad de Medicina... eso va en contra de la universalidad. Segundo, el recurso docente, si en la facultad estamos como estamos en recurso docente, esta estrategia implicaría un recurso adicional... además, vienen cosas mundanas pero que afectan, como el salón... medicina no tiene auditorios... eso es una cosa que alguien puede decir...pero eso es de forma, el salón se consigue... pero en la vida real hay dificultades para conseguir salones para grupos grandes... si un profesor que llega estresado porque no hay salón, ya empieza mal la clase... eso era lo que nos afanaba en traer la química para acá, sin haber agotado la posibilidad de la que ofrece el Departamento de Química”*

Por otro lado, en la Dirección Curricular de Fisioterapia, se ha planteado un ajuste a la resolución que rige el programa, para *“que quede química básica como optativa y abrir la opción de principios de bioquímica, que según lo que revisamos, tiene mayor énfasis en química orgánica”*, relató la directora curricular, quien, en coincidencia con la directora curricular de Odontología reconoció también que con el trabajo realizado por la investigadora en las monitorías de química se ha ofrecido una alternativa de solución, y afirmó *“... creo que el trabajo que estás haciendo tú es un paso gigante que nos puede ayudar mucho si fuera tenido en cuenta por las directivas de la Universidad...”*

Durante el análisis surgieron además dos categorías deductivas. En la primera de ellas, *profesores*, los directores coincidieron en que es responsabilidad de los docentes de la asignatura química básica *“tratar de trabajar sobre estrategias pedagógicas y didácticas que permitan entender un poco ese dilema adaptativo de los estudiantes”*. La segunda categoría deductiva, *fortalezas*, fue introducida por uno de los entrevistados, quien reconoció que el Departamento de Química *“es de los primeros que organiza el programa, allá nunca hay problemas de salón... ellos mismos lo consiguen... esto hay que valorarlo... si tú los llamas son de los pocos que contestan, son muy abiertos, organizan nuevos grupos...los de química son personas receptivas, además hay profesores muy buenos, con quienes los estudiantes reconocen que aprenden mucho... el problema es ¿qué pasa con los que no?”*

4.2 Profesores de la asignatura *química básica*

Durante el primer semestre del 2011, con la autorización y remisión del coordinador de la asignatura *química básica*, se realizaron cinco entrevistas semi-estructuradas a igual número de profesores de esta asignatura. El criterio para la selección de los entrevistados fue que trabajaran como docentes del Departamento de Química de la Universidad Nacional de Colombia, de la asignatura *química básica*. Se descartaron los profesores que serían docentes por primera vez de la asignatura, y se escogieron algunos que ya tuvieran experiencia en esta.

A continuación se detallan algunas características de los profesores entrevistados (Tabla 4-6).

Tabla 4-6: Matriz de análisis de las entrevistas a los Directores Curriculares para la categoría *soluciones a la problemática*.

Profesor	Género	Formación Profesional	Experiencia docente
PQUI-1	Hombre	Químico. Doctor en química de compuestos heterociclos bioactivos.	2 años
PQUI-2	Mujer	Química, Máster y Doctora en síntesis orgánica.	2 años
PQUI-3	Mujer	Química, Doctora en ciencias químicas.	15 años
PQUI-4	Hombre	Químico, Doctor en química orgánica.	6 años
PQUI-5	Mujer	Médico, Máster en genética humana y Doctora en bioquímica.	10 años

El diálogo entrevistado-entrevistador giró en torno a preguntas orientadoras (Anexo C) que se clasificaron en cinco categorías inductivas: *asignación como docente de la asignatura química básica, contenido temático de la asignatura química básica, causas del alto porcentaje de pérdida de la asignatura química básica, contextualización de los conceptos y formación pedagógica*. Durante la entrevista, surgieron categorías emergentes que permitieron ampliar las comprensiones del fenómeno, que entrelazados dinámicamente con el resto de información, fueron la base para la construcción de la propuesta pedagógica para el aprendizaje sustentable de la química en los programas de ciencias de la salud.

A continuación se detallan las respuestas de los entrevistados por categorías y códigos, para su posterior entrecruzamiento con el resto de información.

4.2.1 Asignación como docente de la asignatura *química básica*

En esta categoría, el diálogo se planteó con la pregunta acerca de los criterios del Departamento de Química para asignar al entrevistado como profesor de la asignatura *química básica*. Las respuestas a esta pregunta se codificaron en la matriz de análisis (Tabla 4-7) que se muestra a continuación.

Tabla 4-7: Matriz de análisis de las entrevistas a los profesores de la asignatura *química básica* para la categoría *asignación como docente de la asignatura*.

Categoría inductiva	Código
Asignación como docente de la asignatura <i>química básica</i>	Asignatura de servicio.
	Ligada al área de orgánica.
	Deberían ser profesores con trayectoria.
	Castigo.
	Profesores nuevos no tienen manejo de grupo.

En esta primera pregunta, los docentes relataron que *química básica* se ofrece como servicio para varios programas académicos que necesitan fundamentación en química general y química orgánica, y el Departamento de Química reconoce la importancia de esta última al asignar profesores del área de orgánica como docentes de la asignatura. El entrevistado PQUI-1 lo resumió así: *“química básica es una asignatura que se está prestando como servicio para múltiples carreras de la Universidad Nacional y es manejada directamente por la jefatura de orgánica, precisamente porque tiene un componente del área de química general, en el componente de fundamentación, pero también tiene un componente muy importante de química orgánica y algo de biomoléculas, podríamos decir que un componente de bioquímica, entonces como enlaza estos tres componentes, la química general, la química orgánica y algo de biomoléculas, es más fácil manejarla desde el área de química orgánica. Una persona que tiene el manejo de la química general solamente, puede no tener la facilidad de dictar la parte de orgánica, en cambio un orgánico conoce la fundamentación en química general y también puede asumir la orgánica”*.

Por su parte, el entrevistado PQUI-4 se refirió a algunas situaciones que fueron expresadas también por los directores curriculares: *“... yo pienso que los cursos básicos deben estar en manos de profesores con trayectoria, pero aquí lo que se hace es que a los profesores que acaban de entrar, les dan estos cursos, y si no hay suficientes profesores nuevos, se los dan a profesores ocasionales o estudiantes de posgrado que no tienen el manejo de grupo ni la experiencia para dictar un curso de estos, y en realidad profesores que llevan más de cinco años en este departamento y que dicten esta asignatura somos pocos, porque los demás lo toman como castigo...”*. Estas afirmaciones dejan en evidencia una grave problemática con respecto al recurso docente asignado para los cursos de servicio, que lejos de ser una situación aislada o una visión particular del docente entrevistado, es una situación que había sido ya mencionada en 1997, en el documento “Análisis de la Docencia de la Facultad de Ciencias”, en el que se afirma que en el esquema de evaluaciones anuales de la Universidad concede más importancia a la investigación que a la docencia, y esta situación ha contribuido a que *“algunos profesores miren con desdén la labor docente, no quieran hacer docencia y menos aún si se trata de cursos de los primeros semestres o de servicios. Es de contrastar la situación con lo que ocurre en universidades extranjeras de prestigio donde los mejores investigadores y docentes trabajan con los primeros semestres”* (Acevedo, et al., 1997). A pesar que en el documento mencionado se realizaron recomendaciones para cambiar este aspecto, hoy, dieciseis años después, la situación no parece mejorar, pues, según las afirmaciones del entrevistado, algunos profesores no solamente miran con desdén la labor docente, sino que trabajar con cursos de servicios para primeros semestres se ha convertido en un “castigo”.

4.2.2 Contenido temático de la asignatura *química básica*

En esta categoría, la conversación con los entrevistados giró en torno a la pregunta a cerca de sus percepciones sobre el contenido temático de la asignatura y su relación con las ciencias de la salud. Las respuestas de los entrevistados se codificaron en la matriz de análisis (Tabla 4-8) que se muestra a continuación:

Tabla 4-8: Matriz de análisis de las entrevistas a los profesores de la asignatura *química básica* para la categoría *plan de estudio*.

Categoría inductiva	Categoría deductiva	Código
Contenido temático		Fusión química general, orgánica y biomoléculas.
		Alta densidad y poco tiempo.
	Para qué del conocimiento	Profundidad no adecuada.
		La química se vuelve matemática.
		Enfocar de acuerdo a necesidades de los estudiantes

Durante la época en la que se realizaron las entrevistas, simultáneamente, el director del área de química orgánica convocó a una reunión para discutir sobre el plan de estudio de la asignatura química básica, con los docentes asignados. Los entrevistados hablaron sobre las discusiones pedagógicas que sostuvieron en la reunión y las decisiones que se tomaron.

Los docentes entrevistados coincidieron en que el plan de estudio de la asignatura era muy denso para tratar en un solo semestre, pues se trataba de una fusión entre química general, química orgánica y biomoléculas, cuestión que motivó la mencionada reunión. La entrevistada PQUI-2 proponía que se eliminara la parte inicial del programa “...*la más fundamental, que se aborda en los colegios... se supone que (los estudiantes) ya vienen con unos conceptos básicos*”. En contraposición, los entrevistados PQUI-1 y PQUI-4 consideraron que el contenido temático de la asignatura estaba diseñando para llenar los vacíos que los estudiantes traen del colegio, en palabras de PQUI-4, porque “*lo que se hace es abordar los temas que debieron ver y manejar en el bachillerato, que la mayoría de los estudiantes de esta Universidad no lo maneja porque vienen de colegios públicos donde el nivel no es bueno, entonces, es como un remedial, como una nivelación en química... de hecho yo considero que le hace falta la parte de termodinámica, pero ya es un programa muy denso y el tema no daría para más*”.

Por su lado, la entrevistada PQUI-5 afirmó “...*El programa es muy completo, pero es demasiado extenso y hay redundancia con las carreras que necesitan ver temas como bioquímica y hay cosas que no son necesarias para carreras como las ingenierías, entonces tuvimos una reunión el lunes básicamente... se quitó una parte de macromoléculas del final, carbohidratos, lípidos y proteínas, yo sugerí que se incluyera algo de energía y termodinámica, que no estaba incluido...*” Como lo relató también la entrevistada PQUI-3, la decisión tomada en la reunión fue quitar la parte de biomoléculas porque los estudiantes de ingeniería no la necesitan, y los estudiantes de ciencias de la salud verían este tema en la asignatura Bioquímica.

A pesar de la preocupación del Departamento de Química, y los profesores de la asignatura *química básica* por mejorar plan de estudio de la asignatura, no se tuvo en cuenta, ni siquiera se consultó la opinión de las Directivas Curriculares de las ciencias de la salud para efectuar los cambios mencionados, y se terminó privilegiando la química general sobre la química orgánica, en detrimento de los estudiantes de ciencias de la salud, tal y como fue afirmado por los directores curriculares entrevistados en la primera parte de esta investigación. Esta falta de interacción entre los diferentes departamentos, ya había sido mencionada por Acevedo, et al., (1997) como uno de los aspectos problemáticos de la formación básica en ciencias en la Universidad: *“En la actualidad los cursos del área básica en Ciencias, para las diferentes carreras tratan sólo de satisfacer las necesidades mínimas (que se asumen propias de cada una) en lo que se refiere a presentar solamente aquellos conceptos requeridos para su posterior aplicación. No hay verdadera interacción entre los Departamentos que solicitan un curso de servicio y los que lo ofrecen, para determinar su contenido y significación dentro del plan de estudios correspondiente”*.

Por otro lado, la docente PQUI-5, quien es médico de profesión, introdujo la categoría deductiva *para qué del conocimiento* en el análisis, con la siguiente afirmación: *“en general (en la reunión), se trabajó mucho en que los temas estaban bien, pero había que trabajar en lo que uno espera del conocimiento que la gente debe adquirir... había muchos comentarios acerca de que la química se vuelve matemática, y ese no es el sentido... como que el análisis fue que los temas están bien, la profundidad probablemente no es la adecuada y por eso, por un lado la gente se aburre, por otro lado, matemáticas no es un prerrequisito de química y no puede ser que la gente se quede en química por no saber matemáticas, si lo importante es la parte conceptual... eso no es muy fácil que lo entiendan los químicos porque ven la química como su quehacer diario, y cuando se da para que la use otra persona para la que no va a ser su quehacer diario, es muy importante fortalecer conceptos, y realmente descubrir todos estos aspectos tan interesantes pero de una forma que resultara posible para las otras carreras que no sean química.”*

Estas afirmaciones de la docente entrevistada coinciden con las plasmadas en el documento “Problemas curriculares y pedagógicos del pregrado en la Universidad Nacional de Colombia” (DNPPr, 2004) donde se asevera: *“El profesor, por lo general, se limita a reproducir un modelo ideal de acuerdo con su formación profesional, y se trabaja con base en el cumplimiento de los objetivos del curso, los cuales muestran una alta densidad de contenidos y se materializan en una excesiva actividad presencial. La mayoría de los cursos no se desarrollan en función del trabajo de los estudiantes y la actividad se concentra en la exposición magistral, en un tiempo determinado, de un cúmulo de temas contenidos en un extenso programa”*.

4.2.3 Causas del alto porcentaje de pérdida

Para esta categoría, el diálogo giró en torno a la pregunta a cerca de las principales causas, identificadas por los docentes, del alto porcentaje de pérdida de la asignatura. De las respuestas dadas por los entrevistados surgieron cuatro categorías deductivas: *contenido temático, estudiantes, educación media y estrategias*. Las respuestas de los docentes se categorizaron en la matriz de análisis que se muestra en la Tabla 4-9.

Tabla 4-9: Matriz de análisis de las entrevistas a los profesores de la asignatura *química básica* para la categoría *causas del alto porcentaje de pérdida*.

Categoría inductiva	Categoría deductiva	Código
Causas del alto porcentaje de pérdida.	Contenido temático	Mucho tema.
		Alta complejidad.
	Estudiantes	Métodos de estudio insuficientes.
		No tienen un nivel de fundamentación adecuado.
		Poco interés hacia las ciencias.
		Problemas adaptativos y emocionales.
	Educación media	Mala correlación con la educación superior.
		Permisiva.
		Profesores con fallas en su conocimiento.
	Estrategias	Trabajar conceptos básicos.
		Motivar y comprender al estudiante.

Cuatro de los docentes entrevistados identificaron causas comunes que originan el alto porcentaje de pérdida en *química básica*, excepto la profesora PQUI-5, quién dirigió la conversación en torno a las estrategias que utiliza para que, en su caso, sean muy pocos los estudiantes que pierden la asignatura, e introdujo la categoría deductiva *estrategias* en el análisis.

El profesor PQUI-1 atribuyó las causas de la problemática a la gran densidad temática y elevada complejidad, combinadas con la falta de fundamentación y de buenas técnicas de estudio por parte de los estudiantes: *“El contenido temático es supremamente denso y desde luego el nivel del curso es complicado para un estudiante que recién ingresa, es muy complejo, precisamente por la densidad temática, es mucho tema, y el estudiante que no tiene un ritmo adecuado de estudio y que no trae un nivel de fundamentación adecuado, generalmente no puede superar el curso... muchos estudiantes no traen la fundamentación matemática adecuada, y nosotros no podemos en el curso incluir una ítem de la parte matemática, no hay tiempo... nos toca asumir que el estudiante puede ir rellenando esas lagunas solo”*. En las afirmaciones del docente se observa que prioriza el aspecto matemático de la química, pero cabría preguntarse, ¿esto es lo que realmente necesitan los estudiantes de ciencias de la salud?

La entrevistada PQUI-2, de acuerdo con lo planteado por PQUI-1, centró la discusión en torno a los hábitos de estudio y la falta de autonomía para el aprendizaje, por parte de los estudiantes: *“El primero es el nivel con el que vienen los estudiantes desde el colegio, y las costumbres que tienen, los hábitos en cuanto a la metodología de estudio, tienen unos métodos de estudio insuficientes, no tienen la costumbre de ir, buscar el libro, sentarse a estudiar, hacer los ejercicios, no.. ellos, libros cero... vienen con esa idea desde atrás, desde el colegio..”* y de esta manera, enlazó el problema investigado con la enseñanza media.

En coincidencia con PQUI-2, el entrevistado PQUI-4 también analizó la problemática desde la falta de articulación entre la educación media y la educación superior, asegurando que: *“La cuestión yo no veo que sea del profesor ni del plan de estudios, la cuestión es cultural... tenemos un sistema totalmente proteccionista de la educación media... un profesor nunca deja a un estudiante, el estudiante es el que debe pasar o se queda... están llegando de un sistema muy flexible y laxo... pasan a la universidad donde*

ya no está el papa para vigilarlo... y necesitan métodos de estudio y disciplina... no los traen,... algunos llegan y lo adquieren aquí, otros piensan que es el mismo paseo del colegio... no alcanzaron a adaptarse a ese cambio cultural de metodología con esa responsabilidad que deben asumir y se estrellan en los primeros semestres, no es por capacidad, no es que el programa sea tan denso, es falta de método de estudio y disciplina, eso es lo que traen nuestros jóvenes en su cultura". Además, el profesor PQUI-4 coincide también con el entrevistado PQUI-1 en que incluso hay fallas en el nivel de conocimiento de los profesores de química en los colegios, como lo aseguró este último: *"Yo por lo menos puedo dar fe, pues he tenido incluso como estudiantes a profesores de colegio y he visto las fallas que tienen en los conocimientos básicos... si un profesor de secundaria, de media vocacional, tiene fallas en su conocimiento, imagínese a los estudiantes cómo están saliendo"*.

Las docentes PQUI-3 y PQUI-5, también se refirieron a la falta de fundamentación de la enseñanza media, pero en términos diferentes a los expresados por los docentes PQUI-1, PQUI-2 y PQUI-4. Para la primera, *"...resulta facilista decir que los estudiantes tienen malas bases del bachillerato, eso puede que sea una realidad sobre todo en algunos colegios, con otros no, uno tiene que ir más allá... ¿por qué vienen con los conceptos malos del bachillerato si se supone que tienen un programa que debería ser bastante común para todos?, sin duda que el estudio de las ciencias, a nivel casi de todo el mundo, no despierta el interés de los estudiantes, y eso tiene que ver, en mi concepto, con el entorno en el que viven, más que con las falencias del bachillerato... los chicos de hoy en día están inmersos en un mundo dominado por la informática, los medios, el dinero fácil, y donde está la plata no es propiamente en las ciencias naturales, y esto les disminuye el interés, no le meten la ficha como es debido, además no son materias que sean tan sencillas y terminan perdiendo"*

La docente PQUI-5, por su lado, también reconoce que hay deficiencias de base, atribuidas a la enseñanza media, pero su actitud frente a la situación es diferente a la de otros profesores, pues afirmó: *"A mí me parece que uno tiene la total y completa responsabilidad como empleado público de cubrir todas las deficiencias que hayan podido adquirir en colegios públicos... Yo creo que nuestra labor en un primer semestre, como profesores del gobierno y conociendo todas las falencias que hay, es partir de cero y lograr que ellos entiendan todo desde el comienzo, porque incluso pueden traer conceptos errados, y no me parece que esté bien pensar que vienen del semestre anterior, donde uno sabe lo que hace el profesor, vienen todos de diferentes sitios y tienen que aprender unos conceptos, uno tiene que darle todas las herramientas para que ellos lo puedan hacer"*. Esta es una de las estrategias que implementa la docente para que el porcentaje de pérdida de sus estudiantes en la asignatura *química básica* no sea tan alto, trabajar desde la fundamentación de los conceptos básicos.

Por otro lado, el entrevistado PQUI-4 se refirió también a los problemas emocionales de los estudiantes que no son de Bogotá, como una de las causas del alto porcentaje de pérdida de la asignatura *"...están empezando a vivir una etapa que tienen que afrontar solos porque vienen de provincia a la ciudad... eso hace que el primer año de estudio presente deserción, y eso pasa más con las ciencias porque las ciencias tienen un mayor grado de dificultad, no son bien abordadas desde el bachillerato y terminan siendo un dolor de cabeza para muchos"*. Por esta razón, el profesor piensa que *"...tenemos que empezar a apoyar un poco más a los estudiantes... (química básica) es una asignatura*

magistral, lo que se hace en cualquier parte del mundo, es que está la asignatura magistral dictada por el profesor de planta, y una serie de monitores, regularmente estudiantes de posgrado, que tienen la parte específica con grupos pequeños para hacer ejercicios y mejorar un poco el manejo de los conceptos, pero aquí no hay plata para eso y el profesor tampoco tiene más tiempo porque tiene más cursos y le están exigiendo investigación para la universidad y al estudiante le toca más solo...”

En concordancia con las afirmaciones anteriores, la entrevistada PQUI-5, piensa que se debe apoyar al estudiante en su proceso de aprendizaje, pero no se excusa en la falta de monitorías o en la exigencia de investigación para no hacerlo, por el contrario, lo hace, y esta es una de las razones por las que el porcentaje de pérdida de sus estudiantes es bajo: *“Yo parto de que no saben nada, que hay que entregarles todas las presentaciones que uno haga, que hay que ponerle talleres... que hay que darles bonificaciones y recompensas por su interés en clase, por su participación, que hay que estimularlos a que hablen...incluso me tocó un horario bastante complicado, pero nos divertíamos mucho en clase...me parece que la gente debe ser estimulada... pienso que no hay nada más satisfactorio que ir a un sitio donde uno se sienta apreciado, sea escuchado, se resuelvan los problemas, se corrijan todos los talleres, no que les pequé algo ahí, y ustedes verán cómo lo hacen... que se corrijan los parciales... se hagan chistes....mejor dicho, yo pienso que si uno está enseñando algo que le gusta tiene que ser algo agradable... simplemente uno tuvo alguien que se lo enseñó con cariño”*

Es de notar que cuatro de los profesores entrevistados atribuyen el alto porcentaje de pérdida de la asignatura *química básica* a causas relacionadas con los estudiantes, y aquella profesora que se refirió a la motivación, estímulo y acompañamiento a sus estudiantes, es aquella que reporta uno de los menores porcentajes de pérdida en la asignatura.

4.2.4 Contextualización de los conceptos

Desde el punto de vista de la motivación, la didáctica de la complejidad propone la contextualización de los conceptos para potenciar el aprendizaje significativo (González, 2009), y específicamente en la química, los profesores Cubillos, Villaveces y Poveda (1989) afirman que esta práctica es muy importante para que el proceso de enseñanza logre los objetivos de aprendizaje deseados. Así, se indagó a los entrevistados sobre la manera como realizan la contextualización de los conceptos en el aula de clase, como punto crucial del proceso de enseñanza aprendizaje de la química. Las respuestas se codificaron y se reportan en la siguiente matriz de análisis (Tabla 4-10):

Tabla 4-10: Matriz de análisis de las entrevistas a los profesores de la asignatura *química básica* para la categoría *contextualización de los conceptos*.

Categoría inductiva	Código
Contextualización de los conceptos	Motivación.
	Difícil en grupos heterogéneos.
	Debe hacerla el estudiante.
	Analogías con la cotidianidad.
	La misma estrategia pedagógica para todos.
	Lenguaje informal.
	Profesores con trayectoria.

En este aspecto, los profesores coinciden en que cuando los conceptos químicos se relacionan con un contexto, se logra despertar el interés en los estudiantes; sin embargo reconocieron que, debido al diseño de la asignatura a partir de la reforma del 2007, es más difícil realizar este paralelo, puesto que en el salón de clase se cuenta con estudiantes de diversos programas académicos.

La profesora PQUI-4 piensa que es fundamental que los conceptos químicos se relacionen con la cotidianidad para despertar el interés de los estudiantes, y se apoya en la historia de la química para que logren percibir la importancia de esta ciencia en el desarrollo de la humanidad: *“Yo pienso que cuando uno logra más captar la atención del estudiante en un determinado tema es cuando lo circunscribe a algo que hace parte de su cotidianidad, de su que-hacer, eso les llama poderosamente la atención... en mi concepto, respetando las tendencias de cada profesor, lo peor que se puede hacer en estos cursos básicos, que no son de estudiantes de química, es soltar el concepto escueto y comenzar a hacer una cantidad de ejercicios, porque eso no les llega. A través de ejemplos es como uno logra que vean los conceptos desde otro punto de vista, pues la parte aplicada les llama poderosamente la atención. También utilizo la parte histórica de la química y eso los motiva mucho”*

Los profesores PQUI-1, PQUI-2 también reconocen la importancia de esta práctica, sin embargo enfatizaron en la dificultad que representa su implementación en grupos heterogéneos como los de la asignatura *química básica* a partir de la reforma del 2007. En este sentido, el profesor PQUI-1 afirmó: *“...lo que nosotros tenemos es lo que llamamos un salpición... entonces, tendría yo que ponerme a ejemplificar cada tema para cada una de las carreras...imagina lo que implicaría eso en tiempo... es muy difícil, entonces lo que es muy cierto es que la química es una sola, es una ciencia pura, y cada cual dentro de sus intereses, la va correlacionando... esa es la idea también de la formación universitaria, que cada uno tenga la capacidad de ir correlacionando, para qué le sirve cada tema, dentro de su carrera o de lo que quiere hacer como profesional... entonces sí se puede ir haciendo uno que otro paralelo, dentro de los talleres se deja uno que otro ejercicio aplicado hacia diferentes ramas, pero claro, cada uno tiene la responsabilidad de ir correlacionando eso con su formación... en realidad, en estos cursos se ha manejado prácticamente la misma estrategia pedagógica para todos, y no te puedes salir del esquema del curso como está planteado”*. En estas últimas palabras del profesor PQUI-1 se encuentran argumentos que sustentan las denuncias de uno de los Directores Curriculares durante la entrevista, en el sentido que, una de las razones por las que el porcentaje de pérdida de la asignatura *química básica* es elevado, es que se utiliza un único método para todos los estudiantes, sin tener en cuenta sus propios intereses ni las especificidades particulares de cada programa. Cabría agregar que, de acuerdo con Gardner (2001: 282-283) la implementación de una única estrategia didáctica no favorece los diferentes modos como los estudiantes aprenden, ni la multiplicidad de inteligencias que coexiste en un salón de clase.

Por su lado, la profesora PQUI-2, afirmó que intenta superar esta dificultad para la integración de los conceptos en cursos heterogéneos, apoyada en recursos didácticos como lecturas complementarias que le permiten explicitar las relaciones de la química con su contexto social.

La entrevistada PQUI-5 quien es médico de profesión, coincidió con PQUI-1 y PQUI-2 en la dificultad de esta práctica para grupos heterogéneos, y por eso, realiza la contextualización con la cotidianidad: *“Como la asignatura no está dirigida solamente a estudiantes de ciencias de la salud, (inicialmente yo pensaba que iba a ser así) me di cuenta que era un poco difícil porque por un lado, aunque les interese la medicina, pues no son médicos, entonces me parecía más importante y más divertido para todos contextualizarlo con la vida diaria, con lo que todo el mundo ha tenido que vivir cuando prepara pasta, cuando hierve el agua, cuando echa sal, ya que varios libros traen esos tipos de ejemplos, entonces era más sencillo y me parece más divertido y didáctico para todos... me parece que es algo que puede llegarle a todos”*.

El profesor PQUI-4 piensa que estos cursos básicos deben estar a la cabeza de profesores con trayectoria que tengan un bagaje cultural que les permita relacionar los conceptos químicos con las cosas cotidianas, pues para él, esta integración es esencial para el entendimiento de la química: *“En estos cursos no se pueden tener ejemplos específicos para cada profesión, pero cuando hablamos de química hablamos de fenómenos a nivel molecular y es importante asociarlos con cosas que un ve... cuando se asocian estos fenómenos con algo físico, cotidiano, el estudiante lo recuerda más... hay que ser recursivo en eso... hacer analogías con cosas que el estudiante pueda ver para que logre entender los fenómenos depende de la recursividad del profesor, la habilidad, la experiencia para explicar utilizando un lenguaje informal... por eso yo pienso que los cursos básicos deben estar en manos de profesores con trayectoria”*. En sus palabras, el profesor reconoció la importancia de utilizar un lenguaje que llegue a todos los estudiantes, que, en palabras de Bernstein (1990), sería la recontextualización del discurso pedagógico, como uno de los elementos prioritarios en el proceso de enseñanza-aprendizaje.

En las respuestas brindadas por los entrevistados, se observa que aunque reconocen la importancia de la re-contextualización de los conceptos, no se ve una estrategia pedagógica común en una asignatura que es común para diferentes pregrados, que, respetando la autonomía de cada profesor, hace evidente el escaso trabajo en grupo de los docentes, como fue mencionado por DNPPr (2003):

“A pesar de que se han diseñado planes de mejoramiento, los cambios de actitud y los cambios en los procesos pedagógicos no han sido profusamente discutidos ni evaluados a causa de la limitada formación del docente en el área pedagógica, de la prevalencia de la tradición y la experiencia individual como mecanismos de transmisión del conocimiento y de la tácita aceptación de los estudiantes a este tipo de modalidades. Estos problemas se extienden además al tipo de relación que se establece entre profesores, pues la opinión general es que no existe trabajo en equipo entre colegas. Por otro lado, se busca el enriquecimiento intelectual individual y la permanente actualización en el contenido de cada asignatura con base en criterios subjetivos, pero no como parte integrante de un proyecto colectivo para el desarrollo y el crecimiento de la comunidad académica”.

4.2.5 Formación pedagógica

En el documento de la DNPPr (2003), se plantea que la escasa formación pedagógica de los docentes es un problema general en la Universidad Nacional de Colombia. Para

conocer las percepciones de los docentes de química con respecto a la formación disciplinar y la preparación pedagógica, se realizó una última pregunta, cuyas respuestas fueron codificadas en una matriz de análisis (Tabla 4-11). En el diálogo surgieron dos categorías deductivas: *recursos didácticos* e *instituciones educativas*.

Tabla 4-11: Matriz de análisis de las entrevistas a los profesores de la asignatura *química básica* para la categoría *formación pedagógica*.

Categoría inductiva	Categoría deductiva	Código
Formación pedagógica		Se puede tener el conocimiento pero no la técnica para enseñarlo.
		Formación empírica.
		No debe ser obligatoria.
		Vocación.
	Recursos didácticos	Herramienta importante.
		Actuales.
	Instituciones educativas	Escoger medios y enseñar al profesor a usarlos.
		Fomentar la formación pedagógica.

En esta categoría, los docentes coinciden en que la apropiación del conocimiento por parte del estudiante depende, en gran medida, de la manera como el docente hace explícitos los conceptos, y que el primer requisito para lograr que el proceso sea fructífero para el estudiante es el conocimiento disciplinar del docente, por esta razón, el químico puro es quien termina haciendo docencia en el Departamento de Química; sin embargo, sus percepciones sobre la formación pedagógica, difieren en algunos aspectos.

Los entrevistados PQUI-1 y PQUI-3 coinciden en que algunos profesores pueden tener el conocimiento disciplinar, pero no la técnica para ayudar a sus estudiantes a comprender los conceptos. Al respecto, la entrevistada PQUI-3 opinó: *“sin duda una persona, por más que tenga montones de recursos pedagógicos, si no tiene el conocimiento y está apropiado del concepto, no va a ser lo mismo, y lo contrario también debe ser... uno ve profesores que son cerebros espectaculares, gente muy ilustrada, pero que no tiene la capacidad y los medios para transmitir todo lo que tiene en su cabecita... nosotros los profesores de química, no tenemos formación pedagógica pero con el pasar de los años y del tiempo uno va viendo cuándo eso que se sabe no lo transmitió bien y va buscando mejores recursos”*. En convergencia con los argumentos anteriores, el entrevistado PQUI-1 afirmó: *“es innegable la necesidad de conocer o de tener algunas herramientas de pedagogía... mucha gente tiene una gran cantidad de conocimiento acumulado, se ha especializado en su área, pero puede no tener la técnica, las herramientas adecuadas para transmitir ese conocimiento y ayudar a que el estudiante interiorice ese conocimiento y lo asimile... eso es otra cosa... entre tener mucho conocimiento y saber enseñar... es más, muchos profesionales de la química encuentran ahí una barrera que está presente siempre, porque no tienen la capacidad o no pueden lograr transmitir ese conocimiento, lo cual es un desperdicio, una persona que tiene un buen manejo de una ciencia pura o de una ciencia aplicada, y que no sepa comunicar, ese es un problema...”*

Otra entrevistada, la docente PQUI-2, reconoce también la importancia de la formación pedagógica, aunque piensa que no debe ser obligatoria para un científico, pues se puede adquirir empíricamente, como se lee a continuación: *“Yo creo que es importante, pero*

considero que no debe existir una formación pedagógica obligatoria para un científico, que ha hecho su maestría, doctorado y se ha dedicado a la investigación y a la docencia, yo creo que la parte pedagógica nace de la observación de los estudiantes, cómo es su proceso de aprendizaje y su evolución y uno observando, se va dando cuenta de lo que tiene que hacer para que el estudiante caiga en cuenta de ciertas cosas, le vaya un poco mejor y analice las cosas de mejor manera". Sin embargo, reconoce que hay colegas que "ignoran esta parte, no la tienen en cuenta....pero uno sí tiene que ir observando al estudiante y ver qué pasa con ellos, es difícil porque son muchos estudiantes, cursos grandes, alrededor de 60 estudiantes o más dependiendo del salón... es difícil pero no es imposible, se puede hacer".

En las respuestas de estos tres entrevistados, se observa que, para ellos, la preparación pedagógica del docente se reduce a la técnica y medios para "transmitir" conceptos, y en sus palabras permanece implícito el paradigma positivista para la formación en ciencias.

Por su lado, el profesor PQUI-4 aseguró que la formación disciplinar es tan importante como la pedagógica, pero por falta de tiempo, el químico puro termina aprendiendo pedagogía en el actuar del aula de clase, lo que considera una falla en el Departamento de Química: *"Es importantísima la formación pedagógica, lo que pasa es que en cualquier parte del mundo uno elige ser pedagogo o científico en una ciencia natural, de hecho en este país, uno como químico puro no tiene fácil acceso al medio donde están los que son pedagogos... uno piensa que ellos saben cómo enseñar, pero resulta que no tienen los conocimientos que necesitan para enseñar algo ... sería importantísimo tener formación en las dos cosas, pero uno aprende de manera empírica, cada quien hace la docencia de acuerdo a como vive la ciencia, a su vida, a su forma de analizar y actuar. Tenemos fallas en eso, yo pienso que debería haber formación académica en pedagogía... ha pasado aquí que quienes han tratado de irse por la parte de la enseñanza, dejaron de lado la química y no terminaron siendo buenos ni en lo uno ni en lo otro".*

Sólo una entrevistada utilizó el término vocación durante el diálogo, la docente PQUI-5 afirmó: *"Yo pensaría que eso tiene que ver mucho con vocación. Yo pienso que puede que usted coja a todos los docentes de química y los lleve a cursos para ser profesor y eso no le va a garantizar que sea un buen profesor, se puede coger aquí o en cualquier otra universidad a un profesor que lleva muchos años dando clase, y eso no le garantiza que sea un buen profesor, o puede tener gente como yo, que nunca fue formada para dar clase pero en mi primera experiencia docente (en otra institución universitaria) en reuniones muy sencillas me dieron la clave de la docencia actual: que uno no se para a dar clases magistrales, que uno tenía que interactuar con la gente, y esas nociones fueron claves para mí".* En sus palabras, la docente describió las características de su práctica docente, que son la clave para que el porcentaje de pérdida de los estudiantes en su asignatura no sea tan alto como con otros docentes.

Por otro lado, durante el análisis de las respuestas, surgieron dos categorías deductivas. La primera, *recursos didácticos*, fue introducida por dos de los docentes entrevistados, PQUI-1 y PQUI-3, quienes coinciden en la importancia que el profesor maneje herramientas didácticas actuales para la enseñanza de la química, y la entrevistada PQUI-3 enfatizó además en el papel de las instituciones educativas para la apropiación de estos recursos: *"sería importante que un profesor universitario recibiera la guía, la orientación en recursos didácticos, sobre todo hoy en día cuando hay tantas*

herramientas, y es importante saber usarlas, porque los chicos de hoy en día están en eso. Yo le decía a unos profesores de química básica, no nos podemos quedar, nosotros sabemos que es importante el tablero, pero no nos podemos quedar solo con eso, porque estos chicos se van a aburrir... porque ellos van a una velocidad diferente....hoy en día hay una gran cantidad de recursos didácticos para la enseñanza de la química y hace falta que en las instituciones educativas se usen, se escojan, se le enseñe al profesor cómo usarlo, se le den los medios para que los pueda usar, como una ayuda, no como un reemplazo”

En la categoría *instituciones educativas*, el entrevistado PQUI-4 aseguró que es importante que se ofrezcan oportunidades para la formación pedagógica, pero que debe contarse con el tiempo que el docente puede dedicar a esta actividad, teniendo en cuenta que además, debe hacer investigación. En este sentido, es importante resaltar que el Acuerdo 033 de 2007 planteó que la Universidad Nacional debe concretar y promover la formación pedagógica de los profesores, como una estrategia para contribuir al éxito de la Reforma Académica (CSU, 2007)

A pesar de la recomendación del CSU (2007), se evidencia la escasa formación pedagógica de los docentes de química, aunque se reconoce la intención de los entrevistados por mejorar este aspecto. Esta situación fue descrita en el documento de la DNPPr (2003) como uno de los problemas curriculares y pedagógicos del pregrado en la Universidad Nacional de Colombia, de la siguiente manera:

“Los docentes se enfrentan a la cátedra con una escasa formación pedagógica y con una débil comprensión de las propuestas pedagógicas. Además, no hay espacios para la socialización y la discusión sobre modalidades y experiencias pedagógicas. Al respecto, los documentos de autoevaluación cuestionan la falta de una visión pedagógica institucional que ayude a superar estos problemas, pues no hay inducción, acompañamiento o apoyo al profesor en su quehacer docente, ni se producen documentos sobre el tema pedagógico... Pese a que en algunos programas se han realizado esfuerzos por encaminar las prácticas pedagógicas más hacia la solución de problemas y menos hacia la mera transmisión, siguen predominando los enfoques centrados en dominios de contenidos y apropiación de la información o en la ejercitación, en los que el profesor es el centro del proceso y el estudiante es una gente receptor”

Por otro lado, la escasa formación pedagógica de los docentes de química debe ser considerada también como una problemática desde la práctica evaluativa, puesto que es a través de la evaluación como se determina si el estudiante aprueba o no aprueba la asignatura. En este sentido, en el documento de Acevedo, et.al, (1997) se identificó como una urgencia en la Facultad de Ciencias la implementación de diversas alternativas de evaluación para los estudiantes, que impactaran significativamente la calidad en la educación; sin embargo, en el documento de la DNPPr (2003), se evidencia que los profesores siguen utilizando la evaluación del estudiante como una manera de calificarlos, controlarlos y clasificarlos, dificultándoles el proceso de reflexión y convirtiéndolos en especialistas para preparar y presentar exámenes.

4.3 Profesores de ciencias de la salud

Con el propósito de adquirir más elementos para la construcción de comprensiones holísticas de la problemática investigada, durante el segundo semestre de 2012 se realizaron tres entrevistas semi-estructuradas a profesores de bioquímica, fisiología y farmacología; tres grandes áreas para las que la fundamentación en química básica es importante en las ciencias de la salud, quienes se codificaron como P-FS-6, P-FS-7 y P-FS-8.

La entrevista a estos docentes giró en torno a las preguntas orientadoras (Anexo E) en tres categorías: *Formación en química de los estudiantes que llegan a su asignatura, conceptos químicos necesarios en su asignatura y soluciones a la problemática*. Las respuestas de los docentes se codificaron en matrices de análisis para su entrecruzado con el resto de la información.

4.3.1 Formación en química de los estudiantes que llegan a su asignatura.

El diálogo propuesto en esta categoría surgió de la entrevista a uno de los Directores Curriculares, quien afirmó que los profesores con asignaturas para las que *química básica* es pre-requisito manifestaban su descontento con la fundamentación de sus estudiantes en ésta área, quienes, a pesar de tener aprobada *química básica*, no manejaban muchos de los conceptos que se suponía debían haber adquirido en el primer semestre. Las respuestas de los docentes se codificaron en la siguiente matriz de análisis (Tabla 4-12):

Tabla 4-12: Matriz de análisis de las entrevistas a los profesores de ciencias de la salud para la categoría *formación en química de los estudiantes que llegan a su asignatura*.

Categoría inductiva	Categoría deductiva	Código
Formación en química de los estudiantes que llegan a su asignatura		Deficiente.
		Heterogénea.
	Causas	Falta de interés por las necesidades de los programas académicos.
		Homogenización nociva.
	Consecuencias	No hay continuidad.
		Se pierde el esfuerzo que hace la Universidad.
		Pérdida de oportunidades para el estudiante.

En el diálogo entrevistado-entrevistador que surgió en esta categoría, los docentes coincidieron en que la preparación en química de sus estudiantes no es tan buena como lo necesitarían en sus respectivas asignaturas, y durante la entrevista, surgieron dos categorías deductivas: *causas* y *consecuencias* de la problemática.

El profesor P-FS-6 afirmó que la preparación en química de los estudiantes que llegan a su asignatura es deficiente, e identificó algunas causas y consecuencias de esta problemática: “...*nosotros tenemos los mejores estudiantes del país porque la selección es muy estricta, entonces ya eso nos da ciertas ventajas, pero los muchachos vienen con*

muchas deficiencias (en química), porque los programas que se dictan en Ciencias, aunque el nivel de los docentes es muy alto, no ha sido articulado con lo que nosotros necesitamos (en ciencias de salud). Simplemente lo que la facultad hizo fue mandar a los estudiantes a tomar bioquímica, pero nunca ha habido un interés para que Ciencias llegue a un acuerdo sobre las temáticas que se deben ver, entonces se dicta una asignatura (química básica) que no va dirigida hacia lo que los estudiantes necesitan para posteriormente darle continuidad al programa”.

Por su lado, los profesores P-FS-7 y P-FS-8 están de acuerdo en que la formación en química de sus estudiantes es heterogénea, y centraron su discusión en la diferenciación entre las competencias de los estudiantes. El profesor P-FS-8 afirmó que *“...en relación con la competencia que puedan tener los estudiantes en el manejo de los conceptos (químicos) necesarios, la experiencia muestra que es heterogénea... hay muchachos que no tienen ningún problema para la abstracción del concepto químico en la fisiología, hay otros que no han logrado el suficiente grado de abstracción, y otros que lo han abandonado”* La profesora P-FS-7 coincidió con las afirmaciones anteriores al asegurar que *“...el grupo siempre está dividido... los que son muy pilos y esos niños vuelan, y los que ni para delante ni para atrás y no les interesa profundizar... entonces yo hablo (de conceptos químicos) y algunos van asociando con la parte clínica, pero en ese punto creo que hay falencia nuestra desde la parte química, por el enfoque que le hemos dado a nuestro ejercicio, además, ellos ven química en primero, y nosotros los cogemos en sexto... hay una ruptura total entre lo uno y lo otro”.*

De acuerdo con las afirmaciones de los tres docentes entrevistados, se evidencia que la falta de articulación entre la química y las ciencias de la salud no es solamente una de las causas que origina el bajo rendimiento académico de la asignatura *química básica*, sino que, además es el origen de la desarticulación con asignaturas posteriores, que, como ya había sido reconocido por los Directores Curriculares, conlleva a que el proceso formativo de los estudiantes sea fragmentado.

Por otro lado, en la categoría emergente *causas*, el profesor P-FS-8 se refirió a que la política de homogenización para asignaturas como *química básica*, implementada con la Reforma del 2007 es nociva para los estudiantes, pues *“...al volverla un requisito universal y homogénea, lo que está generando es talanqueras y riesgos para que los estudiantes entren en un supuesto bajo rendimiento y una pérdida de la calidad de estudiante... me parece que ha habido una acción prejuiciosa de parte de quienes han dirigido la Universidad, que son básicamente profesores de la Facultad de Ciencias, quienes, dentro de esa mirada universalista, generan una mirada homogenizante de la formación...”* Estas afirmaciones del profesor coinciden con las de los Directores Curriculares en el sentido que no se tienen en cuenta las necesidades de formación de cada programa académico en las asignaturas de servicios, y además, como fue asegurado por los docentes de *química básica*, esta situación se vuelve problemática en el salón de clase, pues no es fácil realizar la contextualización de los conceptos cuando en el aula conviven estudiantes de diversas profesiones.

Durante el diálogo, emergió, como última categoría deductiva, planteada por los profesores P-FS-6 y P-FS-8, las *consecuencias* de la desarticulación entre la formación en *química básica* y las ciencias de la salud. El primero afirmó que esta falta de articulación hace que *“se pierda el esfuerzo que hace la universidad en búsqueda de una*

buena formación”, y el segundo indicó que “en el caso en particular de la fisiología (los estudiantes) se pierden la belleza que puede haber en la aproximación que nosotros les ofrecemos... se pierden la mirada abstracta y compleja, que por abstracta y compleja es bella... se pierden la dimensión estética de la concepción fisiológica y se les vuelve una cosa como que yo tengo es que aprobar, pasar el examen... memorizar y omitir... de alguna manera es una especie de empobrecimiento de las posibilidades de ampliar su repertorio cognitivo más allá de memorizar para un parcial”.

En este punto del análisis, puede afirmarse con certeza que la problemática del bajo rendimiento de la asignatura *química básica* no acaba en el primer semestre, ni con los estudiantes que deben repetir la asignatura o pierden la calidad de estudiante, por el contrario es una problemática que desencadena nuevos conflictos en semestres y asignaturas posteriores, en detrimento de la calidad de la educación en la Universidad Nacional de Colombia.

4.3.2 Temas y conceptos químicos necesarios

Con el objeto de identificar los conceptos básicos de la química que los estudiantes necesitan conocer para asumir asignaturas posteriores de las áreas de bioquímica, fisiología y farmacología, se realizaron preguntas en torno al tema. El diálogo entrevistado-entrevistador fue profundo y en el análisis surgió una categoría deductiva: *profesores de química básica*. La codificación de las respuestas se muestra en la siguiente matriz de análisis (Tabla 4-13):

Tabla 4-13: Matriz de análisis de las entrevistas a los profesores de ciencias de la salud para la categoría *temas y conceptos químicos necesarios*.

Categoría inductiva	Categoría deductiva	Código
Temas y conceptos químicos necesarios		Manejo de conceptos básicos de química general aplicados a la química orgánica.
		Enfoque matemático no es necesario.
		Diferentes niveles de complejidad.
	Profesores	No se preocupan por las expectativas de los estudiantes.

La información recolectada alrededor del tema con estos profesores, permitió entretejer comprensiones integradoras del fenómeno investigado. En primer lugar, cabe recordar que los Directores Curriculares entrevistados consideraron que la asignatura *química básica* debería enfocarse más en la parte orgánica, y en la entrevista a los docentes de ciencias de la salud, se evidenció que es muy importante que los estudiantes manejen también conceptos básicos de la química general, pero enfocados en moléculas orgánicas; además, reconocieron que es un problema que se dedique únicamente la parte final de esta asignatura al estudio de química orgánica. En segundo lugar, en las entrevistas con los profesores del Departamento de Química se evidenciaron divergencias entre quienes enfocan la química hacia la matemática y aquellos quienes la enfocan hacia la parte conceptual y práctica; y este dilema es resuelto, en este punto, por los profesores de ciencias de la salud, quienes resaltaron en que para estos estudiantes es prioritario comprender conceptualmente los temas básicos de la química general aplicados a la química orgánica, más que su tratamiento matemático.

En el sentido de las afirmaciones anteriores, el profesor P-FS-6 aseguró que *“Hay temas básicos (de la química) que son muy importantes, no solamente para bioquímica sino también para la misma fisiología... todo lo que es el balance de masas... todo eso es importante... todo lo que tiene que ver con moles, Avogadro, estequiometría... todo eso es importantísimo... la nomenclatura es importante, por lo menos la básica... la inorgánica, la orgánica... todo lo que tiene que ver con equilibrio es importantísimo, cinética es muy importante... lo básico de la orgánica, algunos mecanismos básicos son importantes, estructuras orgánicas y nomenclatura, porque ya eso es un componente muy amplio de la química general y deberían quitarse otras cosas que posiblemente no son útiles”*. En estas palabras el profesor reconoció la importancia de temas específicos de la química general para los estudiantes de ciencias de la salud, pero hizo énfasis en que no es suficiente con que el estudiante conozca los conceptos básicos, sino que es importante que conozca el concepto aplicado a las moléculas orgánicas: *“ellos (los estudiantes), de la parte orgánica vienen con muchas debilidades, todo lo que son estructuras orgánicas, no la manejan, por ejemplo los estudiantes no tienen muy claro lo que es un proceso de oxidación-reducción, entonces cuando uno les dice, vamos a ver como un compuesto se oxida para la obtención de energía, puede que conozcan el concepto en general, pero cuando ya uno tiene una molécula orgánica, no saben cómo una molécula se oxida.”*

El profesor P-FS-8 se refirió también a la importancia de las soluciones y las biomoléculas en el estudio de la fisiología: *“Como lo decía Claude Bernard uno de los fisiólogos del S.XIX, las células viven en un mar interior, y ese mar son unas soluciones, entonces, ¿qué tenemos que conocer muy bien? La estructura molecular del agua y su comportamiento, las propiedades de las soluciones, muy clara la noción de concentración y muy claro algunos principios básicos de fisicoquímica: cómo a partir de la asimetría en la distribución de las concentraciones en las soluciones, pueden surgir fenómenos eléctricos cuando se trata de iones, la noción de ión tiene que estar muy clara, y obviamente todo lo que tiene que ver con la concentración. Además a partir de los últimos cuarenta años, en la enseñanza de la fisiología al nivel de complejidad celular, la referencia a todas las biomoléculas son permanentes, todo eso tiene que estar completamente claro y se menciona como un asunto que se da por sabido, un terreno que debe ser completamente conocido por los estudiantes”*

Desde su experticia, la profesora P-FS-7 identificó temas básicos de la química general que son necesarios en su área, y en coincidencia con los otros entrevistados, resaltó su importancia para las ciencias de la salud: *“En la farmacología general, se aborda la farmacocinética y la farmacodinamia. Ahí los conceptos claves que estamos manejando es cómo se biotransforman los medicamentos, y esa biotransformación implica ruptura de enlaces; a nosotros nos interesan mucho los enlaces, los tipos y sus diferencias, ¿Por qué? Porque los medicamentos que me hagan enlaces covalentes son de difícil manejo en clínica, van a generar más reacciones adversas, porque está su efecto mucho más tiempo... es en ese punto donde desde la fármaco se les hace énfasis”*. Además, la entrevistada destacó la importancia de la estereoquímica en la cinética de moléculas orgánicas: *“También se enfatiza en la importancia que el estudiante conozca cómo se agregan los diferentes grupos funcionales y cómo el cambio de un grupo en una molécula altera toda la cinética del medicamento, ese es el punto que nosotros trabajamos, sobre todo con reacciones de óxido-reducción e hidrólisis... eso sí lo*

enfaticamos, y la identificación de la estructura molecular sí, pero que profundicemos más allá (en la parte química), no mucho”.

Cuando se indagó a los entrevistados sobre el tratamiento matemático de los conceptos químicos, por ejemplo, en el tema de soluciones amortiguadoras, en las que los estudiantes de *química básica* deben realizar ecuaciones de segundo y hasta tercer grado para el cálculo del pH, la respuesta fue unánime: el profesor P-FS-6 afirmó que *“cualquier médico que esté en una UCI, necesita, no hacer el cálculo, sino manejar el concepto de equilibrio ácido-base, de eso puede depender la vida de un paciente”*, y la profesora P-FS-7 estuvo de acuerdo con esta afirmación al asegurar que *“lo necesario es el concepto... cuando (los estudiantes) toman fisiología, ven el equilibrio ácido-base y homeostasis hidroelectrolítica y luego, en farmacología, nosotros entramos a hablar de la forma en que podemos revertirlo, en intoxicaciones, en qué momento puedo irme hacia la acidosis, a la alcalosis, dependiendo de la sustancia que está involucrada, pero es más conceptual que matemático”*

Por su lado, el entrevistado P-FS-8 coincidió con los profesores anteriores en que lo importante en el primer semestre es afianzar la parte conceptual, y en su respuesta, se remitió a la experiencia adquirida en encuentros sobre reflexión curricular, desde cuando era estudiante de Medicina, hasta sus recientes razonamientos pedagógicos: *“...yo he pasado por todas las posturas, desde la que es más frecuente entre los profesores jóvenes, que hay que darles un curso de matemática química porque si no, cuando lleguen a fisiología no pueden resolver ecuaciones y eso es inconcebible... o el espíritu del modelo Flexneriano que implicaba que los estudiantes hicieran un ciclo previo, pero como para aclarar ese punto, hay que decir: miren, nosotros no necesitamos que nos lleguen (a fisiología) químicos, necesitamos que llegue gente que tenga un nicho mental, para que cuando se enfrente a una situación química y unos conceptos básicos, pueda, en un momento dado, tener la libertad y la tranquilidad de re-preguntarlos, re-formularlos, re-pensarlos desde nuevas perspectivas, y no creer que ya todo está hecho”*.

Entonces, de acuerdo con los tres docentes de ciencias de la salud entrevistados, es importante que los estudiantes de estos programas aprendan a manejar, en primer semestre, unos conceptos básicos de la química general aplicados a moléculas orgánicas. Con estos conceptos se encontrará más adelante, a medida que avance en el plan de estudios, en otro nivel de complejidad y así, podrá re-elaborar y re-contextualizar sus comprensiones de los fenómenos químicos en los seres vivos, mediante el razonamiento científico.

Finalmente, en el diálogo alrededor de esta categoría, el profesor P-FS-6 introdujo la categoría deductiva, *profesores de química básica*, y opinó que estos, deberían: *“enseñar en lugar de complicarles la vida (a los estudiantes), porque cuando uno es profesor y no sabe dictar un tema, cuando uno improvisa, le complica la vida al estudiante... pero hay profesores que enseñan muy bien y aplican, y hay profesores que son muy buenos profesores y le facilitan al estudiante los recursos para que busque opciones, así el profesor no sepa... eso es lo que hace que nosotros los profesores tengamos flexibilidad, sin alejar al estudiante de lo que necesita, hay profesores que saben manejar estas situaciones así no sepan de medicina”*. En este punto, se refirió a antiguos profesores del Departamento de Química, quienes se preocupaban por buscar la manera de aproximar la química a la parte médica, sin embargo, señaló que *“...ahora simplemente llega un profesor, lo programan y le dicen, dicte la materia y no importa para quien va... si son*

ingenieros, si son médicos...los conceptos químicos son los mismos, pero las aplicaciones no... un ingeniero debe ser abordado de manera diferente a un estudiante de ciencias de la salud". Estas últimas palabras recuerdan las pronunciadas por uno de los docentes de química entrevistados, quien defendió la postura de usar un único método de enseñanza para estudiantes de diferentes programas, porque los conceptos químicos son universales, en contravía de posturas actuales de enseñanza, en la que la contextualización y dinamismo de los contenidos se considera uno de los elementos de la didáctica de la complejidad (González, 2009), que favorecen los diferentes modos como los estudiantes aprenden (Gardner, 2001: 394)

4.3.3 Soluciones a la problemática

En la entrevista a los docentes de ciencias de la salud, se planteó una última pregunta alrededor de las posibles soluciones a la problemática por ellos descrita. El diálogo fue intenso, y las respuestas de los docentes se codificaron en la siguiente matriz de análisis (Tabla 4-14):

Tabla 4-14: Matriz de análisis de las entrevistas a los profesores de ciencias de la salud para la categoría *soluciones a la problemática*.

Categoría inductiva	Código
Soluciones a la problemática	Aplicación específica de la química.
	Cuerpo de profesores expertos para la asignatura.
	Motivación al estudiante.
	Actualización de las didácticas.
	Conocimiento pedagógico del contenido.
	Construcción de aprecio por la ciencia.
	Reiteraciones en diferentes niveles de complejidad.
	Apuesta por los procesos.
	Acercamiento entre las disciplinas.

En esta última pregunta, las respuestas de los entrevistados coincidieron en algunos puntos con los Directores Curriculares, y se hizo evidente que la problemática descrita ha dado lugar a debates académicos al interior de las facultades de ciencias de la salud.

Según el profesor P-FS-6, se ha planteado la necesidad de que la Facultad de Medicina asuma la asignatura de química, enfocada hacia lo que realmente requieren los estudiantes de ciencias de la salud, porque: *"...una química la puede dictar cualquier persona que haya estudiado química, pero lo que nosotros queremos es formar buenos profesionales (de ciencias de la salud), entonces, ¿qué es lo que se trata de hacer? Que nosotros, desde la Facultad de Medicina, tomemos la química, armemos nuestro programa, con las sugerencias de los profesores de los diferentes departamentos, que ojalá lo hagamos no solo para medicina sino para todas las áreas de la salud, y que los profesores se dediquen al área de la salud, para que nosotros veamos una muy buena química, pero desde nuestro punto de vista... aunque hay gente que dice que la química es universal, claro, la química es universal, pero la aplicación es específica..."* Estas palabras coinciden con las ideas de los directores curriculares, en el sentido de la importancia de una formación en química contextualizada para la formación de buenos

profesionales de las ciencias de la salud, garantía de excelencia en la Universidad Nacional de Colombia.

Por otro lado, el entrevistado P-FS-6 fue enfático en indicar que esta asignatura no debería ser asumida por un solo profesor, puesto que: *“Lo ideal sería que fuera dictada por más de un profesor, con aplicaciones... un solo profesor para una asignatura tiende a desaparecer en cualquier escuela seria del mundo... eso no es justo para los estudiantes... un profesor no puede ser experto en todos los temas”*. Y en referencia a la dualidad docencia-investigación afirmó: *“Se supone que la investigación fortalece la docencia, pero hay profesores que aunque no hagan investigación, pueden llegar a ser mejores docentes que un investigador”*, en contraste con algunos de los profesores del Departamento de Química entrevistados, quienes creen que para ser buen docente es imperativa la actividad investigativa, sobre la formación pedagógica. Además, el entrevistado destacó la responsabilidad del docente en la construcción del aprecio por las asignaturas, mediante la motivación al estudiante y las didácticas novedosas, al afirmar que *“las clases no deben ser tan largas, una clase larga aburre al estudiante... hay que hacer clases dinámicas, con programas abiertos, referentes internacionales y dinámicas novedosas como teleconferencias. Hay que dejar que el estudiante lea, darle todos los días artículos nuevos, no con el fin de maltratarlos... a los estudiantes hay que enseñarles a querer la asignatura. Cuando un profesor hace odiar una asignatura causa frustración, cuando el profesor les da cosas modernas... artículos nuevos, (los estudiantes) le encuentran aplicación, se motivan y aprenden a querer la asignatura, esto cambia el concepto de lo que es una asignatura... hay asignaturas que son muy difíciles pero hay profesores que ayudan a querer la asignatura, y todo eso hay que cambiarlo... nosotros somos culpables que el estudiante odie las asignaturas... nosotros tenemos que darles pauta para que lean libros pero también cosas modernas, sin maltratarlos y cogerlos contra la pared”*. En resumen, el profesor se refirió a que Shulman (1987), llama *Conocimiento Pedagógico del Contenido*, una serie de conocimientos que adquiere el profesor mediante la práctica docente que se relacionan con la pedagogía y las didácticas específicas para la enseñanza de los diversos contenidos que están inmersos en el currículo y facilitan el aprendizaje de los estudiantes.

Por su lado, el entrevistado P-FS-8 aseguró que una solución a esta problemática tendría que ir de la mano con un cambio en los paradigmas y epistemes de los profesores de ciencias, quienes engrandecen el alcance de estas asignaturas básicas ofreciéndolas de una manera muy extensa e intensa para estudiantes de primer semestre, cuando lo que se debería hacer es *“tratar de construir un aprecio por la ciencia, por la experiencia científica, por la manera como la ciencia construye conocimiento y el papel que eso juega en las profesiones, entonces habría que contribuir es a esa construcción de un aprecio por la manera como la ciencia construye una verdad provisional que puede ser apropiada en profesiones que se ven a sí mismas como científicas, como las ciencias de la salud”*. Además, indicó que los estudiantes de ciencias de la salud se encontrarán nuevamente con estos conceptos de la química básica más adelante en su plan de estudios y así, *“el aprendizaje (de estos conceptos) se logrará por aproximaciones sucesivas, en niveles de complejidad creciente, que le permitirán re-elaborar y re-pensar lo que ya sabe”*. Con estas palabras, el profesor invita a transformar la práctica pedagógica en la enseñanza de las ciencias, del paradigma positivista hacia la didáctica de la complejidad, para apostarle a los procesos, como lo ha venido aplicando durante los últimos años, en la enseñanza de la fisiología: *“...lo que hacemos es una serie de reiteraciones (de los conceptos)... enseñémosles allá, volvamos otra vez acá... sabemos que los tienen que*

volver a ver en otro momento, sabemos que si se van a dedicar a una especialidad volverán sobre ellos... y uno con el paso del tiempo y viendo la evolución personal y profesional de los estudiantes, uno dice... lo que se está haciendo está bien... puede que la competencia que exhiban en un momento puntual de una asignatura muy temprana no sea la mejor, pero a la postre, en el intensivista, que ha hecho todo el proceso, es buena, es competente. Entonces hay que apostarle más a los procesos, porque si uno se angustia por el corte puntual que se hace en un momento dado, se puede llegar a frustrar, y llegar a pensar que es necesario llenar de pre-requisitos y exigencias a los estudiantes apenas ingresan a la universidad y eso lo que hace es agobiarlos y no necesariamente facilitar las cosas”.

Una apuesta por los procesos y una enseñanza contextualizada, permitiría que los estudiantes recibieran una formación más holística y menos fragmentada, sin embargo, para su aplicación, es necesaria “...la conciliación, el diálogo, la negociación y el acercamiento de las disciplinas”, tal y como fue propuesto por la entrevistada P-FS-7 durante el diálogo en la categoría *solución a la problemática*.

4.4 Profesores con asignaturas en las que los conceptos químicos son insumo de conocimiento

Con el objetivo de conocer la apreciación de otros profesores y ampliar las comprensiones del fenómeno, durante el segundo semestre de 2012 se realizó una encuesta a profesores de las facultades de ciencias de la salud, con asignaturas para las que *química básica* no es pre-requisito, pero que requieren de conceptos químicos como insumo de conocimiento.

La encuesta (Anexo F), se envió por correo electrónico, a once profesores seleccionados por los directores curriculares de los programas de ciencias de la salud, y a vuelta de correo, se recibieron ocho encuestas diligenciadas. Desafortunadamente, las profesoras del Departamento de Nutrición y Dietética no participaron de la investigación aunque la investigadora, en repetidas oportunidades trató, infructuosamente, de contar con sus apreciaciones.

El instrumento de recolección de información se diseñó con ocho preguntas, seis abiertas y dos cerradas. En la primera pregunta se pidió a los encuestados que escribieran la asignatura de la que son responsables en su respectivo departamento, y que requieren del conocimiento de conceptos químicos por parte de los estudiantes. Con las respuestas a esta pregunta se construyó la (Tabla 4-15), en la que se detalla la asignatura y facultad de cada uno de los encuestados quienes, voluntariamente y previo consentimiento informado, participaron en la investigación.

Tabla 4-15: Caracterización de la muestra de profesores encuestados.

Código del encuestado	Facultad	Asignatura
P-MO-9	Odontología	Morfología oral, oclusión, ATM.
P-MD-10	Enfermería	Medios diagnósticos.
P-ENF-11	Enfermería	Enfermerías clínicas y de salud pública.
P-ID-12	Enfermería	Interpretación diagnóstica.
P-EFS-13	Medicina	Electrofisiología celular, plasticidad sináptica, fisiología I y II.
P-GYO-14	Medicina	Ginecología y obstetricia.
P-MDI-15	Medicina	Medicina Interna.
P-MP-16	Medicina	Pediatría.

A continuación, se detallan las respuestas a las siguientes preguntas de la encuesta, para su posterior entrecruzamiento con el resto de información.

4.4.1 Conceptos químicos necesarios y grado de apropiación por parte de los estudiantes.

Este ítem estuvo compuesto por dos preguntas, en la primera, se pidió a los encuestados listar los conceptos de química básica que sus estudiantes debían conocer para poder tomar la respectiva asignatura, e inmediatamente después, indicar el grado de apropiación de estos conceptos, en una escala valorativa de: excelente (E), bueno (B), regular (R) y malo (M). Las respuestas a estas dos preguntas se muestran a continuación (Tabla 4-16)

Tabla 4-16: Respuestas a la pregunta sobre conceptos químicos necesarios y grado de apropiación por parte de los estudiantes.

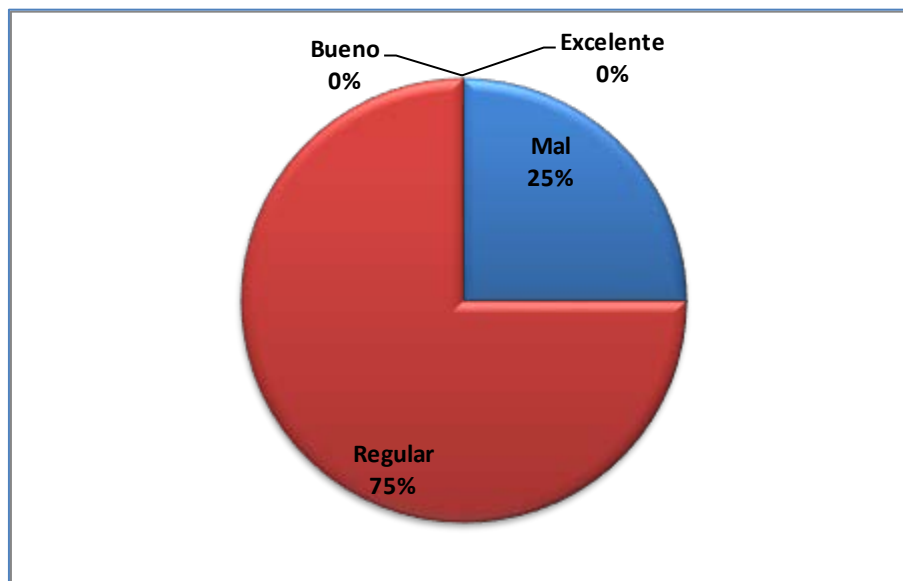
Concepto \ Profesor	MO-9	MD-10	ENF-11	ID-12	EFS-13	GYO-14	MDI-15	MP-16
Química orgánica	R		R	M	M	R	R	
Soluciones y electrolitos			R		M	R	R	R
Equilibrio ácido base			R	M	M	R		R
Óxido-reducción	R				M		R	
Fuerzas inter e intramoleculares	R				M			
Nomenclatura Inorgánica	R				M			
Reacciones químicas	R							
Propiedades de los gases		R						
Teoría atómica					M			

Seis de los ocho encuestados indicaron que sus estudiantes deben conocer conceptos básicos de la química orgánica, tal y como fue advertido por los directores curriculares y profesores de ciencias de la salud entrevistados. Sin embargo, también es necesario que los estudiantes manejen temas de química general, que, como ya se ha mencionado a lo largo del documento, deberían estar enfocados en los intereses de los estudiantes de ciencias de la salud. Llama la atención que, según los profesores entrevistados, sus estudiantes manejan estos temas de forma regular (R) o mala (M); situación

preocupante, e indicador de la calidad en la formación de los profesionales de ciencias de la salud en la universidad.

La cuantificación de las respuestas de los docentes sobre el grado de apropiación de los estudiantes de los conceptos químicos necesarios en estas asignaturas arrojó la Gráfica 4-1:

Gráfica 4-1: Percepción de los docentes sobre el grado de apropiación de los conceptos químicos, por parte de los estudiantes.



Seis (75%) de los docentes encuestados consideraron que sus estudiantes manejan los temas químicos de manera regular (R), mientras que los otros dos (25%), consideraron que el grado de apropiación de estos conceptos, por parte de los estudiantes, es mala (M). Estos dos últimos docentes consideraron, por ejemplo, que un tema tan importante para estudiantes de ciencias de la salud, como el tema de equilibrio ácido-base, que de su conocimiento puede depender la vida de un paciente, no es manejado de manera clara por los estudiantes.

Después de contestar estas dos preguntas, se pidió a los docentes que, en caso de considerar que sus estudiantes no manejaran de manera apropiada los conceptos químicos necesarios en sus respectivas asignaturas, contestaran la siguiente parte de la encuesta. Los ocho profesores continuaron y respondieron las preguntas posteriores.

4.4.2 Causas de la problemática

En esta pregunta, se solicitó a los docentes que listaran, según su criterio, las causas de la deficiente apropiación de los conceptos químicos por parte de los estudiantes. Las respuestas de los encuestados (Tabla 4-17), coincidieron con las de los Directores Curriculares y los profesores entrevistados.

Tabla 4-17: Respuestas a la pregunta sobre causas de la problemática.

Causa \ Profesor	MO-9	MD-10	ENF-11	ID-12	EFS-13	GYO-14	MDI-15	MP-16
Falta de articulación entre el concepto y su aplicación.	X	X	X		X	X	X	X
Malas bases de la educación previa.		X	X	X	X			
Modelo pedagógico.	X		X			X	X	
Preparación pedagógica deficiente.			X				X	
No se favorece la metacognición.					X		X	
Desinterés de los estudiantes por las ciencias básicas.			X					

Siete de los docentes encuestados consideraron que la principal causa por la que el estudiante no conoce de manera apropiada los conceptos químicos necesarios para asignaturas posteriores es que, durante el aprendizaje, no se evidencian las articulaciones entre el concepto y la utilidad práctica para las ciencias de la salud. Esta afirmación se constató en la entrevista a los docentes de la asignatura *química básica*, quienes aseguraron que realizar un paralelo entre el concepto y su utilidad es muy difícil, puesto que en el salón de clase cuentan con estudiantes de diversos programas académicos. Así pues, puede asegurarse que la unificación de asignaturas básicas propuesta en el Acuerdo 033 (CSU, 2007) va en detrimento de la calidad educativa en la Universidad.

Otra de las causas identificadas por los encuestados fueron las malas bases de la educación previa. En este sentido, dos de los cuatro se refirieron a la enseñanza media, y los otros dos, a asignaturas anteriores, específicamente *química básica*. El encuestado P-MO-9 indicó que en esta asignatura se realizan los suficientes ejercicios en pro de cumplir con la gran densidad temática del curso y que esto conlleva a que muchos temas queden sin comprender.

En este mismo sentido, cuatro de los docentes se refirieron al modelo pedagógico adoptado por los profesores de química para la enseñanza de esta ciencia, que fomenta un aprendizaje superficial, memorístico y repetitivo; y dos de estos afirmaron, en coincidencia con Acevedo, et.al (1997) y la DNPPr (2003) que la escasa preparación pedagógica de los docentes se convierte en una causa por la que los estudiantes no se apropian de los conceptos químicos que necesitarán más adelante en su plan de estudios y su vida profesional.

Finalmente, dos de los profesores afirmaron que otra causa es que no se favorece la metacognición del estudiante, puesto que no se fomenta en éstos la capacidad de preguntarse y contestarse, el para qué y el por qué del proceso de aprendizaje de la química porque el modelo pedagógico adoptado por los profesores de química fomenta un aprendizaje mecánico y memorístico; y la profesora P-ENF-11 incluyó en las causas el desinterés de los estudiantes por las ciencias básicas. Esta última afirmación coincide con diversos investigadores, quienes afirman que esta problemática es una tendencia mundial (Díaz, et al., 2001; Carrillo, et al., 2003; Galagovsky, 2007).

4.4.3 Consecuencias de la problemática

La quinta pregunta de la encuesta se centró en las consecuencias que se derivan de que el estudiante no conozca de manera apropiada los conceptos químicos. Las respuestas se muestran en la Tabla 4-18:

Tabla 4-18: Respuestas a la pregunta sobre consecuencias de la problemática.

Causa \ Profesor	MO-9	MD-10	ENF-11	ID-12	EFS-13	GYO-14	MDI-15	MP-16
Profesionales poco competitivos.			X			X	X	X
Dificulta el aprendizaje de la asignatura.		X		X	X			
Aprendizaje fragmentado					X		X	
Bajo rendimiento académico.			X					
Desinterés por la investigación.	X							

Las respuestas de los docentes encuestados coinciden en varios aspectos con directores curriculares y docentes entrevistados. En las respuestas, se encontró que cuatro de los encuestados piensan que la principal consecuencia de esta problemática es la formación de profesionales poco competitivos, que se reflejará en la mala práctica profesional, tal y como había sido advertido en las entrevistas descritas anteriormente. Así, se recalca la responsabilidad social que tienen, en este caso, los profesores de la asignatura *química básica*, en la formación de buenos profesionales de la salud.

Por otro lado, tres de los encuestados aseguraron que otra consecuencia de la problemática es que dificulta el aprendizaje de sus asignaturas, y que el estudiante tiene un aprendizaje fragmentado, como aseguraron los docentes P-EFS-13 y MDI-15. Además, como afirmó la encuestada P-ENF-11, cuando los estudiantes no se apropian de los conceptos químicos en primer semestre, se puede presentar bajo rendimiento académico en semestres posteriores, que incluso derivan en deserción, rezago y pérdida de la calidad de estudiante.

Finalmente, la encuestada P-OD-9, de la Facultad de Odontología, identificó una consecuencia que no había sido enunciada por los directores curriculares ni por los docentes entrevistados, y es el desinterés por la investigación. Según la docente, cuando el estudiante no comprende los conceptos químicos, no se interesa por hacer investigación en semestres posteriores, termina pensando que la profesión es netamente clínica y no se preocupa por hacer y contestarse preguntas, situación que deriva en la tecnificación de los profesionales, quienes terminan realizando la práctica profesional mediante aplicación de recetas establecidas sin una postura crítica y científica.

4.4.4 Estrategias para la comprensión de conceptos químicos

Esta parte de la encuesta constó de dos preguntas. Primero se pidió a los encuestados que respondieran si durante la clase utilizaban alguna estrategia para que sus estudiantes mejoraran la comprensión de los conceptos químicos, pregunta a la que los ocho encuestados respondieron afirmativamente. Después se pidió que listaran las estrategias empleadas, y sus respuestas se organizaron en la Tabla 4-19.

Tabla 4-19: Estrategias de los docentes para mejorar la comprensión de conceptos químicos.

Consecuencia \ Profesor	MO-9	MD-10	ENF-11	ID-12	EFS-13	GYO-14	MDI-15	MP-16
Aprendizaje basado en problemas.		X				X	X	X
Explicación de los conceptos.	X			X	X			
Desarrollo del pensamiento crítico.			X				X	
Trabajos en grupo.		X						
Guías para la asignatura.		X						
Integración de los conceptos.			X					

Cuatro de los entrevistados afirmaron que utilizan el aprendizaje basado en problemas (ABP), como estrategia para que los estudiantes mejoren la apropiación de los conceptos químicos. Como método didáctico, el ABP da a conocer un problema a los estudiantes, con el propósito de que estos identifiquen las necesidades de aprendizaje, recolecten la información necesaria, y finalmente formulen una solución adecuada, de tal manera que el estudiante se ve obligado a investigar, reunir más información y reflexionar sobre la problemática descrita (Becerra, 2009). El encuestado P-MD-10 además del ABP, tiene guías para su asignatura y realiza trabajos en grupo, mientras que el encuestado P-MDI-15 complementa su estrategia metodológica fomentando el desarrollo del pensamiento crítico en el aula.

Tres de los profesores que no utilizan el ABP en el aula optan por explicar nuevamente los conceptos, devolviéndose hasta las bases, si es necesario. Por último, la profesora P-ENF-11 indicó que su estrategia consiste en integrar los conceptos, y en coincidencia con P-MDI-15, desarrollar el pensamiento crítico entre los estudiantes.

Más allá de conocer las estrategias didácticas que diversos profesores de ciencias de la salud implementan en el aula para llenar los vacíos de la enseñanza previa, con sus respuestas se reafirman las apreciaciones del docente P-FS-8, quien durante la entrevista se refirió a que los estudiantes se encontrarán, más adelante en su plan curricular, nuevamente con conceptos de la *química básica*, en un mayor nivel de complejidad. De acuerdo a esta situación, el aprendizaje de la química tendría que darse de forma sustentable, como propone Galagovsky (2004: Parte I) quien afirma que, debido a la compleja red que se establece para que un concepto se adquiera de esta forma, es más fácil para un estudiante, acceder a éste cuando lo necesite, más adelante en su plan de estudios, que cuando se ha guardado en la memoria de manera aislada. Además, si durante el primer semestre, los estudiantes se apropian de los conceptos sostén que les permite transformar la información externa en nuevo conocimiento sustentable, los profesores de asignaturas posteriores no tendrían que devolverse hasta la explicación primera de los fenómenos, y el proceso de enseñanza aprendizaje sería más dinámico y enriquecedor para profesores y estudiantes.

4.4.5 Sugerencias para mejorar el proceso de enseñanza aprendizaje de la química

Finalmente, se realizó una última pregunta a los encuestados sobre las acciones que propondrían para mejorar el proceso de enseñanza aprendizaje de la química en la Universidad Nacional. Las respuestas, que coincidieron en varios aspectos con las de directores curriculares y docentes entrevistados, se muestran a continuación (Tabla 4-20).

Tabla 4-20: Sugerencias para mejorar el proceso de enseñanza aprendizaje de la química.

Causa \ Profesor	MO-9	MD-10	ENF-11	ID-12	EFS-13	GYO-14	MDI-15	MP-16
Articulación química y salud.	X			X	X	X	X	
Formación docente como profesional de la docencia.			X				X	
Fomentar la autonomía del estudiante.							X	
Cursos autocontenidos con buenas prácticas de laboratorio.			X					
Mejorar el índice estudiante/docente.			X					
Acompañamiento al estudiante – monitorías.			X					
Apoyo virtual.			X					
No contestó.								X

Como se observa en la Tabla 4-20, cinco de los ocho docentes encuestados piensan que la solución a la problemática es la articulación entre los conceptos químicos y su aplicabilidad en las ciencias de la salud. La profesora P-ID-12 escribió: *“Que la química que se enseña fuera más práctica, de manera que el estudiante no sólo tenga los conceptos, sino además los conocimientos suficientes y necesarios que le permitan entender su aplicabilidad en diferentes áreas de la salud, mostrándose competente para aplicarlos no sólo en otras asignaturas, sino además en las prácticas y su vida profesional”*; y en estas palabras coincidió con la necesidad manifestada por los directores curriculares y otros docentes, cuyas apreciaciones durante las entrevistas se desarrollaron anteriormente.

Las profesoras P-ENF-11 y P-MDI-15, se refirieron a la necesidad de la universidad porque se mejore la práctica pedagógica, que, como ya había sido mencionado anteriormente ha sido descrito en los documentos de Acevedo, et.al (1997), la DNPPr (2003) y en la Reforma Académica del 2007 (CSU, 2007). En este sentido, la docente P-MDI-15 sugirió una *“formación docente como profesional de la docencia, para que el docente analice sus concepciones de ciencia, educación, aprendizaje, enseñanza y evaluación”* y agregó que es importante también fomentar el cambio cultural del estudiante, de la heteronomía hacia la autonomía.

Finalmente, la profesora P-ENF-11 sugirió realizar cursos autocontenidos con buenas prácticas de laboratorio, disminuir la cantidad de estudiantes en el aula y aumentar la

cantidad de profesores, realizar un acompañamiento presencial a los estudiantes mediante monitorías y virtualizar algunos temas con apoyo tutorial. Las dos últimas sugerencias de la docente se implementaron con los estudiantes de ciencias de la salud, durante esta investigación, y de ellas se hablará más adelante.

En este punto del trabajo, se ha descrito la problemática desde el punto de vista de los docentes, y se encontraron apreciaciones convergentes y/o divergentes que permitieron utilizar el criterio de saturación de la información para no realizar más entrevistas o encuestas a estos actores de la investigación; ahora, se pasará a conocer la apreciación de los estudiantes de ciencias de la salud, mediante dos recursos: encuesta y monitorías de química.

4.5 Encuesta a estudiantes de ciencias de la salud

Para construir comprensiones holísticas de la trama compleja y contextual que emergió del fenómeno investigado, fue imprescindible conocer el punto de vista de los estudiantes de ciencias de la salud, de acuerdo a los principios de la investigación holística, *unidad del todo y complementariedad y sintagmas*. Para tal fin, se diseñó y aplicó una encuesta (Anexo G) a una muestra representativa de los estudiantes matriculados en Enfermería, Fisioterapia, Medicina, Nutrición y Dietética y Odontología. El instrumento fue aplicado por la investigadora en diferentes momentos del año 2012, en algunas clases específicas seleccionadas con la asesoría de las direcciones curriculares, previa autorización del Comité de Ética y los profesores de las asignaturas escogidas.

4.5.1 Población y muestra

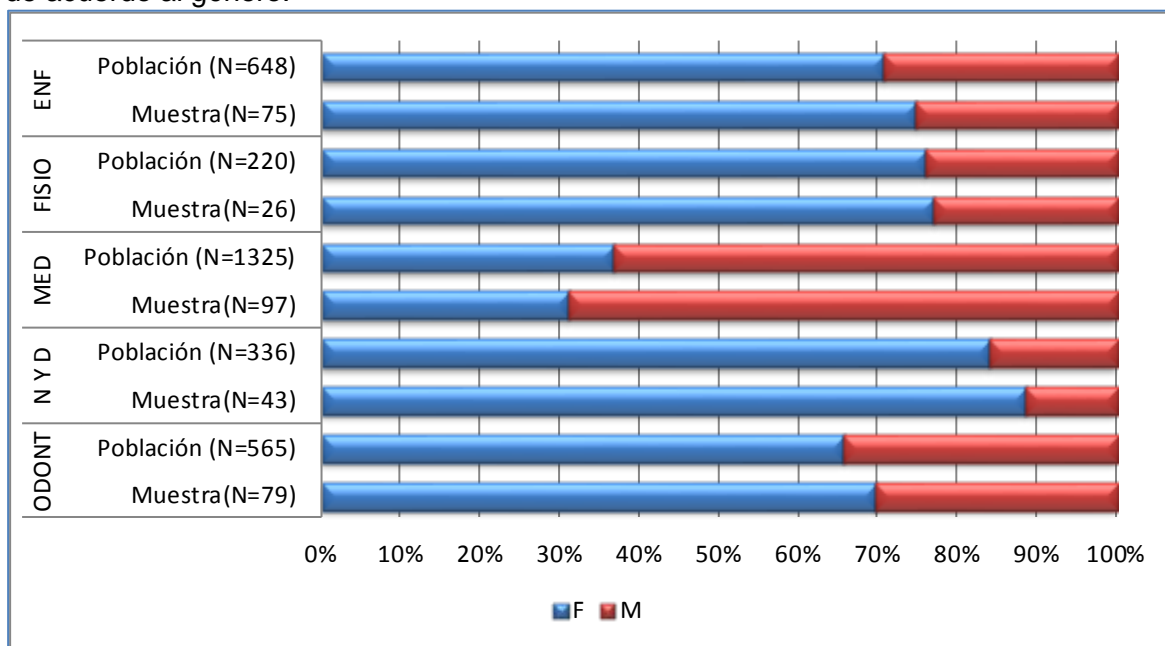
En la Tabla 4-21 se detallan las características de la población matriculada en los programas de ciencias de la salud objeto de esta investigación, en el primer semestre del año 2012, de acuerdo a las bases de datos originadas por el Sistema de Información Académica (SIA) y facilitada por las Direcciones de Bienestar de las Facultades de Enfermería, Medicina y Odontología, que sirvió de base para calcular la muestra representativa a la que se aplicaría la encuesta (Sautu, et al., 2005: 48-49). La población se clasificó según estratos por género y por su ingreso a la universidad: antes y después de la Reforma Académica implementada en el primer semestre del 2009. Se esperaba encuestar a una muestra estratificada entre el 10 – 15% de los estudiantes, sin embargo, en algunos grupos no se logró el total de la muestra, debido a las dinámicas propias de cada programa académico. El grupo de estudiantes de Medicina, que ingresó antes de la Reforma Académica fue muy difícil de encuestar, pues se encontraban en prácticas. Y de los hombres (al menos 2) que se debían encuestar de Nutrición y Dietética en el grupo que ingresó antes de la Reforma no se encontró a ninguno, ya que el día de la encuesta sólo había mujeres en el salón de clase.

Tabla 4-21: Población y muestra para la aplicación de la encuesta a estudiantes de ciencias de la salud.

Programa Curricular	Ingreso	Población		Muestra	
		Femenina	Masculina	Femenina	Masculina
Enfermería	Antes de la Reforma	152	57	19 (12,5%)	9 (15,8%)
	Después de la Reforma	306	133	37 (12,1%)	10 (7,5%)
	Total	458	190	56 (12,2%)	19 (10%)
Fisioterapia	Antes de la Reforma	84	21	9 (10,7%)	2 (9,5%)
	Después de la Reforma	83	32	11 (13,2%)	4 (12,5%)
	Total	167	53	20 (12,0%)	6 (11,3%)
Medicina	Antes de la Reforma	262	413	7 (2,3%)	17 (4,11%)
	Después de la Reforma	226	424	23 (10,2%)	50 (11,8%)
	Total	488	837	30 (6,1%)	67 (8,0%)
Nutrición y Dietética	Antes de la Reforma	80	14	8 (10,0%)	0
	Después de la Reforma	202	40	30 (14,9%)	5 (12,5%)
	Total	282	54	38 (13,5%)	5 (9,3%)
Odontología	Antes de la Reforma	147	86	22 (14,9%)	9 (10,5%)
	Después de la Reforma	224	108	33 (14,7%)	14 (13,0%)
	Total	371	194	55 (14,8%)	23 (11,9%)
Total estudiantes ciencias de la salud		1766	1328	199 (10,8%)	120 (9,0%)

En total participaron 319 estudiantes en la encuesta, 199 mujeres, que corresponde al 11,3% de la población y 120 hombres, el 9,1% de los estudiantes hombres de ciencias de la salud, matriculados en el primer semestre de 2012. Las encuestas se codificaron con un código alfanumérico, las primeras letras corresponden al programa curricular, los dos primeros números a la época de ingreso: 01 antes de la Reforma y 02 después de la Reforma, y los últimos dígitos son el consecutivo en cada programa. En la Grafica 4-2 se muestra la relación porcentual entre la población y la muestra para cada programa, de acuerdo al género, que como se observa, es representativa de los estudiantes de ciencias de la salud.

Gráfica 4-2: Población y muestra de la encuesta a estudiantes de ciencias de la salud, de acuerdo al género.



En la muestra se incluyó al grupo de estudiantes que ingresó a la universidad antes de la Reforma Palacios, quienes no tomaron la asignatura *química básica*, pero son importantes en la investigación, puesto que sus apreciaciones sobre a la enseñanza de la química en la Universidad permitirán comparar un antes y un después. Además, estos estudiantes se acercan a la culminación de sus estudios, y sus valoraciones sobre la importancia de la química para la profesión es diferente a la de aquellos que inician. Para precisar la muestra y no dar lugar a ambigüedades en los resultados de la encuesta, en la Tabla 4-22, se detallan las características de cada grupo.

Tabla 4-22: Muestra distribuida por grupos.

Grupo Programa	Antes de la Reforma			Después de la Reforma			Total
	Mujeres	Hombres	Total	Mujeres	Hombres	Total	
Enfermería	19	9	28	37	10	47	75
Fisioterapia	9	2	11	11	4	15	26
Medicina	7	17	24	23	50	73	97
Nutrición	8	-	8	30	5	35	43
Odontología	22	9	31	33	14	47	78
Total	65	37	102	134	83	217	319

A continuación se describen los resultados en cada categoría de análisis planteada en la encuesta y se precisará a qué grupo corresponden las deducciones, de acuerdo con la característica de la pregunta.

4.5.2 Inscripción de la asignatura *química básica*

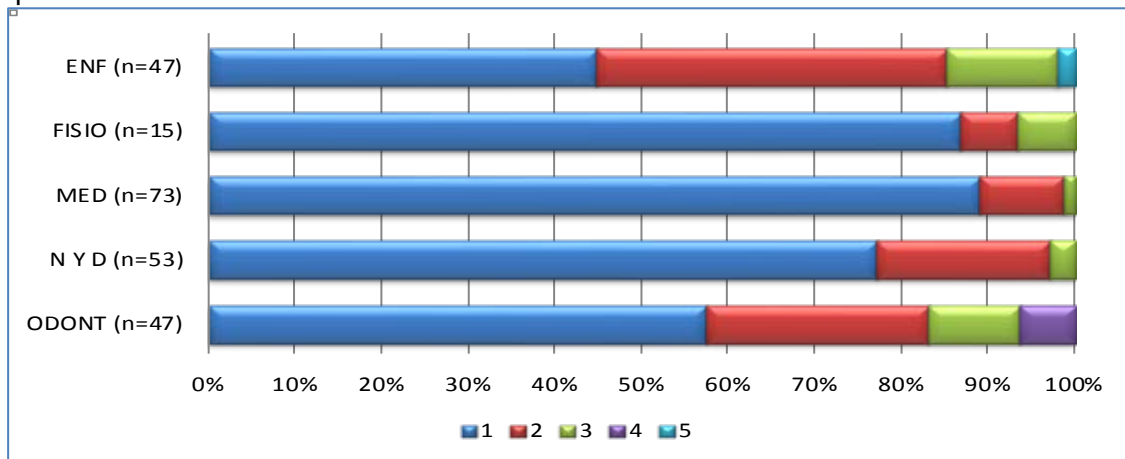
En este ítem, se preguntó a los estudiantes si se encontraban inscritos en la asignatura química básica, y cuántas veces habían realizado su inscripción. Esta pregunta permite conocer aspectos desconocidos de la pérdida de la asignatura, ya que, semestralmente la universidad calcula el porcentaje de pérdida, pero este dato no muestra cuántas veces pierde un estudiante *química básica*. Los datos que se muestran en la Tabla 4-23 corresponden al grupo de estudiantes que ingresó a la Universidad después de la Reforma, y tomaron la asignatura *química básica*:

Tabla 4-23: Inscripción de la asignatura *química básica*.

Programa Curricular	Inscritos el semestre de aplicación de la encuesta	Número de inscripciones de la asignatura					Total
		1	2	3	4	5	
Enfermería	13	21	19	6	-	1	47
Fisioterapia	1	13	1	1	-	-	15
Medicina	0	65	7	1	-	-	73
Nutrición	12	27	7	1	-	-	35
Odontología	5	27	12	5	3	-	47
Total	31	125	48	16	3	1	217

De los 217 encuestados, quienes ingresaron a la Universidad a partir del primer semestre de 2009 cuando se implementó la Reforma Palacios, 31/217 (12,3%) estudiantes se encontraban inscritos en la asignatura *química básica* en el momento de aplicación de la encuesta. El 22,1% de los encuestados (48/217) había inscrito la asignatura dos veces, lo que significa que estos 48 estudiantes, cuando se inscribieron por primera vez, cancelaron o perdieron. El 3,4% (16/217) han inscrito la asignatura tres veces y hay estudiantes que la han inscrito hasta cuatro y cinco veces. Es importante aclarar que en Medicina, no se reportó ningún inscrito, puesto que la encuesta se aplicó en la asignatura Bioquímica, asignatura que tiene como pre-requisito *química básica*. En la Gráfica 4-3 se observa el porcentaje de inscripciones de la asignatura, por programa curricular.

Gráfica 4-3: Relación porcentual por programa según el número de inscripciones de química básica.



En Enfermería se reportó el mayor porcentaje de estudiantes que ha inscrito más de una vez la asignatura: el 40,4% (19/47) lo ha hecho 2 veces, el 12,8% (6/47) tres veces y una estudiante ha inscrito la asignatura 5 veces. En Odontología el 25,5% de los encuestados (12/47) inscribieron la asignatura 2 veces, el 10,6% (5/47) tres veces y el 6,4% (3/47) hasta cuatro veces. Lo que significa que, en estas programas, tal y como fue reportado por sus Directores Curriculares en la entrevista, hay estudiantes que se han matriculado hasta cuatro y cinco veces y no han pasado de primer semestre.

Aunque porcentualmente los datos para los programas curriculares de la Facultad de Medicina no son tan elevados como en las otras dos facultades, la inscripción de una asignatura hasta 3 veces causa el represamiento de estudiantes y pérdidas económicas a la Universidad. Tal y como lo indicó el Director Curricular en la entrevista, la situación se convierte en un círculo vicioso, en el que, semestre tras semestre, se necesitan más cupos, se abren más grupos y se contratan más profesores para cubrir las necesidades de los admitidos y de los que han perdido la asignatura y deben repetirla.

4.5.3 Cancelación de la asignatura química básica

Otro de los fenómenos que se ha observado en la asignatura *química básica* es la gran cantidad de solicitudes de cancelación que, semestre tras semestre, deben resolver las Direcciones Curriculares de cada programa. Para conocer las razones por las que los estudiantes del grupo que ingresó después de la Reforma, hacen esta solicitud, se realizaron las preguntas 4 y 5, cuyos resultados se muestran en la Tabla 4-24.

Tabla 4-24: Cancelación de la asignatura *química básica*.

Programa Curricular	Muestra	Cancelación de la asignatura		
		1 vez	2 veces	Total
Enfermería	47	-	-	-
Fisioterapia	15	5	-	5
Medicina	73	2	-	2
Nutrición	35	3	-	3
Odontología	47	8	2	10
Total	217	18	2	20

Del total de encuestados en este grupo, 18/217 estudiantes, el 8,3%, ha cancelado la asignatura 1 vez, y el 1% (2/217) dos veces. El análisis por programas revela que en Enfermería no es frecuente la cancelación de la asignatura, puesto que ninguno de los encuestados afirmó haber realizado esta solicitud; sin embargo, como se observó en el ítem anterior, es donde los estudiantes han hecho más inscripciones de la asignatura porque algunos de ellos la han perdido dos veces y una, hasta cuatro veces. En Medicina 2/73 estudiantes, el 2,7% realizaron esta solicitud en algún momento, y en Nutrición y Dietética, el 8,6% (3/35) ha hecho lo mismo. El porcentaje más alto de cancelación se observó en Fisioterapia, en la que el 33,3% de los encuestados (5/15) afirmó haber realizado este trámite, y en Odontología, de los 47 estudiantes de la muestra, el 17,0% (8 estudiantes) canceló la asignatura 1 vez y 4,3% (2 estudiantes) la han cancelado dos veces.

En esta categoría de análisis, también se preguntó a los estudiantes las razones por las que solicitaron la cancelación de la asignatura. Algunos de estos 20 estudiantes argumentaron más de una razón, y los resultados se muestran a continuación (Tabla 4-25):

Tabla 4-25: Argumentos para la cancelación de la asignatura *química básica*.

Argumento	Cantidad de estudiantes					% (n=20)
	Fisio	Med.	NyD	Odont	Total	
No entendía al profesor	2	1	3	4	10	50,0
Temas difíciles			4	4	8	40,0
Riesgo académico		1		5	6	30,0
Carga académica	2	1		2	5	25,0
Anormalidad académica		1		2	3	15,0
Malas bases del colegio	1	1		1	3	15,0
Evaluación no consistente	2				2	10,0
Poco gusto por la química	2				2	10,0

De acuerdo a las respuestas, el 50% de los estudiantes (10/20) que alguna vez canceló la asignatura lo hizo porque no le entendía al profesor, el 40% (8/20) realizó el trámite por la elevada complejidad de los temas y el 10% (2/20) porque consideraba que la evaluación no era consistente con el desarrollo del curso. En este sentido el estudiante FI-0102 afirmó que “*Los parciales exigían un nivel superior al de la clase y el profesor no explicaba adecuadamente*”. De acuerdo a estas respuestas, la responsabilidad sobre la permanencia de los estudiantes en la asignatura se traslada al docente, quien debería tener un *conocimiento pedagógico del contenido* (Shulman, 1987) que le permitieran manejar recursos didácticos para ayudar a sus estudiantes a mejorar la comprensión de temas de elevada complejidad, y la formación pedagógica le permitiría optimizar los procesos de evaluación.

Por otro lado, los estudiantes también argumentaron otras razones que no son responsabilidad directa del docente de la asignatura, como el riesgo académico (30%), la elevada carga académica (25%), las situaciones de paro y anormalidad académica (15%), las malas bases del colegio (15%) y el poco gusto por la química (10%). Sin embargo, un docente comprometido con la enseñanza debería trabajar en las deficiencias de base de los estudiantes y fomentar el amor por la asignatura, tal y como fue afirmado, en su momento, por los docentes P-QUI-5 y P-BQ-6 respectivamente.

4.5.4 Bases del colegio

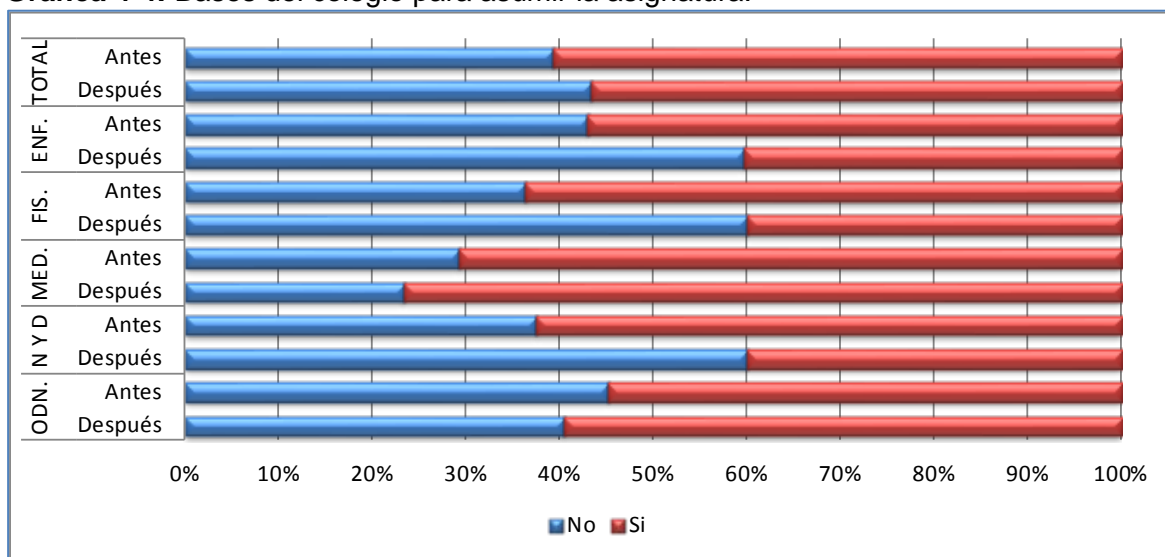
Para ahondar en la problemática de las malas bases que traen los estudiantes del colegio y su incidencia en el rendimiento de la asignatura, se diseñó la pregunta 6: ¿Considera que los conceptos de química que adquirió en el colegio le sirvieron para asumir la asignatura de química en el primer semestre de la universidad? En este ítem se consideraron las respuestas de todos los estudiantes y los resultados se muestran a continuación (Tabla 4-26):

Tabla 4-26: Bases del colegio para la asignatura de química.

Grupo Programa	Antes de la Reforma			Después de la Reforma			Total
	Si	No	Total	Si	No	Total	
Enfermería	16	12	28	19	28	47	75
Fisioterapia	7	4	11	6	9	15	26
Medicina	17	7	24	56	17	73	97
Nutrición	5	3	8	14	21	35	43
Odontología	17	14	31	28	19	47	78
Total	62	40	102	123	94	217	319

En la Gráfica 4-4 se muestran los resultados de esta pregunta en relación porcentual para cada programa y cada grupo: antes y después de la Reforma.

Gráfica 4-4: Bases del colegio para asumir la asignatura.



De acuerdo con la Gráfica 4-4, el 39,2 % de los estudiantes de ciencias de la salud que ingresaron antes de la Reforma (40/102), indicaron que las bases del colegio no le sirvieron para asumir la asignatura de química, y este porcentaje aumentó a 43,3% (94/217) en los estudiantes que ingresaron después del I-2009.

Al realizar el análisis por programa curricular se observan diferencias significativas. En Enfermería y Fisioterapia, antes de la Reforma, los estudiantes de primer semestre tomaban la asignatura bioquímica, pero tal y como fue descrito por sus Directores Curriculares durante las entrevistas, esta asignatura reportaba un alto porcentaje de

pérdida, y para mejorar el rendimiento, se introdujo la asignatura *química básica* en el plan de estudios. Contrasta con esta situación que antes de la Reforma, el 42,9% de los encuestados de Enfermería (12/28) y el 36,4% de Fisioterapia (4/11) reportaron que las bases del colegio no les sirvieron para asumir la asignatura bioquímica, y este porcentaje aumentó a 59,6% (28/47) en Enfermería y a 60% (9/15) en Fisioterapia, para los estudiantes que ingresaron después de la Reforma y que tomaron *química básica*. De acuerdo al contenido temático de estas asignaturas, las bases de bioquímica se encuentran en la química orgánica, que hace parte del plan de estudios del grado once en la mayoría de colegios; sin embargo, a la asignatura *química básica* se tratan otros temas que no en todos los colegios se aprenden, como equilibrio ácido-base, cinética o termodinámica, que además, tienen un mayor componente matemático que la química orgánica.

En Nutrición y Dietética la situación es similar a los dos programas mencionadas anteriormente. El 37,5% de los estudiantes (3/8) que ingresó antes de la Reforma indicó que las bases del colegio no les sirvieron para asumir la asignatura de química, que en ese momento era *química integrada*, mientras que, después de la Reforma cuando aparece *química básica*, este porcentaje aumentó a 60% (21/35).

El aumento considerable de estudiantes que afirmaron que las bases del colegio no les fueron útiles para asumir la asignatura de química, después de la Reforma, en las Enfermería, Fisioterapia y Nutrición se relaciona directamente con dos aspectos: la disminución del componente orgánico y el aumento del componente matemático de la asignatura *química básica*. Cuando en el Departamento de Química se decidió privilegiar la química general sobre la química orgánica en la asignatura *química básica*, indirectamente se aumentó el componente matemático. Y en estos tres programas curriculares el porcentaje de estudiantes que deben nivelar matemáticas es alto, porque según el examen de admisión, sus bases en la materia no son muy buenas, como resultado, el porcentaje de estudiantes quienes indicaron que las bases del colegio no les fueron útiles para la asignatura de química, aumentó para estos tres programas, después de la Reforma.

Una situación diferente se reportó en los estudiantes de Medicina, estudiantes que, tradicionalmente, ingresan a la universidad con muy buenos puntajes de admisión que los clasifica con un buen nivel de conocimientos químicos y matemáticos. De acuerdo a las respuestas de la encuesta, el 29,2% de los estudiantes (7/24) que ingresó antes de la Reforma indicó que las bases del colegio no le sirvieron para asumir la asignatura de química, que en ese momento era *química integrada*, y después de la Reforma, el porcentaje disminuyó a 23,3% (17/73). La situación con estos estudiantes refuerza el análisis del párrafo anterior, puesto que, cuando el componente matemático de la asignatura de química aumentó, en Medicina disminuyó el porcentaje de estudiantes que consideraron que las bases del colegio no les fueron útiles. Cabe resaltar también que Medicina es, entre las ciencias de la salud, la que ha reportado un menor porcentaje de pérdida de la asignatura *química básica*, desde su introducción en el primer semestre de 2009 (DNPPr, 2011).

En similitud con el programa de Medicina, en Odontología, también disminuyó el porcentaje de estudiantes que consideraron que las bases del colegio no les fueron útiles para tomar la asignatura de química en el primer semestre en la universidad, de 45,2%

(14/31) antes de la Reforma a 40,4% (19/47) después. Sin embargo, el porcentaje de estudiantes que no adquirieron las bases para química básica en el colegio, es muy alto comparado con lo que esperan muchos profesores de química, quienes, como se evidenció en las entrevistas, parten de que el estudiante tiene un conocimiento básico para avanzar.

Al entrelazar la información de estudiantes, docentes y directores curriculares en este ítem puede afirmarse con seguridad una de las principales razones del bajo rendimiento académico de la asignatura química básica es la fundamentación, tanto matemática como química, que los estudiantes adquirieron en el colegio. Y, cuando el profesor de química básica dedica tiempo a trabajar desde las bases con sus estudiantes, el rendimiento en la asignatura es bueno, tal y como fue descrito, en su momento, por la profesora P-QUI-5.

4.5.5 Horas de estudio autónomo

La Reforma Palacios (CSU, 2007) propuso la transformación hacia pedagogías intensivas mediante la reducción de horas presenciales y el aumento de horas de trabajo autónomo por parte del estudiante, a través del sistema de créditos. Así, el plan de estudio de la asignatura *química básica*, es una asignatura de 3 créditos, con 5 horas presenciales y 10 horas de trabajo autónomo.

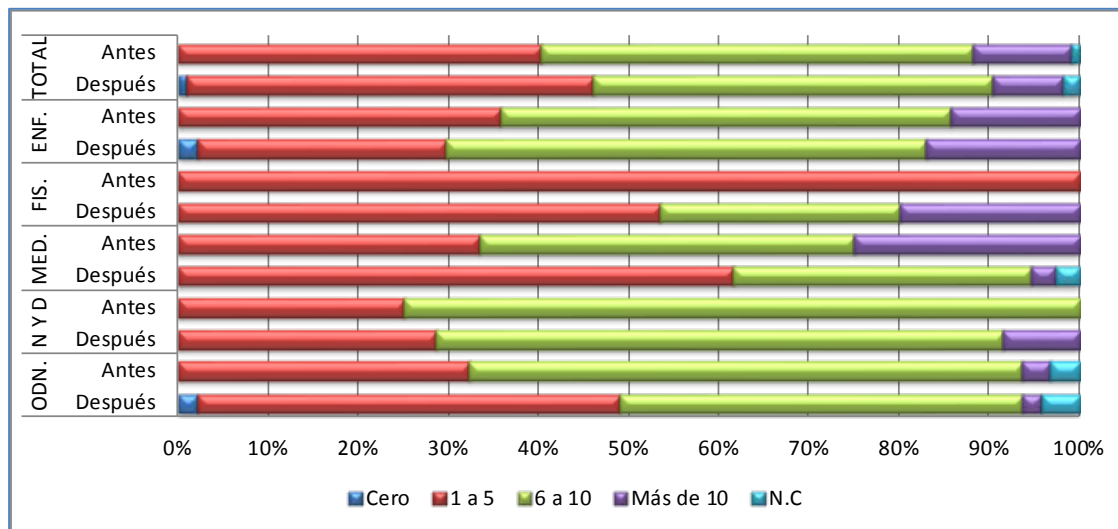
Para conocer el tiempo de trabajo autónomo que los estudiantes de ciencias de la salud dedican a esta asignatura cada semana, se realizó una pregunta en este sentido, y los resultados se muestran en la Tabla 4-27.

Tabla 4-27: Horas de estudio autónomo.

Grupo Programa	Antes de la Reforma					Después de la Reforma						Total
	1 a 5	6 a 10	+ de 10	N. C.	Total	0	1 a 5	6 a 10	+ de 10	N. C.	Total	
Enfermería	10	14	4	-	28	1	13	25	8	-	47	75
Fisioterapia	11	-	-	-	11	-	8	4	3	-	15	26
Medicina	8	10	6	-	24	-	45	24	2	2	73	97
Nutrición	2	6	-	-	8	-	10	22	3	-	35	43
Odontología	10	19	1	1	31	1	22	21	1	2	47	78
Total	41	49	11	1	102	2	98	96	17	4	217	319

Con los datos de la Tabla 4-27 se obtuvo la Gráfica 4-5, que muestra la comparación porcentual entre los programas, para cada grupo.

Gráfica 4-5: Horas de estudio semanal autónomo en química.



Un análisis general muestra que antes de la Reforma, el 40,2% de los estudiantes de ciencias de la salud (41/102), dedicaba entre una y cinco horas semanales al estudio autónomo de la química, el 48,0% (49/102) entre seis y diez horas, y el 10,8% (11/102) más de diez horas (En este grupo, uno de los estudiantes, de odontología no contestó). Con la Reforma, no se observó un aumento significativo del tiempo dedicado al estudio autónomo; puesto que dos estudiantes indicaron que no realizaban esta práctica, el 45,2% (98/217) afirmó dedicar entre una y cinco horas, el 44,2% (96/217) dedicaba entre seis y diez horas, y el 7,8% (17/217) más de diez, semanalmente (En este grupo, cuatro estudiantes no contestaron la pregunta). Según los datos, aumentó el número de estudiantes que dedicaban entre una y cinco horas al estudio autónomo, pero disminuyó el porcentaje que afirmó dedicar entre seis y diez, y más de diez horas. Es decir que, en términos generales, aunque la Reforma Académica del 2007 pretendió aumentar el tiempo de estudio autónomo del estudiante, en la práctica, este cambio hacia la autonomía no ha surtido efectos.

El análisis particular evidenció comportamientos disímiles entre los diferentes programas. Por ejemplo, en Fisioterapia, antes de la Reforma, el 100% de los encuestados (11/11) afirmó que dedicaban entre una y cinco horas semanales al estudio de la asignatura, que, como ya se ha indicado antes, para este programa, era bioquímica. Después de la Reforma, los estudiantes empezaron a tomar *química básica*, y el porcentaje disminuyó a 53,3% (8/15) para entre una y cinco horas, pero aumentó el porcentaje que estudia autónomamente entre seis a diez horas, a 26,7% (4/15), y el 20,0% (3/15) afirmó dedicar más de diez horas a esta práctica.

En Enfermería, tal y como sucedió también en Fisioterapia, antes de la Reforma, los estudiantes tomaban bioquímica, y después de la Reforma empezaron a tomar *química básica*. Para esta carrera se observó un leve aumento en la cantidad de horas que los estudiantes dedicaban al estudio autónomo, cuando se realizó la introducción de la nueva asignatura. Antes de la Reforma, el 35,7% (10/28) dedicaban entre una y cinco horas semanales, y después de la Reforma el porcentaje disminuyó a 27,7% (13/47), puesto que aumentó el porcentaje de estudiantes que dedicaban entre seis y diez horas,

de 50,0% (14/28) a 53% (25/47) y quienes dedican más de diez horas aumentó también, al pasar de 14,3% (4/28) a 17,0% (8/47) antes y después de la Reforma, respectivamente.

Coinciden los resultados anteriores con el programa de Nutrición y Dietética, donde se observó también un aumento en el tiempo dedicado al estudio autónomo de la química. Antes de la Reforma, el 25,0% (2/8) dedicaba entre una y cinco horas a esta práctica, y el porcentaje aumentó a 28,6% (10/35) después; sin embargo, entre seis y diez horas pasó de 75,0% (6/8) a 62,9% (22/35) antes y después de la Reforma, respectivamente, pero el 8,6% (3/35) afirmó estudiar autónomamente más de diez horas después de la Reforma, situación que no reportó ninguno de los estudiantes, antes.

En Nutrición, Enfermería y Fisioterapia, se observó un aumento en el tiempo de dedicación autónoma al estudio de la química después de la Reforma; y también, en el ítem anterior, se evidenció que después de la Reforma, aumentó el porcentaje de estudiantes que afirmaron que las bases del colegio no les sirvieron para asumir la asignatura *química básica*. Cabe preguntarse si el aumento del tiempo de estudio autónomo corresponde al fomento de esta práctica por parte del docente, o por la introducción de mayores grados de dificultad en la asignatura *química básica*, comparada con las asignaturas que los estudiantes tomaban antes.

Por el contrario, en Odontología y Medicina, se reportó una disminución del estudio autónomo de la química después de la Reforma. En la primera, el porcentaje de estudiantes que estudiaban autónomamente entre una y cinco horas cambió de 32,3% (10/31) a 46,8% (22/47) después de la Reforma, con la consecuente disminución en el porcentaje de aquellos que dedicaban más tiempo a esta práctica. El porcentaje de quienes estudiaban entre seis y diez horas disminuyó de 61,3% (19/31) a 44,7% (21/47) y el de aquellos que lo hacían por más de diez horas a la semana, de 3,2% (1/31) a 2,1% (1/47), después de la Reforma. En Medicina, la situación es similar, puesto que el porcentaje de quienes estudiaban entre una y cinco horas aumentó de 33,3% (8/24) a 61,6% (45/73) después de la Reforma, pero disminuyó el porcentaje de quienes lo hacían por más tiempo semanal. En este programa, el porcentaje de estudiantes que dedicaban entre seis y diez horas semanales disminuyó de 41,7% (10/24) a 32,9% (24/73) después de la Reforma, y de 25,0% (6/24) a 2,7% (2/73), quienes lo hacían por más de diez horas a la semana.

Contrasta la disminución del tiempo de estudio autónomo de la química en Medicina y Odontología, que en el ítem anterior, reportaron un aumento en el porcentaje de aquellos a quienes las bases del colegio les sirvieron para asumir la asignatura de química, después de la Reforma. Entonces, los programas que reportaron el mayor porcentaje de estudiantes a quienes las bases del colegio les sirvieron para la asignatura *química básica*, dedican un menor tiempo de estudio autónomo que aquellos estudiantes a quienes las bases del colegio no les sirvieron para el mismo propósito.

4.5.6 Apoyo de monitorías en la Universidad

Una práctica extendida en la Universidad, ha sido la oferta de monitorías de apoyo para los estudiantes que tienen dificultades en asignaturas específicas, como el caso de química. Estas monitorías, han sido ofertadas por las propias Facultades de salud, o por

el Departamento de Química, desde diferentes enfoques. En el Departamento de Química se contrataban estudiantes auxiliares de pregrado como monitores de los estudiantes de primer semestre, pero la falta de presupuesto para esta práctica terminó acabando la figura, tal y como fue comentado por la profesora P-QUI-4 en la entrevista. La Dirección de Bienestar de la Facultad de Medicina, tuvo, durante varios años, el Programa de Monitor Par, en el que, estudiantes de semestres avanzados eran contratados como estudiantes auxiliares para guiar a sus compañeros que recién ingresaban a la universidad, en las asignaturas que les representaban mayor dificultad. El impacto de la monitoría de química no se midió en ese momento, y el Programa empezó a dirigirse desde la Secretaría Académica, pero dejó de ofertarse la monitoría de química en la Facultad de Medicina. La Dirección Curricular de de Enfermería también contrataba un estudiante auxiliar de pregrado en química para que guiara a sus estudiantes, contratación que se realizó hasta el primer semestre de 2011, puesto que, a partir del segundo semestre de 2011, esta Facultad, en asocio con las Facultades de Medicina y Odontología, decidieron acogerse a este proyecto de investigación y apoyar la implementación de las monitorías de química ofrecidas por la investigadora, y de las que se hablará detalladamente más adelante.

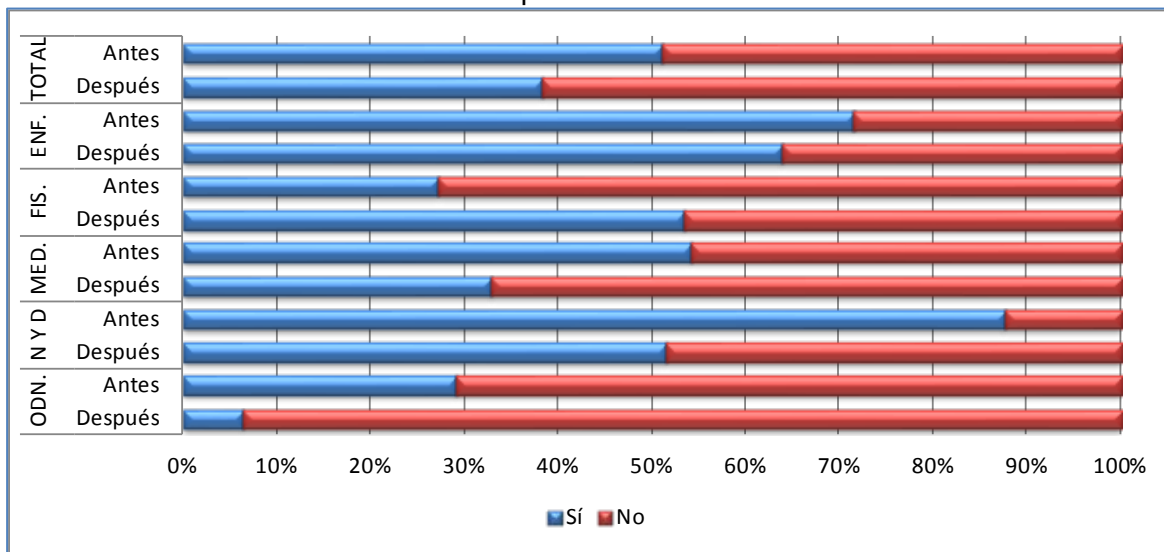
Con el objeto de conocer el porcentaje de estudiantes de ciencias de la salud que recurrieron a este apoyo brindado por la Universidad, y saber que tan útiles han sido para ellos, se realizaron tres preguntas en la encuesta. Primero, se preguntó a los estudiantes si recibieron apoyo de monitorías en la universidad, después se les preguntó, a aquellos que tomaron la monitoría, si lo hicieron en el Departamento de Química o en su propia facultad, y finalmente, si les sirvió o no para el aprendizaje de la química. Los resultados a la primera pregunta se tabularon en la Tabla 4-28.

Tabla 4-28: Asistencia a monitoría de química.

Grupo Programa	Antes de la Reforma			Después de la Reforma			Total
	Si	No	Total	Si	No	Total	
Enfermería	19	9	28	30	17	47	75
Fisioterapia	3	8	11	8	7	15	26
Medicina	13	11	24	24	49	73	97
Nutrición	7	1	8	18	17	35	43
Odontología	9	22	31	3	44	47	78
Total	52	50	102	83	134	217	319

Los datos de la Tabla 4-28 se graficaron para comparar la relación porcentual entre cada uno de los programas curriculares y los grupos, que se muestran en la Gráfica 4-6.

Gráfica 4-6: Asistencia a monitoría de química.



En general, se observa que el porcentaje de estudiantes de ciencias de la salud que asistieron a monitoría de química fue mayor antes (51,0% - 52/102) que después (38,2% - 83/217) de la Reforma Académica. Estos resultados concuerdan con la disminución de la oferta de monitorías, puesto que, como se indicó anteriormente, en el Departamento de Química dejaron de ofertarse por falta de presupuesto, y a partir del 2010, dejó de ofertarse la monitoría de química del Programa de Monitores Pares, en la Facultad de Medicina. Cuando las monitorías desarrolladas en este proyecto de investigación comenzaron, en el segundo semestre de 2011, la única Facultad que contaba con apoyo de monitoría en química era la de Enfermería.

En cuatro de los cinco programas curriculares objeto de este estudio el porcentaje de estudiantes que asistió a monitoría disminuyó después de la Reforma. En Enfermería pasó de 67,9% (19/28) a 63,8% (30/47); en Medicina, de 54,2% (13/24) a 32,9% (24/73); en Nutrición y Dietética, de 87,5% (7/8) a 51,4% (18/35) y en Odontología, de 29,0% (9/31) a 6,4% (3/47). Sin embargo, en Fisioterapia sucedió lo contrario: el porcentaje de estudiantes que asistió a monitoría aumentó de 27,3% (3/11) antes de la Reforma, a 53,3% (8/15) después, cuando pasaron de tomar bioquímica a *química básica*, resultado que indica, una vez más, que esta asignatura representó un mayor grado de dificultad cuando se introdujo en el plan de estudios de fisioterapia, comparado a cuando los estudiantes tomaban bioquímica en primer semestre.

Cabe resaltar cómo, en algunas situaciones, las políticas de la universidad van en contravía de las necesidades, en este caso, de los estudiantes; puesto que, según los resultados de esta encuesta, después de la Reforma, el 43,3% de los estudiantes (94/217) de ciencias de la salud reportaron que las bases que traían del colegio no les sirvieron para asumir la asignatura, y a pesar de ello, la Universidad, en lugar de fortalecer el apoyo de monitorías, las disminuyó.

Aquellos encuestados que afirmaron haber asistido a monitorías de química, debían contestar las siguientes preguntas de la encuesta, que consistían en indicar el lugar en el que la recibieron y su utilidad. En los resultados, que se muestran en la Tabla 4-29, se tuvieron en cuenta únicamente las respuestas de aquellos que asistieron a monitoría.

Tabla 4-29: Lugar y utilidad de la monitoría de química.

Grupo Lugar Programa	Antes de la Reforma				Después de la Reforma			
	Química		Fac. Salud		Química		Fac. Salud	
	Útil		Útil		Útil		Útil	
	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No
Enfermería	10	-	9	-	5	-	23	2
Fisioterapia	1	-	2	-	1	-	7	-
Medicina	2	-	9	2	11	7	5	1
Nutrición	3	-	4	-	3	1	14	-
Odontología	5	1	2	1	1	-	2	-
Total	21	1	26	3	21	8	51	3

Antes de la Reforma, 19/28 estudiantes (67,9%) de Enfermería, recibieron apoyo en las monitorías de química, 10 en el Departamento de Química, y 9 en su propia facultad. Todos estos estudiantes aseguraron que la monitoría fue útil para su proceso de aprendizaje de la química. Después de la Reforma, 30/47 (63,8%) asistieron a monitorías, 5 de ellos en el Departamento de Química y 25 en su propia Facultad. Entre estos últimos, 2 estudiantes aseguraron que la monitoría no les sirvió, y el resto aseguró que sí lo hizo. Los dos estudiantes que afirmaron que la monitoría no les fue útil, fueron estudiantes que inscribieron tres veces la asignatura, los estudiantes EN-0125 y EN-0144, quienes ingresaron en el II-2010 y II-2009, respectivamente, momento en el que éstas eran ofrecidas por un estudiante auxiliar de pregrado en química, contratado por la Dirección Curricular.

En Fisioterapia, 3/11 (27,3%) estudiantes antes de la Reforma, indicaron que asistieron a la monitoría, dos en su propia facultad y uno en el Departamento de Química. Después de la Reforma, el porcentaje de estudiantes que asistió a monitorías aumentó a 53,3% (8/15); uno de ellos la tomó en el Departamento de Química y los siete restantes en la Facultad de Medicina. Todos los estudiantes de este programa aseguraron que la asistencia a la monitoría, tanto en química como en su facultad, les sirvió para el aprendizaje de la química.

Según las respuestas de los estudiantes de Medicina, antes de la Reforma, 13/24, el 54,2% de los estudiantes asistieron a monitoría de química; dos en el Departamento de Química y once en su facultad. Entre estos estudiantes, sólo dos de aquellos quienes tomaron la monitoría en la Facultad de Medicina, que en ese momento era ofrecida por el Programa de Monitores Pares, indicaron que no les sirvió. Después de la Reforma, el 32,9% (24/73) asistió a monitoría, 18 en Química y 6 en la facultad. De los 18 estudiantes que tomaron la monitoría en el Departamento de Química, siete aseguraron que no les sirvió; mientras que, de los seis que la tomaron en la Facultad sólo uno indicó lo mismo; el estudiante MD-168, quien inscribió la asignatura dos veces e ingresó a la universidad en el II-2009, es decir, que también tomó la monitoría con el Programa de Monitores Pares.

Por otro lado, en Nutrición y Dietética, antes de la Reforma, 7/8, el 87,5% de los estudiantes indicó que asistió a la monitoría, 3 en el Departamento de Química y 4 en su facultad; y los 7 afirmaron que sí les sirvió para el aprendizaje de la química. Después de la Reforma, el porcentaje disminuyó a 51,4%, porque sólo 18/35 manifestaron haber

asistido a las monitorías; 4 de ellos en el Departamento de Química y los 14 restantes en la Facultad de Medicina. De estos 18 estudiantes sólo uno sostuvo que no le sirvió la monitoría, el estudiante ND-0117, quien inscribió la asignatura dos veces y tomó la monitoría en el Departamento de Química.

Entre las ciencias de la salud, los estudiantes de Odontología fueron quienes reportaron el menor porcentaje de asistencia a monitorías, tanto antes como después de la Reforma. Antes de ésta, 9/31, el 29,0% de los encuestados asistió a monitoría, 6 en el Departamento de Química y 3 en su propia facultad. Entre quienes la tomaron en Química, uno, el estudiante OD-0276 quien inscribió la asignatura tres veces, indicó que la monitoría no le sirvió; y entre quienes la tomaron en su facultad, uno también, el estudiante OD-0271, la inscribió dos veces y aseguró que no le sirvió la monitoría. Después de la Reforma, el porcentaje de estudiantes que asistió a monitorías bajó a 3/47, el 6,4% de los encuestados. Entre estos últimos dos la tomaron en química y uno en su propia facultad. Los tres indicaron que la monitoría sí les sirvió para el aprendizaje de la química.

De acuerdo a estos resultados, se evidencia la importancia de las monitorías para apoyar a los estudiantes que necesitan refuerzo en el área de química, aunque las políticas de la universidad, disminuye cada vez más el presupuesto para estos programas.

4.5.7 Ayuda extra-universitaria para el aprendizaje de la química

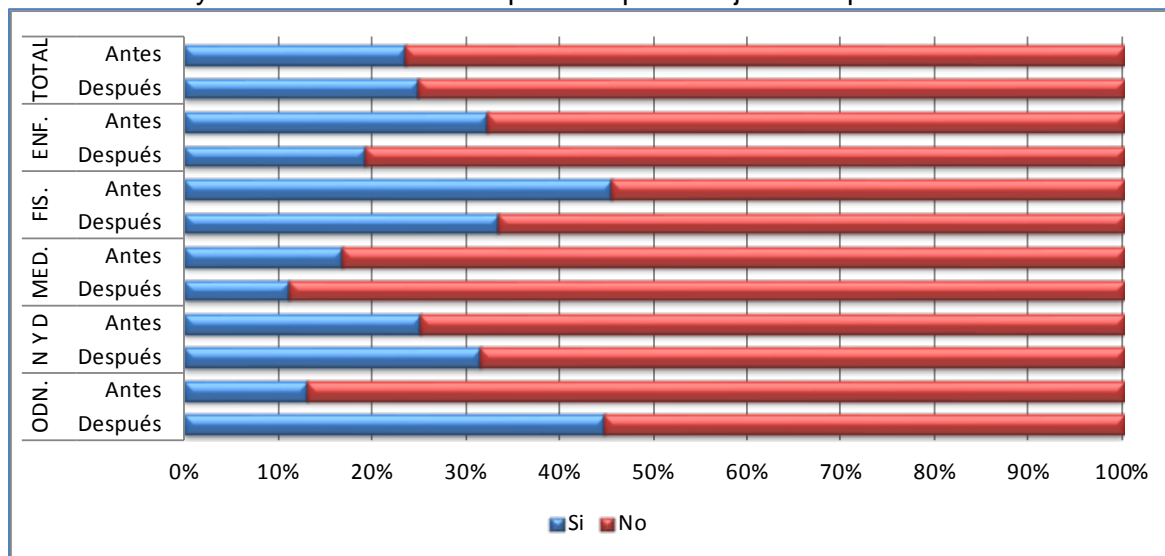
Con el propósito de conocer si los estudiantes de ciencias de la salud recurren a otro tipo de ayudas extra-universitarias para el aprendizaje de la química, se realizaron otras dos preguntas en la encuesta. La primera buscó cuantificar la dimensión de estas ayudas, y la segunda, identificar el tipo de ayudas a las que recurren los estudiantes. Las respuestas de la primera pregunta de este ítem se muestran en la Tabla 4-30.

Tabla 4-30: Ayuda extra-universitaria para el aprendizaje de la química.

Grupo Programa	Antes de la Reforma			Después de la Reforma			Total
	Si	No	Total	Si	No	Total	
Enfermería	9	19	28	9	38	47	75
Fisioterapia	5	6	11	5	10	15	26
Medicina	4	20	24	8	65	73	97
Nutrición	2	6	8	11	24	35	43
Odontología	4	27	31	21	26	47	78
Total	24	78	102	54	163	217	319

Los datos de la Tabla 4-30, se convirtieron en la Gráfica 4-7, gráfica en la que se puede observar la comparación porcentual para este ítem, entre los cinco programas curriculares y los grupos antes y después de la Reforma.

Gráfica 4-7: Ayuda extra-universitaria para el aprendizaje de la química.



Como se observa en la gráfica, antes de la Reforma, el 23,5% (24/102) de los estudiantes de ciencias de la salud, recurrieron a ayudas extra-universitarias para el aprendizaje de la química y después de la Reforma, este porcentaje no varió demasiado, cuando 54/217 estudiantes, el 24,9% afirmó lo mismo. Sin embargo, en el análisis particular, se observan diferencias significativas entre los programas.

El mayor porcentaje de aumento para este ítem se observó en Odontología. Antes de la Reforma, 4/31 estudiantes, el 12,9% afirmó haber utilizado ayudas extra-universitarias para el aprendizaje de la química, y el porcentaje se elevó a 44,7% (21/47) después. En el ítem anterior, se reportó que después de la Reforma disminuyó la participación de estos estudiantes en las monitorías, situación que explicaría el aumento en la búsqueda externa de ayuda para el aprendizaje de la química.

Un escenario similar se observó en Nutrición y Dietética, puesto que, al disminuir la participación en las monitorías después de la Reforma, los estudiantes recurrieron a la búsqueda de apoyo extra-universitario para el aprendizaje de la química, y este porcentaje pasó de 25,0% (2/8) a 31,4% (11/35). Por el contrario, en Fisioterapia, se reportó una disminución en la búsqueda de ayuda extra-universitaria después de la Reforma, al pasar de 45,4% (5/11) a 33,3% (5/15); pero aumentó la participación de los estudiantes en la monitoría, según se reportó en el ítem anterior.

Para los programas de Odontología, Nutrición y Dietética y Fisioterapia, se observó una relación lineal entre el apoyo de monitorías y la búsqueda de apoyo externo; lo que significa que, cuando disminuyó la oferta de monitorías, los estudiantes recurrieron a ayudas externas para el aprendizaje de la química y viceversa.

En Enfermería y Medicina, se reportó una disminución en la búsqueda de ayuda extra-universitaria, y en la participación en las monitorías. A pesar que el comportamiento ante estas dos situaciones es similar, el análisis para cada programa curricular es completamente diferente. En medicina, la búsqueda de ayuda extra-universitaria pasó de 16,7% (4/24) a 11,0% (8/73) después de la Reforma y la participación en las monitorías

disminuyó de 54,2% (13/24) a 32,9% (24/73); sin embargo, el porcentaje de estudiantes que reportaron que las bases del colegio les sirvieron para asumir la asignatura aumentó de 70,8% (17/24) a 76,7% (56/73). Es decir que, cuando el estudiante tiene unas buenas bases químicas y matemáticas, no requiere apoyo adicional para el aprendizaje de la química, y esto se traduce en el buen rendimiento de la asignatura, puesto que, entre las ciencias de la salud, el programa de Medicina es el que reporta el menor porcentaje de pérdida en *química básica* después de la Reforma (DNPPr, 2011).

En Enfermería la situación es completamente opuesta. Aunque al igual que en Medicina, la búsqueda de ayuda extra-universitaria para el aprendizaje de la química y la participación en monitorías disminuyeron de 32,1% (9/28) a 19,1% (9/47) y de 67,9% (19/28) a 63,8% (30/47), respectivamente después de la Reforma, el porcentaje de estudiantes que indicó no haber adquirido las bases para asumir la asignatura de química en la universidad aumentó, al pasar de 42,9% (12/28) a 59,6% (28/47) después de la Reforma. Es decir que, aunque después de la Reforma alrededor del 60% de los estudiantes de Enfermería indicó que las bases del colegio no les fueron útiles para esta asignatura, el porcentaje de participación en monitorías tuvo una leve disminución, y la búsqueda de ayuda extra también. Esta situación podría tener explicación en el cambio de asignatura antes y después de la Reforma, puesto que antes, los estudiantes tomaban bioquímica en primer semestre, asignatura enfocada en la química de los seres vivos, mientras que después de la Reforma los estudiantes de primer semestre se encuentran con *química básica*, asignatura que no es enfocada en sus necesidades y tiene un mayor enfoque matemático, lo que podría generar una falta de motivación hacia el aprendizaje de esta ciencia, que se traduce en un bajo rendimiento y alto porcentaje de pérdida, según los datos de la DNPPr (2011).

Algunos estudiantes reportaron más de una ayuda y sus respuestas se muestran en la Tabla 4-31:

Tabla 4-31: Tipo de ayuda extra-universitaria para el aprendizaje de la química.

Programa Curricular	Reforma	Tipo de ayuda			
		Profesor particular	Familiares o amigos	Tutorías virtuales	Otros
Enfermería	Antes	7	3	-	1
	Después	5	7	1	-
Fisioterapia	Antes	2	3	-	
	Después	1	2	-	2
Medicina	Antes	-	3	-	1
	Después	4	3	1	1
Nutrición y Dietética	Antes	-	2	-	-
	Después	6	4	1	1
Odontología	Antes	2	2	-	-
	Después	11	6	2	5
Total	Antes	11	13	-	1
	Después	27	22	5	10

Antes de la Reforma, 24/102 estudiantes de ciencias de la salud indicaron que buscaron ayuda extra-universitaria para el aprendizaje de la química. De estos 24 estudiantes, 13 indicaron que un familiar o un amigo les ayudó, 11 contrataron un profesor particular y 1 buscó ayuda en un libro de otra universidad. Después de la Reforma, de los 54/217 que

buscaron este tipo de ayuda, 27 lo hizo con un profesor particular, 22 con amigos o familiares, 5 con tutorías virtuales y 10 con otro tipo de ayuda como pre-universitarios, carreras anteriores y libros de otras universidades.

Llama la atención que los estudiantes de ciencias de la salud deban contratar profesores particulares para el aprendizaje de la química cuando cuentan con profesores que han superado un estricto proceso de admisión como docente del Departamento de Química. La investigadora ha sido profesora particular de química por casi 10 años, y su experticia le permite afirmar que cuando un estudiante busca la ayuda de un profesor particular es porque no le entienden a su profesor.

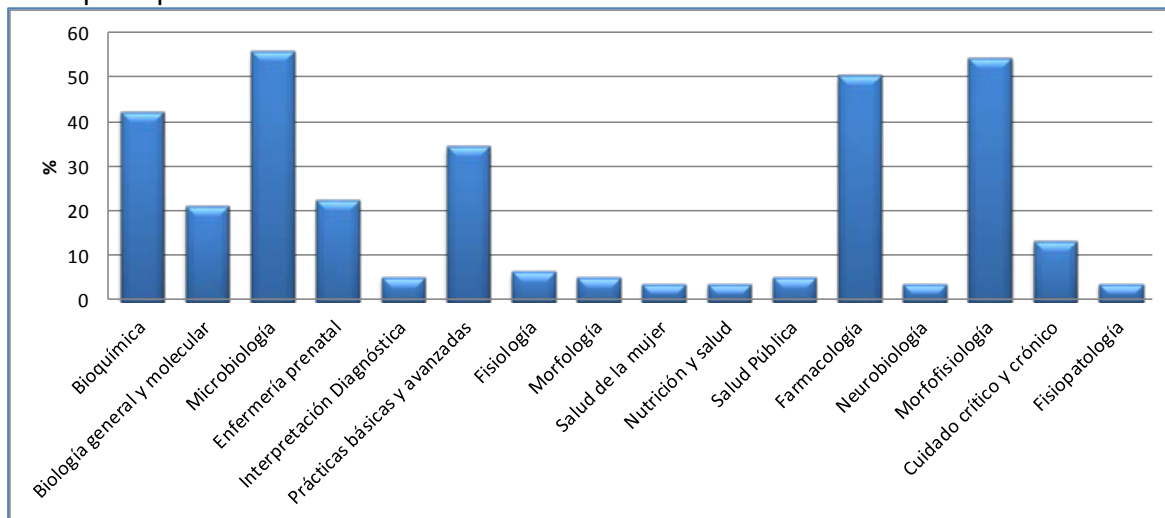
Por otro lado, se observa cómo las TIC se empiezan a introducir tímidamente en la solución de problemas del proceso de enseñanza-aprendizaje de la química para los estudiantes de ciencias de la salud, puesto que antes de la Reforma, ningún estudiante afirmó utilizar tutorías virtuales, mientras que, después de la Reforma, cinco sí lo hicieron.

4.5.8 Asignaturas en las que ha necesitado conceptos químicos

Para conocer las asignaturas de su plan de estudios en las que los estudiantes de ciencias de la salud han necesitado conceptos químicos, se realizó una pregunta en este sentido. Cabe resaltar que como en la población de estudio hay dos estratos, de acuerdo al plan de estudios: aquellos que ingresaron antes y aquellos quienes ingresaron después de la Reforma Palacios, cuando cambió la estructura curricular de los programas, algunas de las asignaturas mencionadas por aquellos que ingresaron antes de la Reforma, pertenecen al plan curricular anterior, además, las respuestas de los estudiantes a esta pregunta dependieron del semestre en el que se encontraban durante la encuesta. Para no hacer demasiado confuso el análisis, y como el objetivo de la pregunta es conocer las asignaturas en la que los estudiantes han necesitado conceptos químicos, a continuación se mostrarán las respuestas de los estudiantes, sin hacer especial énfasis en si la asignatura es del plan anterior o el actual, sólo como carácter informativo.

En la Gráfica 4-8 se muestra el porcentaje de estudiantes de Enfermería que mencionó cada asignatura en la que ha necesitado conceptos químicos. Estos porcentajes no se pueden comparar entre ellos, pues los estudiantes encuestados pertenecían a diferentes semestres, y su nivel de avance en el plan de estudios es disímil.

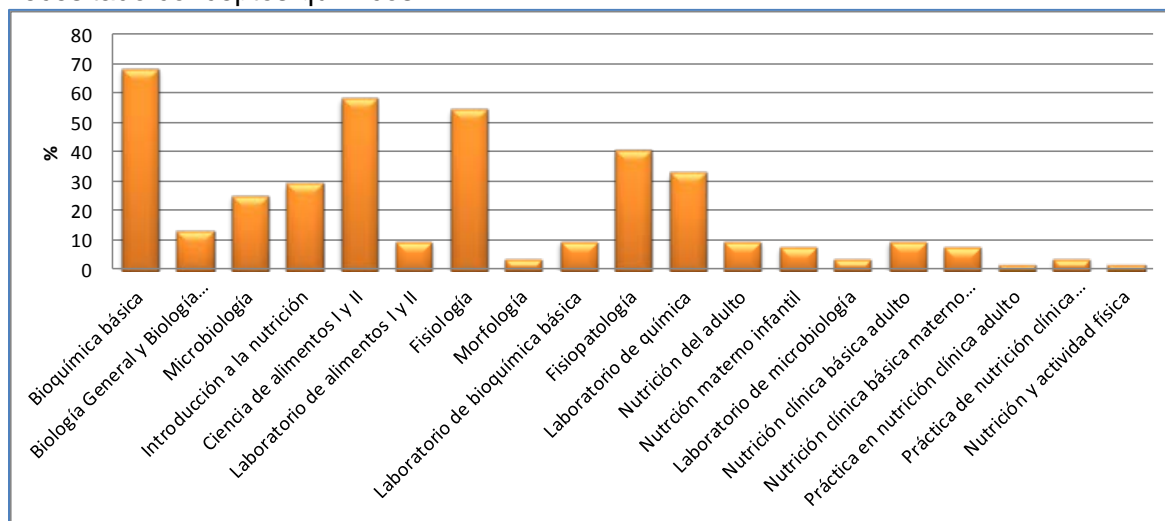
Gráfica 4-8: Asignaturas en las que los estudiantes de Enfermería han necesitado conceptos químicos.



De las treinta y dos asignaturas del plan curricular de Enfermería modificado en la Resolución No 002 del Consejo de Facultad de Enfermería (2009) que pertenecen al componente de fundamentación, los estudiantes encuestados mencionaron que, en siete de ellas han necesitado conceptos químicos: Bioquímica, Biología General, Biología Molecular, Farmacología, Microbiología y Morfofisiología I y II. Y de las treinta y cuatro que hacen parte del componente disciplinar mencionaron que en ocho de ellas han necesitado conceptos químicos: Prácticas y habilidades clínicas básicas, Prácticas y habilidades clínicas avanzadas, Cuidado de enfermería en salud pública, Cuidado de enfermería en materno perinatal, Cuidado de enfermería en situaciones crónicas, Cuidado de la enfermería en situaciones agudas y críticas, Interpretación diagnóstica y Salud de la Mujer. También mencionaron asignaturas que no hacen parte del plan de estudios actual, como Nutrición y Salud, Fisiología, Fisiopatología, Morfología y Neurobiología. Así pues, se revelan más sinergias y puntos de encuentro entre la química y la enfermería, por lo que la fundamentación en esta ciencia es imprescindible para el buen desempeño académico del estudiante durante su plan de estudios y su competencia profesional.

Por otro lado, los resultados a esta misma pregunta para el programa de Nutrición y Dietética se muestran en la Gráfica 4-9.

Gráfica 4-9: Asignaturas en las que los estudiantes de Nutrición y Dietética han necesitado conceptos químicos.

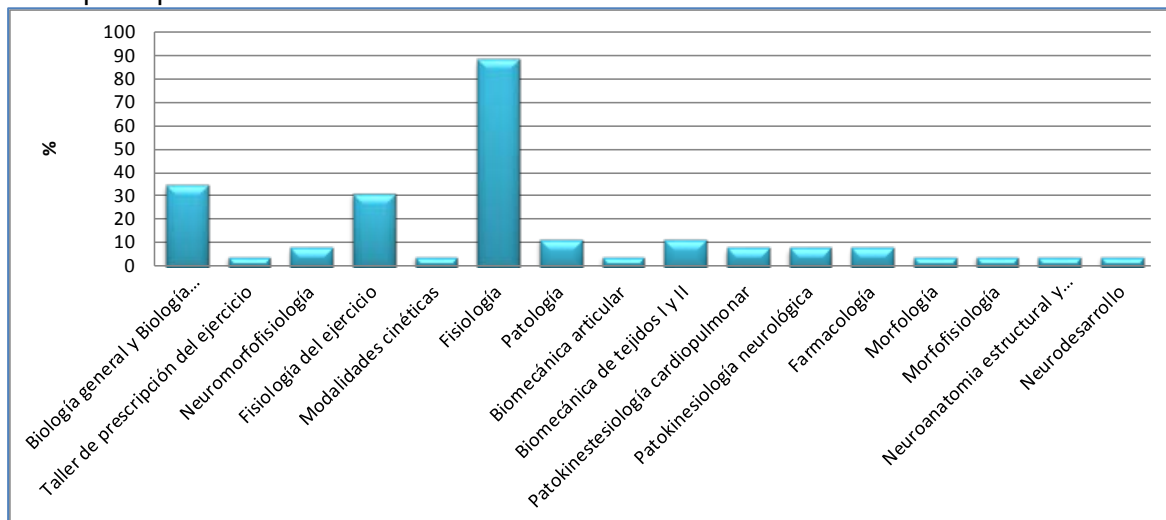


Aunque los porcentajes que se muestran en la Gráfica 4-9 no pueden compararse entre ellos porque los estudiantes encuestados presentaban un nivel de avance heterogéneo en el plan de estudios, con estos resultados se encuentran nuevas sinergias entre la química y la nutrición, y se resalta la importancia de la formación en química para los estudiantes de este programa curricular.

De las 23 asignaturas que hacen parte del componente de fundamentación en Nutrición y Dietética según el Acuerdo 092 (Consejo de Facultad de Medicina, 2012), los estudiantes mencionaron que en diez de ellas han necesitado conceptos químicos: Bioquímica básica, Biología general, Biología molecular y celular, Microbiología, Fisiología, Laboratorio de bioquímica básica, Laboratorio de química básica, Laboratorio de microbiología, Morfología y Fisiopatología. Y, de las 34 que componen la parte disciplinar del plan de estudios afirmaron que en doce también han necesitado conceptos químicos: Introducción a la nutrición, Ciencia de alimentos I y II, Laboratorio de alimentos I y II, Nutrición del adulto, Nutrición materno infantil, Nutrición clínica básica del adulto, Nutrición materno infantil, Práctica en nutrición clínica del adulto, Práctica de nutrición materna y Nutrición y actividad física.

Los estudiantes de Fisioterapia también mencionaron varias asignaturas de su plan de estudios en las que han necesitado conceptos químicos, y los resultados se muestran en la Gráfica 4-10.

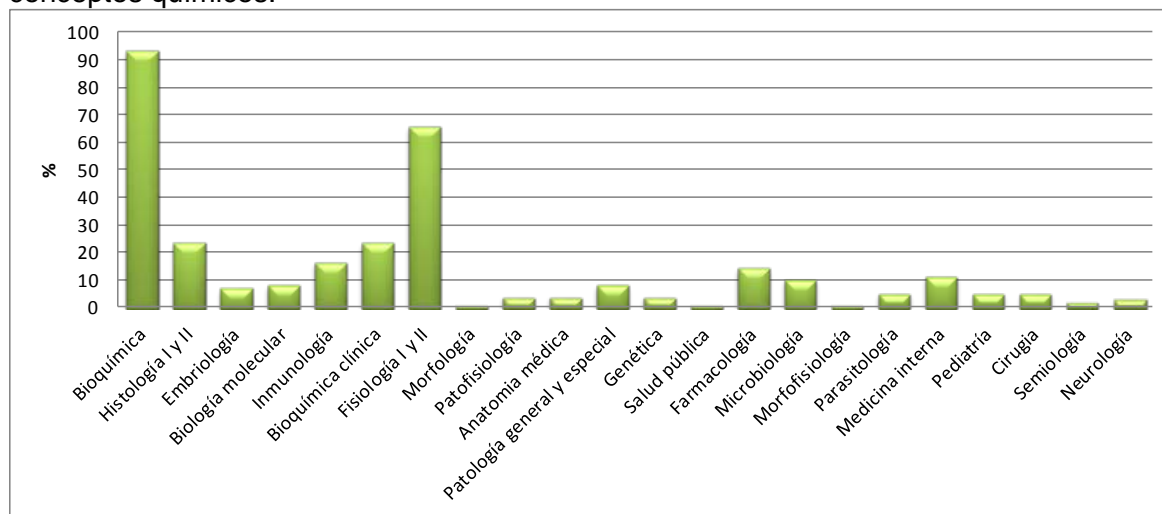
Gráfica 4-10: Asignaturas en las que los estudiantes de Fisioterapia han necesitado conceptos químicos.



Según la Resolución 242 (Consejo Facultad de Medicina, 2009), el plan de estudios de la de Fisioterapia se compone de 38 asignaturas de fundamentación y 38 disciplinares. Los estudiantes encuestados mencionaron que en once de las asignaturas del componente de fundamentación han necesitado conceptos químicos: Biología general, Biología molecular y celular, Fisiología del ejercicio y la actividad física, Fisiología, Patología, Biomecánica articular y del movimiento, Biomecánica de tejidos I y II, Biomecánica articular y de movimiento, Farmacología y Neuroanatomía estructural y funcional. Y que, de las 38 disciplinares, han necesitado conceptos químicos en cuatro: Taller de prescripción del ejercicio, Modalidades cinéticas, Patokinesesiología cardiopulmonar y Patokinesesiología neurológica. Además, mencionaron también asignaturas que ya no hacen parte del plan de estudios, como: Neuromorfofisiología, Morfología, Morfofisiología y Neurodesarrollo.

En cuanto a Medicina, cuyo plan de estudios está reglamentado en el Acuerdo 093 de Consejo de Facultad (2012), los estudiantes identificaron asignaturas, tanto del componente de fundamentación como disciplinar en las que han necesitado conceptos químicos, y los resultados se muestran en la Gráfica 4-11.

Gráfica 4-11: Asignaturas en las que los estudiantes de Medicina han necesitado conceptos químicos.

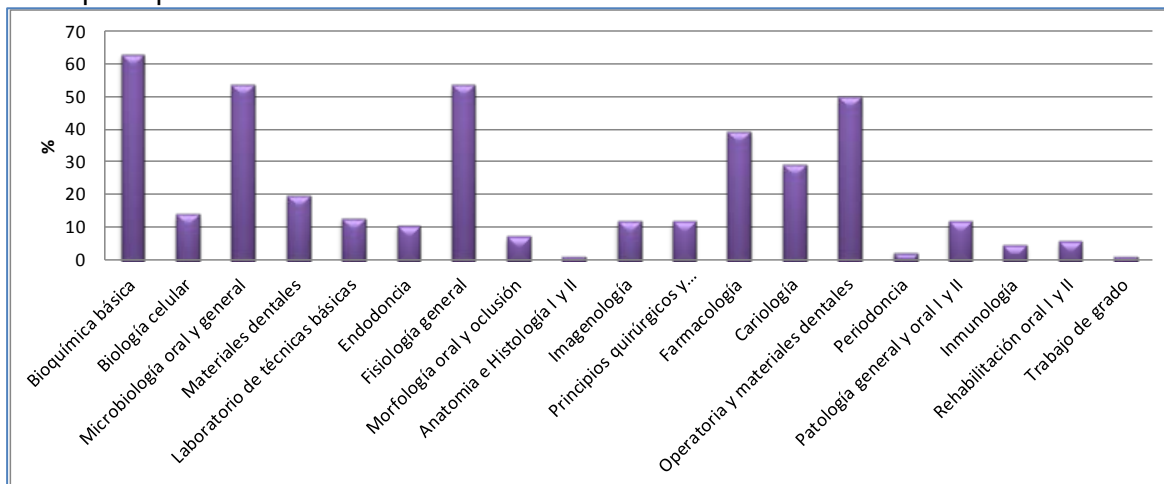


Aunque como ya se mencionó anteriormente, los resultados porcentuales en esta pregunta no se pueden comparar entre ellos, debido a que los estudiantes encuestados pertenecían a diferentes semestres, con estos resultados se encontraron sinergias y puntos de encuentro entre la química y la medicina, que eran desconocidos por la investigadora.

De las 23 asignaturas de fundamentación los estudiantes afirmaron que en 14 han necesitado conceptos químicos: Bioquímica, Histología I y II, Embriología, Biología molecular, Inmunología, Fisiología I y II, Anatomía médica, Genética, Salud pública, Farmacología, Microbiología y Parasitología. Y de las 40 asignaturas que pertenecen al componente disciplinar, en seis también han necesitado conceptos químicos: Bioquímica clínica, Patología general, Patología especial, Medicina interna, Pediatría y Cirugía. Los estudiantes que ingresaron a la universidad antes de la Reforma, mencionaron asignaturas que ya no pertenecen al plan de estudios: Morfología, Patofisiología, Morfofisiología, Semiología y Neurología.

Finalmente, los resultados para esta pregunta, en Odontología, se muestran en la Gráfica 4-12.

Gráfica 4-12: Asignaturas en las que los estudiantes de Odontología han necesitado conceptos químicos.



De las 16 asignaturas del componente de fundamentación del plan de estudios del programa de Odontología plasmado en el Acuerdo 012 (Consejo de Facultad de Odontología, 2013), los encuestados identificaron once asignaturas en las que han necesitado conceptos químicos: Bioquímica básica, Biología celular, Microbiología oral y general, Laboratorio de técnicas básicas de química, Fisiología general, Anatomía e Histología I y II, Farmacología, Patología general I y II e Inmunología. Y de las 35 asignaturas que hacen parte del componente disciplinar, los estudiantes indicaron que en once de ellas también han necesitado conceptos químicos: Materiales dentales, Morfología oral y oclusión, Imagenología, Principios quirúrgicos y anestesiología, Cariología, Endodoncia, Operatoria y materiales dentales, Periodoncia, Rehabilitación oral I y II y Trabajo de grado.

Estos resultados resaltan la importancia de la formación en química para los estudiantes de ciencias de la salud, quienes necesitan de los conocimientos, herramientas y habilidades de la química para comprender aspectos de los fenómenos relacionados con la vida, la salud y la enfermedad, que le permitirán tomar decisiones clínicas y técnicas sustentadas y de calidad, en beneficio de sus pacientes y de la sociedad.

4.5.9 Conceptos químicos que han necesitado en su plan de estudios

Con el objetivo de conocer cuáles son los temas químicos de mayor importancia para los estudiantes de ciencias de la salud, en la siguiente pregunta de la encuesta se pidió que enumeraran, los temas o conceptos químicos que han necesitado en otras asignaturas durante su plan de estudios. A continuación se mostrarán las respuestas de los estudiantes a esta pregunta, por programas; sin embargo, es importante aclarar que no se calculó el porcentaje de estudiantes que enunció cada tema, puesto que estos no se podrían comparar entre ellos, debido al nivel heterogéneo de avance en el plan de estudios que caracteriza a la muestra encuestada.

En la Tabla 4-32 se organizaron los temas que mencionaron los estudiantes, por programas curriculares, y se tomó como base el total de la muestra, sin diferenciar entre

los grupos de estudiantes que ingresaron a la universidad antes o después de la Reforma, ya que, para esta pregunta, la diferencia no aportaría mayores elementos al análisis, cuando la intención es conocer los temas químicos que han necesitado los estudiantes a lo largo de su plan de estudios.

Tabla 4-32: Temas químicos que los estudiantes de ciencias de la salud han necesitado durante su plan de estudios.

Programa	Enf. n=75	Fisio. n=26	Med. n=97	N y D n=43	Odont n=78	Total n=319
Química orgánica.	47	12	72	29	46	206
Reacciones químicas y estequiometría.	31	7	24	17	26	105
Soluciones.	26	15	47	7	8	103
Equilibrio químico y ácido-base.	24	18	36	10	6	94
Enlace químico.	7	2	22	10	42	83
Óxido-reducción.	25	7	25	9	17	83
Cinética química.	8	-	23	3	5	39
Nomenclatura inorgánica.	7	2	7	10	7	33
Termodinámica.	-	2	17	5	4	28
Materia y teoría atómica.	3	2	4	6	10	25
Gases.	4	3	1	3	0	11

Según los estudiantes de ciencias de la salud, el tema que más han necesitado durante su plan de estudios es química orgánica, principalmente propiedades y nomenclatura de funciones orgánicas y de biomoléculas, como había sido reconocido por todos los directores curriculares encuestados en la investigación. Sin embargo, los otros temas que componen syllabus de la asignatura *química básica* (Departamento de Química, 2011) también fueron mencionados por los estudiantes, debido a su importancia para la comprensión de los fenómenos básicos de la vida, la salud y la enfermedad. Llama la atención que algunos de los encuestados mencionaron que durante su plan de estudios han necesitado nomenclatura inorgánica, a pesar que tema no se encuentra contemplado en el contenido temático de la asignatura.

Tal y como ya ha sido mencionado anteriormente, la falta de diálogo entre las disciplinas ocasiona que no se cumpla con las necesidades de los estudiantes, puesto que aunque el tema de mayor relevancia para ellos es la química orgánica, en la asignatura *química básica* se le dedican máximo tres semanas de estudio (Departamento de Química, 2011).

4.5.10 Factores que influyen positivamente en el aprendizaje de la química en la Universidad

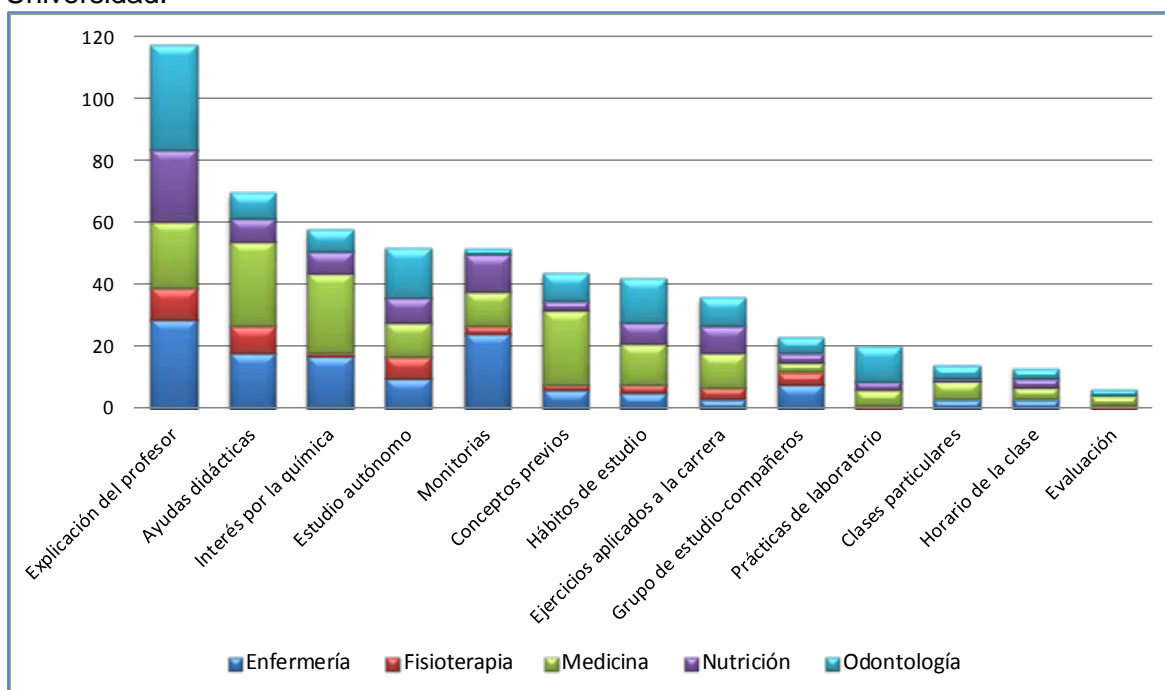
Con el propósito de tener elementos para la construcción de la propuesta pedagógica que favorezca el aprendizaje sustentable de la química, se realizó una pregunta abierta a los estudiantes sobre los factores que influyen positivamente su aprendizaje de esta ciencia en la universidad. En las respuestas que se muestran en la Tabla 4-33 se tomó el total de la muestra, sin hacer diferencias entre los estudiantes que ingresaron antes y después de la Reforma Palacios.

Tabla 4-33: Factores que influyen positivamente en el aprendizaje de la química.

Factor	Programa Enf. n=75	Fisio. n=26	Med. n=97	N y D n=43	Odont n=78	Total n=319
Explicación del profesor	29	10	22	23	34	118
Ayudas didácticas	18	9	27	8	8	70
Interés por la química	17	1	26	7	7	58
Estudio autónomo	10	7	11	8	16	52
Monitorías	24	3	11	12	2	52
Conceptos previos	6	2	24	3	9	44
Hábitos de estudio	5	3	13	7	14	42
Ejercicios aplicados a la profesión	3	4	11	9	9	36
Grupo de estudio-compañeros	8	4	3	3	5	23
Prácticas de laboratorio	-	1	5	3	11	20
Clases particulares	3	-	6	1	4	14
Horario de la clase	3	-	4	3	3	13
Evaluación	-	1	3	-	2	6

Los datos de la Tabla 4-33 se plasmaron en la Gráfica 4-13 para mayor comprensión visual de las respuestas.

Gráfica 4-13: Factores que influyen positivamente en el aprendizaje de la química en la Universidad.



De acuerdo a las respuestas de los estudiantes, los dos factores que influyen principalmente de manera positiva el aprendizaje de la química son la *explicación del profesor* y las *ayudas didácticas*, seguidas por el *interés por la química*, el *estudio autónomo*, las *monitorías*, los *conceptos previos*, los *buenos hábitos de estudio*, los

ejercicios contextualizados con la profesión, los grupos de estudio, y en menor medida las prácticas de laboratorio, las clases particulares, el horario de clase y la evaluación.

De los 319 encuestados, 118 (37,0%) afirmaron que el principal factor que influye positivamente en el aprendizaje de la química es la *explicación del profesor*, seguido de las *ayudas didácticas*, mencionadas por 70/319 estudiantes (21,9%). El análisis particular evidencia esta tendencia en Enfermería, Fisioterapia, Nutrición y Dietética y Odontología, en las que el factor principal seleccionado por los estudiantes fue la *explicación del profesor*, con 38,7% (29/75), 38,5% (10/26), 53,5% (23/43) y 43,6% (34/78) respectivamente; seguido por ayudas didácticas, con 24,0% (18/75), 34,6% (9/26), 18,6% (8/43) y 10,3% (8/78) respectivamente. En Medicina, los estudiantes escogieron en mayor medida ayudas didácticas que explicación del profesor; la primera fue seleccionada por 27/97 (27,8%) mientras que la segunda por 22/97 (22,7%). Estos resultados resaltan el papel del profesor y las ayudas didácticas en el proceso de aprendizaje de los estudiantes. En este sentido, el estudiante EN-140 afirmó: “*en la segunda inscripción el docente explica mucho mejor que la primera, no se entendía...gracias a esto pude entender mejor cada proceso químico en el organismo*” y el estudiante MD-0166 escribió: “*los profesores son los que en gran medida, con su claridad y conocimiento, nos facilitan el entendimiento de la química*”. De lo que hablaron los estudiantes en este apartado es, en palabras de Shulman (1987), el *conocimiento pedagógico del contenido*, que todo profesor debe afianzar para fomentar el aprendizaje de los estudiantes.

El siguiente factor positivo para el aprendizaje, mencionado por los encuestados fue el *interés por la química*, con un 18,2%, que corresponde a 58/319 estudiantes. El análisis por programas muestra que el mayor porcentaje de estudiantes que consideró este factor se encontró en Medicina, con un porcentaje de 26,8% (26/97), seguida por Enfermería, con un porcentaje de 22,7% (17/75), y Nutrición y Dietética, donde el porcentaje fue de 16,7% (7/43). En menor medida se encontraron Odontología, con un porcentaje de 9,0% (7/78) y Fisioterapia, con 3,8% (1/26). De acuerdo con Ausbel, Novak y Hanesian (1978), la motivación es uno de los factores necesarios para lograr el aprendizaje significativo, y Galagovsky (Parte I, 2004) coincide en que los contenidos significativos despiertan el interés y favorecen al aprendizaje sustentable. Es evidente la relación entre la motivación e interés por esta ciencia con el desempeño académico, pues, Medicina es la que ha presentado menores porcentajes de pérdida y la que reporta el mayor porcentaje de interés por la química. Sin embargo, el promedio general es considerablemente bajo para este aspecto, si se tiene en cuenta la importancia de la fundamentación en química para los estudiantes de ciencias de la salud. Esta cifra coincide con diversos estudios que evidencian la crisis actual de la química como consecuencia de la desmotivación de los estudiantes hacia su aprendizaje (Galagovsky, 2007; Garritz y Chamizo, 1994).

Continuando con el análisis de los factores que afectan positivamente el aprendizaje de la química, el siguiente señalado por los estudiantes fue el *aprendizaje autónomo*, mencionado por 52/319, es decir, el 16,3%. El mayor porcentaje en este ítem se encontró en la Fisioterapia, con 26,9% (7/26), seguida por Odontología, con 20,6% (18/78), Nutrición y Dietética, con 18,6% (8/24), Medicina, con 11,3% (11/97) y finalmente Enfermería, donde sólo el 13,3% (10/75) hizo énfasis en este aspecto. Contrasta este resultado con las corrientes pedagógicas surgidas desde la década de 1950, el constructivismo, la teoría crítica y más recientemente la complejidad, cuyo enfoque

propende por fomentar la autonomía del estudiante en su propio aprendizaje, y sorprende que, desde el punto de vista de los estudiantes de ciencias de la salud, este aspecto tenga tan poca relevancia. Este hecho demuestra que, a pesar de la intención de las dos últimas Reformas en la Universidad, por fomentar la transición hacia pedagogías centradas en el trabajo del estudiante y su reconocimiento como sujeto responsable del propio proceso de formación (DNPPr, 2003; Orozco de A, et.al, 2004), estos objetivos no se han cumplido en la práctica.

Con el mismo porcentaje que *estudio autónomo*, se encuentra el siguiente factor que influyó positivamente en el aprendizaje de la química de los estudiantes de la salud, las *monitorías*. Este factor fue señalado por 52/319 estudiantes, que corresponde a 16,3%. En Enfermería se encontró el mayor porcentaje de estudiantes que consideraron las monitorías un factor positivo para su aprendizaje, pues 24/75 (32,0%) coincidieron en este aspecto. La estudiante EN-0106 afirmó: “*las monitorías, (son un factor positivo) ya que sin estas no hubiese podido pasar la asignatura*”. En Nutrición y Dietética, 12/43 (27,9%) estudiantes aseguraron también que las monitorías fueron un factor positivo para el aprendizaje de la química, en Fisioterapia opinaron lo mismo 3/26 (11,5%), y en la Medicina 11/97 (11,3%). El menor porcentaje para este aspecto se encontró en Odontología, en la que tan solo 2/78 (2,6%), opinaron igual, resultado que coincide con la tendencia de los estudiantes de este programa a no participar de las monitorías y buscar ayuda extra-universitaria, como fue descrito anteriormente en la pregunta específica sobre este factor. Es importante aclarar que este factor depende de la oferta de monitorías en cada Facultad, que ha sido intermitente, de acuerdo al presupuesto asignado para este fin.

Otro de los factores mencionados por los estudiantes en este ítem fueron los *conceptos previos*, ítem en el que la mayoría se refirió a la enseñanza secundaria, y en menor medida, algunos mencionaron el estudio en pre-universitarios o carreras previas. Este factor fue seleccionado por 44/319, que corresponde a 13,8%. El programa en la que se observó el mayor porcentaje para este factor fue en Medicina, donde 24/97 (24,7%) estudiantes aseguraron que los conceptos químicos previos fueron decisivos para el aprendizaje de la química en la universidad (incluso por encima de *explicación del profesor*), seguida por el programa de Odontología, en el que 9/78 (11,5%) de los encuestados afirmó lo mismo; resultado que concuerda con la pregunta que se realizó sobre las bases de secundaria, en la que, para estos dos programas, se reportó también el mayor porcentaje de estudiantes que afirmaron que las bases del colegio fueron útiles para abordar la asignatura. En los programas de Enfermería, Fisioterapia y Nutrición y Dietética, este factor fue mencionado por una menor cantidad de estudiantes, 6/75 (8,0%), 2/26 (7,7%) y 3/43 (7,0%), respectivamente, resultado que concuerda con la pregunta específica sobre las bases del colegio, en la que, estos tres programas reportaron el menor porcentaje de aquellos a quienes la fundamentación en la educación secundaria les fue útil para asumir la asignatura.

Las buenas *técnicas de estudio*, como el repaso de apuntes de clase continuamente, la realización de tareas y la lectura de materiales dejados en clase fue otro de los factores que, según los estudiantes de ciencias de la salud influyó positivamente en el aprendizaje de la química. Sin embargo, el porcentaje de estudiantes que reconoció tener buenas técnicas de estudio es muy bajo con respecto a lo que se esperaría para los estudiantes de la Universidad Nacional de Colombia. Sólo 42/319 de los encuestados (13,2%) reconoció a este como uno de los aspectos positivos para el aprendizaje de la química.

En cuanto al análisis particular, los estudiantes de Odontología fueron quienes más se refirieron a este aspecto, con un porcentaje de 17,9% (14/78), seguidos por los estudiantes de Nutrición y Dietética con 16,3% (7/43), y Medicina, con 13,4% (13/97). Los programas que reportaron un menor porcentaje para este ítem fueron Fisioterapia, con 11,5% (3/26) y Enfermería, en la que tan solo 5/75 (6,7%) reconocieron las técnicas de estudio como un factor positivo para el aprendizaje de la química. Este es uno de los aspectos que se puede ayudar a mejorar con los programas que se ofrecen desde las Direcciones de Bienestar de las Facultades de ciencias de salud y la Dirección de Bienestar de Sede.

El siguiente factor positivo mencionado por los estudiantes fueron los *ejercicios contextualizados*, que según Galagovsky (Parte II, 2004) potencia el aprendizaje sustentable de las ciencias. Sin embargo, la cantidad de estudiantes que mencionó este aspecto fue bajo, y corresponde al 11,3% (36/319). Este bajo porcentaje se debe a la dificultad que representa para los profesores de *química básica* contextualizar los temas, como ya fue mencionado por estos en las entrevistas, de tal manera que son muy pocos los estudiantes de ciencias de la salud quienes se acercan al aprendizaje de la química de esta manera. El mayor porcentaje para este aspecto se encontró en de Nutrición y Dietética, con 20,9% (9/43), seguida por Fisioterapia con 15,4% (4/26); Odontología, con 11,5% (9/78), Medicina, con 11,3% (11/97) y finalmente Enfermería, donde el porcentaje fue de 4% (3/75). En este sentido, el estudiante EN-0133 afirmó: “*(un factor positivo para el aprendizaje es) entender conceptos aplicados a la farmacología y entender los procesos vitales desde conceptos químicos*”

Por otro lado, otro de los aspectos positivos mencionados por los estudiantes para el aprendizaje de la química fue el *trabajo en grupo*, factor que mencionaron 23/319 estudiantes (7,2%). Este bajo porcentaje puede explicarse de acuerdo con la DNPPR (2003) en cuyo documento se afirma que “*el trabajo en grupo no recibe la atención que merece por parte de estudiantes y profesores, por tratarse de una modalidad desprestigiada por la falta de responsabilidad y seriedad con que se adelanta (...) en cierta medida, se privilegia la desconfianza del maestro frente a los potenciales aportes del estudiante a la definición de su proceso de formación*”. Es decir que, a pesar de las potencialidades del trabajo en grupo y el reconocimiento por parte de los estudiantes que se trata de un factor positivo para el aprendizaje de la química, su práctica no se fomenta adecuadamente en las clases de química.

Otro factor mencionado por los estudiantes como positivo para el aprendizaje de la química en la universidad, fueron las *prácticas de laboratorio*, sin embargo, en un porcentaje muy bajo, el 6,3%, que corresponde a 20/316. En este aspecto, el mayor porcentaje se presentó en Odontología con 14,1% (11/78), seguida por Nutrición y Dietética con 7,0% (3/43), Medicina, con 5,2% (5/97) y Fisioterapia, con 3,8% (1/26). En Enfermería, ninguno de los estudiantes mencionó este aspecto. Según los profesores Cubillos y Villaveces (1989), el trabajo de laboratorio en química es necesario para correlacionar la teoría con la práctica y fomentar el aprendizaje de los conceptos químicos, sin embargo, en la Reforma Palacios, los cursos se dividieron en teóricos y prácticos (CSU, 2007) y los estudiantes de Medicina, Fisioterapia y Enfermería no incluyeron en su plan de estudios el laboratorio de química, por lo que los estudiantes no pueden aprovechar este recurso para su aprendizaje. En Odontología y Nutrición, el plan de estudios contempla un laboratorio de química; para la primera, es el laboratorio de

técnicas básicas de química, que los estudiantes no toman el mismo semestre que toman *química básica*, y para la segunda, es el laboratorio de química básica, pre-requisito de *química básica*. Para los programas que no toman laboratorio de química es lógico que sus estudiantes no reconozcan las ventajas de esta práctica para el aprendizaje de la química, pero, ¿qué sucede en Nutrición y Dietética?, ¿Por qué únicamente el 7,0% de los estudiantes reconocieron el laboratorio como un factor positivo para el aprendizaje de la química? Con la información descrita hasta el momento, no pueden responderse estos interrogantes, pero se volverá sobre ellos más adelante, cuando se describa la Investigación Acción en el Aula que se desarrolló en las monitorías de química implementadas en esta investigación.

Finalmente, otros aspectos positivos para el aprendizaje de la química, mencionados por los estudiantes de ciencias de la salud fueron las *clases particulares*, el *horario de la clase* y la *evaluación*, en porcentajes de 4,4% (14/319), 4,1% (13/319) y 1,9% (6/319), respectivamente. En este último aspecto, el encuestado FI-0103 afirmó: “(un factor positivo son) los quizes para reforzar lo aprendido”. El bajo porcentaje de estudiantes que reconoció en la evaluación un factor positivo para el aprendizaje de la química evidencia que los profesores no aplican una evaluación formativa, y que esta se orienta “a asignarles calificaciones, a controlarlos y clasificarlos” tal y como fue asegurado por la DNPPr (2003) en el documento “Problemas curriculares y pedagógicos del pregrado en la Universidad Nacional de Colombia”.

4.5.11 Factores que influyen negativamente en el aprendizaje de la química en la Universidad

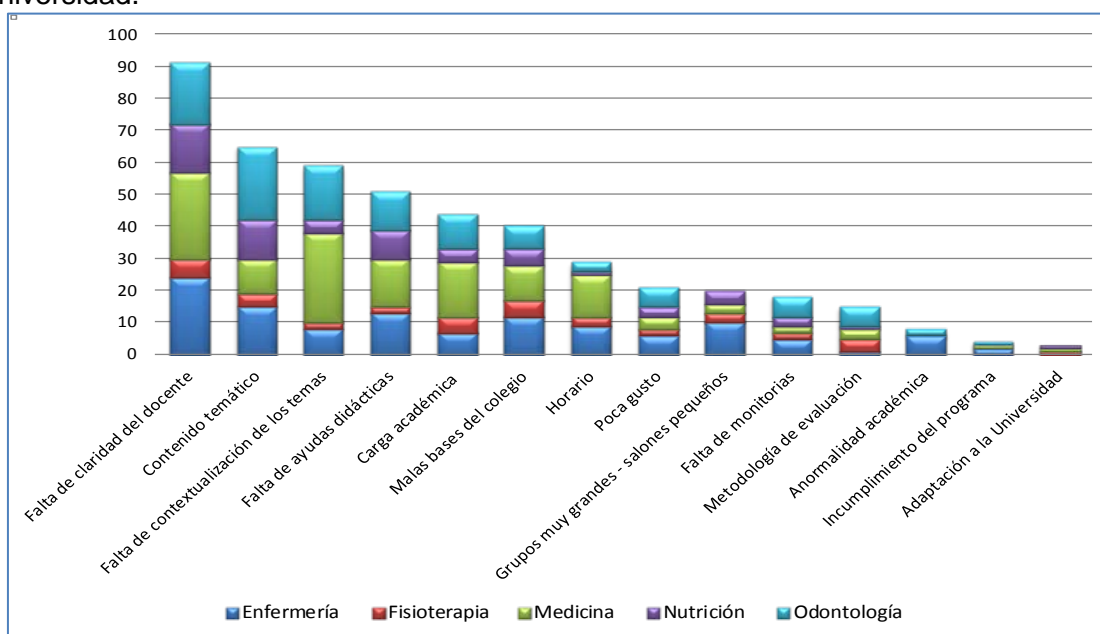
La siguiente pregunta de la encuesta fue acerca de los factores que influyen de manera negativa el aprendizaje de la química en la universidad. Las respuestas de los estudiantes a esta pregunta permitieron encontrar elementos para la construcción de la propuesta pedagógica para el aprendizaje sustentable de la química en las ciencias de la salud. En la Tabla 4-34 se muestran los resultados por programas, sin hacer especial diferencia entre los grupos que ingresaron a la universidad antes o después de la Reforma Académica, puesto que esta diferenciación no es relevante para la pregunta.

Tabla 4-34: Factores que influyen negativamente en el aprendizaje de la química.

Factor	Programas	Enf. n=75	Fisio. n=26	Med. n=97	N y D n=43	Odont n=78	Total n=319
Falta de explicación del docente		24	6	27	15	19	91
Contenido temático.		15	4	11	12	23	65
Falta de contextualización de los temas.		8	2	28	4	17	59
Falta de ayudas didácticas.		13	2	15	9	12	51
Carga académica.		7	5	17	4	11	44
Malas bases del colegio.		12	5	11	5	7	40
Horario.		9	3	13	1	3	29
Poco gusto por la química.		6	2	4	3	6	21
Grupos muy grandes - salones pequeños.		10	3	3	4	-	20
Falta de monitorías.		5	2	2	3	6	18
Metodología de evaluación.		1	4	3	1	6	15
Anormalidad académica.		6	-	-	-	2	8
Incumplimiento del programa.		2	-	1	-	1	4
Adaptación a la Universidad.		-	1	1	1	-	3

En la Gráfica 4-14 se plasmaron los datos de la Tabla 4-34, para permitir una mejor comprensión visual de las respuestas.

Gráfica 4-14: Factores que influyen negativamente en el aprendizaje de la química en la Universidad.



De acuerdo a las respuestas de los estudiantes en este ítem se observa que algunos factores que fueron mencionados en los aspectos positivos, aquí se mencionaron al contrario, de forma negativa; por ejemplo, un factor que influye positivamente en el aprendizaje de la química, según los encuestados, es la *contextualización de los conceptos*, y en este ítem, se mencionó, como aspecto negativo, la *falta de contextualización de los conceptos*. Esta situación es posible porque los estudiantes toman clase de química en diferentes grupos, y la experiencia para unos y otros es diferente, de acuerdo al contexto en el que haya tomado la asignatura.

El primero de los factores negativos mencionado por 91/319 estudiantes, fue la *falta de explicación del docente*, que corresponde al 28,8%. Al correlacionar con el apartado anterior, este resultado evidencia que el conocimiento pedagógico del contenido del docente es el principal factor de influencia, tanto positivo como negativo, para el aprendizaje de los estudiantes. El análisis particular muestra que para los programas de Nutrición, Enfermería, Odontología y Fisioterapia, este fue el aspecto de mayor relevancia, al obtener el mayor porcentaje, con 34,9% (15/43), 32,0% (24/75), 27,8% (27/97), 24,4% (19/78) y 23,1% (23,1%), respectivamente. En Medicina, este aspecto obtuvo el segundo porcentaje, 27,8% (27/97), un poco menor que *falta de contextualización de los temas*, que fue mencionado por 28/97 estudiantes. La influencia negativa de este factor fue descrito por los estudiantes en los siguientes términos: “*la falta de explicación de términos y usos por parte del docente de cátedra*”, escribió MD-0288 o “*que el profesor no sea claro al momento de explicar*” indicó el estudiante ND-0117. Algunos relacionaron esta falta de claridad con la preparación pedagógica, como el estudiante ND-0113 quien dijo “*falta de metodología de enseñanza por parte del profesor de química básica*” o el estudiante ND-0104 quien escribió “*prácticas poco pedagógicas por parte de los profesores*” y el estudiante OD-0268 quien afirmó “*docente no preparado en pedagogía (la primera vez que la vi)*”. La estudiante EN-0131 relacionó falta de explicación del docente con su propia motivación así: “*el tipo de docente, a veces con decirnos “es que ustedes deben buscar y estudiar” se lavan las manos y no explican bien o les da mal genio repetir, entonces uno opta también por no estudiar, porque con esa motivación...los profesores deberían ayudarnos y acompañarnos en este proceso...*”

El siguiente factor negativo identificado por los estudiantes fue el *contenido temático* de la asignatura, con un porcentaje de 20,4% que corresponde a 65/319 estudiantes. En este factor los estudiantes consideraron que el contenido temático es muy extenso para un solo semestre, que algunos temas se ven en poco tiempo o son muy complicados. El programa en el que este factor fue más importante fue en Odontología, porque fue mencionado por 23/78 estudiantes (29,5%), seguido por Nutrición y Dietética, donde el porcentaje fue de 27,9% (12/43), Enfermería donde fue de 20,0% (15/75), Fisioterapia con 15,4% (4/26) y finalmente Medicina, donde se reportó el menor de los porcentajes para esta aspecto, 11,3% (11/97). Los estudiantes describieron este factor negativo de la siguiente manera: OD-0268 afirmó “*el poco tiempo para tantos contenidos*”; “*la dificultad de los temas, según el docente, el grado de explicación es muy complicado*” escribió OD-0150 y OD-113 enfatizó en el “*poco tiempo para tantos temas, la profesora corre sin preocuparse de que uno entienda*”.

Otro de los aspectos negativos identificados por los estudiantes fue la *falta de contextualización de los temas*, propiciado, según algunos, por la heterogeneidad de los programas académicos de los estudiantes que toman *química básica*. Este factor fue identificado por 59/319, que corresponde al 18,5%. Los estudiantes de Medicina fueron

quienes más enfatizaron en este aspecto, al reportar un porcentaje de 28,9% (28/97), seguidos por los de Odontología, con 21,8% (17/78), Enfermería, con 10,7% (8/75), Nutrición con 9,3% (4/43) y finalmente Fisioterapia, donde sólo 2/26 (7,7%) se refirió a este factor. La estudiante EN-0249 escribió: *“los conceptos que se manejan son muy generales, no se centran en estudiantes de ciencias de la salud”*; MD-0285 escribió *“no explicaron su uso en el futuro, en la carrera”*; OD-0257 dijo *“poca aplicación a la odontología, por la diversidad en cuanto a las carreras con las que se recibía clase”*; EN-0125 afirmó *“la mayoría de conceptos aprendidos no son aplicables, lo que enseñan no es enfocado a la salud”* y ND-0104 escribió *“profesores no explican los conceptos de forma aplicada y en ejemplos”*.

La *falta de recursos didácticos* para el aprendizaje de la química en la universidad fue otro de los factores que los estudiantes identificaron como negativo, en un porcentaje de 16,0%, que corresponde a 51/316. Este factor fue identificado en mayor porcentaje por los estudiantes de Nutrición, donde el porcentaje ascendió a 20,9% (9/43), seguidos por los de Enfermería, con un porcentaje de 17,3% (13/75), Odontología, con 15,4% (12/78), Medicina, con 15,5% (15/97) y finalmente Fisioterapia, donde el porcentaje en este ítem fue el menor de todos, 7,7% (2/26). En este sentido, el estudiante ND-0117 afirmó que un aspecto negativo es que *“las clases no tengan factores didácticos”*. Cabe recordar que durante la entrevista, el docente de *química básica* P-QUI-1 admitió que usa la misma técnica didáctica para todos, a pesar que, según los resultados en esta pregunta, los estudiantes piden diversidad en los recursos didácticos para la enseñanza de la química.

Por otro lado, 44/319 estudiantes, el 13,8% de los encuestados, indicaron que un factor negativo en el aprendizaje de la química es la elevada *carga académica*. En este aspecto, fueron los estudiantes de Fisioterapia quienes reportaron el mayor porcentaje, con 19,3% (5/26), seguidos por los de Medicina, con 17,5% (17/97), Odontología, con 14,1% (11/78), y Nutrición y Dietética, y Enfermería donde se reportó el mismo porcentaje, 9,3% que corresponde a 4/43 y 7/75 estudiantes, respectivamente. En este ítem, los estudiantes indicaron que el exceso de carga académica no les dejaba suficiente tiempo para estudiar temas complicados en química. Esta situación fue analizada en el documento de la DNPPr (2003) al afirmar que la excesiva intensidad horaria en los programas de pregrado en la Universidad Nacional *“plantean exigencias absurdas y desmedidas sobre el tiempo y las energías del estudiante...esta excesiva intensidad horaria depende de imaginarios que asocian formación de calidad con exceso de asignaturas y de presencialidad. Sin embargo, esta asociación no sólo no es válida, sino que puede tener efectos negativos sobre la calidad, por la pasividad y dependencia que genera en el estudiante respecto a su experiencia educativa”*

Otro de los aspectos que dificultan el aprendizaje de la química en la universidad, y que fue mencionado ampliamente por directores curriculares y profesores a lo largo de esta investigación es la *falta de bases* que tienen los estudiantes, producto de la formación secundaria. Los estudiantes de ciencias de la salud, también identificaron este aspecto, sin embargo, en un porcentaje mucho menor del que se esperaría, al ser uno de los principales factores mencionados por los entrevistados como causas del bajo rendimiento de la asignatura *química básica*. De los encuestados, 40/319 identificó la *falta de bases* como un aspecto negativo, que corresponde al 12,7%. El análisis por programas muestra que en orden descendente de porcentaje para este factor se encuentran los programas de Fisioterapia, Enfermería, Nutrición, Medicina y Odontología, con porcentajes de 19,2%

(5/26), 16,0% (12/75), 11,6% (5/43), 11,3% (11/97) y 9,0% (7/78), respectivamente. Algunos estudiantes, como la encuestada ND-0246, indicaron que el problema no es tanto la falta de bases, sino el manejo que el docente le da a este problema, al afirmar “*no tenía buenas bases del colegio, y el profesor partía de que todos los estudiantes tenían el mismo conocimiento*”.

Por otro lado, en coincidencia con las afirmaciones de una de las directoras curriculares entrevistadas, quien introdujo la categoría *logística* en el análisis de la problemática de la asignatura *química básica*, los estudiantes también identificaron en este aspecto, el *horario* de la asignatura, los *grupos muy grandes* y los *salones incómodos*, factores que influyen negativamente en el aprendizaje de la química. El primer factor, *el horario*, fue mencionado por el 9,1%, que corresponde a 29/319 estudiantes de ciencias de la salud. Uno de ellos, MD-0140 escribió en la encuesta: “*que era muy tarde y por el horario me daba sueño*”. El otro factor, *grupos grandes* y *salones incómodos*, fue reportado por 20/319 estudiantes, el 6,3% de los encuestados, por ejemplo, la estudiante EN-0127 dijo: “*salones inhabitables (luz, número de sillas, lejos) y alta cantidad de compañeros*”.

Según las respuestas de los encuestados, otro de los aspectos que influye negativamente en el aprendizaje de la química es la *falta de gusto* esta ciencia, que desencadena inevitablemente en falta de motivación para su aprendizaje y que podría ser superado con la ayuda de docentes comprometidos con la enseñanza, como fue dicho en su momento por el docente P-FS-6 durante la entrevista. Este factor fue reportado por 20/319 estudiantes, el 6,3% de la totalidad de encuestados.

Aunque en un porcentaje menor que el factor anterior, los estudiantes encuestados se refirieron a la *falta de monitorías* como otro aspecto que influye negativamente en el aprendizaje de la química. El 5,6% de los encuestados, que corresponde a 18/319 estudiantes manifestó que debería haber más monitorías, o en horarios más adecuados a sus necesidades, para fortalecer su aprendizaje, tal y como escribió la estudiante EN-0250: “*la monitoría se realizaba en horas que yo tenía clase y por eso no asistía*”.

Los siguientes tres factores negativos mencionados por los estudiantes, aunque en porcentajes bajos, merecen especial atención. El primero, *metodología de evaluación* fue mencionado por el 4,7% de los encuestados, que corresponde a 15/319 estudiantes. En este sentido, EN-0127 afirmó “*los parciales eran distintos a lo visto en clase*”; OD-0278 escribió “*explicación de algunos temas y evaluación de otros diferentes*”; y OD-0113 identificó como aspectos negativos “*la técnica de los parciales y los porcentajes de calificación*”. Este factor merece especial atención, puesto que uno de los aspectos principales de la formación pedagógica del docente es la dimensión evaluativa, y tal y como fue descrito por la DNPPr (2003), en los programas de pregrado de la Universidad Nacional “*se aprecia un desequilibrio en las exigencias de los cursos en relación con la intensidad horaria asignada, el trabajo que se espera realicen los estudiantes y la consecuente evaluación de su desempeño*”.

Por otro lado, el factor *anormalidad académica*, mencionado por apenas 8 de los 319 encuestados, aunque en porcentaje sólo representa el 2,5%, amerita atención. En este sentido, la estudiante EN-0122 afirmó que el factor que influyó negativamente en el aprendizaje de la química fue la “*disminución de tiempo por cancelación de clases (desalajos...)*” y los otros se refirieron a paros y bloqueos de edificios. Este aspecto es importante, pues es una evidencia de que las situaciones de anormalidad académica,

que desafortunadamente se presentan frecuentemente en la universidad, influyen de manera negativa en el proceso de aprendizaje de los estudiantes.

Otro de los factores negativos que merece especial atención, aunque fue identificado por apenas 4 de los 319 encuestados (1,3%) fue el *incumplimiento del programa de la asignatura*. En este factor, las respuestas de los estudiantes no arrojan elementos para describir esta situación más allá del enunciado, sin embargo, mediante la interacción con los estudiantes que tomaron *química básica* durante los dos años de monitoría desarrollados por la investigadora, se evidenció que esta situación es cierta en muchos grupos, y se analizará con detalle en la sección 4.6.

Finalmente, 3/319 estudiantes, el 1% de los encuestados indicó que uno de los factores que influye de manera negativa en el aprendizaje de la química es la falta de adaptación a la universidad. Sorprende que para los estudiantes este haya sido uno de los factores negativos de menor importancia en el aprendizaje de la química, cuando docentes y directores curriculares le dieron gran relevancia y en sus entrevistas lo mencionaron como uno de los factores que causa el alto porcentaje de pérdida de la asignatura.

4.5.12 Influencia del profesor de química

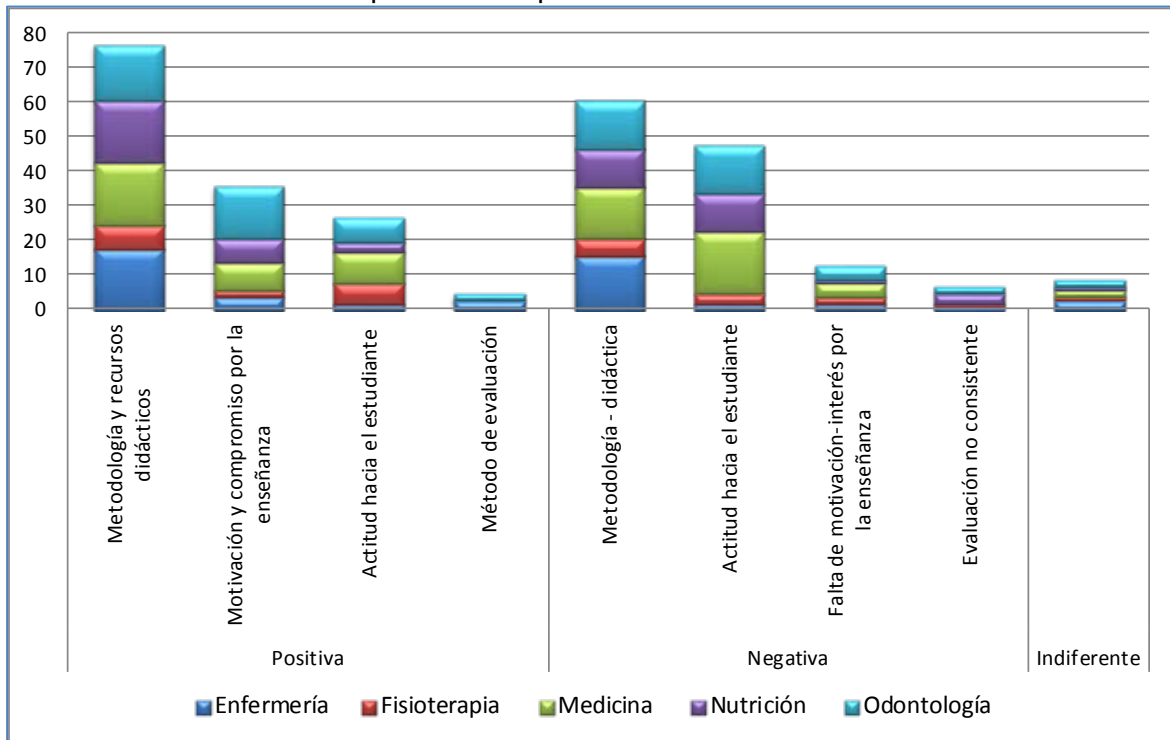
Para profundizar sobre la influencia que ejerce el profesor de química en el aprendizaje de los estudiantes, se realizó la siguiente pregunta de la encuesta: ¿De qué manera influyó el(los) profesor(es) de química en su aprendizaje de esta asignatura en la universidad? Las respuestas se muestran en la Tabla 4-35, y se tuvo en cuenta la totalidad de la muestra, según el programa, sin distinguir el grupo de ingreso, antes o después de la Reforma, puesto que tal diferenciación no aporta elementos significativos en este ítem.

Tabla 4-35: Factores que influyen negativamente en el aprendizaje de la química.

Programa		Enf. n=75	Fisio. n=26	Med. n=97	N y D n=43	Odon n=78	Total n=319
Influencia							
Positiva	Metodología y recursos didácticos.	18	7	18	18	16	77
	Motivación y compromiso por la enseñanza.	4	2	8	7	15	36
	Actitud hacia el estudiante.	2	6	9	3	7	27
	Método de evaluación.	3	-	-	-	2	5
Negativa	Metodología – didáctica.	16	5	15	11	14	61
	Actitud hacia el estudiante.	2	3	18	11	14	48
	Falta de motivación-interés por la enseñanza.	2	2	4	1	4	13
	Evaluación no consistente.	1	1	-	3	2	7
Indiferente		3	1	2	1	2	9
N.C		18	5	18	1	15	57

Las respuestas consignadas en la Tabla 4-35 se plasmaron en la Gráfica 4-15, en la que se organizaron los datos de una manera más comprensible visualmente.

Gráfica 4-15: Influencia del profesor de química.



Las respuestas de los estudiantes se categorizaron de acuerdo al tipo de influencia: positiva, negativa o indiferente. En las respuestas, algunos estudiantes se refirieron a aspectos positivos de su profesor, otros, a aspectos negativos, y aquellos quienes tomaron varias veces la asignatura realizaron comparaciones entre los diferentes maestros con quienes la tomaron, en semestres diferentes. Algunos expresaron más de un tipo de influencia, positiva o negativa, y en esta pregunta, sorprende el alto porcentaje de estudiantes que no contestó (57/319 – 17,9%), comparado con las otras preguntas de la encuesta.

Dentro de las influencias positivas del profesor de química en la universidad, los estudiantes se refirieron a la *metodología de enseñanza y recursos didácticos, motivación y compromiso por la enseñanza, actitud hacia el estudiante, y método de evaluación*. Entre estos, el que obtuvo el mayor porcentaje fue *metodología y recursos didácticos*, mencionado por 77/319 de los estudiantes, que corresponde al 24,1% de la muestra. El análisis particular evidencia que este fue el aspecto positivo que tuvo el mayor porcentaje en todos los programas, siendo de 41,9% (18/43) en Nutrición y Dietética, 26,9% (7/26) en Fisioterapia, 24,0% (18/75) en Enfermería, 20,5% (16/78) en Odontología y el menor porcentaje en este aspecto resultó en Medicina, siendo de 18,6% (18/97). En este ítem algunos estudiantes relacionaron la metodología del profesor con su motivación para aprender, como la estudiante ND-0118 quien escribió: *“afortunadamente me correspondió una maestra excelente, explicaba muy bien e hizo que me interesara por aprender”*; o MD-0119 quien dijo: *“con profesores con metodologías propicias para aprender dinámicamente se fomenta el estudio de la química positivamente”*; MD-0152 afirmó: *“me hizo entender la materia, que me gustara y me pareciera fácil”*; y MD-0144 escribió *“el profesor debe tener una buena técnica para lograr el interés de los estudiantes, esto es lo más importante”*. Otros resaltaron la

importancia de la contextualización y el enfoque de los contenidos curriculares según las necesidades de los estudiantes, tal y como fue expresado por EN-0267: “(*influencia positiva, puesto que la pedagogía y los contenidos se modificaban de acuerdo a las necesidades*)”; o por el estudiante MD-0129: “*la maestra que nos dictó clase era médica con maestría en bioquímica, entonces dio la química desde una perspectiva diferente a la dada por un químico, facilitando el aprendizaje*” y el encuestado EN-0126: “*de una manera positiva, ya que nos hacía entender la química aplicada a la carrera que estamos estudiando*”. De acuerdo a las respuestas de los estudiantes, puede afirmarse con seguridad que el principal elemento para facilitar el aprendizaje de la química es la metodología empleada por el profesor, su conocimiento pedagógico del contenido, como fue dicho por la estudiante ND-0117: “*entre más claro sea el profesor mejor será el aprendizaje, y que el aprendizaje sea un trabajo entre el alumno y el profesor*”; quien, en sus palabras, recuerda que, de acuerdo a la didáctica de la complejidad, el aprendizaje se logra a través de un proceso dialógico, en el que las interacciones entre docente y estudiante se convierten en otro de los elementos de la didáctica (González, 2009).

Otro de los aspectos positivos de los docentes de química mencionados por 36/319 estudiantes (11,3%) fue la *motivación y compromiso por la enseñanza*; por ejemplo, los estudiantes OD-0137, MD-0140 y EN-0256 afirmaron: “*se veía el interés (de la profesora) que prestaba para que sus estudiantes aprendieran*”, “*se veía que le gustaba lo que enseñaba*”, y “*el profesor, por su dedicación y amabilidad y real amor por la química influyó de manera satisfactoria en mi aprendizaje, en el Departamento de Química existen profesores que realmente aman enseñar la química*”, respectivamente. Como egresada del Departamento de Química, la investigadora coincide completamente con estos estudiantes, pues aprendió química de maestros comprometidos que inculcaron en ella, amor y pasión por esta ciencia.

En el mismo sentido de las consideraciones anteriores, 27/319 encuestados, el 8,5%, mencionó que una influencia positiva de sus maestros fue la *actitud* hacia ellos y su disposición para ayudarles en el proceso de aprendizaje. La estudiante EN-0249 escribió: “*...el profe tenía paciencia y comprensión por los que no entendíamos...no imponía miedo ni presión*”, y la estudiante FI-0103 argumentó; “*el profe siempre estuvo muy pendiente del desempeño de cada uno y del aprendizaje y avance que teníamos, también nos atendía en horarios extra-clases*”.

El último de los aspectos positivos mencionado por los estudiantes, aunque en un menor porcentaje fue el *método de evaluación*, identificado por 5/319, el 1,6% de la muestra. Algunas de las afirmaciones de los estudiantes fueron: “*el profe dejaba trabajos adicionales para subir la nota*” escribió EN-0249 y “*la metodología de calificación (es un factor positivo)*” expresó ND-0243. Así, con las respuestas de los estudiantes en este ítem, pueden esbozarse las características que tienen los docentes de química, quienes potencian el aprendizaje de los estudiantes: conocimiento disciplinar, conocimiento pedagógico del contenido, metodología de evaluación adecuada y motivación y compromiso con la docencia, que derivan en una aptitud dinámica, abierta y comprensiva hacia los estudiantes.

Por otro lado, otro tanto de los estudiantes encuestados, se refirieron a la influencia de su profesor en términos negativos, en cuatro categorías: la *metodología y didáctica*, la *actitud hacia el estudiante*, la *falta de motivación hacia la enseñanza* y *evaluación no*

consistente. En la primera categoría, 61/319 estudiantes, el 19,1% de la muestra indicó que la metodología de la clase y la didáctica del profesor no fueron las más adecuadas para propiciar su aprendizaje. Este fue el aspecto que el más importante para los estudiantes de los programas de Nutrición y Dietética, Enfermería, Fisioterapia y Odontología, donde los porcentajes fueron 25,6% (11/43), 21,3% (16/75), 19,2% (5/26) y 17,9% (14/78), respectivamente. En Medicina, el porcentaje en este aspecto no fue el principal, correspondió a 15,4% (15/97), un poco menor que el reportado en la categoría *actitud hacia el estudiante*, donde el porcentaje fue de 18,6% (18/97).

En cuanto a la metodología y didáctica empleadas por algunos profesores, la estudiante EN-0131 dijo: *“mi profesora es una docente muy poco didáctica, no es estratégica para dar la clase, se confunde ella misma”*, el estudiante MD-0133 afirmó: *“negativamente, más claridad en los libros”*, y el EN-0123 escribió: *“el docente, a mi parecer, no fue claro y daba conceptos como ya adquiridos”*. Otros estudiantes, realizaron un paralelo entre el conocimiento disciplinar y el conocimiento pedagógico del contenido, como OD-0268, quien escribió: *“el docente es el guía, principalmente en los primeros semestres y si no sabe cómo transmitir el conocimiento, así sea un experto en el tema no será una experiencia positiva (para el estudiante)”*; y *“considero que en mi caso en específico, influye de manera negativa, a pesar que los profesores poseen el conocimiento, no saben transmitirlo y explicarlo”* afirmó ND-0104. Algunos estudiantes relacionaron la metodología y la didáctica de la clase con su propia motivación hacia el aprendizaje, como MD-0171, quien afirmó: *“el docente que tenía no presentó la mejor metodología, por ende, perdí el gusto por la materia”*; y MD-0143 y OD-0272 quienes expresaron: *“sí antes me gustaba (la química) ahora la detesto”* y *“era terrible ir a clase de química”*, respectivamente. Y otros, relacionaron este aspecto con la contextualización de los conceptos hacia su profesión, como ND-0133, quien expresó: *“la influencia en la enseñanza de los profesores es notable, ya que el aprendizaje se ve limitado debido a que los conceptos químicos son explicados desde lo teórico y no desde su aplicación para la carrera”* o EN-0133 quien dijo: *“de forma negativa, pues su pedagogía era enfocada para sus colegas y no para profesionales de la salud”*. Con estas afirmaciones de los estudiantes se hace evidente, una vez más, que el conocimiento pedagógico del contenido es tan importante como el conocimiento disciplinar y que el primero puede convertirse en un factor que potencia o desestimula el aprendizaje de los estudiantes.

Otro de los aspectos negativos mencionados por los estudiantes fue la *actitud del docente hacia el estudiante*, en un porcentaje de 15,0% (48/319). De acuerdo con los resultados, este fue el aspecto negativo con mayor porcentaje para Medicina, expresado por 18/97 estudiantes, que corresponde al 18,6%. Para los otros programas, este fue el segundo aspecto, después de *metodología y didáctica*. En Nutrición, correspondió a 25,6% (11/43), en Odontología fue 17,9% (14/78), en Fisioterapia 11,5% (3/26) y el menor porcentaje se reportó en Enfermería, donde fue de 2,7% (2/75). En este sentido, la estudiante ND-0250 expresó: *“negativa, mala docencia, irrespeto hacia los estudiantes, impuntualidad”* y el estudiante EN-0147 dijo: *“pareciera que no era de su interés aclarar las dudas de los estudiantes”*.

El siguiente aspecto negativo del profesor de química identificado por los estudiantes, fue la *falta de motivación e interés hacia la enseñanza*, factor que fue mencionado por 13/319, el 4,1% de los encuestados. En este sentido, el estudiante OD-0133 expresó: *“fue una mala experiencia, el profesor no tenía manejo de la clase, su actitud era negativa, nunca se preocupó por si los estudiantes entendían o no, al parecer, el ser*

profesor no era su mejor opción". En estas palabras, el estudiante OD-0133 muestra cómo, la falta de motivación hacia la docencia origina una mala actitud hacia el estudiante y despreocupación por la práctica pedagógica, que influye negativamente en el proceso de aprendizaje de los estudiantes.

Finalmente, el último aspecto negativo mencionado por los estudiantes fue la *evaluación no consistente*, con un porcentaje de 2,2%. En este sentido, los estudiantes expresaron una falta de coherencia entre lo que se desarrollaba en la clase y lo que se preguntaba en los parciales, tal y como afirmó EN-0131 *"la profesora en clase dice una cosa y resulta diciendo otra en el parcial"* y FI-0102 dijo *"El profesor enseña algo muy básico y pregunta algo totalmente distinto"*. La evaluación es uno de los aspectos más importantes del proceso educativo, y como se observa en las respuestas de los estudiantes, esta no es vista por los docentes de química como un proceso, sino como un suceso, enfocado desde la heteroevaluación.

Como se mencionó anteriormente, algunos estudiantes, quienes inscribieron la asignatura varias veces compararon a sus profesores, y confirmaron nuevamente cómo para ellos, el profesor es el factor más importante para su proceso de motivación y aprendizaje. Por ejemplo, ND-0241 expresó: *"tuve dos profesores, el primero simplemente era acetatos y no explicaba nada, el segundo era muy bueno y estaba empapado en el tema, lo manejaba con facilidad y explicaba de manera clara"*; MD-0154 dijo: *"el primer profesor fue muy desmotivante, el segundo, por el contrario, ayudó mucho a crear interés en la materia"* y una estudiante, quien inscribió la asignatura cuatro veces escribió: *"de las 4 experiencias con distintos profesores considero que la metodología, el partir de lo básico para enseñar es muy importante y que lo contrario lleva a aburrir al estudiante y a perder el interés"*.

Con las respuestas a esta pregunta, se evidencia que la experiencia de los estudiantes de las ciencias de la salud en el aprendizaje de la química es heterogénea. A pesar de tomar la misma asignatura, unos tienen experiencias formativas, mientras que para otros, esta se convierte en un factor de desmotivación hacia el aprendizaje, de acuerdo al profesor con quien tomen la asignatura.

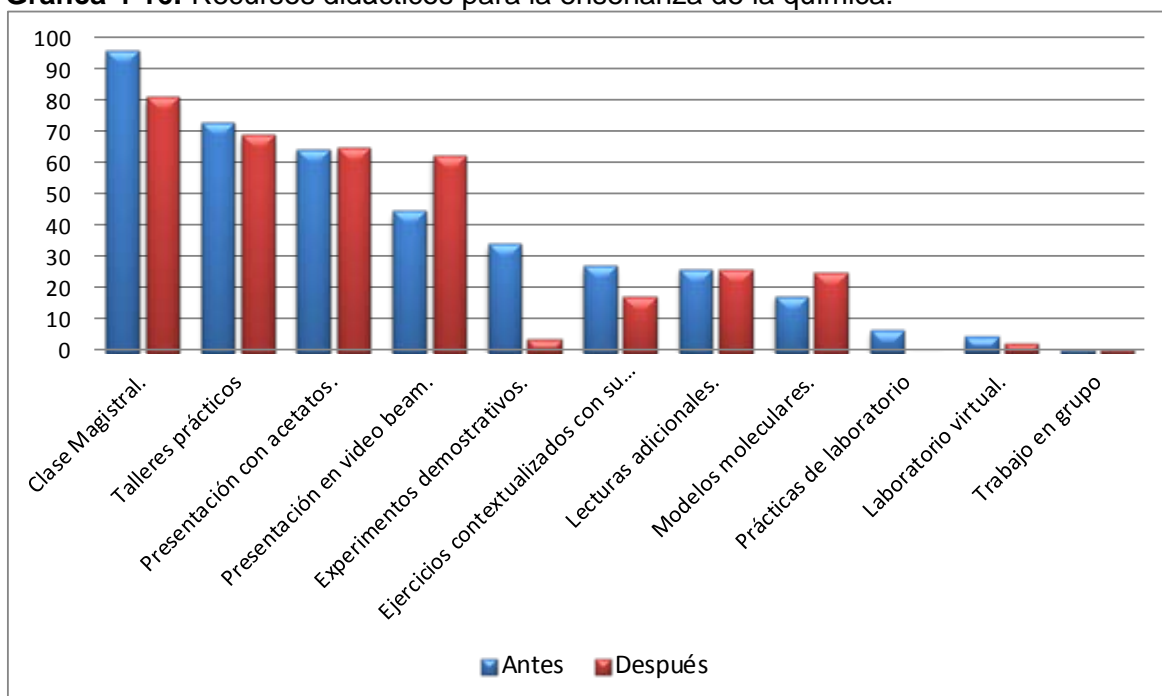
4.5.13 Recursos didácticos

Para profundizar en las estrategias didácticas que utilizan los profesores en la enseñanza de la química en la Universidad Nacional, se realizó la siguiente pregunta de la encuesta. En esta, los estudiantes debían escoger, entre una serie de recursos didácticos, aquellos que eran empleados por su profesor para la enseñanza de esta ciencia. En esta pregunta, las respuestas se clasificaron según el ingreso a la universidad: antes o después de la Reforma, con el objeto de comparar un antes y un después. Pero no se muestran las respuestas clasificadas según el programa, esta diferenciación no es relevante puesto que no existen grupos de química específicos para cada programa académico. Las respuestas a esta pregunta se muestran en la Tabla 4-36.

Tabla 4-36: Recursos didácticos para la enseñanza de la química.

Recurso didáctico	Antes de la Reforma n=102	Después de la Reforma n=217
Clase Magistral.	98	177
Talleres prácticos	75	150
Presentación con acetatos.	66	141
Presentación en video beam.	46	136
Experimentos demostrativos.	35	9
Ejercicios contextualizados con su profesión.	28	38
Lecturas adicionales.	27	57
Modelos moleculares.	18	55
Prácticas de laboratorio	7	0
Laboratorio virtual.	5	6
Trabajo en grupo	1	2

Los resultados consignados en la Tabla 4-36, se llevaron a la Gráfica 4-16, en la que se muestra la comparación porcentual de cada recurso didáctico antes y después de la Reforma. Esta comparación se realizó para conocer cómo cambiaron los recursos didácticos de los profesores de química con los cambios hacia pedagogías intensivas propuestos en la Reforma del 2007.

Gráfica 4-16: Recursos didácticos para la enseñanza de la química.

De acuerdo con las respuestas de los estudiantes, la *clase magistral* y los *talleres prácticos* han sido el principal recurso didáctico empleado por los profesores para la enseñanza de la química. Sin embargo, se reportó pequeña disminución de estas prácticas después de la Reforma, cuando el porcentaje de estudiantes que recibían clase

magistral pasó de 96,1% (98/102) a 81,6% (177/217) y la realización de talleres prácticos cambió de 73,5% (75/102) a 69,1% (150/217). Después de estos, los otros dos recursos didácticos que más son empleados por los profesores de química son la *presentación con acetatos* y la *presentación con video beam*. La primera práctica se mantuvo prácticamente constante, al pasar de 64,7% (66/102) a 65,0% (141/217), mientras que la segunda aumentó, al pasar de 45,1% (46/102) a 62,7% (136/217) después de la Reforma.

Por otro lado, con la introducción de los cambios planteados por el Acuerdo 033 (CSU, 2010), en la que los cursos de fundamentación como *química básica* no se proponen según programas académicos afines, y se dividieron en asignaturas teóricas y asignaturas prácticas, el empleo de recursos didácticos importantes para la enseñanza de la química como los *experimentos demostrativos*, los *ejercicios contextualizados con la profesión*, y las *prácticas de laboratorio*, disminuyeron considerablemente, al pasar de 34,3% (35/102) a 4,1% (9/217); 24,5% (28/102) a 17,5% (38/217); y 6,7% (7/102) a 0,0%, respectivamente. Es decir que, por un lado, la Universidad propone la transformación hacia pedagogías intensivas que favorezcan la formación integral, pero por el otro, adopta medidas que llevan a la disminución de escenarios para fomentar en los estudiantes las habilidades para plantear y solucionar problemas y relacionar la teoría con la práctica para fortalecer su nivel conceptual y de razonamiento.

Además de la situación mencionada en el párrafo anterior, el profesor de química tampoco favorece la formación integral del estudiante cuando las *lecturas adicionales*, que fomentarían en el estudiante sus capacidades comunicativas y de comprensión lectora, y el *trabajo en grupo*, que fortalecería la autonomía, el aprendizaje colaborativo y el trabajo interdisciplinario, no tienen un lugar prioritario en los recursos didácticos utilizados en la clase. Únicamente el 26,5% (27/102) antes, y el 27,5% (57/207) después de la Reforma mencionaron las lecturas adicionales como un recurso didáctico utilizado por su profesor. Y en cuanto al trabajo en grupo, las cifras son dramáticas: antes de la Reforma, sólo uno de los 102 encuestados (1,0%) marcó este recurso, y después de la Reforma, dos de los 207 encuestados (1,0%) hicieron lo mismo.

Además, herramientas especializadas para la enseñanza de la química, como los *modelos moleculares* o el *laboratorio virtual*, tampoco ocupan un lugar privilegiado dentro de los recursos didácticos utilizados por los profesores en la Universidad. De acuerdo a las respuestas de los estudiantes, el uso de los *modelos moleculares* aumentó después de la Reforma, al pasar de 17,6% (18/102) a 25,3% (55/217); sin embargo, la utilización de este recurso es muy bajo comparado con las ventajas que representa el modelamiento tridimensional de las estructuras moleculares para el aprendizaje de temas como enlace químico, geometría molecular y estereoquímica, que hacen parte del syllabus de la asignatura *química básica*. Y el uso del *laboratorio virtual*, que con el auge de las TIC de las últimas décadas debería estar en aumento, en la Universidad es mínimo, e incluso después de la Reforma, su uso disminuyó, al pasar de 5/102 (4,9%) a 6/207 (2,9%), esto en contra de las tendencias mundiales para la enseñanza de la química, en las que la implementación de las TIC, abren todo un abanico de posibilidades para dinamizar los procesos de enseñanza y aprendizaje en el aula (Lagowski, 1998; Woodfield y Catlin, 2004). De acuerdo a las respuestas de los estudiantes, en cuanto al uso de las TIC, sólo se ve aumento en el uso de presentaciones en video beam, que pueden facilitar el trabajo del docente, pero que fue criticado por algunos porque no

facilitan el aprendizaje, como fue afirmado por la estudiante EN-0126: “*sólo apoyándose en diapositivas no es buena herramienta de enseñanza*”, o la estudiante ND-0124 quien escribió “*el profesor simplemente leía diapositivas y no explicaba nada*”.

4.5.14 Propuestas para mejorar los procesos de enseñanza y aprendizaje de la química

Por último, se preguntó a los estudiantes sobre las sugerencias que harían para mejorar los procesos de enseñanza y aprendizaje de la química en la Universidad, pregunta en la que algunos hicieron más de una sugerencia, pero el 14,4% (46/319) no contestó. Las respuestas, que se organizaron en la Tabla 4-37 se muestran para todos estudiantes de ciencias de la salud en general, sin hacer especial diferencia entre los programas o el grupo de ingreso, puesto que tal diferenciación no aportaría mayores elementos al análisis.

Tabla 4-37: Propuestas para mejorar los procesos de enseñanza y aprendizaje de la química.

Propuesta	Estudiantes de ciencias de la salud n=319
Contextualización química-salud	144
Mejorar la didáctica y metodología de la clase	98
Laboratorios complemento teoría y práctica	46
Profesores comprometidos con la enseñanza	24
Monitorías de apoyo	22
Dedicar tiempo a conceptos básicos	18
Mejorar la logística	15
Revisar la carga académica	11
Mejorar la evaluación	9
Curso de nivelación	6
Química transversal	1
Ninguna	46

En esta, la última pregunta de la encuesta a los estudiantes de ciencias de la salud, el 44,8% (143/319), propusieron que una contextualización entre la química y las ciencias de la salud, mejorarían los procesos de enseñanza y aprendizaje, y en esto coincidieron con los directores curriculares y profesores entrevistados. Al respecto: “*materias como química deben mostrar aplicación a la carrera escogida por los estudiantes con el fin de despertar interés en cada uno de ellos*”, escribió el estudiante OD-0140 y el estudiante OD-0257 dijo: “*debería recibirse clase con gente de carreras afines, con el objetivo de que la materia esté enfocada hacia temas comunes y profundidad adecuada, no es la misma química que necesita el químico puro a la que necesita un odontólogo, la profundidad de los temas es diferente*”. Por su lado, el estudiante MD-0258 expresó “*que lo enfoquen a medicina, al menos que expliquen cuando lo necesitaremos*”, y, “*enfatar en los componentes de la química en las carreras donde se dictan de acuerdo a las aplicaciones*”, fue escrito por la estudiante ND-048.

En relación directa con la propuesta anterior, el 30,7% (98/319) de los encuestados indicaron que debería mejorarse la didáctica y la metodología de la clase, tal y como sugirió la estudiante MD-0144 quien escribió “*más dinámica en la clase, más ejercicios*”.

prácticos” o la estudiante EN-0101 quien dijo “*evaluar las metodologías de los profesores y no dar por entendido el tema en una sola clase, emplear métodos más prácticos*” y la estudiante EN-0102 al escribir: “*que busquen métodos de enseñanza eficaces, dinámicos, productivos y sencillos como lo hace la monitora (la investigadora de este proyecto)*”. El estudiante EN-0112, relacionó la metodología y la contextualización en la profesión al sugerir: “*un poco más de dinamismo en clase, aplicando ejemplos más específicos a la carrera para encontrar más importancia y relación para nuestra vida profesional*”. De acuerdo a estas respuestas, y correlacionándolas con las del apartado anterior sobre recursos didácticos, puede afirmarse con seguridad que es necesario modernizar las prácticas pedagógicas en la enseñanza de la química que se emplean en la Universidad, para favorecer el aprendizaje de los estudiantes.

Entre las propuestas de mejorar la didáctica, 46/319 estudiantes, el 14,4% de la muestra enfatizó específicamente en la *implementación de laboratorios como complemento de la teoría y la práctica*, y debido a la importancia que históricamente ha tenido esta práctica para la enseñanza de la química (Lagowski, 1998), se muestra en un apartado diferente al de *mejorar la didáctica*. Los estudiantes enfatizaron en la importancia de la experiencia de laboratorio para el aprendizaje de los fenómenos químicos, como por ejemplo ND-0137, quien escribió: “*más énfasis en laboratorios, ya que los conceptos manejados con esta didáctica tienen mayor recordación que los vistos sólo en teoría*” o MD-0133, quien dijo “*más prácticas de laboratorio donde se clarifiquen los conceptos que se exponen en clase*” con quien MD-0136 coincidió, al afirmar: “*hacen falta laboratorios, es más claro para entender algunos temas en vez de leer únicamente diapositivas y acetatos*”.

Otra de las propuestas para mejorar los procesos, sugerida por el 7,5% (24/319) de los estudiantes fue *profesores comprometidos con la enseñanza*, tal y como escribieron los estudiantes OD-0133 y EN-0131: “*saber elegir mejor los profesores y la calidad de sus clases, así como la disposición a enseñar*” y “*que los profesores les interese enseñarnos y no por cumplir un horario para que les paguen. Deberían tener esa calidad humana... porque uno es un estudiante que está en proceso de formación, pero ellos a veces se creen más y no les importa si uno capta las clases o no*”, respectivamente. En este sentido, el estudiante ND-0117 enfatizó en que el proceso de aprendizaje se logra en un proceso dialógico, en el que la interacción con el docente es un punto clave del proceso, al afirmar: “*la correlación del profesor y el alumno ya que no todo puede ser investigación propia sino que debe ir de la mano con lo explicado por el profesor*”.

La siguiente propuesta, sugerida por 22/319, el 6,8% de los encuestados fue ampliar la oferta de *monitorías*, que como ya ha sido dicho en otros apartados, es uno de los factores que influye positivamente en el aprendizaje de la química de aquellos estudiantes que asisten a estos espacios. En este sentido, la estudiante EN-0146 escribió: “*lo que falla en la mortalidad de química se debe a las falencias que la gente trae del colegio, entonces por eso pierden tantos, una buena propuesta es realizar muchas monitorías y que la gente tenga ganas de aprender*”. En sus palabras, la estudiante propone que durante las monitorías se ayude a los estudiantes a mejorar las bases que trae del colegio, y menciona otro factor importante para el aprendizaje de la química: la motivación del estudiante, factor que, como ya ha quedado explícito en otros apartados, el docente, con su actitud y metodología, es capaz de potenciar o extinguir.

Relacionado directamente con las palabras de EN-0146, otra de las propuestas, hecha por 18/319 (5,6%) estudiantes fue *dedicar tiempo a conceptos básicos*, así como fue sugerido por MD-0119: “*poner más atención a la enseñanza de las bases atómicas, para así facilitar la comprensión de los procesos moleculares*”. Las palabras de este estudiante recuerdan que en el proceso de aprendizaje, los saberes deben irse recopilando de una forma organizada, que permita ir encadenando unos acontecimientos con otros, para que de esta manera se construya el conocimiento sobre bases sólidas, tal y como es sugerido por Galagovsky (Parte I, 2007) en su propuesta de aprendizaje cognitivo consiente sustentable de las ciencias (MACCS).

Otras propuestas hechas por los estudiantes fueron, *mejorar la logística* de las clases, en cuanto a la cantidad de estudiantes por salón y el horario de la asignatura, *revisar la carga académica*, *mejorar la evaluación* y realizar un *curso de nivelación*, propuestas por 4,7% (15/319), 3,4% (11/319), 2,8% (9/319) y 1,9% (6/319), respectivamente. Por último, un estudiante sugirió que la química debería ser un *eje transversal*, en el plan de estudios de los estudiantes de ciencias de la salud.

Las comprensiones del fenómeno, sinergias y conflictos del proceso de enseñanza aprendizaje de la química que han emergido de la encuesta a los estudiantes de ciencias de la salud, se entretejerán con aquellas surgidas de los directores curriculares y profesores, y las propias interpretaciones del investigador, para construir los sintagmas, comprensiones holísticas del fenómeno investigado, que se precisarán en el capítulo V. A continuación se describirá la última parte de la investigación, la Investigación Acción en el Aula que la investigadora realizó mediante la implementación de las monitorías de química para estudiantes de ciencias de la salud.

4.6 Monitorías de química

El segundo semestre de 2011, para cumplir con el requisito de la pasantía del plan de estudios de la maestría, se propuso a las Direcciones Curriculares de los cinco programas de las ciencias de la salud que incluyen *química básica* en el plan de estudios, que la investigadora realizara unas monitorías de química para brindar un apoyo pedagógico a los estudiantes inscritos en esta asignatura, sustentado en el alto porcentaje de pérdida (DNPPr, 2011) desde su implementación en el segundo semestre de 2009. Se aprobaron 10 horas de monitoría semanal y estas fueron apoyadas por las Direcciones de Bienestar de las Facultades de Enfermería, Medicina y Odontología, enmarcadas en el Programa de Acompañamiento Integral en la Vida Universitaria (CSU, 2010).

Durante las monitorías se realizó una Investigación Acción en el Aula, en la que la investigadora se convirtió en una docente-investigadora para interactuar con la situación problema, asumió una postura exploratoria sobre el proceso de enseñanza y aprendizaje de la química, y mediante la interacción directa con los estudiantes de ciencias de la salud planteó sus propias teorías alrededor de las comprensiones del fenómeno y elaboró, implementó y evaluó un plan de acción para aportar a la solución del problemática investigada. Con las monitorías, la investigación adoptó características de proyectiva e interactiva, se completó un bucle para la comprensión holística y se construyó el nivel integrativo de la investigación.

Las monitorías de química continúan en la actualidad, pero en este apartado, se describirán las actividades, resultados e indicadores de impacto desde el primer semestre de 2011 hasta el segundo semestre de 2013. Cada semestre las monitorías se efectuaron en tres etapas sucesivas de planificación, implementación y evaluación, tal y como se muestra en la Gráfica 4-17, en las que se desarrollaron las diferentes fases de la Investigación Acción en el Aula. La estrategia, técnicas e instrumentos de la investigación se determinaron de acuerdo a la naturaleza del fenómeno investigado, y la información recolectada durante el proceso, se consignó en un diario de campo.

Gráfica 4-17: Etapas y actividades de la monitoría de química.



4.6.1 Horario de las monitorías

Cuando comenzó el programa de la monitoría de química, se planeó, en acuerdo con las direcciones curriculares, realizar dos horas de monitoría en cada programa, para un total de diez horas de monitoría semanal. Se organizó un horario y se gestionaron los salones con apoyo de las Direcciones de Bienestar de las Facultades de Enfermería, Medicina y Odontología.

La intención inicial fue planificar las dos horas de monitoría para cada programa, de acuerdo al contenido temático de la asignatura (Departamento de Química, 2011); y realizar un refuerzo académico en los temas que desarrollaban los estudiantes en su clase de *química básica*. Sin embargo, en el desarrollo de las primeras monitorías surgió una dificultad, relacionada con la diversidad en los temas que debían estudiar los asistentes, según el grupo de química en el que estaban inscritos, puesto que, de acuerdo con la autonomía del profesor, éste decide el orden para abarcar las diferentes temáticas del syllabus de la asignatura y la profundidad con la que las desarrolla. Entonces, en las dos horas de monitoría semanal para cada programa no se alcanzaban a repasar todos los temas que los estudiantes de diferentes grupos de *química básica*, necesitaban reforzar. Así, se tomó la decisión de realizar las mismas diez horas de monitoría, no distribuidas por programa, sino por temáticas, y a partir de la tercera semana de monitoría del semestre 2011-II, se empezó a enviar la programación de las diez horas de monitoría semanal para todos los programas, de acuerdo al tema. Con esta decisión se hizo más eficiente la ayuda de monitoría, puesto que a partir de ese momento, los estudiantes podían elegir el horario y el tema al que necesitaban asistir, e incluso podrían asistir varias veces durante la semana, de acuerdo a sus horarios y necesidades.

4.6.2 Asistencia a la monitoría de química

La invitación para participar en la monitoría se realizó, semestre tras semestre, mediante una charla ofrecida en la semana de inducción para los estudiantes admitidos a las Facultades de Enfermería, Medicina y Odontología, en la que se describían las sinergias entre la química y las ciencias de la salud, pero también los conflictos que originan altos porcentajes de pérdida y deserción en la asignatura *química básica*. La Fotografía 4-1 fue tomada en la charla ofrecida a los estudiantes admitidos a la Facultad de Medicina el segundo semestre de 2012.

Después de la charla, los estudiantes recibieron un correo electrónico para conocer su disponibilidad de horario y gestionar los salones para la realización de la monitoría. A través de este mismo medio, semanalmente los estudiantes conocieron la programación de monitorías para las dieciséis semanas del semestre, y su participación fue completamente voluntaria. En la Tabla 4-38 se consignaron los datos de asistencia semestral y promedio de horas de monitoría por estudiante, para cada programa, desde segundo semestre del 2011 hasta el segundo semestre de 2013.

Fotografía 4-1: Charla “Química y Salud: Sinergias y Conflictos” durante la semana de inducción a los admitidos en el segundo semestre de 2012 a la Facultad de Medicina.



Tabla 4-38: Asistencia semestral y promedio de horas de monitoría por programa y semestre.

Semestre	II-2011		I-2012		II-2012		I-2013	
	Estud.	Horas prom.	Estud.	Horas prom.	Estud.	Horas prom.	Estud.	Horas prom.
Programa								
Enfermería	28	11,6	57	7,8	29	9,1	66	23,2
Fisioterapia	12	7,3	6	10,6	12	8,1	-	-
Medicina	9	10,4	7	9,8	72	14,2	68	7,6
Nutrición	14	5,7	33	7,6	37	12,3	37	24,6
Odontología	28	14,5	33	9,4	17	9,6	8	9,5
Total	91	10,9	136	8,4	167	11,9	179	20,0

El II-2011 asistieron a la monitoría 91 estudiantes de ciencias de la salud, y en promedio, tomaron 10,9 horas de monitoría c/uno. Durante este semestre, el 30,7% de asistentes fueron del programa de Odontología (28/91), y en igual porcentaje, los de Enfermería (28/91), sin embargo, los primeros acudieron en promedio 14,5 h/semestre, mientras que los segundos, 11,6 h/semestre. El 15,4% de los asistentes fueron estudiantes de Nutrición y Dietética (14/91), en un promedio de 5,7 h/semestre, el menor promedio de asistencia entre los programas para ese semestre. Los 9/91 (14,4%) estudiantes de Medicina asistieron en un promedio de 10,4 h/semestre, mientras que los 12/91 (13,2%) de Fisioterapia lo hicieron en un promedio de 7,3 h/semestre.

Para el I-2012, la asistencia general aumentó con respecto al semestre anterior, al pasar de 91 a 136 estudiantes; sin embargo, el promedio de horas tomada por cada estudiante disminuyó a 8,4 h/semestre. Este semestre, quienes reportaron la mayor asistencia fueron los estudiantes de Enfermería, (41,9% - 57/136) aunque reportaron uno de los

más bajos promedios de horas de monitoría (7,8 h/semestre). Los estudiantes de Odontología y Nutrición también aumentaron su participación con respecto al semestre anterior, ya que asistieron 33/136 (24,3%) estudiantes de ambos programas, pero los del primero tomaron más horas promedio (9,4 h/semestre) que los de la segunda (7,6 h/semestre). Este fue el semestre en el que la participación de los estudiantes de Odontología fue la mejor, comparada con los otros semestres. El menor porcentaje de participación para el I-2012 se reportó en Medicina (7/136 – 5,1%) y Fisioterapia (6/136 – 4,4%), aunque estos fueron los estudiantes que tomaron una mayor cantidad promedio de horas de monitoría: 9,8 y 10,6 h/semestre, respectivamente.

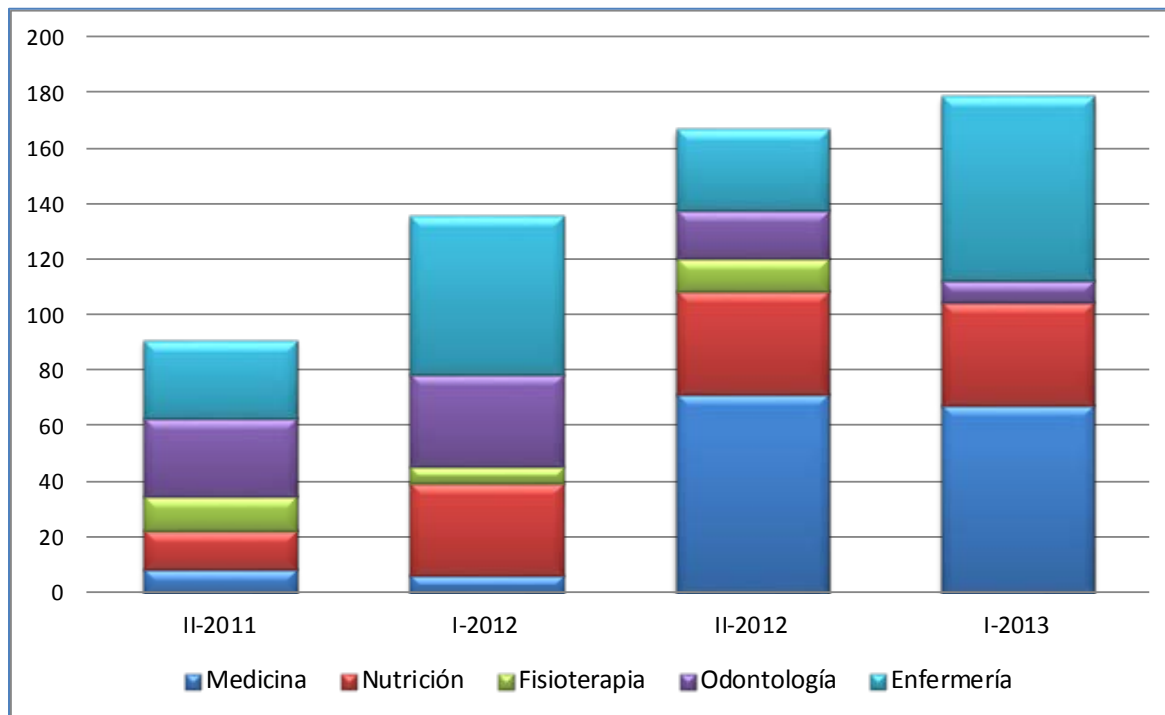
El siguiente semestre, el II-2012 la participación de los estudiantes en la monitoría continuó la tendencia en aumento, al ascender a 167 estudiantes. El promedio de horas de monitoría por semestre también aumentó con respecto a los dos semestres anteriores, y fue de 11,9 h/semestre. El análisis particular muestra que la asistencia de los estudiantes de Medicina, Nutrición y Fisioterapia aumentó, mientras que la de los estudiantes de Enfermería y Odontología disminuyó. El mayor porcentaje de participación y el mayor promedio de horas de asistencia, resultó en Medicina, puesto que 72/167 estudiantes (43,1%) participaron en un promedio de 14,2 h/semestre. Este fue el semestre en el que la participación de los estudiantes de Medicina fue el mejor, con respecto a los otros semestres. El programa de Nutrición y Dietética también aumentó la participación y las horas promedio de monitoría, con respecto al I-2012, siendo de 37/167 (22,2%) y 12,3 h/semestre, respectivamente. El programa de Fisioterapia también mejoró su participación, al ser de 12/167 (7,2%), pero disminuyó la cantidad de horas de monitoría que los estudiantes tomaron por semestre (8,1h/semestre). Los estudiantes de Odontología y Enfermería reportaron una disminución en la asistencia con respecto al anterior semestre, pero para ambas, el porcentaje de horas promedio de monitoría aumentó. De Odontología asistieron 17/167 (10,2%) estudiantes, en un promedio de 9,6 h/semestre; mientras que en Enfermería estas mismas cifras fueron 29/167 (17,4%) y 9,1 h/semestre, respectivamente.

La tendencia de participación y horas promedio de monitoría continuó en aumento, y el I-2013 se reportó la mayor cifra para estas dos variables. Durante este semestre, asistieron 179 estudiantes, en un promedio de 20,0 h/monitoría. La participación de los estudiantes de Enfermería este semestre fue la mejor de los dos años de monitoría: asistieron 66/179 estudiantes, en un promedio de 23,2 h/semestre. En Nutrición y Dietética, el número de participantes fue el mismo del semestre anterior, 33/179, que ahora correspondió al 20,7%, y la cantidad de horas promedio de monitoría fue la mejor de todos los semestres para este programa, siendo de 24,6 h/semestre. Los estudiantes del programa de Medicina disminuyeron un poco su participación con respecto al II-2012 y fue de 68/197 (34,5%), también disminuyó la cantidad de horas promedio de monitoría, que fue de 7,6 h/semestre. Finalmente, durante este semestre disminuyó también la participación de los estudiantes de Odontología y Fisioterapia, al tener este semestre, las menores cifras de los dos años de monitoría. De Odontología sólo asistieron 8/179 (4,5%) en un promedio de 9,6h/semestre, mientras que de Fisioterapia no asistió ningún estudiante a las monitorías.

Los datos de la Tabla 4-38 se plasmaron en la Gráfica 4-18, en la que se observa cómo, semestre tras semestre, el programa fue consolidándose y atrayendo a cada vez más estudiantes, quienes, en general, tomaron cada vez más horas de monitoría. El promedio de estudiantes asistentes a cada sesión de dos horas de monitoría durante estos dos

años fue de 25,2; sin embargo, como se describió en los párrafos anteriores, la tendencia de asistencia fue diferente para cada programa en particular. En el apartado de indicadores de impacto, se detallarán las situaciones específicas que influyeron en la asistencia de los estudiantes a la monitoría.

Gráfica 4-18: Asistencia a monitorías desde el II-2011 hasta el I-2013.



4.6.3 Los estudiantes que participaron en la monitoría

En la monitoría participaron estudiantes que inscribían por primera vez la asignatura *química básica*, así como también aquellos que la habían cancelado o no la habían aprobado en semestres anteriores. Los asistentes durante estos dos años, lo hicieron por alguna de las siguientes razones, o una mezcla de estas: porque no le entendían a su profesor; porque aunque le entendían a su profesor había ejercicios que no sabían cómo realizar; y/o porque necesitaban preparar los parciales.

La razón principal por la que los estudiantes buscaron ayuda en la monitoría, fue porque no le entendían a su profesor, especialmente, según los asistentes, porque sus profesores asumían que éstos tenían un conocimiento base que realmente no habían adquirido en el colegio, y porque hablaban un lenguaje que los estudiantes no comprendían.

Como ya se ha tratado en apartados anteriores, muchos de los estudiantes que toman por primera vez *química básica*, no tienen las suficientes bases químicas y matemáticas para hacerlo, y entre los asistentes a la monitoría, puede afirmarse que estas bases eran heterogéneas. A pesar que habían superado el examen de admisión en la universidad, a los programas de ciencias de la salud ingresaron durante esta época estudiantes que,

por ejemplo, con respecto a las competencias lógico-matemáticas, no sabían utilizar correctamente la calculadora científica, no conocían la mecánica de la construcción de factores de conversión, no despejaban de manera acertada ecuaciones de primer o segundo orden, o no manejaban temas elementales de cálculo como la ecuación de la recta; pero también, había estudiantes, principalmente de Medicina con muy buenas habilidades matemáticas, factor decisivo para que el porcentaje de pérdida de la asignatura *química básica* en este programa haya sido el menor de todas las ciencias de la salud. Durante las monitorías, se daban las instrucciones básicas para superar estas dificultades matemáticas y los estudiantes, con unas pocas excepciones, rápidamente aprendían la mecánica de los ejercicios. Es decir que, a pesar que no tenían buenas bases matemáticas, con una buena instrucción y práctica, los estudiantes mejoraban notablemente sus habilidades en esta área.

Las bases químicas de los asistentes a las monitorías también eran heterogéneas. Así como había estudiantes que manejaban el lenguaje y los conceptos básicos de la química, producto de su formación secundaria, también había estudiantes que reconocían no haber visto jamás en su bachillerato temas como nomenclatura, equilibrio químico, termodinámica o incluso química orgánica, que es la temática del grado once. Para aquellos estudiantes con una deficiente formación en química en el colegio no era sencillo entender el lenguaje de su profesor, y buscaban en la monitoría afianzar las bases para mejorar la comprensión de temas complejos. Sin embargo, los estudiantes que tenían una buena formación en química también reconocían que el lenguaje de sus profesores de *química básica* era incomprensible para ellos, y por eso recurrían a la ayuda de la monitoría.

En este sentido, es importante recordar que, de acuerdo a las políticas de contratación de docentes en la Universidad Nacional, éstos deben contar con una formación doctoral, que los convierte en investigadores de punta en temas específicos de la ciencia, dueños de un lenguaje técnico de códigos especializados, acorde a su formación académica, privilegiando la formación profesional o disciplinar sobre la formación pedagógica, que se ve reflejado en un mayor énfasis en las actividades de investigación y extensión que en la docencia. De acuerdo con Bernstein (1990: 129), en el proceso de enseñanza, el docente potencia el aprendizaje de los estudiantes mediante el principio de recontextualización del discurso, transformando los códigos especializados en palabras comprensibles por los aprendices. Si esta recontextualización no se realiza, no se logra el aprendizaje de los estudiantes, pues el profesor habla en un lenguaje que sus estudiantes no comprenden, tal y como era referido por la mayoría de los asistentes a la monitoría.

Otra de las razones por la que los estudiantes asistían a la monitoría era para aprender a realizar ejercicios que no sabían cómo realizar. En este aspecto, los estudiantes refirieron que durante sus clases de *química básica* no había tiempo suficiente para realizar talleres y ejercicios prácticos; que muchas veces, el profesor tenía resueltos los ejercicios en acetatos o diapositivas y estos se ocupaban tan solo de copiar en su cuaderno el procedimiento; o que, los ejercicios que se realizaban durante la clase eran de un grado de dificultad menor que los propuestos por sus profesores en talleres y parciales. Por eso, asistían a las monitorías, porque necesitaban ejercitarse en la resolución de los ejercicios que les iban a ser evaluados.

En cuanto a la dificultad de los ejercicios propuestos por los profesores de química en talleres y parciales, puede afirmarse que también era heterogénea. En algunos grupos de *química básica* los estudiantes debían resolver ejercicios que requerían de habilidades algebraicas superiores, como solución de sistemas de ecuaciones o solución de ecuaciones de segundo y hasta tercer grado; mientras que en otros grupos, los ejercicios presentaban un nivel de dificultad menor, acorde a estudiantes de primer semestre. En este aspecto, es importante resaltar que, además de las deficientes bases matemáticas que tenían muchos de los asistentes a la monitoría, otro factor que les dificultaba la resolución de ejercicios era la comprensión lectora; muchos reconocían que no entendían el enunciado de los ejercicios, y que esta dificultad se incrementaba cuando en el problema se hacía uso de términos específicos de la química, desconocidos para ellos.

Así, a pesar de haber superado el examen de admisión, es una realidad que muchos de los estudiantes admitidos a la Universidad Nacional no tienen un nivel superior de competencias en matemáticas, ciencias y lectura, producto de la educación recibida en el colegio; situación evidenciada en las pruebas Saber y en las pruebas internacionales PISA. De acuerdo a los resultados de las pruebas Saber aplicadas a los estudiantes de grado once, es una realidad que los bachilleres colombianos tienen vacíos en las habilidades de comprensión lectora (Agencia de Noticias UN, 2012), y de acuerdo a las pruebas internacionales PISA, en el 2006, 2009 y 2012, el país ha ocupado los últimos puestos entre los países evaluados, que deja a nuestros bachilleres en nivel básico (Nivel 1) en estas competencias (Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico [OCDE], 2013).

Sin embargo, es de anotar que la mayoría de asistentes a la monitoría eran concientes de sus propias carencias y trabajaban para superarlas y mantenerse en la universidad. Además, también asistían estudiantes con muy buenas bases, especialmente los estudiantes de Medicina, quienes llegaban a la monitoría para aprender a realizar ejercicios prácticos, y así, obtener mejores notas en los parciales.

4.6.4 Temáticas de la monitoría

Como se mencionó anteriormente, inicialmente la monitoría se planeó para seguir las temáticas del programa de la asignatura *química básica*; sin embargo, durante la implementación, se observó que el ritmo y profundidad en los temas de la asignatura era heterogéneo, al comparar los diferentes grupos. Esta situación introdujo un nivel de dificultad en la ejecución de las monitorías, puesto que estudiantes de diferentes grupos que veían el mismo tema lo hacían con una profundidad diferente, de acuerdo a la experticia del profesor. Incluso, de acuerdo a su experticia, algunos profesores se permitieron cambiar el orden del programa de la asignatura. Por ejemplo, profesores con doctorado en fisicoquímica, empezaban su asignatura por las leyes de la termodinámica, sin haber desarrollado temas que se necesitan para su comprensión, como estequiometría o soluciones. Para los grupos en los que los profesores adoptaron un orden diferente al propuesto en el programa de la asignatura, se realizaron monitorías especiales con el objeto de que los estudiantes adquirieran las bases conceptuales para abordar estas temáticas.

En la Tabla 4-39 se muestran las horas de monitoría ofrecidas para cada temática de la asignatura química básica, para cada periodo de monitoría.

Tabla 4-39: Temáticas de la monitoría de química.

Periodo	II-2011	I-2012	II-2012	I-2013	Total
Temáticas					
Equilibrio ácido-base	14	20	14	14	62
Cinética química	10	12	14	16	52
Estequiometria	14	10	14	12	50
Soluciones	14	10	16	10	50
Equilibrio químico	16	12	8	14	50
Gases ideales	8	8	8	14	38
Propiedades físicas y químicas de funciones orgánicas	2	8	14	12	36
Geometría molecular e hibridación	8	12	6	4	30
Termodinámica	10	4	8	8	30
Propiedades físicas y químicas de hidrocarburos	2	12	4	10	28
Factores de conversión	4	2	6	14	26
Teoría atómica	6	8	4	6	24
Nomenclatura inorgánica	2	4	6	10	22
Química orgánica básica	2	6	6	4	18
Enlace químico	4	2	4	4	14
Balanceo redox	4	2	2	4	12
Estereoquímica		4	2	4	10
Propiedades de la materia	2	2	2	2	8
Manejo calculadora científica			2	4	6

Semana tras semana, las temáticas de la monitoría se planeaban según las peticiones y necesidades de los estudiantes. De acuerdo a la Tabla 4-39, los temas más solicitados por los estudiantes fueron aquellos en los que el componente matemático es muy fuerte, como equilibrio ácido-base y cinética química, temáticas en las que usualmente se realizan ejercicios con ecuaciones de segundo grado, soluciones de la ecuación de la recta y logaritmos; y además, requieren de una gran capacidad de abstracción por parte del estudiante. Los siguientes temas solicitados por los estudiantes fueron estequiometria, soluciones, equilibrio químico y gases ideales, temáticas en las que el componente matemático también es fuerte, pero cuyos ejercicios normalmente involucran factores de conversión y despeje de ecuaciones hasta de primer orden. Sin embargo, algunos profesores proponían ejercicios de estequiometria que se resolvían a través de sistemas de ecuaciones, que para muchos estudiantes, incluso aquellos con buenas bases algebraicas, no eran fáciles de resolver.

Las temáticas relacionadas con química orgánica no ocuparon un lugar prioritario en la ejecución de las monitorías, básicamente porque el tiempo que se dedica a estos temas en la asignatura *química básica* es de máximo tres semanas, e incluso, en algunos grupos que no empezaban a tiempo las clases por dificultades en la asignación del profesor, no alcanzaba el tiempo para desarrollar estas temáticas y los estudiantes de ciencias de la salud se quedaron sin estudiar química orgánica, necesaria para abordar

otras asignaturas como bioquímica y fisiología. Además, como sucedía con las otras temáticas del syllabus, los temas de química orgánica se desarrollaban con diferentes niveles de profundidad, de acuerdo a la autonomía del profesor de cada grupo. Así, en algunos grupos, la química orgánica se reducía a nomenclatura de funciones orgánicas, pero en otros grupos, se trabajaban hasta mecanismos de reacción y reacciones estereo-específicas.

Otras temáticas como termodinámica y teoría atómica ocuparon casi un mes de estudio en grupos cuyos profesores eran investigadores en fisicoquímica, mientras que en otros grupos estos temas se tocaron apenas superficialmente. El nivel de heterogeneidad con la que los diferentes profesores asumen esta asignatura es tal que incluso en algunos grupos se abordaban temas que no están incluidos en el programa de *química básica*, como el comportamiento real de los gases con las correcciones de Van der Waals, o balanceo de ecuaciones redox por el método ión-electrón en medios ácidos o básicos, por eso, estos temas ocuparon algunas horas de estudio en la monitoría.

Y así como hubo temas que se desarrollaron en algunos grupos de *química básica* a pesar de no estar incluidos en el programa de la asignatura, hay temas que no están incluidos en el programa, pero que los estudiantes necesitan durante el curso, como nomenclatura inorgánica. Como este es un tema que no está incluido en el programa de la asignatura, durante las monitorías realizadas en el II-2011 no se le dio mayor importancia, pero con el transcurrir del tiempo, al observar la necesidad de los estudiantes por estudiar el tema, se ofrecieron estas monitorías durante la semana de inducción y algunas otras a lo largo de cada semestre.

Situación similar acaeció con la monitoría de manejo de calculadora científica. Al ver la poca habilidad que tenían muchos estudiantes en la utilización de este instrumento durante el primer año de monitoría, se programaron talleres sobre el tema, en la semana de inducción de los semestres II-2012 y I-2013; además, para cada monitoría en la que el tema ameritaba el uso de la calculadora científica, se enfatizó en su buen uso, puesto que un uso equivocado conllevaba a errores en la resolución de ejercicios.

De acuerdo a las observaciones anteriores, se puede afirmar que, aunque uno de los Directores Curriculares, resaltó durante la entrevista como fortaleza del Departamento de Química la organización, al ser uno de los primeros que organiza el programa, desafortunadamente en la práctica se observa un gran desorden en los contenidos y profundidad de los temas entre los diferentes grupos de la asignatura.

4.6.5 Acciones didácticas para la comprensión de temas químicos

Aunque al comenzar la monitoría en el segundo semestre del 2011 la investigadora contaba con una experiencia alrededor de ocho años como profesora de química, la ejecución de las monitorías se convirtió en un desafío, no sólo por la heterogeneidad en las bases matemáticas y químicas de los asistentes, sino también por la heterogeneidad en la profundidad con las que se abordaban los diferentes temas de química en los diferentes grupos de *química básica*. Por esta razón, las monitorías se convirtieron en un escenario para la continua reflexión pedagógica y el espacio para diseñar y ejecutar

acciones didácticas que mejoraran la comprensión de los temas químicos entre los asistentes.

A continuación se describirán las acciones didácticas, producto de la reflexión pedagógica en el aula de clase, que emergieron en el proceso:

- Fomento de escenarios dialógicos

La teoría de la didáctica de la complejidad introdujo como nuevos elementos el diálogo y la comunicación, y las interacciones docente-estudiante (González, 2009); pero más allá de las teorías que pudo haber leído en libros o artículos de divulgación científica, la investigadora aprendió esto en su práctica docente, y entendió que fomentar un clima que propiciara el diálogo para el aprendizaje dependía de la actitud que asumiera en el aula de clase. En las monitorías, la investigadora siempre comenzó la clase interactuando con los asistentes, preguntándoles cómo estaban y cómo se sentían, porque, tal vez por las características de la monitoría (los estudiantes llegaban en búsqueda de ayuda), fueron muchos los estudiantes, que a lo largo de estos dos años llegaron con expresión de preocupación y desilusión en su rostro.

Ante la pregunta sobre cómo estaban, algunos estudiantes hacían cara de extrañeza, pero otros aprovechaban el momento para compartir con el grupo el motivo de sus preocupaciones, que en la mayoría de los casos se referían al proceso de enseñanza-aprendizaje de la química en sus clases de *química básica*. Esta primera interacción, que no duraba más de cinco minutos, rompía el esquema de la clase tradicional, y preparaba al estudiante para participar en la clase de manera activa.

En la monitoría, la docente-investigadora se permitía indagar y escuchar las ideas previas de los estudiantes sobre el tema a tratar, y a lo largo de la clase, fomentaba un clima de confianza y respeto para que los estudiantes expresaran sus ideas y comprensiones de los fenómenos, hicieran y contestaran preguntas o aportaran sus propios conocimientos para complementar el tema.

Las preguntas de los estudiantes hacia la docente, y de la docente hacia los estudiantes fueron un elemento primordial en el proceso de enseñanza-aprendizaje durante las monitorías, porque con éstas, la docente-investigadora comprendía la manera como comprende el estudiante, pero también le permitían comprender la forma en la que realizaba la enseñanza. Muchas de las preguntas formuladas y/o contestadas por los estudiantes le hacían entender a la investigadora que, en el tablero, estaba describiendo conceptos o fenómenos químicos desde sus propios constructos y elementos culturales e ideológicos, que por supuesto, no eran los mismos de los estudiantes. Esta situación obligaba a la investigadora a ser creativa y a recurrir a los elementos culturales e ideológicos de los estudiantes para describir el mismo fenómeno, y así, fomentaba el aprendizaje en un ambiente dinámico y contextual y el desarrollo del pensamiento crítico.

- Recontextualización del discurso

Las preguntas formuladas y/o contestadas por los estudiantes durante las monitorías le permitieron a la investigadora comprender también que, en algunas ocasiones, el lenguaje utilizado por los profesores de *química básica* para describir los fenómenos no era el vehículo para lograr el aprendizaje, por el contrario se convertía en un impedimento para el proceso. Por eso, sin conocer aún los cimientos teóricos de la

recontextualización del discurso propuesta por Berstein (1990), aplicó sus principios durante las monitorías.

La química es una ciencia que ha construido un lenguaje propio de códigos especializados, que se convierten además en un indicador de *estátus de conocimiento* entre los químicos. Es decir, un químico puede usar palabras sencillas para describir los fenómenos de la materia, pero usa los términos específicos de la profesión para demostrar su nivel de conocimiento. Y esta era una de las principales quejas de los estudiantes que llegaban a la monitoría, que sus profesores de *química básica* utilizaban un lenguaje que no comprendían y que además, les hacía sentir inferiores y les desmotivaba para aprender química. Por eso, en la monitoría, la investigadora utilizaba un lenguaje sencillo para describir los términos especializados, de tal manera que el estudiante se apropiara de ellos, para que cuando los escuchara nuevamente en su clase de *química básica* entendiera lo que le quería decir el docente. Además, durante la monitoría siempre se describieron tanto los términos, como la simbología especializada de la química, práctica que realmente no tomaba mucho tiempo, y que derivaba en beneficios para los estudiantes, porque muchos de los asistentes ni siquiera manejaban la terminología básica de la química, que se suponía debían adquirir en el colegio.

- Aumento progresivo de la complejidad durante la clase

En cuanto a las bases adquiridas en el colegio de los asistentes a la monitoría, ya se mencionó que eran heterogéneas, así como lo era también la profundidad con la que los diferentes profesores de *química básica* abordaban las diversas temáticas. Lo que se hacía en las monitorías para afrontar la situación era dedicar la parte inicial de la clase a la aclaración de conceptos básicos, que actuarían como los conceptos sostén que vincularían los aprendizajes previos del estudiante con la nueva información, para potenciar el aprendizaje, tal y como propone Galagovsky (2004, Parte I), en el MACCS.

La formación heterogénea de los estudiantes se utilizaba durante la parte inicial de las monitorías para construir procesos dialógicos de aprendizaje. Se daba la oportunidad a aquellos estudiantes que conocían con claridad los conceptos básicos para expresar sus ideas, y a aquellos que no los manejaban, se les permitía preguntar y expresar sus dudas, de tal manera que con el diálogo mediado por la investigadora se construían los conceptos sostén sobre la que se anclaría la nueva información para consolidar el conocimiento.

La consolidación del aprendizaje se realizaba paulatinamente mediante el aumento de complejidad de los conceptos durante la clase, que siempre se ilustraron mediante ejemplos y ejercicios significativos y contextualizados en los intereses de los estudiantes de ciencias de la salud. En este proceso, la heterogeneidad en la profundidad con la que los profesores de *química básica* describían los conceptos era utilizada por la investigadora para realizar el proceso de enseñanza con una dinámica de profundidad creciente, de tal manera que se incluía en el proceso a todos los asistentes y los diferentes niveles de intensidad que proponían los diversos profesores de *química básica*.

La heterogeneidad en la profundidad de los conceptos químicos se evidenciaba en los apuntes de clase de los estudiantes asistentes a la monitoría y en los talleres propuestos por los docentes de *química básica*. Algunos docentes utilizaban la mayor parte de la

clase para realizar las demostraciones matemáticas que derivaron en la formulación de las leyes de la química, y el tiempo dedicado a realizar ejercicios de aplicación de estas leyes era mínimo; sin embargo, al estudiante se le evaluaba su capacidad para desarrollar ejercicios en un parcial. Otros profesores dedicaban tiempo a realización de ejercicios sencillos durante la clase, y la dificultad de los ejercicios propuestos en los talleres era diferente. Y otros profesores, simplemente no realizaban ejercicios durante la clase, no dejaban talleres de práctica y remitían a los estudiantes a estudiar y realizar ejercicios de libros guía.

Durante la monitoría, no se demostraban matemáticamente las leyes que describen el comportamiento de la materia, se utilizaba la ley para explicar los fenómenos mediante ejercicios prácticos, empezando con ejercicios sencillos y terminando con ejercicios de mayor dificultad.

- Contextualización y complejización de las temáticas y ejercicios

Al realizar los ejercicios de los talleres propuestos por los profesores de *química básica* durante la monitoría, se evidenció que la mayoría de estos no correspondían con los intereses de los estudiantes de ciencias de la salud. Se trataba simplemente de un listado de ejercicios que, excepto en los talleres de química orgánica, se enfocaban en la destreza y competencias lógico-matemáticas de orden interpretativo, y no potenciaban otro tipo de competencias como las argumentativas o propositivas. Los talleres de química orgánica se centraban principalmente en las destrezas memorísticas de los estudiantes para recordar la nomenclatura de las funciones orgánicas o mecanismos de reacción, sin tener en cuenta el contexto y las complejidades entre la química y las ciencias de la salud. Este tipo de ejercicios causaba desmotivación entre los estudiantes, quienes muchas veces preguntaron a la investigadora el porqué de aprender algunos temas que, según ellos, no tenían nada que ver con sus profesiones.

Durante las monitorías se realizaban los ejercicios propuestos por los profesores de *química básica*, ya que en base a éstos, los estudiantes iban a ser evaluados; sin embargo, se contextualizaban con los intereses de los asistentes, enfocándolos en las sinergias, complejidades e interdependencias entre la química y las ciencias de la salud, de tal manera que se potenciaba el aprendizaje sustentable de la química utilizando temáticas significativas, como plantea Galagovsky (2004, Parte I).

Los ejercicios propuestos en los talleres de la asignatura *química básica* tenían diferentes niveles de dificultad, lo que se hacía en la monitoría, era realizar estos mismos ejercicios, con diferentes niveles de complejidad. Cambiar la dificultad por la complejidad implica más trabajo para el docente, porque plantear un ejercicio difícil es fácil para un químico, pero diseñar un ejercicio complejo lo obliga a encontrar interdependencias entre el tema a tratar y el contexto de las ciencias de la salud, lo que, de acuerdo a lo visto en las monitorías, no muchos docentes están dispuestos a hacer. Para abordar los ejercicios desde la complejidad, la investigadora se apoyó tanto en investigación bibliográfica como en los estudiantes que asistían a la monitoría, pues muchos de ellos conocían de forma incipiente, conceptos y teorías de sus profesiones y aportaban su conocimiento durante la clase. Así, la monitoría se convirtió en una sinergia: los estudiantes se beneficiaban del conocimiento químico de la investigadora, y la investigadora, se benefició enormemente del conocimiento de sus estudiantes de ciencias de la salud.

- Evaluación formativa

Durante las monitorías, se realizaba una evaluación permanente del proceso, que le permitía a la docente-investigadora determinar el aprendizaje de los estudiantes e identificar problemas para proporcionar un apoyo adicional, y además, someter al análisis su propia actividad docente para mejorar el proceso de enseñanza-aprendizaje, y sin saberlo aún, aplicaba las bases de la evaluación formativa (De Zubiría, M y De Zubiría, J, 1987: 126). La evaluación es inherente al proceso de enseñanza-aprendizaje, no es un componente aislado del proceso, por el contrario, es otro de los elementos de la didáctica de la complejidad, y se concibe como un proceso contextual e investigativo, donde docente y estudiantes siguen aprendiendo y enseñando (González, 2009).

Las estrategias evaluativas utilizadas durante la monitoría fueron la evaluación al vuelo y la evaluación planeada para la interacción, descritas por Heritage (2007) para la evaluación formativa. La evaluación al vuelo ocurría espontáneamente durante la clase, puesto que el ambiente dialógico de la monitoría, le permitía a la investigadora conocer concepciones equivocadas de los estudiantes y emprender acciones inmediatas para su corrección antes de continuar la secuencia de la clase. La evaluación planeada para la interacción se realizaba mediante las preguntas que la docente-investigadora diseñaba con antelación, y que al ser lanzadas en clase, permitían aclarar las ideas de los estudiantes durante la enseñanza. Mediante esta práctica la docente analizaba su propio actuar pedagógico y exploraba nuevas formas de explicar conceptos que podían ser difíciles de comprender por parte del estudiante, por la gran capacidad de abstracción que se necesita para hacerlo, de tal manera que la clase se desarrollaba en un ambiente dinámico y contextual.

- Implementación de recursos didácticos especializados para la enseñanza de la química

La química es una ciencia cuyo objeto de conocimiento es la materia, formada por entes imperceptibles e intangibles para el ojo humano: los átomos. La química se ha encargado de encontrar aproximaciones teóricas para describir el comportamiento de los átomos, las moléculas y los iones, fundamentadas en algoritmos matemáticos; sin embargo, esta descripción matemática requiere de un gran nivel de abstracción por parte del estudiante. Por esta razón, existen recursos especializados para la enseñanza de la química, que ayudan al estudiante a pasar del pensamiento concreto al pensamiento abstracto para comprender el comportamiento de la materia.

En la monitoría se utilizaron dos recursos especializados para la enseñanza de la química: modelos moleculares y laboratorio virtual. Los modelos moleculares tipo esfera de casquete perforado (Castro, 1990), se utilizaron para las clases de geometría molecular, enlace químico y estereoisomería, y con el laboratorio virtual se realizaron algunas clases de gases ideales, densidad y equilibrio ácido-base.

Con el objeto de conocer el grado de percepción del aprendizaje de los estudiantes con el uso de estas herramientas didácticas, durante el segundo semestre de 2012, se aplicaron dos encuestas (Anexo H). La primera con los estudiantes que asistieron a una monitoría de geometría molecular y la segunda con los estudiantes que asistieron a una monitoría de gases ideales.

La primera parte de la encuesta consistió en preguntar a los estudiantes cuál había sido la herramienta didáctica usada su profesor de *química básica* para la explicación del tema; posteriormente se pidió a los estudiantes que indicaran, mediante el llenado de círculos (diez círculos, que iban desde el 10% hasta el 100%) su propia percepción cuánto aprendieron, con el recurso utilizado por su profesor de *química básica*, y después, con el recurso utilizado en la monitoría. Finalmente se les preguntó si el recurso didáctico utilizado en la monitoría representaba una ventaja para su aprendizaje y por qué.

En la clase de geometría molecular en la que se aplicó la encuesta participaron 26 estudiantes de ciencias de la salud, y los resultados se muestran en la Tabla 4-40.

Tabla 4-40: Percepción del aprendizaje en el tema geometría molecular.

Recurso didáctico utilizado por el profesor de <i>química básica</i>	No de estudiantes	Percepción de cuánto aprendieron
Clase magistral	1	20,0%
Presentación con acetatos	14	42,1%
Presentación con video-beam	11	35,5%
Recurso didáctico usado en la monitoría	No de estudiantes	Percepción de cuánto aprendieron
Modelos moleculares	26	95,4%

De los 26 estudiantes que participaron en la monitoría y contestaron la encuesta, uno afirmó que su profesor de *química básica* había utilizado como recurso didáctico para desarrollar el tema de geometría molecular, la clase magistral, y que con este recurso su aprendizaje había sido del 20% de lo visto en clase. Otros 14 estudiantes aseguraron que para explicar el tema, su profesor de *química básica* utilizó una presentación con acetatos y con este recurso su aprendizaje fue, en promedio, 42,1%. El resto de los participantes, 11 estudiantes, contaron que fue a través de una presentación en video-beam que su profesor de *química básica* desarrolló el tema, y en promedio, su percepción del aprendizaje con este recurso fue del 35,5%.

Con el recurso didáctico que se empleó en la monitoría para explicar el tema, los modelos moleculares, estos mismos estudiantes expresaron que ahora, su percepción de qué tanto aprendieron fue del 95,4%. Esta diferencia en la percepción del aprendizaje del tema no es una sorpresa, puesto que los modelos moleculares permiten crear estructuras tridimensionales de las moléculas, que los estudiantes pueden ver desde diferentes ángulos y perspectivas; mientras que en un tablero, una presentación con diapositivas o video-beam se utiliza un espacio bidimensional para hacer estas mismas representaciones tridimensionales. Lo que sorprende, es que, como ya se había analizado en apartados anteriores, no se aprovechen los recursos especializados para la enseñanza de la química en las clases de *química básica*.

A la pregunta sobre si los modelos moleculares representaban una ventaja para su aprendizaje, los 26 estudiantes que participaron en la monitoría contestaron que sí. Y las razones argüidas por algunos fueron: “Sí... porque muestran la forma y una representación mucho más exacta de la unión y la forma de las moléculas”; “Sí... porque facilita el entendimiento de estos modelos más que con imágenes”; “Sí... porque podemos conocer cómo son las estructuras de las moléculas y entender muchos

procesos químicos que suceden por las formas que adoptan". Sin embargo, cabe resaltar que el recurso didáctico no hace por sí mismo la clase, puesto que el aprovechamiento de la estrategia didáctica depende del uso que le dé el profesor, su conocimiento pedagógico del contenido, tal y como fue mencionado por una de las estudiantes que participó de la monitoría: "Con (los modelos moleculares) se puede ver en tres dimensiones lo tratado en el tablero, además de ello, la explicación del profesor es primordial".

A continuación se muestra la Fotografía 4-2, con la representación tridimensional de una molécula de etino construida con el sistema de construcción espacial tipo esfera de casquete perforado, diseñado por Castro (1990), los modelos moleculares utilizados en la monitoría, y en la Fotografía 4-3, una clase de geometría molecular utilizando este recurso.

Fotografía 4-2: Representación tridimensional de una molécula de etino.



Fotografía 4-3: Monitoría de geometría molecular con modelos moleculares.



El otro recurso didáctico especializado para la enseñanza de la química, empleado en las monitorías fue el laboratorio virtual Virtual Physical Science, una TIC, que permite conectar la teoría con la práctica e ilustrar mediante simulaciones, los experimentos que llevaron a la construcción de las leyes de la química (Woodfield y Catlin, 2004). En una de las monitorías sobre gases ideales programadas en el segundo semestre del 2012, a la que asistieron 29 estudiantes de ciencias de la salud, se aplicó la encuesta sobre la percepción del aprendizaje del tema, y los resultados se muestran en la Tabla 4-41.

Tabla 4-41: Percepción del aprendizaje en el tema gases ideales.

Recurso didáctico utilizado por el profesor de <i>química básica</i>	No de estudiantes	Percepción de cuánto aprendieron
Presentación con acetatos	2	40,0%
Clase magistral	8	45,0%
Presentación con video-beam	19	44,3%
Recurso didáctico usado en la monitoría	No de estudiantes	Percepción de cuánto aprendieron
Laboratorio virtual	29	94,0%

De acuerdo a los participantes en la monitoría, los recursos didácticos que usaron sus profesores de *química básica* para la explicación del tema gases ideales fueron la clase magistral, la presentación con acetatos y la presentación con video-beam. En la monitoría estos estudiantes recibieron la explicación del mismo tema utilizando un laboratorio virtual para realizar prácticas demostrativas.

Dos estudiantes afirmaron que su profesor de *química básica* utilizó como recurso didáctico la presentación con acetatos, y que con este recurso su percepción de cuánto aprendieron sobre el tema fue, en promedio, 40,0%. Ocho de los participantes en la monitoría contaron que en su clase de *química básica*, el profesor explicó el tema mediante una clase magistral y en promedio, su percepción del aprendizaje fue del 45,0%. Los demás, 19 estudiantes en total, afirmaron que su percepción sobre el aprendizaje del tema fue del 44,3% cuando su profesor utilizó la presentación con video-beam como recurso didáctico. En contraste, estos mismos estudiantes afirmaron que con el uso del laboratorio virtual su percepción de qué tanto aprendieron sobre gases ideales subió a 94,0%.

Según Woodfield y Catlin (2004), el uso del laboratorio virtual como herramienta para la enseñanza de la química potencia el aprendizaje porque permite conectar la teoría con la práctica y además, favorece los diferentes estilos de aprendizaje de los estudiantes. Las afirmaciones de los autores son confirmadas por los estudiantes encuestados, quienes, en su totalidad, afirmaron que el laboratorio virtual representó una ventaja para el aprendizaje del tema.

Al preguntarles el por qué favorecía su aprendizaje, algunos estudiantes contestaron: “Porque son una ayuda muy útil para el aprendizaje teórico y práctico”; “Porque hacen la clase más real y nos acercamos más al tema, es mucho más fácil entender”; “Porque permiten ver de forma virtual procesos químicos que permiten mayor aprendizaje”; “La forma de aprendizaje es mejor ya que con medios visuales más desarrollados el conocimiento se entiende mucho mejor”; “Es una ayuda didáctica la cual hace que estos ejercicios los veamos de una forma más real, las diapositivas no son tan didácticas”;

“Porque se ve de manera más clara y precisa cómo funciona la teoría en la vida real: cosas que incluso no se ven”; “Son de gran ayuda para explicar prácticamente la teoría del tema”.

Desafortunadamente la Reforma del 2007 dividió los cursos en teóricos y prácticos, impidiendo a profesores y estudiantes utilizar las ventajas de la experimentación para el aprendizaje de la química, que como fue descrito por Cubillos y Villaveces (1989) es uno de los elementos primordiales del proceso de enseñanza de esta ciencia. Con el uso de un laboratorio virtual se puede acercar al estudiante a la práctica para mejorar su comprensión de la teoría, tal y como fue afirmado por los estudiantes que participaron en la encuesta.

La Fotografía 4-4 fue tomada el día que se aplicó la encuesta durante una clase de gases ideales.

Fotografía 4-4: Monitoría de gases ideales con el laboratorio virtual.



De acuerdo a las respuestas de los estudiantes en las dos encuestas, el aprendizaje de la química se favorece con la implementación adecuada de recursos didácticos especializados para la enseñanza de esta ciencia.

- Fomento de la autonomía para el aprendizaje y el pensamiento complejo, en entornos virtuales de aprendizaje

Con la Reforma Mockus-Palacios, y posteriormente con la Reforma Páramo, la Universidad buscó priorizar la participación del estudiante en el proceso educativo, fomentando la autonomía (Orozco de A, et.al, 2004). En la asignatura *química básica*, esta política se refleja en las 10 horas de estudio autónomo que debe realizar el estudiante (Departamento de Química, 2011); sin embargo, en la práctica, no se le brindan las herramientas necesarias para que el aprendizaje evolucione desde la heteronomía hacia la autonomía.

Con el objeto de diseñar herramientas de apoyo al estudiante que fomentaran el aprendizaje autónomo en entornos virtuales, el segundo semestre de 2012, con la colaboración la estudiante de la Maestría en Educación, Pilar Velandia, se propuso a UN Virtual el proyecto de creación del aula virtual QUISAS (Química y Salud, Sinergias) como apoyo a las monitorías que se venían ejecutando desde el segundo semestre de 2011.

El proyecto fue aprobado, y durante el segundo semestre del 2012 se diseñó el material para el curso en el aula virtual QUISAS (Layton y Velandia, 2012), que se colgó en la plataforma Moodle 2.3 de la página UN Virtual, como se observa en la Imagen 4-1, para que fuera utilizada por los estudiantes de ciencias de la salud, a partir del primer semestre de 2013.

Imagen 4-1: Imagen del aula virtual QUISAS.



The image shows a screenshot of a Moodle course page for 'Proyecto QUISAS'. The browser address bar shows the URL '168.176.60.22/moodle/course/view.php?id=6890'. The page features a navigation menu on the left with categories like 'Página Principal', 'Área personal', 'Páginas del sitio', 'Mi perfil', and 'Mis cursos'. The main content area is titled 'QUISAS Química y Salud, Sinergias' and includes a welcome message: 'Bienvenidos al Aula Virtual QUISAS. Química y Salud, Sinergias. Este espacio busca reestablecer el diálogo entre la química y las ciencias de la salud mediante la detección de las articulaciones, imbricaciones y complejidades de las temáticas que las atraviesan y trascienden.' Below this, there are sections for 'Módulo 1' and 'Módulo 2', each with a brief description and a 'Ver contenido' link. The right sidebar contains a search bar, a 'ÚLTIMAS NOTICIAS' section with recent announcements, and a 'Temas antiguos...' link. The system tray at the bottom shows the date '27/07/2013' and time '07:11 p.m.'.

El curso se dividió en dos módulos y el contenido se diseñó como un mapa conceptual en el que se organizaron las diferentes temáticas mediante una red de proposiciones, que de acuerdo con Novak (1995, c.p. Diaz, 2002) es una estrategia para ayudar a los estudiantes a aprender y a los docentes a organizar los materiales. Mediante el contenido diseñado como un mapa conceptual, los estudiantes pueden detectar las articulaciones entre las diferentes temáticas y partiendo de un concepto básico, pueden avanzar hacia mayores niveles de complejidad. La Imagen 4-2 y la Imagen 4-3 muestran los mapas conceptuales que se despliegan en los contenidos de los módulos 1 y 2 para que los estudiantes exploren las temáticas del aula virtual.

Imagen 4-2: Contenido módulo 1 del Aula Virtual QUISAS.

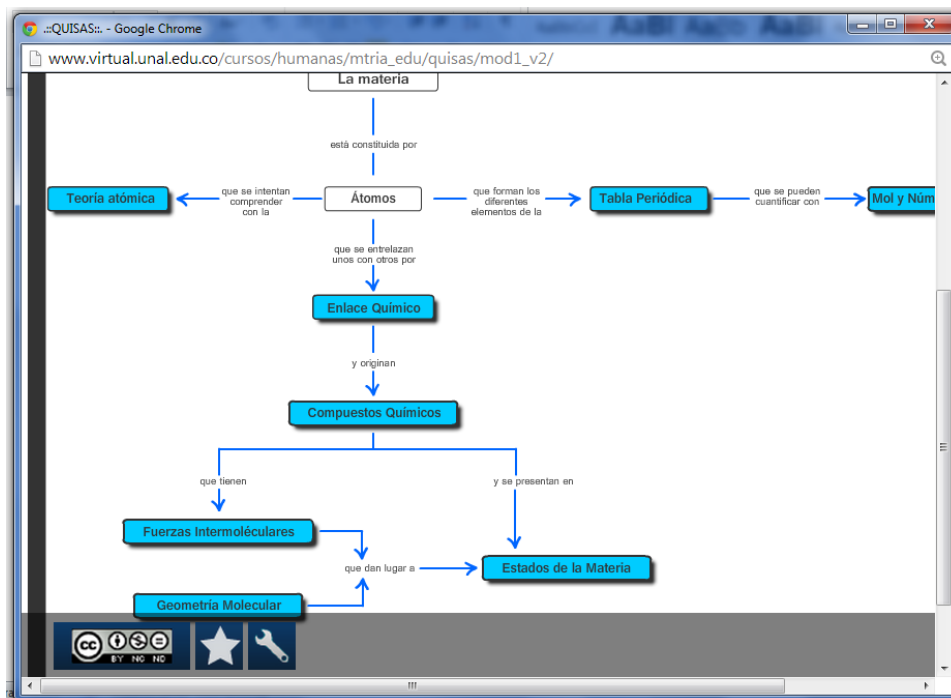
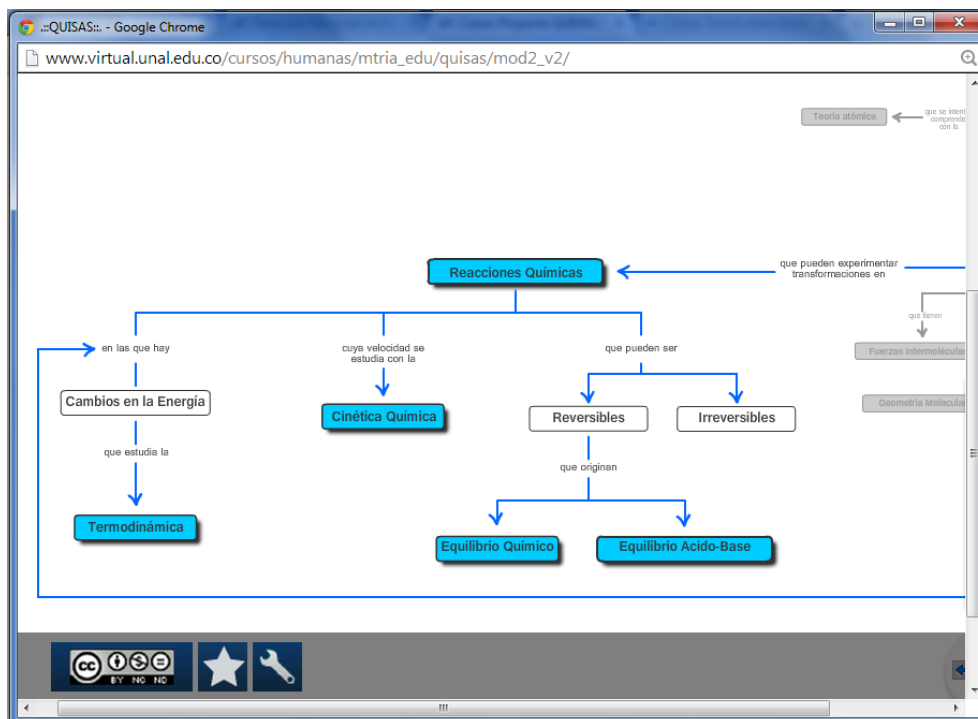


Imagen 4-3: Contenido módulo 2 del Aula Virtual QUISAS.



Cada uno de los temas de los dos módulos del aula virtual se describe con ejemplos significativos para los estudiantes de ciencias de la salud, de tal manera que éstos

puedan detectar las imbricaciones, articulaciones y sinergias entre la química y la salud para potenciar el aprendizaje sustentable mediante contenidos significativos y favorecer el pensamiento interconectado y complejo.

Además, para ofrecer espacios de autoaprendizaje, en el aula virtual se diseñaron cuestionarios de los temas de *química básica*, contextualizados con las ciencias de la salud, en los que se permite a los estudiantes escoger entre opciones múltiples la respuesta correcta del ejercicio, y después desplegar la opción *comprobar*, donde podrá ver el procedimiento correcto para resolver el ejercicio, de tal manera que puede detectar y corregir sus errores en el procedimiento para resolver el ejercicio. Las Imágenes 4-4 y 4-5 muestran uno de los ejercicios publicados en el aula virtual y su comprobación.

Imagen 4-4: Ejercicio del aula virtual QUISAS.

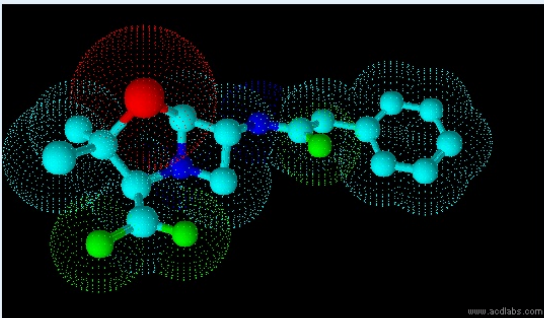
2/moodle/mod/quiz/attempt.php?attempt=39160&page=12&scrollpos=100#q12

BOG-MAEEDU-1-2013-01 MOL Y NÚMERO DE AVOGADRO

Pregunta 13
Sin finalizar
Puntúa como 1,0

Marcar pregunta
Editar pregunta

La bencilpenicilina, llamada **penicilina G**, se administra generalmente por vía parenteral (intravenosa, intratecal o intramuscular) porque tiende a perder estabilidad con el jugo gástrico del estómago. Por su forma de administración, puede alcanzar mayor concentración en los tejidos que otros antibióticos, y una mayor eficacia antibacteriana.



Una molécula de penicilina G tiene una masa de $5,342 \times 10^{-21}$ g. ¿Cuál es el peso molecular de esta penicilina?

Seleccione una:

- a. $8,84 \times 10^{-45}$ g/mol
- b. $1,13 \times 10^{44}$ g/mol
- c. 321,6 g/mol
- d. $3,216 \times 10^3$ g/mol

Comprobar

id=6890

Cuando el estudiante ha escogido su respuesta, puede usar la opción *comprobar* para ver el procedimiento correcto de resolución del ejercicio, como se muestra en la Imagen 4-5.

Imagen 4-5: Comprobación del ejercicio en el aula virtual QUISAS.

Una molécula de penicilina G tiene una masa de $5,342 \times 10^{-21}$ g. ¿Cuál es el peso molecular de esta penicilina?

Seleccione una:

- a. $8,84 \times 10^{-45}$ g/mol
- b. $1,13 \times 10^{44}$ g/mol
- c. 321,6 g/mol
- d. $3,216 \times 10^3$ g/mol ✓

Muy bien!!! Has construido de forma correcta el factor de conversión.

Comprobar

La masa molecular corresponde a la masa de un mol. En un mol hay $6,02 \times 10^{23}$ moléculas. Entonces, la masa de $6,02 \times 10^{23}$ moléculas es el peso molecular. El factor de conversión se construiría así:

$$6,02 \times 10^{23} \text{ moléculas de Penicilina G} \times \frac{5,342 \times 10^{-21} \text{ g}}{1 \text{ molécula}} = 3,216 \times 10^3 \text{ g}$$

La masa molecular se reporta como $3,216 \times 10^3$ g/mol
La respuesta correcta es: $3,216 \times 10^3$ g/mol

Siguiente

El aula virtual QUISAS aún está en construcción, y se ha planteado realizar otros trabajos de investigación para conocer el impacto de la herramienta en el aprendizaje. Por ahora, lo que puede afirmarse es que ha sido una herramienta usada masivamente por los estudiantes inscritos, como puede comprobarse en el informe de actividades generado por el aula para el primer semestre de 2013 que se puede consultar en el enlace <http://168.176.60.22/moodle/report/outline/index.php?id=6890> y se muestra en la Imagen 4-6.

Imagen 4-6: Actividades del aula virtual durante el primer semestre de 2013.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA

Menú Principal

Usted se ha identificado como Soraya Elena Layton Jaramillo (Salir)

INICIO

PÁGINA PRINCIPAL MIS CURSOS EXT-MAESTRIA-EDUCACION INFORMES ACTIVIDAD DEL CURSO

NAVEGACIÓN

- Página Principal
- Área personal
- Páginas del sitio
- Mi perfil
- Mis cursos
 - ext-maestria-educacion
 - Participantes
 - Informes
 - Seguimiento
 - Registros
 - Registros activos
 - Actividad del curso
 - Participación en el curso
 - General
 - UNIDADES DE MEDIDA, FACTORES DE CONVERSIÓN Y CIFRA...
 - NOMENCLATURA

PROYECTO QUISAS: QUÍMICA Y SALUD SINERGIAS

Calculado a partir de los registros desde martes, 14 de agosto de 2012, 19:30.

Actividad	Vistas	Entradas de blog relacionadas	Último acceso
Presentación del curso	94	-	miércoles, 14 de agosto de 2013, 16:25 (4 horas 57 minutos)
Foro de noticias	157	-	miércoles, 12 de junio de 2013, 21:51 (62 días 23 horas)
Ver contenido módulo 1	215	-	miércoles, 19 de junio de 2013, 08:31 (56 días 12 horas)
Ver contenido módulo 2	86	-	miércoles, 19 de junio de 2013, 08:28 (56 días 12 horas)
UNIDADES DE MEDIDA, FACTORES DE CONVERSIÓN Y CIFRAS SIGNIFICATIVAS			
Cuestionario unidades de medida y factores de conversión.	239	-	miércoles, 14 de agosto de 2013, 21:09 (13 minutos 25 segundos)
MOL Y NÚMERO DE AVOGADRO			
Cuestionario Mol y Número de Avogadro	78	-	miércoles, 14 de agosto de 2013, 21:09 (12 minutos 58 segundos)

ES 09:24 p.m. 14/08/2013

Durante el primer semestre de 2013, se matricularon en el aula virtual los 332 estudiantes admitidos a los programas de Enfermería, Medicina, Nutrición y Dietética y Odontología (este semestre no hubo admisiones al programa de Fisioterapia); quienes realizaron 94 visitas a la presentación del curso, 157 visitas al foro de noticias, 215 visitas al módulo 1 y 86 visitas al módulo 2. Además, 239 estudiantes realizaron el cuestionario 1 sobre unidades de medida y factores de conversión, y 78 realizaron el cuestionario 2 sobre mol y número de Avogadro.

- Estímulo de la metacognición

La contextualización de las temáticas químicas y los ejercicios prácticos con las ciencias de la salud en las monitorías y en el aula virtual, tuvo como propósito principal que los estudiantes detectaran las interdependencias, conexiones y sinergias entre estas ciencias, para estimular la metacognición, que de acuerdo con González (2009) es otro de los elementos de la didáctica de la complejidad.

Como en las clases de *química básica*, por las características del curso no es fácil mostrar la articulación entre la química y las ciencias de la salud, como fue afirmado por los profesores de la asignatura entrevistados en esta investigación, muchos de los estudiantes que llegaron a la monitoría preguntaron a la investigadora el para qué y el por qué de estudiar algunos temas. La investigadora no respondía a estos interrogantes inmediatamente, sino que, durante la monitoría contextualizaba el tema con los intereses de los estudiantes de ciencias de la salud, de tal manera que ellos mismos se contestaran estas preguntas y apreciaran la importancia de la química en sus profesiones. Así, se fomentó la metacognición en el aula durante las monitorías y se motivó a los estudiantes hacia el estudio de la química.

4.6.6 Indicadores de impacto

La mejor manera de evaluar las acciones didácticas ejecutadas por la investigadora es a través de los indicadores de impacto de la monitoría en cada una de los programas de las ciencias de la salud. Para este ítem se tuvieron en cuenta tres indicadores de impacto: la asistencia a la monitoría, el porcentaje de pérdida de la asignatura *química básica* y la nota obtenida por los estudiantes.

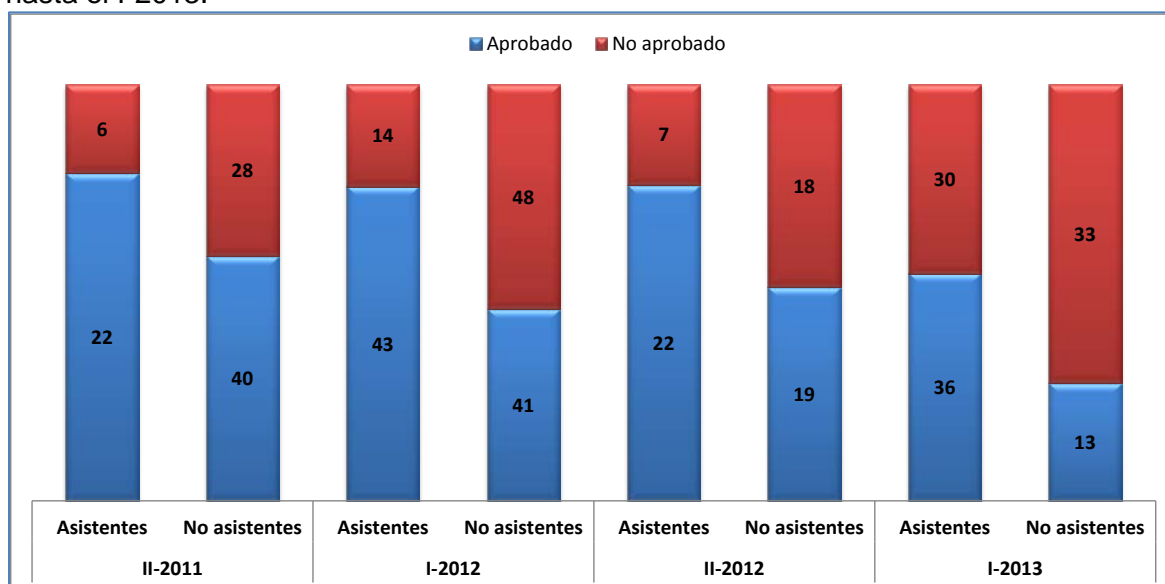
Como ya se ha indicado anteriormente, la participación en la monitoría fue completamente voluntaria, de tal manera que cada semestre hubo dos grupos: el de aquellos que asistían y el de aquellos que no asistían a la monitoría. Mediante la comparación de los resultados en *química básica* para los dos grupos puede analizarse si las acciones didácticas propuestas por la investigadora ayudaron a los estudiantes a comprender los conceptos químicos para mejorar su rendimiento en la asignatura.

Cabe resaltar que la evaluación de los estudiantes fue ejecutada por cada uno de los profesores de *química básica*, según sus propios criterios y metodología, situación que reviste de objetividad los resultados que se mostrarán a continuación. Los datos de porcentaje de pérdida y nota promedio de la asignatura entre el segundo semestre del 2009 y el primero del 2011 se recolectaron de la página de la DNPPr (2011), y los datos de semestres posteriores se obtuvieron a partir de los reportes de notas originados por el SIA, y solicitados a esta dependencia desde las Direcciones de Bienestar de las Facultades de Enfermería, Medicina y Odontología.

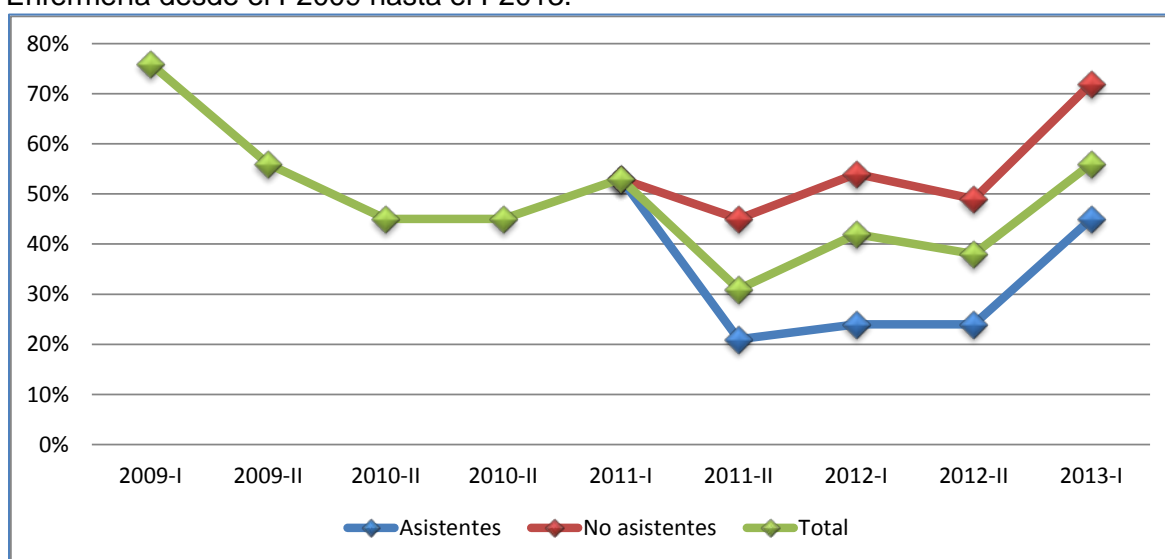
▪ Indicadores de impacto en el programa de Enfermería

En las Gráfica 4-19, Gráfica 4-20 y Gráfica 4-21 se muestran los indicadores de impacto para el programa de Enfermería desde el segundo semestre del 2011 hasta el primer semestre de 2013, se comparan los resultados entre los asistentes y los no asistentes a la monitoría y se muestra el comportamiento histórico en *química básica* desde su implementación en el segundo semestre de 2009.

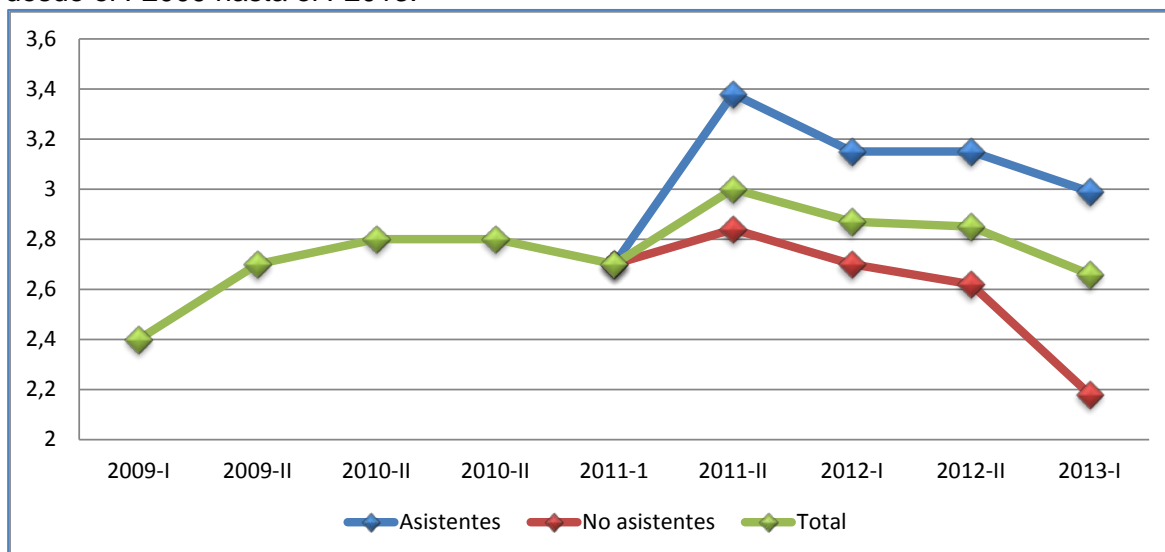
Gráfica 4-19: Asistencia a la monitoría y número de estudiantes que aprobaron y no aprobaron la asignatura *química básica* en el programa de Enfermería desde el II-2011 hasta el I-2013.



Gráfica 4-20: Porcentaje de pérdida de la asignatura *química básica* en el programa de Enfermería desde el I-2009 hasta el I-2013.



Gráfica 4-21: Nota promedio la asignatura *química básica* en el programa de Enfermería desde el I-2009 hasta el I-2013.



El segundo semestre de 2011 hubo 96 estudiantes del programa de Enfermería inscritos en la asignatura *química básica*. El 29,2% (28/96) de los inscritos participaron en la monitoría, mientras que el resto no lo hicieron. De los 28 estudiantes que asistieron a la monitoría, 22 (78,6%) aprobaron la asignatura y 6 (21,4%) no aprobaron. En contraste, de los 68 estudiantes que no participaron en la monitoría, 40 (58,8%) aprobaron la asignatura y los otros 28 (41,2%) no lo hicieron. Para este semestre, la nota promedio de los asistentes a la monitoría fue de 3,38 mientras que los que no asistieron obtuvieron una nota promedio de 2,84. En total, la nota promedio de los 96 inscritos ese semestre fue 3,0.

Para el primer semestre de 2012 la cantidad de estudiantes inscritos en la asignatura aumentó a 146, lo que indica un represamiento de estudiantes, y de éstos, 57 (39,0%) participaron en la monitoría, mientras que los otros 89 (61,0%) no lo hicieron. Entre los 57 estudiantes que participaron en la monitoría, 43 aprobaron (75,4%) y los otros 14 (24,6%) no aprobaron química básica. En comparación, los 89 estudiantes que no participaron en la monitoría reportaron un menor porcentaje de aprobación, pues en este grupo 41 (46,1%) estudiantes aprobaron y 48 (53,9%) no lo hicieron. Este semestre, la nota promedio de todos los inscritos fue 2,87; pero se observa una diferencia significativa entre quienes participaron en la monitoría, cuya nota promedio fue 3,15 y los que no participaron, cuya nota promedio fue 2,70.

La cantidad de estudiantes inscritos en *química básica* durante el segundo semestre de 2012 disminuyó a 66, pero el porcentaje de los que participaron en la monitoría aumentó a 43,9% (29/66). De los 29 estudiantes que asistieron a la monitoría, 22 (75,9%) aprobaron la asignatura y los otros 7 (24,1%) no aprobaron. En comparación con el grupo de los 36 estudiantes que no asistieron a la monitoría se observa que el porcentaje de pérdida fue mayor, pues en este grupo 19 (52,8%) aprobaron y 18 (47,2%) no aprobaron. La nota de los que asistieron a la monitoría también fue mayor (3,15) que la de los que no lo hicieron (2,62) y el promedio de nota este semestre para todos los inscritos fue 2,85.

Finalmente, para el primer semestre de 2013 resultaron inscritos en *química básica* 112 estudiantes; y de éstos, 66 participaron en la monitoría (58,9%). De los 46 estudiantes que no asistieron a la monitoría, 13 (28,3%) aprobaron y 33 (71,7%) no aprobaron *química básica*; mientras que los resultados del grupo de estudiantes que asistió a las monitorías fue comparativamente mejor: 54,5% (36/66) aprobaron y 44,5% (30/36) no lo hicieron. En cuanto a la nota promedio, la de los estudiantes que asistieron fue de 3,0 mientras que la de los que no lo hicieron fue de 2,18. En promedio, la nota de los 112 inscritos este semestre en *química básica* fue de 2,66.

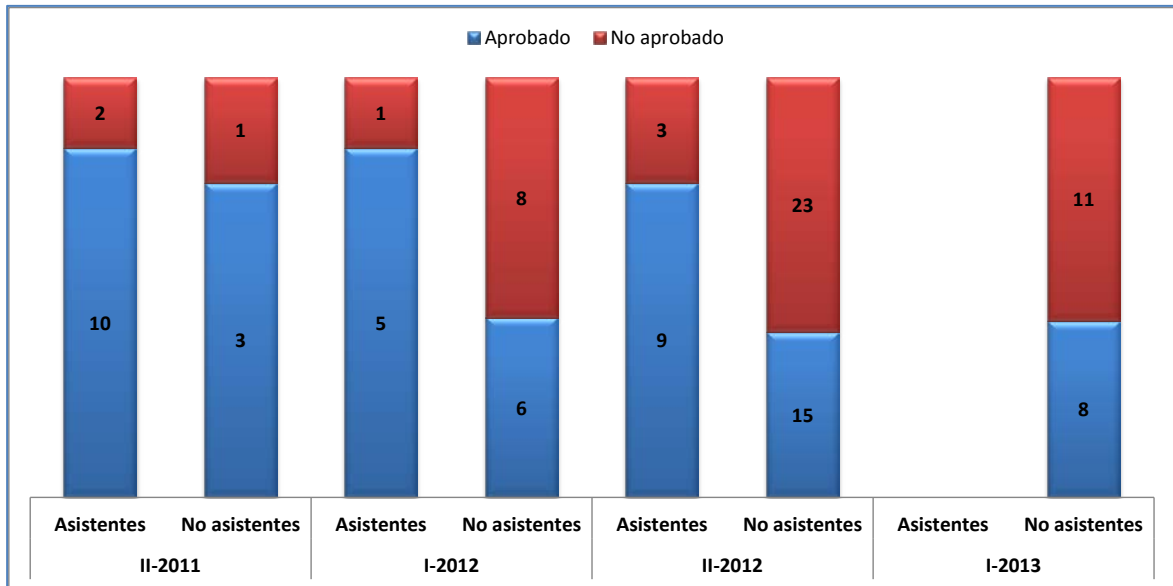
De acuerdo a los resultados, en el programa de Enfermería la participación de los estudiantes a la monitoría fue aumentando semestre tras semestre, gracias, en gran medida al apoyo de la Dirección Curricular, la Vicedecanatura Académica y la Dirección de Bienestar de la Facultad de Enfermería, quienes respaldaron decididamente el proyecto, y las buenas referencias que los estudiantes participantes daban cada semestre a los admitidos.

Al comparar los resultados entre los dos grupos, se observa que el porcentaje de pérdida de la asignatura fue menor entre los que asistían a la monitoría que la de aquellos que no lo hacían.

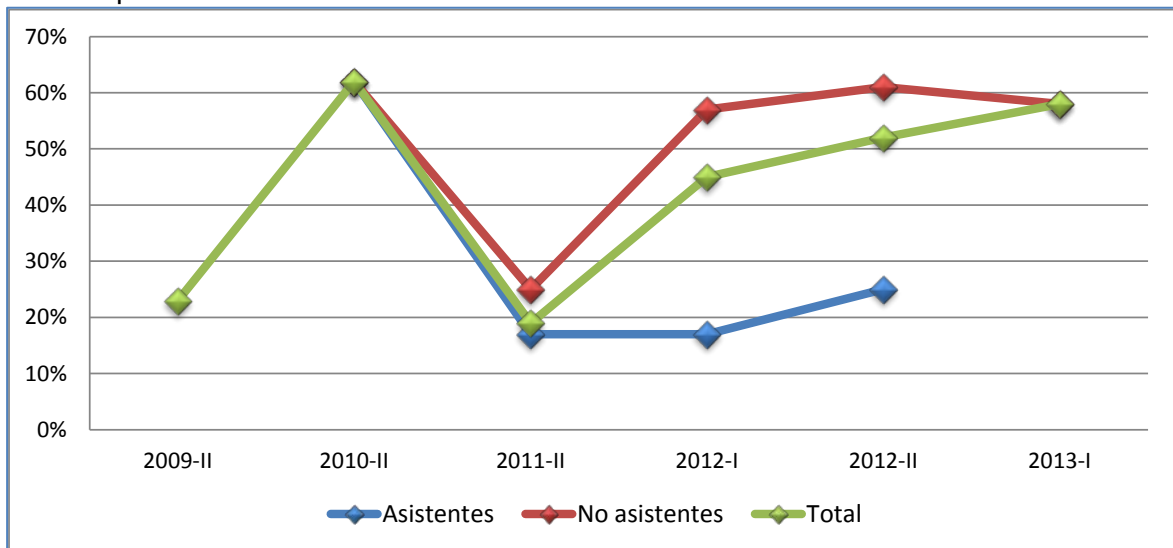
En las Gráficas 4-19 y 4-20 se puede ver el comportamiento histórico del porcentaje de pérdida y nota promedio de química básica desde el semestre de su implementación en el segundo semestre de 2009. En el programa de Enfermería, el mayor porcentaje de pérdida y menor nota promedio se registró durante el segundo semestre de 2009, cuando los estudiantes de primer semestre dejaron de tomar bioquímica y se introdujo *química básica* en el plan de estudios. En semestres posteriores, se observa una tendencia a mejorar y en el segundo semestre de 2011, cuando comenzaron las monitorías, se registró el menor porcentaje de pérdida y la mayor nota promedio. El primer semestre de 2012 se reportó el menor porcentaje de pérdida de los asistentes a la monitoría (24,6%), y este valor aumento en pequeña proporción durante los dos siguientes semestres. Sin embargo, en el primer semestre de 2013, cuando la cantidad de asistentes a la monitoría fue mayor, el porcentaje de pérdida de estos estudiantes aumentó a 44,5%, que de todas maneras, fue mejor que el porcentaje de pérdida de aquellos quienes no asistieron a la monitoría.

- Indicadores de impacto en el programa de Fisioterapia
 Los indicadores de impacto de la monitoría en el programa de Fisioterapia se muestran a continuación en la Gráfica 4-22, Gráfica 4-23 y Gráfica 4-24.

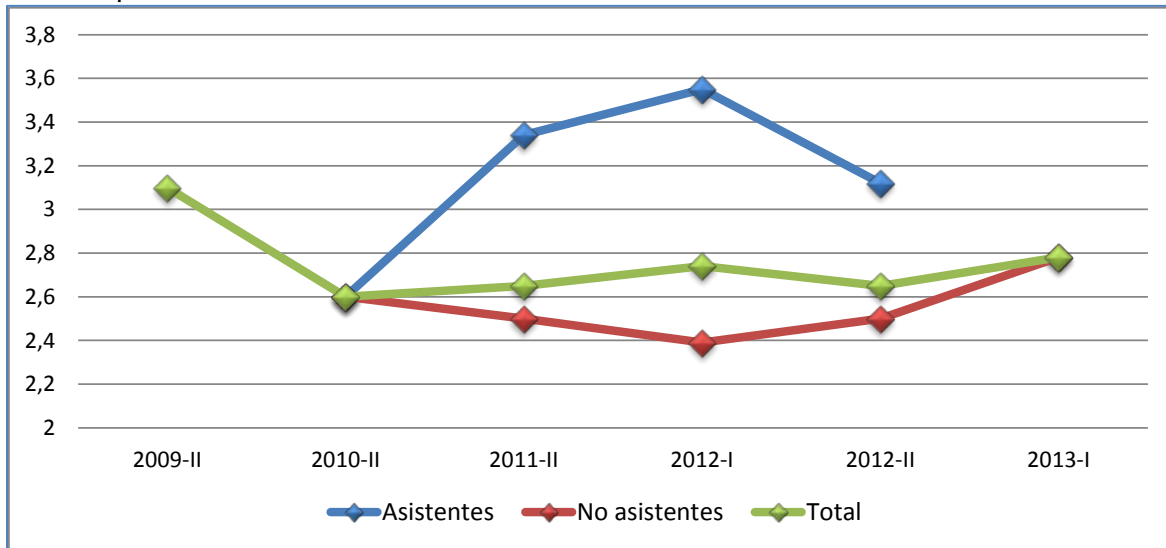
Gráfica 4-22: Asistencia a la monitoría y número de estudiantes que aprobaron y no aprobaron la asignatura *química básica* en el programa de Fisioterapia desde el II-2011 hasta el I-2013.



Gráfica 4-23: Porcentaje de pérdida de la asignatura *química básica* en el programa de Fisioterapia desde el I-2009 hasta el I-2013.



Gráfica 4-24: Nota promedio de la asignatura *química básica* en el programa de Fisioterapia desde el I-2009 hasta el I-2013.



Cuando comenzaron las monitorías en el segundo semestre de 2011, se reportaron 16 estudiantes del programa de Fisioterapia inscritos en *química básica*. El 75,0% de los inscritos (12/15) participaron de la monitoría, y de estos, 10 estudiantes, el 83,3% de los asistentes a la monitoría aprobaron la asignatura, mientras que sólo 2 asistentes, el 16,7% no la aprobaron. De los 4 de los inscritos que no participaron de la monitoría, tres (75%) aprobaron la asignatura y uno (25%) no lo hizo. La nota promedio de los asistentes fue de 3,34, mucho más alta que la de los no asistentes, que fue 2,5; y el promedio de nota de todos los inscritos ese semestre fue 2,65.

Como el programa de Fisioterapia es anual, durante el primer semestre de 2012 no hubo admitidos, y por lo tanto los 20 estudiantes inscritos en la asignatura ese semestre eran estudiantes que la habían cancelado o perdido en semestres anteriores. De los 20 estudiantes inscritos, sólo 6 (30,0%) participaron de la monitoría, y 14 (70,0%) no lo hicieron. El porcentaje de pérdida ese semestre fue mayor entre quienes no asistieron, 57,1% (8/14) que entre quienes asistieron a la monitoría, 16,7% (1/6), y la nota promedio también fue mayor entre quienes participaron de la monitoría, 3,55, que la de los que no participaron, que fue 2,39. El promedio general de la nota de *química básica* de los estudiantes inscritos ese semestre fue 2,74.

Durante el segundo semestre de 2012, hubo nuevamente admitidos al programa, y este semestre se reportó una inscripción de 50 estudiantes a la asignatura. De los 50 inscritos, 12 (24%) participaron en la monitoría mientras que los otros 38 (76%) no lo hicieron. Entre los 12 estudiantes que asistieron, 9 (75%) aprobaron la asignatura y 3 (25%) no la aprobaron; mientras que de los 38 que no asistieron 15 (39,5%) aprobaron y 23 (60,5%) no. En cuanto a la nota promedio se observa también que fue mejor entre quienes asistieron (3,12) que entre quienes no participaron de la monitoría (2,50). El segundo semestre de 2012, la nota promedio de todos los inscritos en la asignatura fue de 2,65.

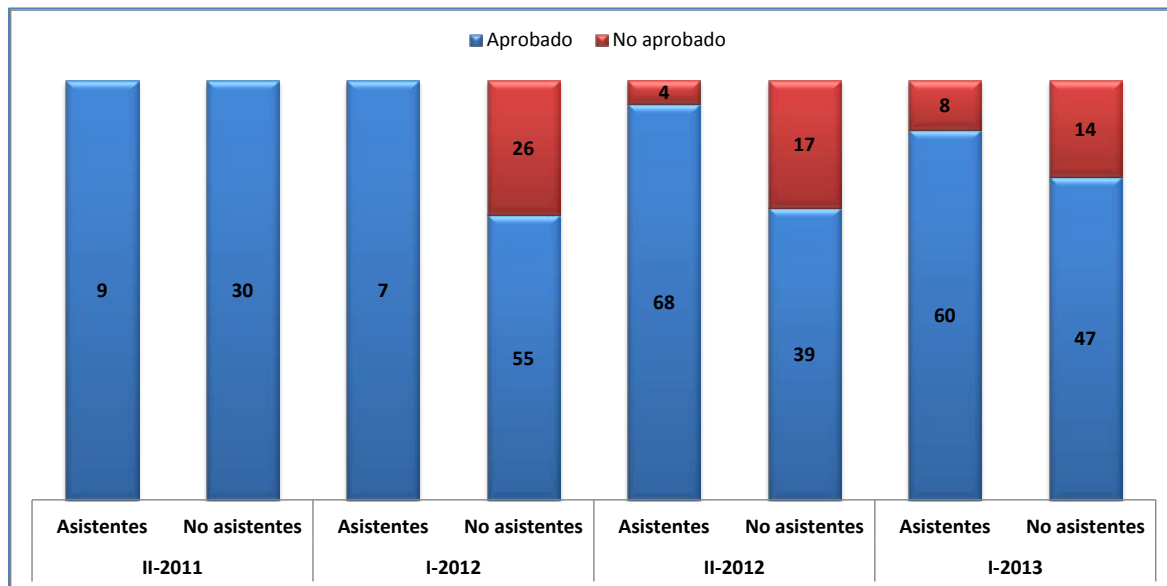
Nuevamente, para el primer semestre de 2013 no hubo admitidos al programa, por lo que los 19 inscritos en la asignatura eran estudiantes que habían perdido o cancelado *química básica* en semestres anteriores. Ninguno de estos 19 estudiantes asistió a la monitoría durante el semestre, y 8 (42,1%) aprobaron la asignatura mientras que 11 (57,9%) no lo hicieron. La nota promedio de estos estudiantes fue 2,78.

En general para este programa, la participación en la monitoría fue mejor cuando había admitidos que cuando no los había, probablemente porque el horario de monitoría se organizaba de acuerdo a la disponibilidad horaria de los admitidos cada semestre, y era muy difícil cuadrar horarios con los estudiantes que estaban en semestres posteriores.

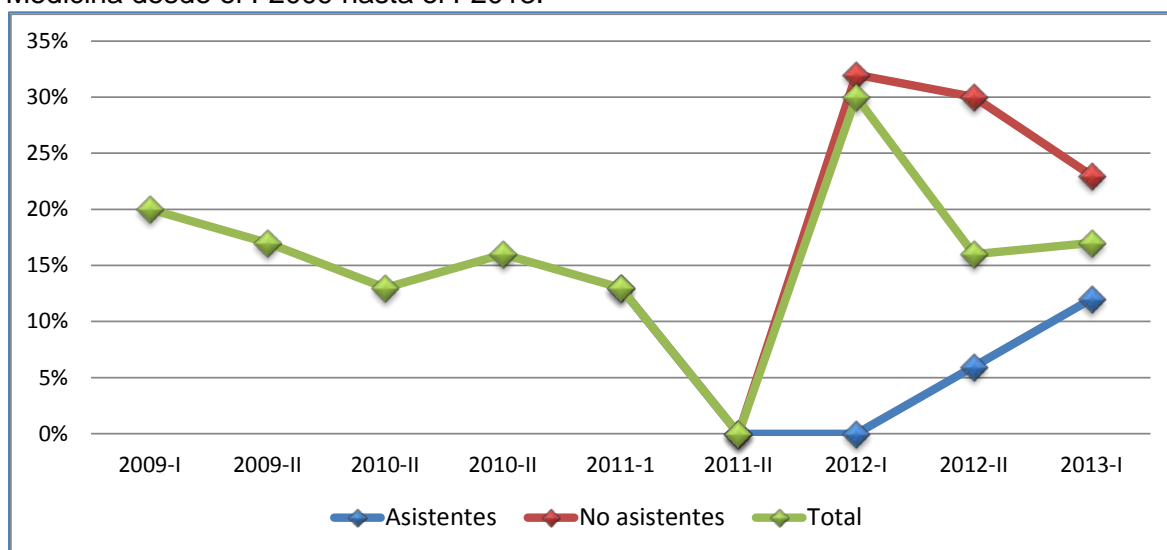
Las Gráficas 4-23 y 4-24 muestran el comportamiento histórico en la asignatura *química básica* de los estudiantes de de Fisioterapia desde el segundo semestre de 2009. Antes de la monitoría los datos de porcentaje de pérdida y nota promedio se obtuvieron de la página de la DNPPr (2011), y por tratarse de un programa anual, no se reportaron estos datos para los semestres en los que no hubo admitidos. De acuerdo con las gráficas, el mayor porcentaje de pérdida de la asignatura se reportó durante el segundo semestre de 2010 y el menor se reportó el semestre que comenzaron las monitorías, el segundo del 2011, semestre en el que la asistencia de estos estudiantes a la monitoría fue la mejor de todos los semestres. De acuerdo a la tendencia de las gráficas se observa que el porcentaje de pérdida de los asistentes a la monitoría no superó el 25% desde el segundo semestre de 2011 hasta el segundo del 2012, pero la tendencia de pérdida de los no asistentes a la monitoría presentó una tendencia de aumento a partir del II-2011 hasta encontrar un nuevo máximo en el primer semestre del 2013, semestre en el que ninguno de los inscritos participó en la monitoría. En cuanto a la nota promedio de los inscritos en *química básica*, ésta no ha sido mayor de 2,8 en ninguno de los semestres posteriores al segundo del 2010; sin embargo, la nota promedio de quienes asistieron a la monitoría fue mayor de 3,0 todos los semestres y tuvo su punto máximo en el primer semestre de 2012, cuando fue 3,55. Así, el rendimiento académico de los estudiantes que asistían a la monitoría fue mucho mejor que la de aquellos que no lo hacían.

- Indicadores de impacto en el programa de Medicina
La Gráfica 4-25, Gráfica 4-26 y Gráfica 4-27 muestran los indicadores de impacto de la monitoría de química para el programa de Medicina.

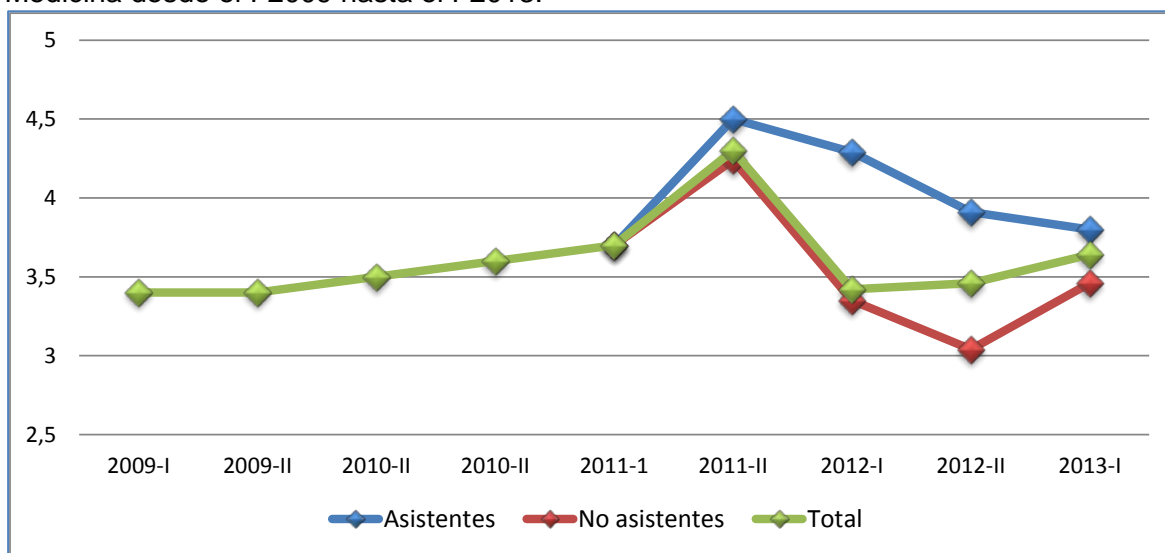
Gráfica 4-25: Asistencia a la monitoría y número de estudiantes que aprobaron y no aprobaron la asignatura *química básica* en el programa de Medicina desde el II-2011 hasta el I-2013.



Gráfica 4-26: Porcentaje de pérdida de la asignatura *química básica* en el programa de Medicina desde el I-2009 hasta el I-2013.



Gráfica 4-27: Porcentaje de pérdida de la asignatura *química básica* en el programa de Medicina desde el I-2009 hasta el I-2013.



El segundo semestre de 2011, cuando comenzaron las monitorías, los estudiantes del programa de Medicina entraron en un paro que derivó en la cancelación del semestre; sin embargo, las clases de *química básica* siguieron su curso normal, y 39 estudiantes solicitaron continuar en la asignatura a pesar de la anormalidad académica en su programa. La Dirección Curricular de Medicina aprobó la carga mínima para estos estudiantes, quienes no podían perder la asignatura, porque quedarían en retiro académico, y así fue como ninguno de los inscritos perdió *química básica*. De los 39 estudiantes que quedaron inscritos en la asignatura, 9 (23,1%) participaron de la monitoría y 30 (76,9%) no lo hicieron. La nota promedio de los asistentes a la monitoría fue 4,5, la de los no asistentes fue 4,24 y el promedio general quedó en 4,3.

Como consecuencia de la cancelación del segundo semestre del 2011, no hubo admitidos al programa de Medicina para el primer semestre de 2012, y los inscritos en *química básica* fueron los que la habían cancelado el semestre inmediatamente anterior o quienes la habían perdido antes del II-2011. Este semestre hubo 88 inscritos, 7 (8,0%) participaron en la monitoría y los otros 81 (92,0%) no lo hicieron. Ninguno de los siete estudiantes que participaron en la monitoría perdió la asignatura, y su nota promedio fue 4,29; mientras que de los 81 estudiantes que no participaron en la monitoría 26 no aprobaron la asignatura (32,1%) y 55 (67,9%) sí lo hicieron. El promedio de nota de este grupo último grupo fue 3,35, y el promedio general de todos los inscritos fue 3,42.

Para el segundo semestre de 2012 nuevamente se abrieron inscripciones al programa y la inscripción de *química básica* ascendió a 128 estudiantes. Este semestre, se reportó la mayor asistencia de los estudiantes de este programa a la monitoría, ya que de los 128 inscritos, 72 (56,2%) asistieron a la monitoría y los otros 56 (43,8%) no lo hicieron. Entre los que participaron en la monitoría se reportó un menor porcentaje de pérdida que entre quienes no asistieron, puesto que de los 72 asistentes 68 (94,4%) aprobaron y 4 (5,6%) no lo hicieron; mientras que de los 56 estudiantes que no asistieron a la monitoría 39 (69,6%) aprobaron la asignatura y los otros 17 (30,4%) no la aprobaron. El promedio de nota también fue mejor entre los asistentes a la monitoría (3,91) que entre los que no asistieron (3,04), y el promedio de nota de todos los inscritos este semestre fue 3,46.

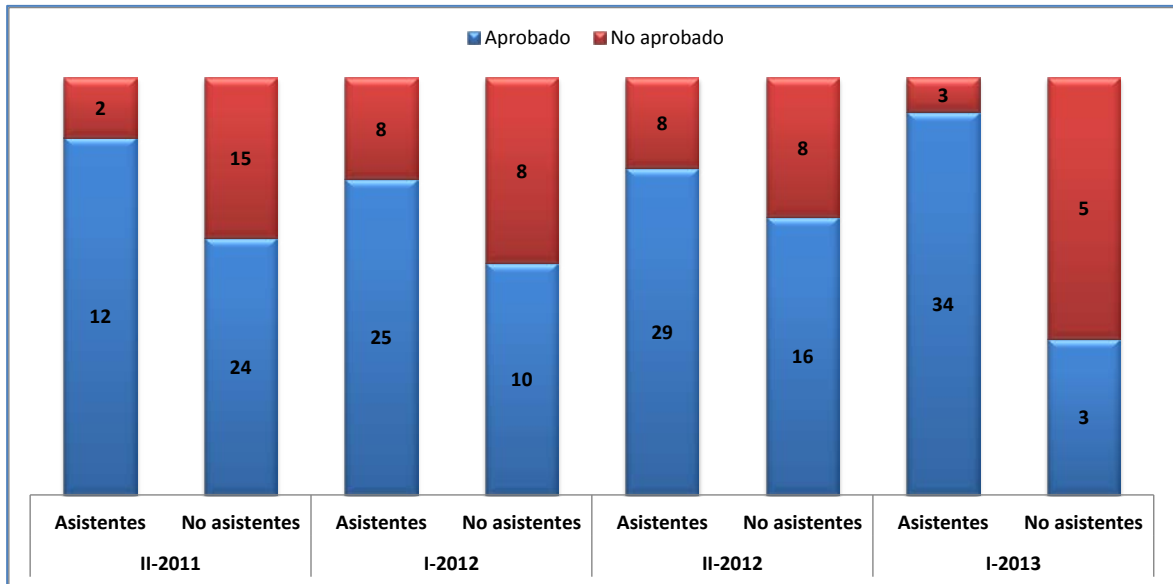
Finalmente, en el primer semestre de 2013, se registraron 129 inscritos en la asignatura, de los cuales, 68 (52,7%) asistieron a la monitoría y 61 (47,3%) no. De acuerdo al porcentaje de pérdida y nota promedio, la tendencia fue mejor para los asistentes a la monitoría, puesto que el 88,2% (60/68) aprobó la asignatura, mientras que de los 61 que no asistieron aprobaron 47 (77,0%). En cuanto a la nota promedio, el grupo de asistentes obtuvo 3,8; el grupo de los no asistentes obtuvo 3,46; y el promedio general fue 3,64.

La Gráfica 4-26 muestra que el porcentaje de pérdida de la asignatura *química básica* a partir del segundo semestre del 2009 presentó una tendencia decreciente y encontró su punto mínimo el segundo semestre de 2011, semestre en el que además, como se observa en la Gráfica 4-27 se reportó la mayor nota promedio. Aunque este semestre fue atípico, puesto que a los inscritos se les aprobó inscribir la carga mínima, representada únicamente en la asignatura *química básica*, los resultados comprueban que la carga académica de los estudiantes afecta su rendimiento, tal y como fue afirmado en la encuesta aplicada durante esta investigación a los estudiantes de ciencias de la salud. En contraste, el semestre que siguió después del paro de estudiantes, el primero del 2012, se reportó el mayor porcentaje de pérdida y la menor nota promedio, y estos resultados confirman también cómo la anormalidad académica afecta los resultados académicos de los estudiantes, quienes después de un prolongado paro pierden el ritmo de estudio. La tendencia de porcentaje de pérdida volvió a presentar una tendencia decreciente a partir del segundo semestre del 2012 y la nota promedio mejoró. Como se aprecia en la Gráfica 4-26 y la Gráfica 4-27, los estudiantes que asistieron a las monitorías durante estos dos años presentaron un mejor rendimiento académico, comparados con los que no asistieron.

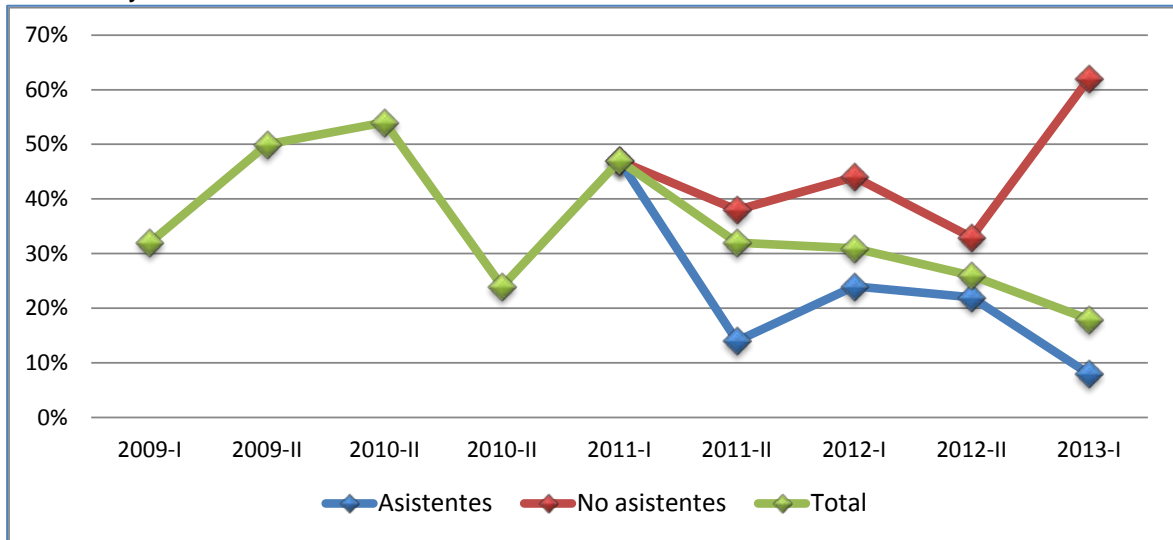
Cabe resaltar que entre los cinco programas de las ciencias de la salud objeto de esta investigación, los estudiantes de Medicina han sido los que históricamente han reportado el menor porcentaje de pérdida y la mayor nota promedio. De acuerdo a las observaciones de la investigadora durante la monitoría, puede afirmarse que esta tendencia es resultado de las mejores bases matemáticas que presentan los estudiantes de Medicina, comparados con los estudiantes de otros programas, quienes se favorecen con el importante componente matemático de la asignatura *química básica*.

- Indicadores de impacto en el programa de Nutrición y Dietética
A continuación se muestran los indicadores de impacto de la monitoría en el programa de Nutrición y Dietética, en la Gráfica 4-28, Gráfica 4-29 y Gráfica 4-30.

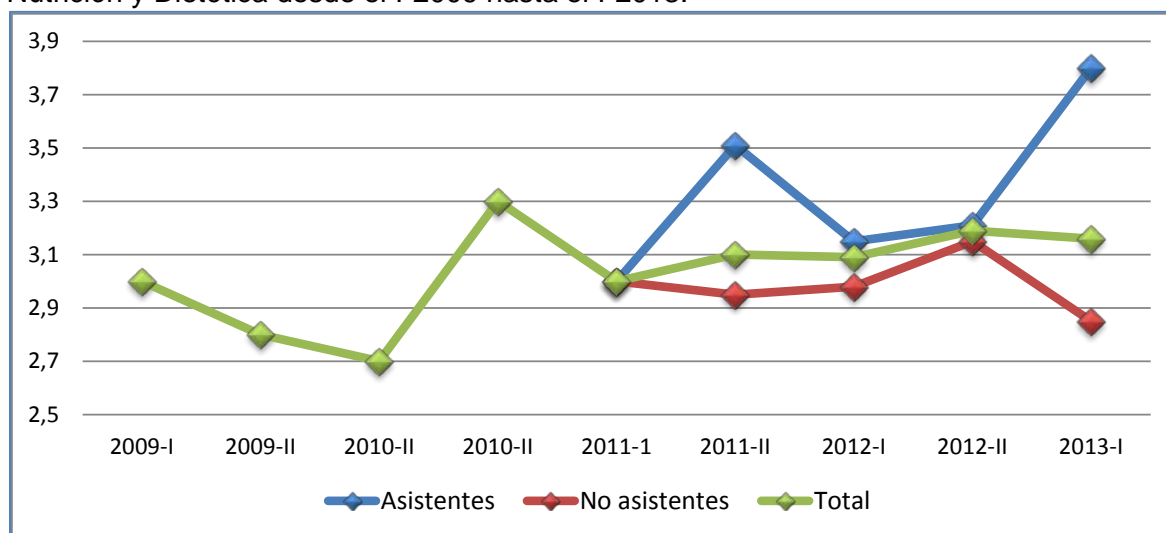
Gráfica 4-28: Asistencia a la monitoría y número de estudiantes que aprobaron y no aprobaron la asignatura *química básica* en el programa de Nutrición y Dietética desde el II-2011 hasta el I-2013.



Gráfica 4-29: Porcentaje de pérdida de la asignatura *química básica* en el programa de Nutrición y Dietética desde el I-2009 hasta el I-2013.



Gráfica 4-30: Porcentaje de pérdida de la asignatura *química básica* en el programa de Nutrición y Dietética desde el I-2009 hasta el I-2013.



El segundo semestre de 2011 hubo 53 estudiantes del programa de Nutrición y Dietética inscritos en la asignatura *química básica*; participaron en la monitoría 14 (26,4%), y no participaron los otros 39 (73,6%). El porcentaje de pérdida entre quienes no asistieron a la monitoría fue de 38,5% (15/39) y el 61,5% (24/39) pasó la asignatura. Los estudiantes que asistieron a la monitoría tuvieron un mejor rendimiento, puesto que aprobó la asignatura el 85,7% (12/14) y no lo hicieron el 14,3% (2/14). En cuanto a la nota promedio, quienes no asistieron a la monitoría obtuvieron, en promedio, una nota de 2,95; mientras que los que sí lo hicieron obtuvieron, en promedio, una nota de 3,51. El promedio general para los estudiantes de Nutrición y Dietética este semestre fue 3,10.

Durante el primer semestre de 2012 se reportaron 53 estudiantes inscritos a *química básica* y la asistencia a la monitoría aumentó, puesto que de los 53 inscritos, 33 (62,3%) estudiantes asistieron y los otros 18 (37,7%) no lo hicieron. Nuevamente, los estudiantes que asistieron a la monitoría presentaron un mejor rendimiento que aquellos quienes no asistían a la monitoría. De los 33 estudiantes que asistieron, 25 (75,8%) aprobaron la asignatura mientras que de los 18 estudiantes que no asistieron hicieron lo mismo 10 (55,6%). Entre los asistentes a la monitoría, 8 estudiantes (24,2%) no aprobaron la asignatura y este ítem fue mayor entre quienes no asistieron, donde se reportó una pérdida también de 8 estudiantes, que para este grupo representa el 44,4%. El promedio de nota general para los estudiantes inscritos fue 3,09; pero se observa un mejor rendimiento entre quienes asistieron a la monitoría cuya nota promedio fue 3,15 que entre quienes no asistieron, quienes obtuvieron una nota promedio de 2,95.

Para el segundo semestre de 2012 la asistencia de los estudiantes de Nutrición y Dietética disminuyó levemente, pues de los 61 inscritos, participaron en la monitoría 37 (60,7%) y 24 (39,3%) no participaron. En cuanto al porcentaje de pérdida de la asignatura, sólo 8/37 estudiantes (21,6%) del grupo de asistentes a la monitoría perdió *química básica*, y en el grupo de no asistentes, hicieron lo mismo 8/24 (33,3%). En contraste, de los 37 estudiantes que asistieron a la monitoría, 29 (78,4%) aprobaron la asignatura y de los 24 que no participaron, 16 (66,7%) también aprobaron. La nota

promedio de los asistentes a la monitoría para este semestre fue de 3,21; la de los no asistentes fue 3,15 y el promedio general fue 3,19. Aunque las cifras no son muy diferentes entre los dos grupos, a los estudiantes asistentes a la monitoría les fue un poco mejor que a los no asistentes.

Finalmente, durante el primer semestre de 2013 resultaron inscritos en *química básica* 45 estudiantes, de los cuales 37 (82,2%) asistieron a la monitoría y los otros 8 (17,8%) no participaron en ella. De los 37 asistentes, 34 aprobaron la asignatura (91,9%), 3 (8,1%) no lo hicieron, y la nota promedio de este grupo de estudiantes fue 3,8. En contraste, de los 8 estudiantes que no asistieron a la monitoría, 5 (62,5%) aprobaron, 3 (37,5%) no aprobaron, y la nota promedio de este grupo de estudiantes fue 2,85. Para este semestre, el promedio de nota de los inscritos en *química básica* fue 3,16. Este semestre se reportó una de las mayores asistencias de los estudiantes de Nutrición y Dietética a la monitoría, provocado, en gran medida, porque el profesor del grupo de *química básica* en el que se encontraban inscritos la mayoría de estudiantes de este programa tenía formación en fisicoquímica, y profundizó en las temáticas propias de su experticia con una intensidad que no era acorde a las características de estudiantes que recién ingresan a la universidad, y los estudiantes se refugiaron en la monitoría en búsqueda de ayuda para entender los conceptos desarrollados por su profesor; sin embargo, varios estudiantes cancelaron la asignatura y se originó represamiento de estudiantes para el segundo semestre de 2013.

El rendimiento histórico de los estudiantes de Nutrición y Dietética que se puede ver en la Gráfica 4-29 y Gráfica 4-30 muestra que a partir del primer semestre de 2009 el porcentaje de pérdida de la asignatura mostró una tendencia hacia el aumento hasta el segundo semestre de 2010, donde se reportó un máximo para este indicador y la menor de las notas promedio desde la implementación de *química básica*. El primer semestre de 2011 el porcentaje de pérdida de la asignatura disminuyó considerablemente, pero volvió a aumentar en el segundo semestre de 2011, semestre en el que comenzaron las monitorías, y a partir del cual empezó una tendencia hacia el descenso, hasta encontrar un mínimo en el primer semestre de 2013. En cuanto a la nota promedio, se observa que a partir del semestre en el que comenzaron las monitorías, ha habido una tendencia hacia el aumento; y la mayor de las notas promedio se reportó entre los estudiantes que asistieron a la monitoría durante el primer semestre de 2013, por lo que puede afirmarse que el rendimiento académico en *química básica* ha sido mejor entre los estudiantes que asistieron a la monitoría que entre quienes no lo hicieron.

El descenso en el porcentaje de pérdida de *química básica* observado desde el segundo semestre de 2010 en este programa es debido también, en gran medida, al decidido apoyo de la Directora Curricular para los estudiantes admitidos; quien, en múltiples ocasiones ha promovido procesos dialógicos entre su programa y el Departamento de Química con el fin de solucionar la problemática de bajo rendimiento de la asignatura de sus estudiantes. Gracias a sus gestiones, se han organizado grupos especiales para Nutrición y Dietética y le han sido asignados profesores con buenas prácticas pedagógicas.

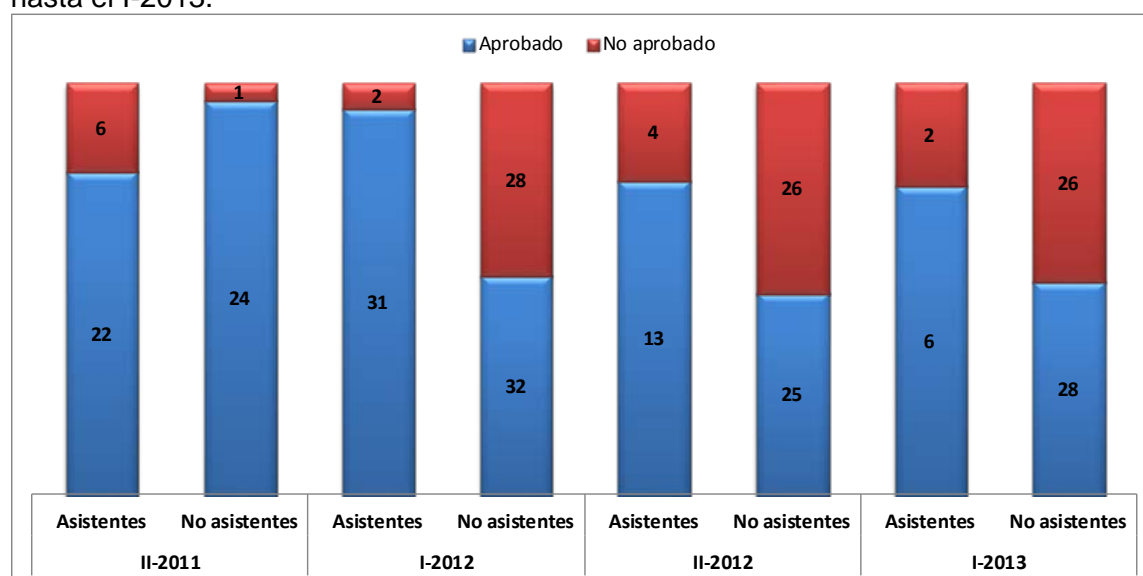
Una situación particular del programa de Nutrición y Dietética es que sus estudiantes deben inscribir el *laboratorio de química básica*, que es co-requisito de *química básica*, como una estrategia pedagógica para la aprehensión de los conceptos químicos; sin embargo, como se trató en la sección 4.5.13, los estudiantes de este programa no

reconocen que las prácticas de laboratorio sean una herramienta para la comprensión de los temas de *química básica*. Durante la monitoría, la investigadora pudo constatar que los temas de *química básica* no se articulan con los del *laboratorio de química básica*, y se desaprovechan las ventajas de este recurso didáctico porque teoría y práctica no mantienen una relación armónica.

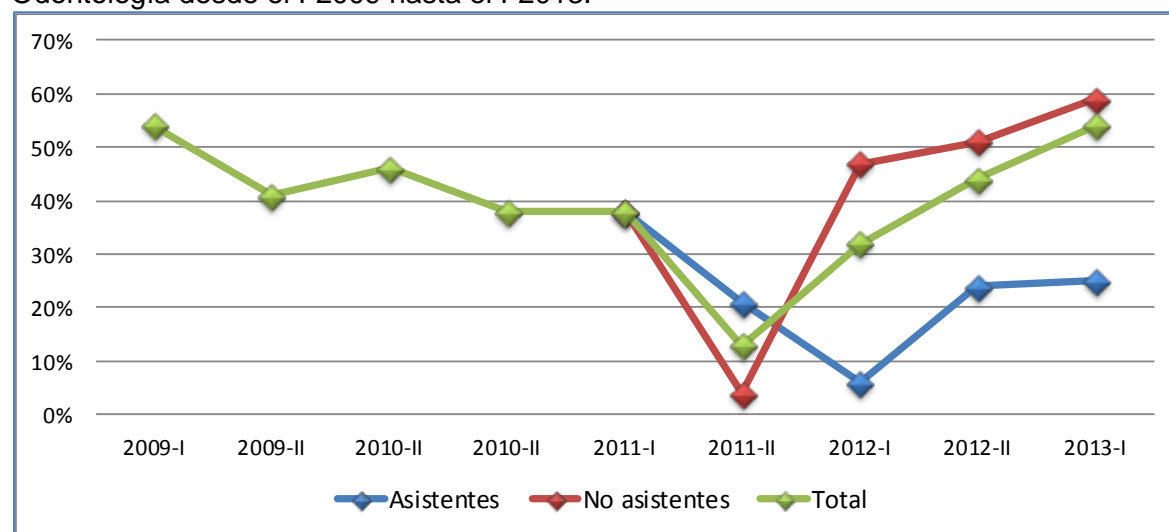
▪ Indicadores de impacto en el programa de Odontología

Los indicadores de impacto de la monitoría desde su implementación en el segundo semestre de 2011 para el programa de Odontología, pueden observarse en la Gráfica 4-31, Gráfica 4-32 y Gráfica 4-33.

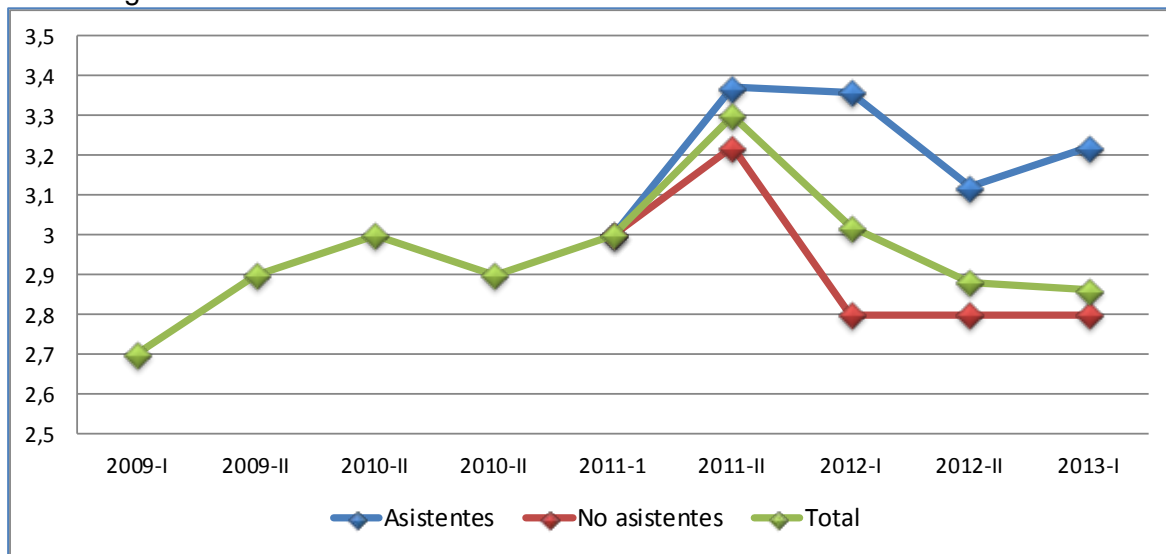
Gráfica 4-31: Asistencia a la monitoría y número de estudiantes que aprobaron y no aprobaron la asignatura *química básica* en el programa de Odontología desde el II-2011 hasta el I-2013.



Gráfica 4-32: Porcentaje de pérdida de la asignatura *química básica* en el programa de Odontología desde el I-2009 hasta el I-2013.



Gráfica 4-33: Nota promedio de la asignatura *química básica* en el programa de Odontología desde el I-2009 hasta el I-2013.



En el segundo semestre de 2011 se reportó la mayor asistencia de los estudiantes del programa de Odontología de todos los semestres de monitoría, y de los 53 inscritos, 28 (52,9%) participaron en la monitoría mientras que los otros 25 (47,1%) no lo hicieron. Los 28 asistentes obtuvieron 3,37 como nota promedio, y de estos, 22 estudiantes (78,6%) aprobaron la asignatura y 6 (21,4%) no la aprobaron. Los 25 estudiantes que no asistieron obtuvieron un promedio de nota un poco menor que los que sí lo hicieron (3,22), aunque el porcentaje de pérdida fue menor, puesto que sólo uno (4,0%) no aprobó la asignatura y los otros 24 (96,0%) sí lo hicieron. Este ha sido el único semestre y el único programa en el que el porcentaje de pérdida de la asignatura ha sido menor entre los que no asistieron a la monitoría que entre los que sí asistieron.

A partir del primer semestre de 2012 y hasta el primero del 2013 el rendimiento académico de los estudiantes de odontología tuvo la misma tendencia que en las otras, y le fue mejor a quienes asistieron a la monitoría que a aquellos que no participaron de ella, aunque la participación de estos estudiantes disminuyó paulatinamente con el tiempo.

En el primer semestre de 2012 se reportaron 93 estudiantes inscritos a la asignatura, y de estos, 33 (35,5%) asistieron a la monitoría y 60 (64,5%) no. De los 33 asistentes, 31 (93,9%) aprobaron la asignatura, sólo 2 (6,1%) no aprobaron *química básica* y la nota promedio de este grupo de estudiantes fue 3,36. En contraste, de los 60 estudiantes que no asistieron a la monitoría, 32 (50,8%) aprobaron *química básica*, 28 (49,2%) no aprobaron y su nota promedio fue menor que la de aquellos que sí asistieron (2,80). Este semestre el promedio general de nota en *química básica* fue 3,02.

Para el segundo semestre de 2012 continuó bajando la asistencia de los estudiantes a la monitoría, puesto que de los 68 inscritos, sólo 17 (27,0%) participaron y los otros 51 (73,0%) no lo hicieron. Sin embargo, el rendimiento en la asignatura fue mejor entre los que asistieron, quienes obtuvieron una nota promedio de 3,22, que entre los que no asistieron, para quienes se reportó una nota promedio de 2,88. Además, de los 17 participantes, 13 estudiantes (76,5%) aprobaron la asignatura, y sólo tres (17,7%) no

aprobaron *química básica*. En contraste, de los 51 estudiantes que no asistieron a la monitoría, 26 (51,0%) aprobaron y 25 (49,0%) no lo hicieron. Para este semestre, el promedio de nota de los 51 inscritos en química básica fue 2,88.

En el último semestre de monitoría reportado en esta investigación, el primero de 2013, la participación de los estudiantes de Odontología presentó un mínimo, cuando, de los 52 inscritos, sólo 8 (15,4%) asistieron a la monitoría y los otros 44 (84,6%) no lo hicieron. Sin embargo, el rendimiento en *química básica* de los primeros fue mejor que el de los segundos. De los 8 asistentes, 6 (75,0%) aprobaron la asignatura, 2 (25,0%) no lo hicieron y el promedio de nota para este grupo fue 3,22. En comparación, de los 44 que no asistieron a la monitoría 18 (41,0%) estudiantes aprobaron, 26 (59%) no aprobaron la asignatura y su nota promedio fue 2,88. El promedio de nota para todos los inscritos en *química básica* fue 2,86.

De acuerdo a la Gráfica 4-32 en la que puede verse el comportamiento histórico de porcentaje de pérdida de la asignatura, se observan dos máximos, el primero en el segundo semestre del 2009 y el segundo durante el primer semestre de 2013. A partir del primer semestre de 2009, el porcentaje de pérdida de la asignatura tuvo una tendencia decreciente hasta alcanzar un mínimo en el segundo semestre de 2011, semestre en el que comenzaron las monitorías propuestas en esta investigación. A partir de este semestre el porcentaje de pérdida de la asignatura presentó una tendencia al ascenso, hasta el nuevo punto máximo en el semestre I-2013; sin embargo, el porcentaje de pérdida de los asistentes a la monitoría durante este rango de tiempo nunca superó el 25%, mientras que el de los que no asistían aumentó vertiginosamente hasta el máximo de 59% reportado en el primer semestre de 2013.

En cuanto a la nota promedio histórica que se observa en la Gráfica 4-33, se alcanzaron dos máximos: uno durante el primer semestre de 2011 y otro en el segundo de 2012, semestres en los que la participación de los estudiantes en la monitoría de química fue mejor que en los siguientes semestres, en los que la nota promedio disminuyó hasta alcanzar un mínimo en el primer semestre de 2013. Sin embargo, cabe resaltar que la nota promedio de los estudiantes que han asistido a la monitoría ha superado la de aquellos que no asistieron, todos los semestres.

Los últimos dos años, el rendimiento académico de la asignatura *química básica* ha mostrado una tendencia hacia la baja, que podría estar relacionado con la falta de gusto por la química que como se recordará, fue uno de los factores mencionados en mayor medida por los estudiantes del programa de Odontología en la sección 4.5.11 de la encuesta aplicada a los estudiantes de la salud. Esta falta de motivación hacia la química podría afectar las actividades investigativas en la Facultad de Odontología, y merece especial atención por parte de las directivas.

De acuerdo a los indicadores de impacto descritos en esta sección, puede afirmarse que las acciones didácticas emprendidas por la investigadora durante las monitorías ayudaron al aprendizaje de los conceptos químicos porque se logró una disminución en el porcentaje de pérdida de la asignatura y una mejoría en el rendimiento académico de los estudiantes de ciencias de la salud que participaron de este escenario. La investigación acción en el aula realizada por la investigadora intervino el problema y así,

la investigación adoptó las características de investigación interactiva, completando un bucle en la espiral holística de la investigación.

Hasta aquí, se ha procesado la información recolectada y se ha estructurado un primer conocimiento sustentado del problema, el nivel perceptual de la investigación. En el siguiente capítulo, se entretendrá la información obtenida en este nivel para converger hacia la interpretación holística de la investigación, el nivel aprehensivo, que será la base para construir la propuesta pedagógica para la enseñanza de la química en ciencias de la salud, el nivel integrativo de la investigación.

5. Capítulo 5: Nivel aprehensivo e integrativo de la investigación: Sintagmas y propuesta pedagógica para el aprendizaje sustentable de la química en los programas de ciencias de la salud

Las comprensiones alrededor del problema del bajo rendimiento académico y alto porcentaje de pérdida de la asignatura *química básica* entre los estudiantes de ciencias de la salud descritas por los Directores Curriculares, los profesores, los estudiantes y la investigadora en el capítulo anterior se entrelazaron dinámicamente con los paradigmas, epistemes y corrientes de pensamiento que fundamentaron la actividad indagativa de la investigación para construir los sintagmas, las comprensiones holísticas de la problemática estudiada, que se describirán en este capítulo.

Los sintagmas fueron la base para la construcción del último nivel de la investigación, el nivel integrativo, nivel en el que emergió una nueva teoría, la propuesta pedagógica para el aprendizaje de la química en los programas de ciencias de la salud. Con la propuesta pedagógica se pretende brindar elementos que ayuden a transformar los conflictos del proceso de enseñanza aprendizaje de la química para las ciencias de la salud, en sinergias, y de esta manera, aportar a la construcción de universidad.

5.1 Sintagmas de la investigación

La relación entre las ciencias de la salud y la química ha sido marcada por una historia de sinergias y conflictos. Los conflictos suscitaron periodos de estancamiento y confusión, las sinergias originaron la construcción de comprensiones a cerca de la vida, la infección y la enfermedad. Los conflictos causaron ruptura, las sinergias engendraron nuevas fronteras de conocimiento y consolidaron las profesiones de las ciencias de la salud.

El trabajo sinérgico entre químicos y profesionales de estas ciencias convirtieron a la química en uno de los pilares científicos de las profesiones de la salud, razón por la que, en la Universidad Nacional de Colombia, la formación disciplinar en química hace parte del componente de fundamentación de los programas de Enfermería, Fisiología, Medicina, Nutrición y Dietética y Odontología.

El Acuerdo 033 (CSU, 2007) decidió unificar, bajo una única denominación y número de créditos, asignaturas con propósitos formativos similares, y bajo esta norma, el

Departamento de Química oferta la asignatura *química básica* para diversos programas de la universidad. Sin embargo, los propósitos formativos de la química para las profesiones de la salud son diferentes a los propósitos formativos para otras profesiones, como las ingenierías, por ejemplo. Los estudiantes de ciencias de la salud necesitan aprender las leyes químicas que describen el comportamiento de las moléculas orgánicas y los iones para comprender los fenómenos de la vida y su fisiología, la etiología de las enfermedades y la terapia farmaciológica, entre otras. Aunque las leyes de la química son universales, los estudiantes de ingenierías, necesitan aprenderlas para otros propósitos diferentes a los de las ciencias de la salud.

El Departamento de Química tiene la gran responsabilidad de formar en química a los estudiantes de ciencias de la salud para que puedan concatenar los conceptos básicos con los que encontrarán en diversas asignaturas de su plan de estudio, en otro nivel de complejidad. Es responsable también de ayudar a construir un aprecio por la química y el trabajo científico, para fortalecer la investigación en estos programas y favorecer la formación de buenos profesionales, capaces de tomar decisiones clínicas y técnicas de calidad y sustentadas, en favor de la calidad de la salud. Sin embargo, en la práctica, la falta de diálogo y de preocupación del Departamento de Química por las necesidades de los departamentos que solicitan estos cursos de servicio, ha llevado a que el syllabus de la asignatura *química básica* privilegie el estudio los compuestos inorgánicos sobre los compuestos orgánicos, sin hacer especial énfasis en los puntos de unión, las interdependencias, complejidades y sinergias entre la química y las ciencias de la salud, en detrimento de los estudiantes de estas profesiones.

En esta asignatura no se percibe una visión pedagógica común entre los diferentes profesores, quienes, de acuerdo a sus saberes y autonomía, profundizan los contenidos del programa de una manera heterogénea. Aunque hay que decir que en *química básica* hay profesores que cumplen responsablemente con el contenido temático de la asignatura, otros cambian el orden, y de acuerdo a sus propios intereses y conocimiento, introducen temas que no pertenecen al syllabus establecido y/o descartan otros temas que, aunque son importantes para los estudiantes de ciencias de la salud, no son de su experticia. Incluso, durante estos dos años de investigación, todos los semestres han habido grupos de la asignatura que no han alcanzado a estudiar química orgánica, y de los grupos que lo hicieron, unos la estudiaron sólo una semana, otros dos, y el tiempo de estudio máximo para este tema fue tres semanas. Así, los estudiantes de los diferentes grupos de *química básica* que aprueban la asignatura, adquieren conocimientos químicos de una manera heterogénea, y como consecuencia, no se alcanzan unos mínimos indispensables para otras materias de los planes de estudio de las profesiones de la salud para las que la química es uno de sus pilares científicos, entorpeciendo los procesos de estas asignaturas, en detrimento de la calidad de la educación en la Universidad Nacional.

Desde la implementación de la asignatura en el segundo semestre de 2009, ha presentado un alto porcentaje de pérdida y un bajo rendimiento académico entre los estudiantes de ciencias de la salud, que se ha convertido en un círculo vicioso en el que cada vez hay más estudiantes porque tienen que repetirla, se necesitan más profesores y se crea la necesidad de abrir más grupos, con las consecuencias económicas y sociales que esta situación acarrea para la Universidad, los planes de estudio y los estudiantes;

además del represamiento y la pérdida de la calidad de estudiante que afecta profundamente la dinámica de las Facultades de salud.

Una de las razones del alto porcentaje de pérdida en *química básica* argüidas por directores curriculares y profesores fue el estado de vulnerabilidad que tienen los estudiantes al ingresar a la universidad y enfrentarse al cambio de la educación media a la educación superior. Sin embargo, los estudiantes no reconocieron ésta como una situación particular que afecte el rendimiento académico en la asignatura, y esto es cierto en la medida que la adaptación a la universidad afectaría a todas las asignaturas de primer semestre por igual. Sin embargo, entre las asignaturas de primer semestre de los programas de salud, *química básica* es la que ha reportado los mayores porcentajes de pérdida; esto quiere decir que hay situaciones particulares que afectan el rendimiento de la asignatura, por encima de las otras asignaturas de primer semestre.

A pesar que los estudiantes admitidos a la Universidad Nacional de Colombia a los programas de salud, han superado un proceso de selección estricto que los acredita como unos de los mejores bachilleres del país, sus bases matemáticas, químicas y de comprensión lectora son heterogéneas, producto de la educación media que han recibido. Estas deficiencias de base son conocidas por directores curriculares y profesores, y reconocidas por los propios estudiantes; sin embargo, como la Universidad Nacional no puede intervenir la educación media para cambiar esta situación, es responsabilidad de los profesores de primer semestre trabajar sobre las deficiencias de base que los estudiantes presentan en el salón de clase. Los estudiantes que no tienen buenas bases son conscientes de sus deficiencias, y están dispuestos a trabajar sobre ellas para mantenerse en la Universidad; sin embargo, muchos de los profesores de *química básica* no están dispuestos a trabajar en los cimientos y parten desde un nivel que los estudiantes no poseen, convirtiéndose esta situación en uno de los factores que origina el alto porcentaje de la asignatura. Cuando los profesores se responsabilizan de su misión como docentes de la Universidad Nacional de Colombia, y trabajan desde las bases con sus estudiantes, o en su defecto, se brindan espacios como las monitorías, para que el estudiante adquiera estas bases, el porcentaje de pérdida de la asignatura disminuye y el rendimiento académico de la asignatura es mejor, en beneficio de los estudiantes y los programas académicos.

Las teorías que explican el comportamiento de la materia y que se estudian en la asignatura *química básica* tienen un sustento experimental y se describen a través de un lenguaje matemático. Para un químico, el conocimiento de estos axiomas matemáticos es una de las bases de su labor investigativa, y por esta razón, muchos profesores de *química básica* profundizan exhaustivamente en el componente matemático de los conceptos, situación que origina un alto porcentaje de pérdida en estudiantes cuyas bases lógico-matemáticas no son tan buenas. La discusión sobre la profundidad matemática de los conceptos químicos necesaria para un estudiante de primer semestre de ciencias de la salud está latente en el Departamento de Química; sin embargo, los profesores de asignaturas como bioquímica, fisiología y farmacología en ciencias de salud, asignaturas que hacen uso de los conceptos de la química para describir los fenómenos de sus propios saberes, reconocieron en esta investigación que lo que necesitan para sus asignaturas es que los estudiantes manejen la parte conceptual de la química más que su lenguaje matemático. Es así como queda manifiesto que la falta de diálogo entre el Departamento de Química y las Facultades de salud origina que la

enseñanza de la química no esté centrada en las necesidades de los estudiantes de ciencias de la salud, ni en los propósitos formativos que requieren estas profesiones y se convierte en otra de las razones del bajo rendimiento académico de la asignatura.

En cuanto a las competencias lógico-matemáticas, para los estudiantes de ciencias de la salud es imprescindible el manejo de factores de conversión de unidades, por ejemplo, para la administración de medicamentos en profesiones como Enfermería, Medicina y Odontología, para el cálculo del contenido calórico de los alimentos en el programa de Nutrición y Dietética, o el cálculo de la masa corporal en el programa de Fisioterapia. También las competencias algebraicas, despeje de ecuaciones de primer orden e incluso ecuación de la recta son importantes para los estudiantes de salud, por ejemplo, para el análisis de exámenes de laboratorio y preparación de soluciones; pero competencias de orden superior, como ecuaciones de segundo o tercer orden, solución de sistemas de ecuaciones, manejo de derivadas e integrales no son competencias que el profesional de la salud explote en su vida profesional. Por esta razón es incongruente que un estudiante de ciencias de la salud desaprobe *química básica* e incluso pierda la calidad de estudiante porque no maneja estas competencias lógico-matemáticas de orden superior en las que muchos de los profesores de *química básica* profundizan.

La profundidad matemática de las temáticas de *química básica* contrasta con la escasa contextualización de los conceptos que se evidenció durante la investigación. Como fue relatado por los profesores de la asignatura entrevistados, esta práctica no se realiza porque en el aula de clase cuentan con estudiantes de diversos programas curriculares, y trasladan la responsabilidad de articular los conceptos químicos con su parte práctica, a los estudiantes. Sólo una de las profesoras entrevistadas mencionó que contextualiza los conceptos con la cotidianidad, y en el grupo de esta profesora, el porcentaje de pérdida de la asignatura es bajo. La descontextualización de los conceptos origina desmotivación hacia el estudio de la química, no favorece la meta-cognición en el estudiante y es otra de las razones del bajo rendimiento en la asignatura de los estudiantes de las ciencias de la salud; por el contrario, cuando los conceptos químicos se desarrollan en el aula de clase inmersos en un contexto y centrados en los intereses de los estudiantes, éstos pueden responderse el por qué y el para qué del aprendizaje, se incrementa el interés por el estudio de la química y se les motiva a investigar y profundizar autónomamente las diferentes temáticas, favoreciendo la permanencia de los estudiantes en la universidad.

La contextualización de los conceptos inmersos en ambientes dinámicos de aprendizaje como es propuesto por la didáctica de la complejidad, no es una práctica común entre los profesores de *química básica*, por el contrario siguen firmemente arraigadas las prácticas tradicionales de enseñanza, en las que se usa un único método de enseñanza para todos, se fomenta el aprendizaje fragmentado, mecánico y memorístico, no se favorece el desarrollo del pensamiento crítico, ni se crean escenarios para fortalecer la autonomía del estudiante. Además, en la mayoría de los grupos de *química básica* la evaluación es implementada como un suceso del proceso de enseñanza-aprendizaje que mide la capacidad del estudiante para reproducir un modelo descrito en clase y no se aprovechan las ventajas de otros tipos de evaluación, como la evaluación formativa, para favorecer el aprendizaje de los estudiantes y el fortalecimiento de competencias argumentativas y propositivas.

El arraigo a la tradición en la enseñanza de la química está directamente relacionado con la escasa formación pedagógica de los docentes, que de acuerdo a las respuestas de los profesores de *química básica* entrevistados, no es una prioridad sobre su labor investigativa. En contraste, los estudiantes de ciencias de la salud encuestados evidenciaron que el conocimiento pedagógico del contenido de su profesor, es el principal factor para potenciar o desestimular el aprendizaje. Los estudiantes reconocieron el conocimiento disciplinar de los docentes de *química básica*, y reconocieron también que aquellos con un conocimiento pedagógico y didáctico para realizar la enseñanza favorecieron su aprendizaje y los motivaron para el estudio de la química, mientras que, aquellos docentes con un escaso conocimiento pedagógico del contenido desestimularon el aprendizaje, los desmotivó para aprender química y es otra de las razones del alto porcentaje de pérdida de la asignatura.

La escasa importancia que algunos profesores de *química básica* dan a la formación pedagógica se refleja en prácticas didácticas desactualizadas y descontextualizadas de las dinámicas del aula. Las principales prácticas didácticas utilizadas por los profesores de *química básica* para la enseñanza de la química son la clase magistral, la presentación con acetatos y la presentación con video-beam, esta última criticada por los estudiantes porque convierte la clase en una sesión de lectura de diapositivas que ellos se limitan a copiar en su cuaderno, muchas veces sin entender. Entre los profesores de *química básica* no es común el uso de estrategias dinámicas e innovadoras ni el uso de recursos especializados para la enseñanza de temas químicos, que podrían mejorar la comprensión de la química y disminuir los porcentajes de pérdida de la asignatura. Además, la separación en cursos teóricos y prácticos implementada en la Reforma del 2007, impide a profesores y estudiantes el uso del laboratorio como una estrategia didáctica para el proceso de enseñanza-aprendizaje de la química. Los estudiantes que toman *química básica* se acercan a la química de una manera teórica, y los que toman como co-requisito la asignatura práctica, el *laboratorio de química básica*, como es el caso de los estudiantes de Nutrición y Dietética tampoco aprovechan las ventajas de la práctica para el aprendizaje de la teoría por la falta de articulación entre las dos asignaturas.

Es así como a pesar de la gran responsabilidad que tienen los profesores de primer semestre de fomentar el gusto por la química en estudiantes de ciencias de la salud para potenciar el aprendizaje, el interés por la investigación y su permanencia en la universidad, el Departamento de Química asigna algunos profesores con escasa experiencia y/o interés pedagógico para estos cursos de servicio como *química básica*, profesores con un conocimiento especializado, investigadores de punta, que no recontextualizan su discurso y que son sometidos a la enseñanza de conceptos básicos de la química en grupos altamente heterogéneos, que le originan desmotivación hacia la enseñanza y que incluso se convierte en un “castigo” como fue afirmado por uno de los docentes del Departamento de Química entrevistados; desaprovechando así, los saberes del profesor y las apetencias cognitivas de los estudiantes que ingresan a la universidad. Los profesores asignados a cursos de primer semestre como *química básica* deberían estar revestidos de unas características muy particulares, que les permita leer los intereses de los estudiantes que ingresan a la universidad y priorizar sus voces, como propone el profesor Jurado (2011); además, deberían fomentar espacios dinámicos y contextuales de aprendizaje que potencien el pensamiento crítico y la transformación de la heteronomía hacia la autonomía en el proceso de aprehensión de los conceptos

químicos, con el uso de herramientas didácticas innovadoras, acorde a los intereses de los estudiantes de ciencias de la salud.

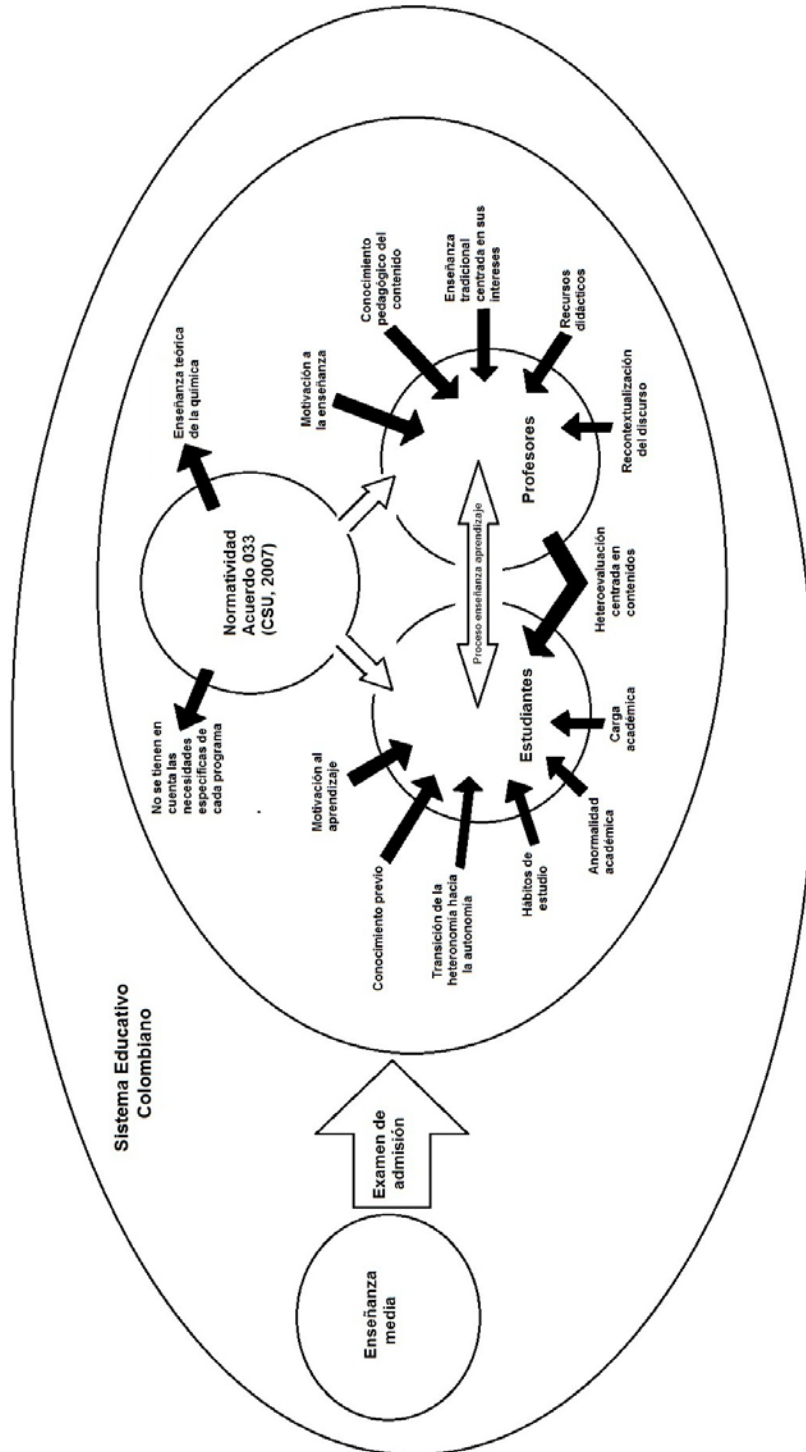
Las dos últimas Reformas en la Universidad Nacional han propendido por el fomento de la autonomía y por una participación más activa del estudiante en el proceso de enseñanza-aprendizaje. En la práctica, esta política se refleja en las horas de trabajo autónomo propuestas para el estudiante, que para el caso de *química básica* son 10 horas semanales; sin embargo, no se fomentan los escenarios ni las herramientas para que el paso de la heteronomía hacia la autonomía se concrete, porque se cree erróneamente que sólo por el hecho que el estudiante ingrese a la universidad ya es autónomo. Y como se recordará, en la encuesta realizada a los estudiantes de las ciencias de la salud, el conocimiento pedagógico del contenido ocupó el primer lugar en cuanto a los factores que inciden positivamente en el aprendizaje de la química, por encima de la autonomía en el aprendizaje, que fue mencionado sólo por el 16,3% de los encuestados.

Las relaciones que afectan el proceso de enseñanza aprendizaje de la química en las ciencias de la salud en la Universidad Nacional de Colombia, que emergieron en el nivel integrativo de la investigación se muestran en la Gráfica 5-1.

Cuando se preguntó a los Directores Curriculares, profesores y estudiantes de ciencias de la salud cuál sería una solución para los conflictos que se desencadenan debido al bajo rendimiento académico de la asignatura *química básica*, algunos plantearon la realización de un curso de nivelación para mejorar las bases que los estudiantes traen del colegio, pero la mayoría coincidió en que si la enseñanza de la química se realizara de una manera contextualizada con los intereses de los estudiantes y las necesidades de las ciencias de la salud, y si se implementaran estrategias didácticas dinámicas e innovadoras que relacionen la teoría y la práctica, con docentes comprometidos con la enseñanza y conocimiento pedagógico del contenido, el porcentaje de pérdida de la asignatura sería menor, en beneficio de estudiantes y docentes, los programas académicos y la Universidad.

En cuanto a la primera propuesta, no tiene sentido práctico realizar un curso de nivelación para una asignatura que fue concebida como una asignatura de nivelación, como lo es *química básica*, que brinda un panorama general de la química y se trata de un repaso de los temas que hacen parte de los planes de estudio de los grados 10° y 11° de la enseñanza media, a un mayor nivel de profundidad. En cuanto a las otras propuestas, la mejor manera de concretarlas sería la creación de una asignatura de química específica para los programas curriculares de las ciencias de la salud, de tal manera que en el aula de clase se encuentren estudiantes para quienes la química realmente tenga los mismos propósitos formativos y se facilite el trabajo pedagógico del docente. Además se fomentaría, desde primer semestre, el trabajo interdisciplinario entre enfermer@s, médic@s, fisioterapeutas, nutricionistas dietistas y odontólog@s, y se aportaría a la calidad de la salud.

Gráfica 5-1: Relaciones que afectan el proceso de enseñanza aprendizaje de la química en las ciencias de la salud en la Universidad Nacional de Colombia.



5.2 Propuesta pedagógica para el aprendizaje sustentable de la química en ciencias de la salud

En el nivel integrativo de la investigación emergió la propuesta pedagógica para la enseñanza sustentable de la química en ciencias de la salud, con la articulación y el entrelazado de las comprensiones del fenómeno aportadas por los diferentes actores. De acuerdo a las necesidades de los programas curriculares, se propone la creación de la asignatura *Química y Salud, Sinergias* que se ofertaría para los programas de Enfermería, Fisiología, Medicina, Nutrición y Dietética y Odontología de la Universidad Nacional de Colombia, para hacer énfasis en los conocimientos cruciales, articulaciones, imbricaciones, interdependencias y complejidades entre la química y las ciencias de la salud, y preparar al estudiante en los conceptos básicos de la química, pilares del conocimiento en áreas como bioquímica, fisiología y farmacología.

Es importante aclarar que se trata apenas de una propuesta, un punto de partida para el reestablecimiento del diálogo entre el Departamento de Química y los programas curriculares de las ciencias de la salud, que debe ser sometida a consideración y discusión en escenarios académicos, y que surgió como respuesta a la problemática del bajo rendimiento académico de la asignatura que se oferta actualmente para las ciencias de salud, la asignatura *química básica*.

5.2.1 Marco normativo

La asignatura se enmarca en la normativa de la Universidad Nacional de Colombia que describe los lineamientos sobre las construcciones curriculares, la creación de y/o modificación de asignaturas, los criterios de validación y la estructura del plan de estudios de los programas curriculares de las ciencias de la salud:

- Acuerdo 033 de 2007 (Acta 11 del 26 de noviembre) del Consejo Superior Universitario "Por el cual se establecen los lineamientos básicos para el proceso de formación de los estudiantes de la Universidad Nacional de Colombia a través de sus programas curriculares"
- Resolución 279 de 2009 de la Vicerrectoría Académica de la Universidad Nacional de Colombia "Por la cual se definen asuntos relacionados con las pruebas de validación".
- Acuerdo 146 de 2008 (Acta 11 del 27 de noviembre) del Consejo Superior Universitario "Por el cual se modifica la estructura del plan de estudios del programa curricular de Enfermería de la Facultad de Enfermería, Sede Bogotá, de la Universidad Nacional de Colombia, para ajustarse al Acuerdo 033 de 2007 del Consejo Superior Universitario"
- Acuerdo 093 del Consejo de Facultad de Medicina (Acta 21 del 22 de junio) del Consejo de la Facultad de Medicina "Por el cual se modifica el plan de estudios del Programa Curricular de Medicina de la Facultad de Medicina de la Sede Bogotá de la Universidad Nacional de Colombia"

- Acuerdo 092 de 2012 (Acta 20 del 14 de junio) del Consejo de la Facultad de Medicina "Por el cual se modifica el plan de estudios del Programa Curricular de Nutrición y Dietética de la Facultad de Medicina de la Sede Bogotá de la Universidad Nacional de Colombia"
- Resolución 242 de 2009 del Consejo de la Facultad de Medicina "Por la cual se especifican los créditos, las agrupaciones y las asignaturas del plan de estudios del programa curricular de Fisioterapia de la Facultad de Medicina de la Sede Bogotá de la Universidad Nacional de Colombia, para adaptarse al Acuerdo 033 de 2007 del Consejo Superior Universitario"
- Acuerdo 012 de 15 de mayo de 2013 (Acta N°11 de 15 de mayo de 2013) "Modificar la Resolución de Consejo de Facultad N°047 de 2009, mediante la cual se especifican los créditos, las agrupaciones y las asignaturas del plan de estudios del Programa Curricular de la Carrera de Odontología - Facultad de Odontología - Universidad Nacional de Colombia – Sede Bogotá, para adaptarse al Acuerdo 033 de 2007 del Consejo Superior Universitario"

5.2.2 Aspectos curriculares

El Acuerdo 033 (CSU, 2007) propone un diseño curricular abierto y desplegado en "Z" como se muestra en la Gráfica 5-2 en el que las asignaturas se agrupan de acuerdo a los objetivos de formación que definen al programa curricular en componente de fundamentación, componente de formación disciplinar o profesional y componente de libre elección.

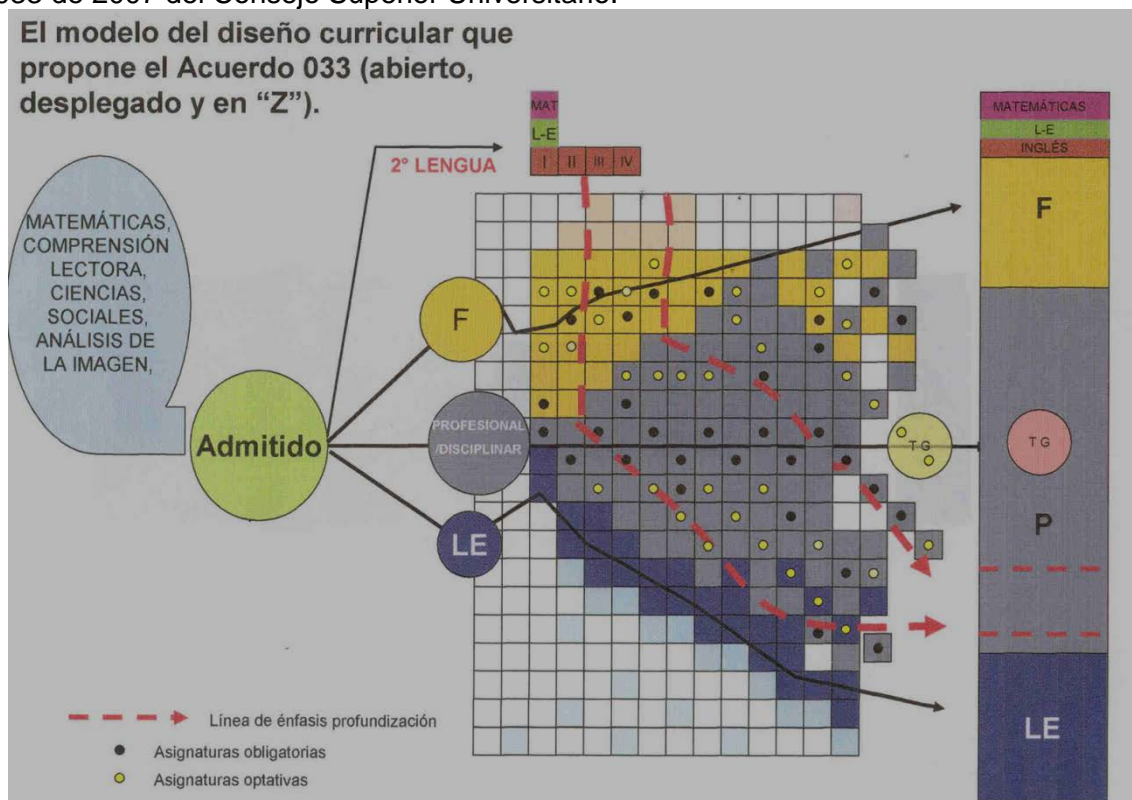
El componente de fundamentación agrupa las asignaturas cuyo objetivo formativo es la introducción y contextualización del campo de conocimiento por el que optó el estudiante desde una perspectiva de ciudadanía, humanística, ambiental y cultural. De acuerdo con el principio de contextualización, este tipo de asignaturas ofrecen una visión amplia del campo de conocimiento en el que está enmarcada su profesión (Vicerrectoría Académica, 2007).

El componente de formación disciplinar o profesional reúne las asignaturas del plan de estudios de cada programa curricular que le permitirán al estudiante apropiarse del lenguaje básico, teorías, métodos y prácticas fundamentales de su profesión o disciplina, para integrarse a una comunidad académica; y el componente de libre elección propicia un escenario para la flexibilidad e interdisciplinariedad porque le permite al estudiante apropiarse de las herramientas y saberes de otras profesiones y/o disciplinas y profundizar en temas de su interés profesional, acercándolo al ejercicio de la investigación, la extensión, el emprendimiento y la toma conciencia sobre los alcances de la generación de conocimiento en la sociedad (CSU, 2007).

Según las disposiciones del Acuerdo 033 (CSU, 2007), la asignatura *Química y salud, Sinergias*, se estructuraría flexiblemente en el componente de fundamentación de los Programas Curriculares de las ciencias de la salud, en la agrupación ciencias biológicas. Se propone la creación de una asignatura común para los programas Enfermería, Fisioterapia, Medicina, Nutrición y Dietética y Odontología porque con esta asignatura se

crearían escenarios para la comprensión de los vínculos, interdependencias y complejidades que existen entre la química y estas profesiones, se posibilitaría el trabajo interdisciplinario entre los estudiantes de ciencias de la salud, se facilitarían el trabajo de los docentes en cuanto la contextualización de los conceptos químicos, y se optimizarían de manera eficiente los recursos académicos de la Universidad.

Gráfica 5-2: Estructura curricular abierta y desplegado en “Z” propuesto por el Acuerdo 033 de 2007 del Consejo Superior Universitario.



5.2.3 Tipología e integración en la malla curricular

La asignatura *Química y Salud, Sinergias* del componente de fundamentación de los programas curriculares de las ciencias de la salud se identificaría en el SIA con la tipología B y sería una asignatura obligatoria que se ubicaría en la malla curricular en el primer semestre como pre-requisito de la asignatura *bioquímica I* en los programas de Medicina y Nutrición y Dietética, de la asignatura *bioquímica básica* en Enfermería y Odontología, y de la asignatura *farmacología* en el programa de Fisioterapia, tal y como se encuentra articulada la asignatura *química básica* en la actualidad.

Aunque cada programa tiene su propia malla curricular reglamentada de acuerdo a la normativa del Acuerdo 033 del CSU y de las resoluciones de cada facultad, en la Gráfica 5-3 se muestra un esbozo de la ubicación de la asignatura en el plan de estudios de los programas de las ciencias de la salud.

suficiencia y lograrían aprovechar mejor su tiempo tomando otras asignaturas de un nivel más avanzado o que obedezcan a sus intereses académicos particulares.

5.2.5 Objetivos formativos

- Conocer los conceptos básicos, interdependencias y complejidades entre la química y las ciencias de la salud.
- Promover el pensamiento crítico, interconectado y complejo, y el trabajo interdisciplinario entre los estudiantes de los programas de las ciencias de la salud.
- Fomentar escenarios para el aprendizaje autónomo.
- Favorecer la transición entre el pensamiento abstracto al pensamiento concreto complejo, mediante el uso de recursos didácticos especializados para la enseñanza de la química.
- Ofrecer una nueva visión de la química al servicio de las ciencias de la salud, que reconozca la existencia de diferentes niveles de realidad.

5.2.6 Metodología

Semestralmente ingresan a la universidad aproximadamente 300 estudiantes de ciencias de la salud. Se organizarían 6 ó 7 grupos con máximo 50 estudiantes y la asignatura sería ofertada por un cuerpo colegiado de profesores: expertos en didáctica de la química, especialistas en áreas específicas de la química y especialistas en ciencias de la salud. El cuerpo de profesores estaría en contacto con todos los grupos, de tal manera que los estudiantes puedan conocer conceptos químicos desde diferentes puntos de vista y niveles de complejidad.

Como se encuentra diseñada en este momento la asignatura *química básica*, los diferentes grupos tienen experiencias y aprendizajes heterogéneos de acuerdo a las características de su docente particular; con la estructura de *química y salud, sinergias*, los diferentes grupos tendrían experiencias similares de aprendizaje porque estarían en contacto con los mismos profesores, en diferentes momentos de la asignatura. La asignatura tendría varios tipos de clases a lo largo del semestre: clases de conceptos básicos, con herramientas didácticas especializadas para la enseñanza de la química y clases de ejercicios prácticos dirigidas por los profesores expertos en la didáctica de la química; clases magistrales con los profesores expertos en temas específicos de la química y seminarios de divulgación científica con los profesores de ciencias de la salud.

El trabajo autónomo del estudiante se favorecería a través del aula virtual "QUISAS (Química y Salud, Sinergias) diseñada como un gran mapa de redes, en el que el estudiante, partiendo de un concepto básico, podría avanzar según sus propios intereses, hacia mayores niveles de complejidad que le permitan articular cada concepto con su profesión y su futura vida profesional. Además, podría realizar ejercicios prácticos, contextualizados con sus intereses y comprobar, no sólo la respuesta correcta si no el procedimiento correcto para la realización de tales ejercicios.

El contenido temático de la asignatura se enfocaría en los puntos estratégicos de unión entre la química y la salud, en un proceso organizado, que permita ir encadenando unos acontecimientos con otros, para que de esta manera se construya el conocimiento sobre bases sólidas, que darían continuidad a los contenidos y evidenciarían el nexo que une la química con las ciencias de la salud, para proveer condiciones y contextos que promuevan el pensamiento interconectado y el aprendizaje sustentable de la química, con una profundidad adecuada para estudiantes de primer semestre quienes volverán sobre estos mismos conceptos en otras asignaturas de su plan de estudios, en otro nivel de complejidad.

5.2.7 Aprendizaje sustentable

Las diferentes temáticas de la asignatura *química y salud, sinergias*, se desarrollarían en un orden de complejidad creciente a través de temáticas significativas en un ambiente dialógico y contextual. Los profesores especializados en didáctica de la química se ocuparían de enseñar los conceptos básicos (primer nivel de complejidad) para nivelar los aprendizajes previos de los estudiantes, construir los pilares del lenguaje común entre alumnos y docentes y fijar los conceptos sostenibles sobre los que se anclaría la nueva información para que sea transformada en conocimiento, como es propuesto en el MACCS (Galagovsky, 2004: Parte I). Los profesores especialistas en áreas específicas de la química desarrollarían el siguiente nivel de complejidad de los conceptos y los profesores especialistas en ciencias de la salud mostrarían el último nivel de complejidad: la aplicación de los conceptos químicos en temas específicos de las ciencias de la salud.

Sin perder de vista que se trata de una asignatura de primer semestre, con esta estructura se aprovecharían de una mejor manera los saberes de los profesores del Departamento de Química, quienes no serían obligados a enseñar temas que no son de su experticia, mejorando su motivación para la enseñanza, y se motivaría a los estudiantes hacia el aprendizaje sustentable de la química, porque reconocerían la importancia en su profesión y su aplicación en la vida profesional.

De acuerdo con las consideraciones teóricas y didácticas del MACCS propuesta por Galagovsky (2004: Parte I y II), para que el conocimiento sea adquirido de manera sustentable, en la asignatura *química y salud, sinergias*, se propiciarían espacios para que los estudiantes encuentren los conceptos sostenibles adecuados que les permitirá anclar la nueva información con sus conocimientos previos, mediante procesos dialógicos en las clases con los profesores expertos en didáctica de la química; se facilitarían las argumentaciones en los seminarios investigativos dirigidos por profesores de ciencias de la salud y se fomentaría la construcción continua de la estructura cognitiva de cada estudiante al articular estas clases con las clases magistrales dirigidas por los profesores expertos en temas específicos de la química. De acuerdo al modelo teórico, si el conocimiento se adquiere de forma sustentable, será más fácil acceder a él cuando el estudiante lo necesite más adelante en su carrera, que si el conocimiento se ha adquirido de manera aislada.

Los estudiantes de ciencias de la salud volverán sobre los conceptos básicos de la química descritos en la asignatura *química y salud, sinergias*, en otras asignaturas de su plan de estudios, en otro nivel de complejidad, y esta reiteración de los conceptos,

propicia los espacios para la construcción y re-elaboración continua de la estructura cognitiva, para fomentar el aprendizaje sustentable y la transición del pensamiento abstracto al pensamiento concreto complejo. Medir el grado de apropiación sustentable de los conceptos químicos en los estudiantes de ciencias de la salud con la implementación de esta propuesta, sería un tema para futuros trabajos de investigación.

5.2.8 Recursos didácticos

- Sistema de construcción espacial tipo casquete de esfera perforada (Castro, 1990).
- Software Laboratorio virtual "Virtual Physical Science" (Woodfield y Catlin, 2004).
- Software libre de modelamiento molecular ChemSketch (ACD/Labs).
- Aula virtual QUISAS "Química y Salud, Sinergias" (Layton y Velandia, 2012).
- Videos especializados.
- Lecturas especializadas.

5.2.9 Contenido temático

Química y Salud, sinergias giraría en torno a tres ejes: *Vida, Funcionamiento y Acción ante la enfermedad*. En cada eje, se desarrollarían los temas químicos más importantes para comprender el fenómeno de la vida (Schördinger, 2005), el funcionamiento de los sistemas vivos y la acción ante la enfermedad, que serían los conceptos sostén de otras asignaturas del plan de estudios de los programas de ciencias de salud como bioquímica, fisiología y farmacología.

Aunque no es fácil hacer una delimitación de los temas químicos y clasificarlos según los tres ejes propuestos porque muchos de éstos encajarían en los tres ejes, en la Tabla 5-1 se muestra una posible organización de las temáticas, distribuyendo los temas según su principal contribución a cada eje.

Para dar un orden y continuidad a los contenidos, la asignatura comenzaría con las temáticas del eje vida, empezando con la *teoría atómica*, puesto que los seres vivos estamos formados por átomos, que se encuentran organizados en la *tabla periódica* de acuerdo a sus propiedades y que se pueden cuantificar con el *mol* y el *número de Avogadro*. Se continuaría con el *enlace químico* que origina los diferentes *compuestos* que participan en el fenómeno de la vida, tanto orgánicos como inorgánicos, y que da lugar a una *geometría molecular* y unas *fuerzas intermoleculares* de las que dependen los diferentes *estados de la materia*.

Los compuestos químicos tanto orgánicos como inorgánicos están regidos por las mismas leyes de la química, pero en el siguiente eje, funcionamiento, se enfatizaría en el comportamiento de los compuestos orgánicos que ayudan a entender la fisiología del organismo. Los compuestos orgánicos pueden formar diferentes mezclas que incluso, tenemos en el organismo, por lo que este eje empezaría con el estudio de *soluciones, coloides y mezclas heterogéneas* para pasar a los cambios químicos que experimentan las sustancias orgánicas en el tema *reacciones químicas*, haciendo especial énfasis en reacciones de óxido-reducción que son muy importantes en el cuerpo humano, desde un

nivel conceptual, más que matemático. Las reacciones químicas tienen implícitos cambios en la energía, por eso, se continuaría con el tema *termodinámica* y después se abordaría el equilibrio químico y el equilibrio ácido-base.

Finalmente, se terminaría el curso con el estudio de la *cinética química*, y se retornaría al tema de fuerzas intermoleculares, por su importancia farmacología para el estudio de la farmacocinética y la farmacodinamia.

Tabla 5-1: Contenido temático de la asignatura *química y salud, sinergias*.

EJE	TEMA
VIDA	Materia
	Teoría atómica
	Tabla periódica
	Mol y Número de Avogadro
	Enlace químico
	Compuestos químicos (inorgánicos y orgánicos)
	Geometría molecular
	Estados de la materia
FUNCIONAMIENTO	Reacciones químicas
	Soluciones, coloides y mezclas heterogéneas
	Termodinámica
	Equilibrio químico
	Equilibrio ácido-base
ACCIÓN ANTE LA ENFERMEDAD	Fueras intermoleculares
	Cinética química

En la Imagen 5-1 se muestra el mapa conceptual de las temáticas de la asignatura *química y salud, sinergias*, que evidencia las correlaciones entre los contenidos temáticos. Los temas marcados en color naranja corresponden al eje *vida*, los marcados en color violeta al eje *funcionamiento*, y los marcados en color azul al eje *acción ante la enfermedad*.

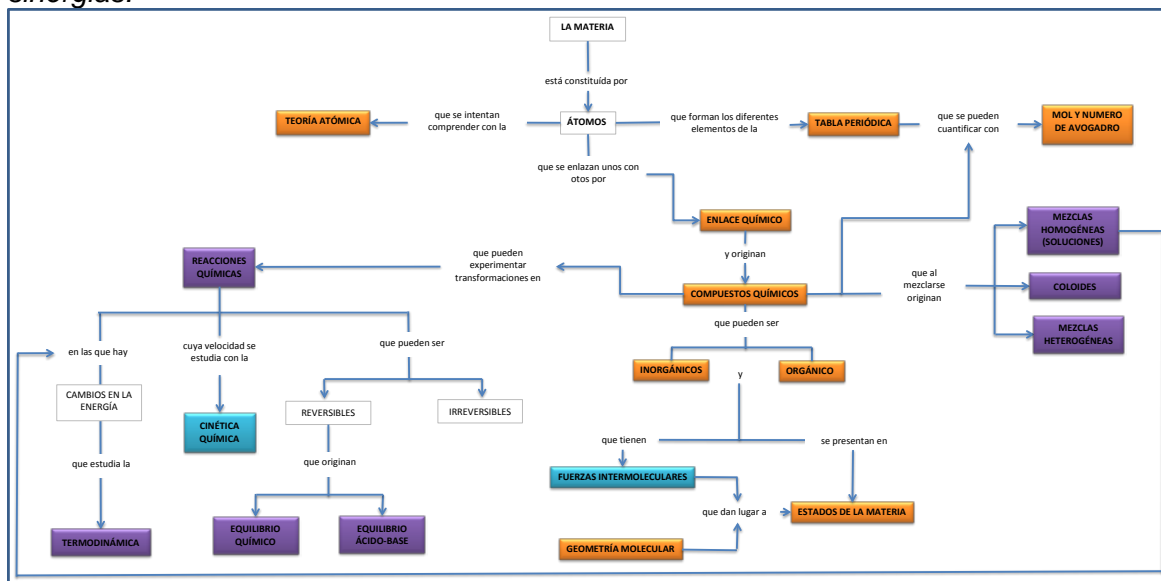
5.2.10 Sistema de evaluación

Se realizaría una evaluación formativa que permitiría conocer el avance de los estudiantes en cada tema y ejecutar acciones en el camino que mejoren las técnicas de enseñanza y el aprendizaje de los estudiantes. El trabajo autónomo del estudiante tendría una valoración en la evaluación final y ésta se realizaría a través del aula virtual QUISAS. La heteroevaluación se realizaría a través de tres exámenes iguales para todos los grupos y se complementarían con trabajos escritos y trabajos en grupo que mejoren las competencias argumentativas y deductivas de los estudiantes, y fomente el trabajo interdisciplinario. La evaluación se complementarían con la co-evaluación y la auto-evaluación de los estudiantes.

La propuesta enunciada en los párrafos anteriores pretende aportar elementos que transformen los conflictos del proceso de enseñanza-aprendizaje de la química para estudiantes de ciencias de la salud, en sinergias, para aportar a la construcción de la

Universidad Nacional de Colombia, pero que sólo sería posible si se restablece el diálogo entre todos los actores del proceso, se generan los escenarios para su discusión y los profesores se comprometen decididamente con la misión que la sociedad colombiana les ha entregado: la educación de calidad para sus hijos.

Imagen 5-1: Mapa conceptual del contenido temático de la asignatura *química y salud, sinergias*.



6. Capítulo 6: Conclusiones y recomendaciones

6.1 Conclusiones

La Universidad es un proyecto en construcción permanente, que debe hacer frente a los problemas que encara el sistema educativo. En este sentido la Universidad debe originar nuevas propuestas y alternativas de solución a los problemas que la aquejan y a los obstáculos y dificultades que tienen los procesos de enseñanza-aprendizaje. Por medio de una investigación holística, se comprendieron los factores que originan el bajo rendimiento de la asignatura *química básica*, un problema cotidiano al que se enfrentan estudiantes, profesores y directores curriculares y que afecta profundamente las dinámicas de cada programa curricular, y se construyó una propuesta pedagógica para el aprendizaje sustentable de la química que responda a las necesidades formativas de las ciencias de la salud.

La Normatividad que reglamenta la asignatura *química básica*, el Acuerdo 033 de 2007 no ha sido adecuadamente interpretada de acuerdo a las características de cada programa curricular. El Departamento de Química oferta una asignatura para diversos programas curriculares sin reconocer que aunque las leyes de la química son generales, los propósitos formativos de la química son diferentes para cada profesión. La reunión de estudiantes de programas disímiles en la asignatura no favorece el aprendizaje contextual, dificulta el proceso de enseñanza de los docentes y no reconoce las necesidades formativas de las diferentes disciplinas y profesiones.

El conocimiento pedagógico del contenido es un factor decisivo para la favorecer la apropiación de los conceptos químicos en estudiantes que recién ingresan a la universidad. Este conocimiento se adquiere en la práctica docente y se relaciona con el modelo pedagógico y las didácticas específicas para la enseñanza de los contenidos inmersos en el currículo. En este sentido, es un desacierto asignar profesores con poca experticia docente a los cursos de fundamentación. Son los profesores más experimentados, los que han adquirido el conocimiento pedagógico del contenido en la práctica, los que deberían estar asignados a estos cursos que son decisivos para fomentar el aprecio hacia los programas curriculares y hacia la investigación, y la permanencia de los estudiantes en la universidad.

La formación docente, y el conocimiento pedagógico del contenido, principalmente en profesores de asignaturas de primer semestre, es una necesidad latente del proceso educativo en la Universidad Nacional de Colombia. La escasa importancia que algunos profesores de *química básica* dan a la formación pedagógica se refleja en prácticas didácticas desactualizadas y descontextualizadas de la dinámica del aula, metodologías

de evaluación que convierten al estudiante en un experto para contestar exámenes, pero que no fomentan el desarrollo del pensamiento crítico, ni la transición de la heteronomía hacia la autonomía para el aprendizaje y es una de las causas que originan deserción, bajo rendimiento académico e incluso pérdida de la calidad de estudiante en las ciencias de la salud.

La motivación para la enseñanza y los comportamientos humanos de los profesores de *química básica* son dos factores que inciden profundamente en el proceso de aprendizaje de la química en los estudiantes de las ciencias de la salud. Un profesor motivado hacia la enseñanza motiva a los estudiantes hacia el aprendizaje y ayuda a construir aprecio por la ciencia y la metodología científica, que fortalece los procesos investigativos de las profesiones para las que la química es uno de los pilares, como las ciencias de la salud. Por el contrario, un profesor que no siente aprecio por la enseñanza desmotiva a los estudiantes hacia el aprendizaje e incide de manera negativa en las dinámicas de los programas curriculares porque origina solicitudes de cancelación de la asignatura, deserción y represamiento de estudiantes.

El proceso de enseñanza aprendizaje es un proceso comunicativo mediado por el lenguaje. Cuando el profesor de *química básica* utiliza el lenguaje de códigos especializados propios de su experticia investigativa en el salón de clase, demuestra ante los estudiantes todo lo que sabe, pero no favorece sus aprendizajes, pues habla en un lenguaje que éstos no comprenden, y les hace sentir inseguridad, inferioridad y desmotivación hacia la química. En contraposición, cuando el docente recontextualiza el lenguaje y transforma el discurso del campo primario, el de la producción de conocimiento, en un discurso para la reproducción de conocimiento, el campo secundario, potencia el aprendizaje, el desarrollo del pensamiento crítico y enriquece el proceso de enseñanza aprendizaje en beneficio de los estudiantes y los programas curriculares.

Los recursos didácticos no tradicionales, especializados para la enseñanza de la química, como el sistema de construcción espacial tipo casquete de esfera perforada y el laboratorio virtual, son una herramienta valiosa para favorecer la transición del pensamiento abstracto al pensamiento concreto complejo en temáticas químicas en las que el estudiante debe hacer uso de una gran capacidad de abstracción para su aprehensión y comprensión.

La formación heterogénea de los estudiantes que ingresan a la Universidad Nacional, producto de la educación secundaria, es otro de los factores que afecta la dinámica del aula. La Universidad no puede intervenir la enseñanza media, pero tiene la gran responsabilidad de formar estudiantes críticos capaces de tomar decisiones científicas de calidad. En este sentido, es imperioso que en las clases de asignaturas de fundamentación como *química básica* se trabaje desde las bases, para construir los conceptos sólidos que permitirán anclar la nueva información con los saberes previos y la consolidación del conocimiento de forma sustentable. Cuando el conocimiento se ha adquirido de manera sustentable, será más fácil para el estudiante volver a él cuando lo necesite más adelante en su plan de estudios o en su vida profesional.

La motivación hacia el aprendizaje es un elemento que afecta el rendimiento de los estudiantes. Cuando se propician escenarios para que los estudiantes se respondan a sí mismos el por qué y el para qué del aprendizaje se favorece la metacognición y el aprendizaje con sentido, puesto que el estudiante puede reconocer la importancia de la química en su profesión y de esta manera se potencia el aprendizaje autónomo con sentido crítico.

Aunque directivos y docentes identifican en la adaptación a la universidad uno de los principales factores que origina el bajo rendimiento de la asignatura *química básica*, los estudiantes no lo reconocen como tal. Para éstos son más importantes en el rendimiento de la asignatura factores como las relaciones humanas, el conocimiento pedagógico del contenido y la motivación del profesor hacia la enseñanza. Es así como se evidencia que hace falta más investigación en las necesidades reales de estudiantes y profesores, que permita delinear las políticas de Bienestar de la Universidad. El desarrollo de este trabajo dio a las Direcciones de Bienestar de las Facultades de Enfermería, Medicina y Odontología un perfil investigativo de las necesidades de estudiantes y profesores, para proponer acciones de mejora de los procesos educativos al interior de la Universidad Nacional de Colombia; y demostró que sí puede construirse universidad en conjunto cuando hay voluntad de las directivas para la articulación de los procesos.

La manera como se desarrolló el estudio permite concluir que el problema tratado puede transformarse con la implementación del enfoque pedagógico de la complejidad, el uso de recursos didácticos especializados no tradicionales para la enseñanza de la química y la implementación de estrategias pedagógicas sustentables en el proceso de enseñanza aprendizaje y evaluación de la química en la Universidad Nacional de Colombia.

6.2 Recomendaciones

El proyecto de universidad debe fomentar espacios para el restablecimiento del diálogo y la comunicación para que se discuta acerca de las necesidades reales de formación de los estudiantes y se originen espacios de reflexión de los aciertos y desaciertos del proceso de enseñanza-aprendizaje. Se recomienda que la propuesta construida en este trabajo de investigación y que surgió del entretendido de las comprensiones de estudiantes, profesores y directivas, se discuta en escenarios dialógicos entre los Departamentos de Química y los de las Ciencias de la Salud para deliberar sobre la comprensión holística del fenómeno estudiado y emprender las acciones de mejora que necesitan los procesos de enseñanza aprendizaje de la química en la Universidad Nacional de Colombia, en beneficio de los estudiantes, los docentes y los programas curriculares.

Es importante que la Universidad Nacional fomente escenarios para la formación pedagógica de los docentes, el uso de recursos didácticos no tradicionales para la enseñanza de la química, y la transición hacia pedagogía intensivas, para contribuir a mejorar la calidad de la educación.

La metodología aplicada y la integración de diversos enfoques investigativos puede ser aplicada para el análisis de otros procesos pedagógicos en el contexto de la evaluación

curricular integrada de asignaturas que conforman los planes de estudio de los programas de las ciencias de la salud.

Anexo A: Consentimiento informado

El propósito de esta ficha de consentimiento es proveer a los participantes en esta investigación con una clara explicación de la naturaleza de la misma, así como de su rol en ella como participantes.

La presente investigación es conducida por Soraya Elena Layton Jaramillo, estudiante de maestría en Educación y Docencia Superior de la Universidad Nacional de Colombia, sede Bogotá y dirigida por la profesora Ligia Inés Moncada. El objetivo de este estudio es **construir una propuesta pedagógica para facilitar el aprendizaje sustentable de la química en ciencias de la salud, en la Universidad Nacional de Colombia, sede Bogotá**, por lo que es necesario conocer las percepciones de los diferentes actores que participan en el proceso de enseñanza y aprendizaje, por lo que su participación es muy importante.

Si usted accede a participar en este estudio, se le pedirá responder preguntas en una entrevista (semi-estructurada o en un grupo focal, según el caso) Esto tomará aproximadamente 30 minutos de su tiempo. Lo que se converse durante estas sesiones se grabará en formato de audio, de modo que el investigador pueda analizar después las ideas que usted haya expresado. La participación en este estudio es estrictamente voluntaria. La información que se recoja será confidencial y no se usará para ningún otro propósito fuera de los de esta investigación. Sus respuestas a la entrevista serán codificadas usando un número de identificación y por lo tanto, serán anónimas. Pasados dos años, las grabaciones serán destruidas.

Si tiene alguna duda sobre este proyecto, puede hacer preguntas en cualquier momento durante su participación en él. Igualmente, puede retirarse del proyecto en cualquier momento sin que eso lo perjudique en ninguna forma. Si alguna de las preguntas durante la entrevista le parecen incómodas, tiene usted el derecho de hacérselo saber al investigador o de no responderlas.

Acepto participar voluntariamente en esta investigación, conducida por Soraya Elena Layton Jaramillo y dirigido por la profesora Ligia Inés Moncada. He sido informado (a) de que la meta de este estudio es **construir una propuesta pedagógica para facilitar el aprendizaje sustentable de la química en las ciencias de la salud, en la Universidad Nacional de Colombia, sede Bogotá**. Me han indicado también que tendré que responder cuestionarios y preguntas en una entrevista, lo cual tomará aproximadamente 30 minutos.

Reconozco que la información que yo provea en el curso de esta investigación es estrictamente confidencial y no será usada para ningún otro propósito fuera de los de este estudio sin mi consentimiento. He sido informado de que puedo hacer preguntas sobre el proyecto en cualquier momento y que puedo retirarme del mismo cuando así lo decida, sin que esto acarree perjuicio alguno para mi persona. De tener preguntas sobre mi participación en este estudio, puedo contactar a Soraya Elena Layton Jaramillo al teléfono 311 445 78 92.

Entiendo que una copia de esta ficha de consentimiento me será entregada, y que puedo pedir información sobre los resultados de este estudio cuando éste haya concluido. Para esto, puedo contactar a Soraya Elena Layton Jaramillo al teléfono anteriormente mencionado.

Nombre del Participante

Firma del Participante

Fecha

Anexo B: Formato entrevista a Directores Curriculares de las ciencias de la salud

- Como cada coordinador escoge las asignaturas para su programa, ¿Por qué escogieron química básica?, es decir, ¿Por qué esta asignatura hace parte de la formación de sus estudiantes? ¿Cuál es la importancia que ellos creen tiene la química en su profesión?
- Esta asignatura se creó con la reforma (acuerdo 033 de 2007). En esta reforma se resolvió dejar bajo una única denominación, código y número de créditos, las asignaturas con propósitos formativos similares (es decir que la ven en primer semestre de muchos programas, no sólo de salud) quisiera saber si los coordinadores están de acuerdo con esto o no... ¿Cómo les ha afectado o si los ha beneficiado? ¿Cómo era antes de la reforma?
- ¿Qué esperan de esta asignatura, para su programa curricular? ¿Cuáles son las necesidades curriculares o temáticas del programa, con respecto a la química?
- ¿Cuáles son las asignaturas en las que se necesitan conceptos químicos? (Hay algunas asignaturas para las que química básica es pre-requisito, pero habrá otras que, a pesar de no ser pre-requisito, necesitan conceptos químicos)
- Ya que esta signatura tiene un alto porcentaje de pérdida (excepto en medicina): ¿Cuáles creen ellos que son las causas de este alto porcentaje de pérdida? ¿Cómo les afecta este alto porcentaje de pérdida? ¿Han hecho alguna propuesta al departamento de química para solucionar esta problemática? ¿Cómo creen ellos que podría solucionarse esta problemática?

Anexo C: Formato entrevista a profesores de la asignatura química básica

- Primero que todo, quisiera que me contara cuál es su formación profesional, en pregrado, posgrado y doctorado.
- ¿Cuál es su línea de investigación en la Universidad?
- Además de la actividad investigativa, usted es docente de la asignatura *química básica*. ¿Usted escogió asumir esta materia, o conoce el criterio utilizado por el Departamento para asignarlo como profesor de ésta materia?
- ¿Considera usted que el contenido programático de la asignatura cubre las necesidades de formación disciplinar en el área de química para los estudiantes de ciencias de la salud? En caso de contestar NO, ¿Qué le pondría o le quitaría al currículo de la asignatura para que satisfaga las necesidades de los estudiantes que la toman?
- ¿Cree importante que durante las clases se relacionen los temas químicos con el contexto bio-histórico-social? ¿Por qué? En caso de contestar SI, ¿Qué metodología utiliza para que los estudiantes perciban estas relaciones?
- Una de las principales dificultades identificada por diversos investigadores en el proceso de enseñanza-aprendizaje de asignaturas básicas como la química, es la heterogeneidad en el grado de conocimiento de los estudiantes que ingresan a primer semestre. ¿El programa de la asignatura permite que los estudiantes nivelen los conocimientos básicos necesarios para asumir temas más complejos, o simplemente se asume que los estudiantes traen unas bases aprendidas en el colegio?
- Para nadie es un secreto que el porcentaje de pérdida de la asignatura química básica es alto, pues en algunos programas incluso supera el 50%, y que es uno de los factores de deserción o de pérdida del cupo en la universidad. En su ejercicio docente, ¿cuáles cree que son las principales causas del alto porcentaje de pérdida de ésta asignatura?
- ¿Ha implementado alguna(s) estrategias(s) metodológicas para intentar superar estas dificultades que ha percibido? En caso de contestar SI, ¿Cuáles han sido?
- Finalmente, ¿Cree usted que para enseñar es importante la formación pedagógica, o es suficiente con tener el conocimiento disciplinar?


Anexo D: Formato entrevista a profesores de ciencias de la salud

- Indagar sobre los contenidos químicos relevantes – necesarios para los programas de las ciencias de la salud.


- Indagar sobre el grado de apropiación que tienen los estudiantes de los conceptos químicos necesarios para sumir cada una de las asignaturas dictadas por los profesores a entrevistar.

- En caso de que los estudiantes que llegan a sus respectivas asignaturas no tengan el conocimiento básico de química que se necesitan para estas asignaturas, ¿cuáles cree que son las causas? ¿Cuáles las consecuencias? ¿Qué propuesta haría para mejorar los procesos de enseñanza aprendizaje de la química para las ciencias de la salud?

Anexo E: Formato encuesta aplicada a profesores de las ciencias de la salud

 CONSTRUCCIÓN DE UNA PROPUESTA PEDAGÓGICA PARA FACILITAR EL APRENDIZAJE DE LA QUÍMICA EN CARRERAS DEL ÁREA DE LA SALUD					
Encuesta a Profesores					
<p>La presente investigación es conducida por Soraya Elena Layton Jaramillo, estudiante de maestría en Educación y Docencia Superior de la Universidad Nacional de Colombia, sede Bogotá y dirigida por la profesora Ligia Inés Moncada. El objetivo de este estudio es construir una propuesta pedagógica para facilitar el aprendizaje sustentable de la química en carreras del área de la salud, en la Universidad Nacional de Colombia, sede Bogotá, por lo que es necesario conocer las percepciones de los diferentes actores que participan en el proceso de enseñanza y aprendizaje, y su participación es muy importante.</p>					
<p>Si acepta voluntariamente participar en la investigación, se le pedirá responder las preguntas de esta encuesta, lo que tardará aproximadamente 20 min. La información que se recoja será confidencial, será manejada únicamente por el investigador, y no se usará para ningún otro propósito fuera de los de esta investigación. Sus respuestas a esta encuesta serán codificadas usando un número de identificación y por lo tanto, serán anónimas.</p>					
Acepto participar, Firma					
Documento		Fecha			
<p>1. Indique el nombre de la(s) asignatura(s) de la(s) que es responsable en la Facultad de Medicina, en la que se necesitan conceptos químicos como insumo de conocimiento:</p>					
<p>2. Indique los conceptos o temas químicos principales, que sus estudiantes deben conocer para poder tomar esta(s) asignatura(s).</p>					
<p>3. Para cada concepto o tema químico mencionado indique mediante una (X) el grado de apropiación que, en su concepto, tienen los estudiantes que llegan a tomar su asignatura.</p>					
1		<input type="checkbox"/> Excelente	<input type="checkbox"/> Bueno	<input type="checkbox"/> Regular	<input type="checkbox"/> Malo
2		<input type="checkbox"/> Excelente	<input type="checkbox"/> Bueno	<input type="checkbox"/> Regular	<input type="checkbox"/> Malo
3		<input type="checkbox"/> Excelente	<input type="checkbox"/> Bueno	<input type="checkbox"/> Regular	<input type="checkbox"/> Malo
4		<input type="checkbox"/> Excelente	<input type="checkbox"/> Bueno	<input type="checkbox"/> Regular	<input type="checkbox"/> Malo
5		<input type="checkbox"/> Excelente	<input type="checkbox"/> Bueno	<input type="checkbox"/> Regular	<input type="checkbox"/> Malo
6		<input type="checkbox"/> Excelente	<input type="checkbox"/> Bueno	<input type="checkbox"/> Regular	<input type="checkbox"/> Malo
7		<input type="checkbox"/> Excelente	<input type="checkbox"/> Bueno	<input type="checkbox"/> Regular	<input type="checkbox"/> Malo
8		<input type="checkbox"/> Excelente	<input type="checkbox"/> Bueno	<input type="checkbox"/> Regular	<input type="checkbox"/> Malo
9		<input type="checkbox"/> Excelente	<input type="checkbox"/> Bueno	<input type="checkbox"/> Regular	<input type="checkbox"/> Malo
10		<input type="checkbox"/> Excelente	<input type="checkbox"/> Bueno	<input type="checkbox"/> Regular	<input type="checkbox"/> Malo

Anexo F: Formato encuesta aplicada a estudiantes de las ciencias de la salud

 UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA SEDE BOGOTÁ FACULTAD DE MEDICINA DIRECCIÓN DE BIENESTAR		CONSTRUCCIÓN DE UNA PROPUESTA PEDAGÓGICA PARA FACILITAR EL APRENDIZAJE DE LA QUÍMICA EN CARRERAS DEL ÁREA DE LA SALUD	
Encuesta a estudiantes			
La presente investigación es conducida por Soraya Elena Layton Jaramillo, estudiante de maestría en Educación y Docencia Superior de la Universidad Nacional de Colombia, sede Bogotá y dirigida por la profesora Ligia Inés Moncada. El objetivo de este estudio es construir una propuesta pedagógica para facilitar el aprendizaje sustentable de la química en carreras del área de la salud, en la Universidad Nacional de Colombia, sede Bogotá , por lo que es necesario conocer las percepciones de los diferentes actores que participan en el proceso de enseñanza y aprendizaje, y su participación es muy importante. Si acepta voluntariamente participar en la investigación, se le pedirá responder las preguntas de esta encuesta, lo que tardará aproximadamente 20 min. La información que se recoja será confidencial, será manejada únicamente por el investigador, y no se usará para ningún otro propósito fuera de los de esta investigación. Sus respuestas a esta encuesta serán codificadas usando un número de identificación y por lo tanto, serán anónimas.			
Acepto participar, Firma	Documento	Fecha	
Carrera	No de matrículas	Sexo	F <input type="checkbox"/> M <input type="checkbox"/>
1. ¿Se encuentra inscrito en la asignatura <i>Química Básica</i> este semestre?		Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>	
2. ¿Cuántas veces ha inscrito la asignatura de química durante su carrera?			veces
3. ¿Cuántos créditos inscribió el semestre que tomó la asignatura de química?			créditos
4. De las veces que inscribió la asignatura de química, alguna vez la canceló?		Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>	veces
5. Enumere, de mayor a menor importancia, las razones que lo llevaron a cancelar la asignatura de química, en caso que la haya cancelado alguna vez.			
1.			
2.			
3.			
4.			
5.			
6. Considera que los conceptos de química que adquirió en el colegio le sirvieron para asumir la asignatura de química en el primer semestre de la universidad?		Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>	
7. ¿Cuántas horas a la semana dedicaba o dedica al estudio autónomo de la asignatura de química en la universidad?			horas
8. ¿Recibió apoyo de monitorías en química en la Universidad?		Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>	
9. Si la respuesta a la anterior pregunta es sí, ¿De dónde recibió la monitoría de química?		Departamento de Química <input type="checkbox"/>	
		Su propia Facultad <input type="checkbox"/>	
10. Si recibió monitoría de química, ¿considera que le sirvió esta ayuda para el aprendizaje de la química?		Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>	
11. Contó con ayuda extra-universitaria para el aprendizaje de la química?		Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>	
12. Si la respuesta a la anterior pregunta es sí, ¿Qué tipo de ayuda extra-universitaria ha recibido para el proceso de aprendizaje de la química?			

13. De las asignaturas que ha visto o que ve en la actualidad en su carrera, ¿En cuáles ha necesitado o necesita conceptos químicos?									
1.								6.	
2.								7.	
3.								8.	
4.								9.	
5.								10.	
14. Enumere los temas o conceptos químicos que ha necesitado o necesita en la actualidad, en otras asignaturas durante su carrera.									
1.								7.	
2.								8.	
3.								9.	
4.								10.	
5.								11.	
6.								12.	
15. Enumere, de mayor a menor importancia, los factores que influyeron positivamente en su aprendizaje de la química en la universidad.									
1.									
2.									
3.									
4.									
5.									
6.									
16. Enumere, de mayor a menor importancia, los factores que influyeron negativamente en su aprendizaje de la química en la universidad.									
1.									
2.									
3.									
4.									
5.									
6.									
17. ¿De qué manera influyó el(los) profesor(es) de química en su aprendizaje de esta asignatura en la universidad?									
18. De las siguientes herramientas didácticas, ¿Cuáles eran utilizadas por su(s) profesor(es) de química?									
<input type="radio"/>	Clase Magistral.						<input type="radio"/>	Ejercicios contextualizados con su carrera.	
<input type="radio"/>	Presentación con acetatos.						<input type="radio"/>	Lecturas adicionales.	
<input type="radio"/>	Presentación en video beam.						<input type="radio"/>	Modelos moleculares.	
<input type="radio"/>	Ejercicios prácticos.						<input type="radio"/>	Experimentos demostrativos.	
<input type="radio"/>	Laboratorio virtual.								
<input type="radio"/>	Otra. ¿Cuál?								
19. ¿Qué sugerencia haría para mejorar los procesos de enseñanza-aprendizaje de la química en la universidad?									
MUCHAS GRACIAS POR SU PARTICIPACIÓN EN ESTA INVESTIGACIÓN.									

Anexo G: Formato encuesta recursos didácticos

UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA												
DIRECCIÓN DE BIENESTAR FACULTAD DE MEDICINA												
MONITORIA DE QUÍMICA												
PROYECTO "CONSTRUCCIÓN DE UNA PROPUESTA PEDAGÓGICA PARA EL APRENDIZAJE DE LA QUÍMICA EN CARRERAS DEL ÁREA DE LA SALUD"												
SORAYA ELENA LAYTON JARAMILLO												
DIRIGIDO POR: PROF. LIGIA MONCADA												
CARRERA							SEMESTRE					
SEXO	F	<input type="checkbox"/>	M	<input type="checkbox"/>			EDAD					
¿Cuál estrategia didáctica utiliza el profesor en clase para explicar equilibrio gases ideales?												
<input type="radio"/> Clase magistral												
<input type="radio"/> Diapositivas en acetatos												
<input type="radio"/> Presentación video-beam												
<input type="radio"/> Laboratorio virtual												
<input type="radio"/> Otro ¿Cuál? _____												
Indique mediante el llenado de los círculos, su percepción del nivel de aprendizaje del tema gases ideales con el recurso didáctico utilizado por su profesor:												
<input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/>												
Indique mediante el llenado de los círculos, su percepción del aprendizaje del gases ideales con el recurso didáctico utilizado en la monitoria:												
<input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/>												
¿Los laboratorios virtuales representan una ventaja para el aprendizaje?										Si	<input type="checkbox"/>	
¿Por qué?										No	<input type="checkbox"/>	

7. Bibliografía

ACD/Labs. (12 de junio de 2012). *ACD/ChemSketch*. Obtenido de <http://www.acdlabs.com/>

Acevedo, M., Calvo, B., Candela, G., Crosby, M., Etayo, F., Reyes, L., y otros. (1997). *Análisis de la docencia en la Facultad de Ciencias de la Universidad Nacional de Colombia*. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia.

Agencia de Noticias UN. (04 de Julio de 2012). *Unidad de Medios de Comunicación - Unimedios*. Recuperado el 25 de Agosto de 2013, de <http://www.agenciadenoticias.unal.edu.co/ndetalle/article/universitarios-colombianos-con-problemas-de-lectoescritura.html>

Alvis Gómez, K. M. (2010). *Caracterización de la profesión de fisioterapia en Colombia*. Bogotá: Asociación Colombiana de Fisioterapia.

Anderson, R. (2006). Boerhaave to Black: The evolution of chemistry teaching. *Society for the History of Alchemy and Chemistry*, 53(3), 237-254.

Ausbel, D., Novak, J. D., & Hanesian, H. (1978). *Educational Psychology, a cognitive view* (Segunda ed.). Nueva York: Rinehart and Wiston.

Badilla, E. (2009). Diseño Curricular: de la integración a la complejidad. *Actualidades Investigativas en Educación*, 9(2), 1-13.

Barrera, M. F. (2008). Investigación, paradigmas, paradogmas y sintagmas. *Revista Internacional Magisterio: Educación y Pedagogía*, 31, 28-31.

Beane, J. (1997). *Curriculum Integration: Designing the Core of Democratic Education*. New York: Teachers College Press.

Becerra, F. (2009). El aprendizaje basado en problemas: su uso en áreas de ciencias de la salud en la educación superior. En A. varios, *Reflexiones sobre Educación Universitaria IV: Didáctica* (págs. 75-86). Bogota: Universidad Nacional de Colombia Facultad de Medicina.

Bernstein, B. (1990). *La Construcción Social del Discurso Pedagógico*. Bogotá: Producciones y Divulgaciones Culturales y Científicas - El Griot.

Botero, C. A. (10 de Febrero de 2008). Los ejes transversales como instrumento pedagógico para la formación de valores. *Revista Iberoamericana de Educación*, 42(2), 1-7.

Brousseau, G. (1990). Qué pueden aportar a los enseñantes los deferentes enfoques de la didáctica de las matemáticas? (primera parte). *Enseñanza de las ciencias*, 8(3), 259-267.

Carrillo, I., Hernández, M., Albéniz, J., Durán, A., Barajas, R., & Saavedra, P. (2003). Proyecto de mejora de la didáctica de la química en la E.U.I.T. Industrial. *Nuevas Tecnologías en la Innovación Educativa* (págs. 222-228). Madrid: Universidad Politécnica de Madrid.

Castro, L. A. (1990). *Patente nº 11846*. Superintendencia de Industria y Comercio de Colombia.

Chacón, O., & Ruiz, D. (2007). *Historia de la formación del nutricionista dietista en Colombia*. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia.

Consejo Académico. (14 de Septiembre de 1990). Acuerdo 014. *"Por el cual se aprueban criterios generales para la organización de Programas Curriculares de pregrado en la Universidad Nacional de Colombia"*. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia.

Consejo de Facultad de Medicina. (2009). Resolución número 242. *"Por la cual se especifican los créditos, las agrupaciones y las asignaturas del plan de estudios del programa curricular de Fisioterapia de la Facultad de Medicina de la Sede Bogotá de la Universidad Nacional de Colombia, para adaptarse al Acuerdo 033 de 2007 del Consejo Superior Universitario"*. Universidad Nacional de Colombia.

Consejo de Facultad de Medicina. (2012). Acuerdo 092. *"Por el cual se modifica el plan de estudios del Programa Curricular de Nutrición y Dietética de la Facultad de Medicina de la Sede Bogotá de la Universidad Nacional de Colombia"*.

Consejo de Facultad de Medicina. (2012). Acuerdo 093. *"Por el cual se modifica el plan de estudios del Programa Curricular de Medicina de la Facultad de Medicina de la Sede Bogotá de la Universidad Nacional de Colombia"*.

Consejo de Facultad de Odontología. (2013). Acuerdo 012. *Modificar la Resolución de Consejo de Facultad No 047 de 2009, mediante la cual se especifican los créditos, las agrupaciones y las asignaturas del Programa Curricular de la Carrera de Odontología para adaptarse al Acuerdo 033 del 2007"*. Universidad Nacional de .

Consejo Superior Universitario [CSU]. (26 de Noviembre de 2007). Acuerdo 033 de 2007. *"Por el cual se establecen los lineamientos básicos para el proceso de formación de los estudiantes de la Universidad Nacional de Colombia a través de sus programas curriculares"*. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia.

Consejo Superior Universitario [CSU]. (2010). Resolución 003. *"Por la cual se reglamentan programas estudiantiles del Área de Acompañamiento Integral del Sistema de Bienestar Universitario de la Universidad Nacional de Colombia"*.

Consejo Superior Universitario. (2008). Acuerdo 146. "Por el cual se modifica la estructura del plan de estudios del programa curricular de Enfermería de la Facultad de Enfermería, Sede Bogotá, de la Universidad Nacional de Colombia, para ajustarse al Acuerdo 033 de 2007 del Consejo Superior Universitario". Bogotá: Universidad Nacional de Colombia.

Cubillos, G., & Villaveces, J. L. (1989). De los cursos teóricos y de los cursos prácticos y de su papel en la enseñanza de la química. En G. Cubillos, L. M. Poveda, & J. L. Villaveces, *Hacia una historia epistemológica de la química* (págs. 33-40). Bogotá: Editora Guadalupe Ltda.

De Zubiría, M., & De Zubiría, J. (1987). *Fundamentos de pedagogía conceptual*. Bogotá: Selección de Cultura Colombiana.

Departamento de Química. (2011). Programa académico asignatura Química Básica. Universidad Nacional de Colombia.

Díaz, J. R. (2002). Los mapas conceptuales como estrategia de enseñanza y aprendizaje en la educación Básica. *Educere, TRASVASE*, 194-203.

Díaz, R., Valdés, C., Hernández, S., Vega, Á., Fajardo, B., & Pedrosa, A. (2001). Valoración del nivel de conocimiento y habilidades con que ingresan los estudiantes a la carrera de medicina. *Educación Médica Superior*, 15(2).

Dirección Nacional de Programas de Pregrado [DNPPr]. (2003). *Problemas curriculares y pedagógicos del pregrado en la Universidad Nacional de Colombia*. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia.

DNPPr. (2011). *Dirección Nacional de Programas de Pregrado*. Recuperado el 30 de Agosto de 2012, de Dirección Nacional de Programas de Pregrado: http://www.unal.edu.co/dinalpre/prog_rendimiento.html#e2552

Duque, C., & López, H. (2002). *La Odontología en Colombia. Historia, Cultura y Sociedad* (Vol. II). Bogotá: Universidad El Bosque.

Elliott, M. J., Stewart, K. K., & Lagowski, J. (2008). The Role of the Laboratory in Chemistry Instruction. *Journal of Chemical Education*, 85 (1), 145-149.

Facultad de Ciencias. (2013). *Universidad Nacional de Colombia*. Recuperado el 04 de 02 de 2013, de Universidad Nacional de Colombia: <http://www.ciencias.unal.edu.co>

Fals Borda, O., & Rahman, A. (1989). La situación actual y las perspectivas de la investigación-acción participativa en el mundo. *Análisis Político. Universidad Nacional de Colombia*(5), 14-20.

Forero, H. (1983). *Evolución Histórica de la Medicina en Santafé de Bogotá*. Bogotá: Biblioteca de Autores Cundinamarqueses.

Furió, C., Azcona, R., & Guisasola, J. (2006). Enseñanza de los conceptos de cantidad de sustancia y de mol basada en un modelo de aprendizaje como investigación orientada. *Enseñanza de las Ciencias*, 24(1), 43-58.

Furió, C., Azcona, R., Guisasola, G., & Mujika, E. (1993). Concepciones de los estudiantes sobre una magnitud olvidada en la enseñanza de la química: La cantidad de sustancia. *Enseñanza de las ciencias*, 11(2), 107-114.

Furlán, A. (1992). *La gestión pedagógica. Polémicas y Casos*. Santiago: UNESCO.

Galagovsky, L. (Mayo de 2007). Enseñar química vs. aprender química: Una ecuación que no está balanceada. *Química viva*, 6, 1-13.

Galagovsky, L. R. (2004). Del aprendizaje significativo al aprendizaje sustentable. Parte I: Del modelo teórico. *Enseñanza de las ciencias*, 66(1), 12-14.

Galagovsky, L. R. (2004). Del aprendizaje significativo al aprendizaje sustentable. Parte II: Derivaciones comunicacionales y didácticas. *Enseñanza de las ciencias*, 349-364.

Galagovsky, L. (Mayo de 2005). La Enseñanza de la Química Pre-Universitaria: ¿Qué enseñar, cómo, cuánto, para quiénes? *Química Viva*, 4(1), 8-22.

Gallego, R., Pérez, R., & Gallego, A. P. (2009). Una aproximación histórico epistemológica a las leyes fundamentales de la química. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 8(1).

Gardner, H. (2001). *Estructuras de la mente. Teoría de las inteligencias múltiples*. Bogotá: Fondo de Cultura Económica Ltda.

Garriz, A., & Chamizo, J. A. (1994). Chemistry Teaching through the Student's World. *Journal of Chemistry Education*, 71(2), 143-145.

Gell-Mann, M. (1998). *El Quark y el Jaguar: Aventuras en lo simple y lo complejo* (Cuarta ed.). Barcelona: Tusquets Editores S. A.

Gómez, C., Munar, C., Parrado, Y., Urbano, G., Rodríguez, M., Vargas, E., y otros. (2011). *Tres Escuelas Una Historia. Formación de enfermeras en la Universidad Nacional de Colombia 1920-1957*. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Enfermería.

Gómez, V. M., Celis, J. E., Díaz, O. C., Urbano, N., Téllez, O. P., & Villarte, M. d. (2004). *Serie Documentos de Trabajo No. 3: Problemas curriculares y pedagógicos del pregrado en la Universidad Nacional de Colombia*. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia.

González, J. M. (2009). La didáctica Crítica desde la transdisciplinariedad, la complejidad y la investigación. De cara a los retos y perspectivas educativas del devenir de nuestros tiempos. *Revista de Investigación Educativa*, 11(1), 63-74.

Heritage, M. (October de 2007). *Formative Assessment: What Do Teachers Need to Know and Do?* Recuperado el 21 de Marzo de 2013, de easlinstitute.org: http://easlinstitute.org/wp-content/uploads/Heritage_formative_assessment.pdf

Hernández, E., & Pecha, P. (2003). *La universidad bogotana y la enseñanza de la medicina en el siglo XIX. Entre la precariedad, la inestabilidad política y la miseria de las gueras civiles*. Bogotá: Círculo de Lectura Alternativa.

- Hurtado, J. (2008). ¿Investigación holística o comprensión holística de la investigación? *Revista Interacional Magisterio. Educación y Pedagogía*, 31, 20-24.
- Jamieson, E., Sewall, M., & Suhrie, E. (1968). *Historia de la Enfermería* (Sexta ed.). México, D. F: Editorial Iberoamericana S. A.
- Johnstone, A. H. (1997). Chemistry Teaching Science of Alchemy? *Journal of Chemistry Education*.
- Johnstone, A. H. (2010). You can't get there from here. *Journal of Chemical Education*, 87(1), 22-29.
- Jurado, F. (2011). Pedagogías y evaluación en la docencia universitaria: tensiones y complejidades. En F. C. Jurado Valencia, *Anfibios académicos: pedagogías, docencia y evaluación en la educación superior*. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia.
- Lagowski. (1998). Chemical Education: Past, Present, and Future. *Journal of Chemical Education*, 75(4), 425-436.
- Lagowski, J. J. (1989). Reformatting the Laboratory. *Journal of Chemical Education*, 66(1), 12-14.
- Layton, S. (2011). De los modelos moleculares a software libres para la enseñanza de las ciencias. *Memorias Primer Encuentro Internacional de Enseñanza de la Ciencias Exactas y Naturales*. (págs. 72-78). Pereira: Universidad Católica de Pereira.
- Layton, S., & Velandia, P. (30 de 11 de 2012). *Un Virtual*. Obtenido de Proyecto QUISAS: Química y Salud, Sinergias: <http://168.176.60.22/moodle/course/view.php?id=6890>
- Leicester, H. M. (1967). *The Historical Background of Chemistry*. Nueva York: Jhon Wiley & Sons, Inc.
- Lucio, R. (1989). Educación y Pedagogía, Enseñanza y Didáctica: Diferencias y Relaciones. *Revista de la Universidad de la Salle*, XI(17), 35-46.
- Maldonado, C. E. (2011). *Termodinámica y Complejidad*. Bogotá: Desde abajo.
- Martínez, M. (2000). La investigación-acción en el aula. *Agenda Académica*, VII(1), 27-39.
- Membriela, P. (2002). *Enseñanza de las ciencias desde la perspectiva Ciencia Tecnología Sociedad*. Madrid: Narcea Ediciones.
- Ministerio de Salud. (1993). *Resolución 08430*. República de Colombia.
- Minnick Santa, D., & Alvermann, D. (1994). *Una didáctica de las ciencias*. Buenos Aires: Aique.
- Morin, E. (1980). *El método I*. Sonora, Mexico: Multiversidad Edgar Morin.

Morin, E., Ciurana, E., & Motta, R. (2003). *Educación en la ERA Planetaria*. Barcelona: Gedisa.

Novak, J. D. (1987). Human Constructivism: Toward a Unity of Psychological and Epistemological Meanings. *Second International Seminar on Misconceptions and Educational Strategies in Science and Mathematics Education*, (pág. Julio 27). Ithaca, NY.

Novak, J. D. (1998). *Learning, Creating and Using Knowledge: Concepts Maps as Facilitative Tools in Schools and Corporations*. Mahwah, Nueva Jersey: Lawrence Erlbaum.

Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico, OCDE. (2013). *PISA 2012 Programa para la Evaluación Internacional de los Alumnos*. Madrid: Instituto Nacional de Evaluación Educativa.

Orozco de A, M., Garcés de G, E., & Garzón, P. (2004). Recuperado el 25 de 03 de 2013, de Dirección Nacional de Servicios Académicos Virtuales, Universidad Nacional de Colombia:

http://www.virtual.unal.edu.co/cursos/ingenieria/2001522/docs_curso/doc/art28.html

Palacios, M. (2004). *La Reforma que requiere la Universidad Nacional*. Bogotá.

Pansza, M. (abril-junio de 1987). Notas sobre planes de estudio y relaciones disciplinarias en el currículo. *Perfiles Educativos*(36), 16-34.

Páramo, P. (2011). *La investigación en ciencias sociales: estrategias de investigación*. Bogotá D.C.: Universidad Piloto de Colombia.

Páramo, P., & Otálvaro, G. (2006). Investigación Alternativa: Por una distinción entre posturas epistemológicas y no entre métodos. *Cinta de Moebius*(25).

Parolo, M. E., Barbieri, L. M., & Chrobak, R. (2004). La Metacognición y el mejoramiento de la enseñanza de química universitaria. *Enseñanza de las Ciencias*, 22(1), 79-92.

Pope, M., & Gilbert, J. (1983). Personal Experience and the Construction of Knowledge in Science. *Science Education*, 67(2), 193-203.

Porlán, A. (1998). Pasado, Presente y Futuro de la Didáctica de las Ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, 16(1), 175-185.

Ruiz, M. (2004). *Epidemiología clínica: Investigación clínica aplicada*. Bogotá: Panamericana.

Sanmartí, B., Tomas, N., & Pujol, C. (2004). Un nuevo marco para aportar respuestas a las dinámicas sociales: El paradigma de la complejidad. *Investigación en la Escuela* No 53.

Sautu, R., Boniolo, P., Dalle, P., & Rodolfo, E. (2005). *Manual de metodología. Construcción del marco teórico, formulación de los objetivos y elección de la metodología*. Buenos Aires: CLACSO.

- Schördinger, E. (2005). *¿Qué es la vida?* Salamanca: Textos de Biofísica.
- Shulman, L. S. (1987). Knowledge and teaching: Foundations of the New Reform. *Harvard Education Review*, 57(1), 1-22.
- Sigerist, H. E. (1974). *Historia y Sociología de la Medicina*. Bogotá: Editorial Guadalupe.
- Solbes, J., & Vilches, A. (1992). El modelo constructivista y las relaciones ciencia técnica sociedad C/T/S. *Enseñanza de las ciencias*, 10(2), 181-186.
- Stephen, B. H. (1993). *Diseño de la investigación clínica: un enfoque epidemiológico*. Barcelona: Ediciones Doyma.
- Vicerrectoría Académica. (22 de Junio de 2007). Temas y preguntas relevantes sobre la política académica de la Universidad Nacional de Colombia. *Documento*. Universidad Nacional de Colombia.
- Vicerrectoría Académica. (2009). Resolución 279. "Por la cual se definen asuntos relacionados con las pruebas de validación". Universidad Nacional de Colombia.
- Villaveces, J. L. (1989). Ciencia y Humanismo. En G. Cubillos, L. M. Poveda, & J. L. Villaveces, *Hacia una historia epistemológica de la química* (págs. 11-22). Bogotá: Editora Guadalupe.
- Villaveces, J. L., Poveda, F. M., & Cubillos, G. (1989). *Hacia una Historia Epistemológica de la Química*. Bogotá: Editora Guadalupe Ltda.
- Ward Lufkin, A. (1948). *A History of Dentistry*. Philadelphia: Lea & Febiger.
- Woodfield, B. F., & Catlin, H. R. (2004). The Virtual Chemlab Project: A realistic and sophisticated simulation of inorganic qualitative analysis. *Journal of Chemical Education*, 81(11), 1672-1678.
- Woodfield, B. F., & Catlin, H. R. (2004). The Virtual Chemlab Project: A realistic and sophisticated simulation of inorganic qualitative analysis. *Journal of Chemical Education*, 81(11), 1672-1678.