

	GESTIÓN DE SERVICIOS ACADÉMICOS Y BIBLIOTECARIOS		CÓDIGO	FO-GS-15	
			VERSIÓN	02	
	<b>ESQUEMA HOJA DE RESUMEN</b>			FECHA	03/04/2017
				PÁGINA	1 de 1
<b>ELABORÓ</b>		<b>REVISÓ</b>		<b>APROBÓ</b>	
Jefe División de Biblioteca		Equipo Operativo de Calidad		Líder de Calidad	

## RESUMEN TRABAJO DE GRADO

AUTOR: FABIAN ALBERTO RANGEL SILVA

FACULTAD: EDUCACIÓN, ARTES Y HUMANIDADES

PLAN DE ESTUDIOS: MAESTRÍA EN PRÁCTICA PEDAGÓGICA

DIRECTOR: HENRY DE JESÚS GALLARDO

CODIRECTOR: CARMEN NOHEMÍ CELIS GONZÁLEZ

TÍTULO DEL TRABAJO (TESIS): “FACTORES ASOCIADOS AL DESEMPEÑO ACADÉMICO EN QUÍMICA EN ESTUDIANTES DE EDUCACIÓN MEDIA”

El objetivo de esta investigación fue establecer los principales factores asociados al desempeño académico en Química en estudiantes de Educación Media de San Vicente de Chucurí, Santander. La evaluación de competencias matemáticas y lingüísticas se realizó mediante cuestionarios con preguntas de opción múltiple con única respuesta, mientras que los factores psicoafectivos y la percepción de los estudiantes en torno a la práctica pedagógica del docente se evaluaron mediante cuestionarios en escala Likert. El rendimiento académico en Química, se obtuvo a partir del registro de notas otorgado por las Instituciones Educativas participantes. Se realizaron análisis univariados, bivariados y multivariados. Los resultados sugieren que tanto los aspectos cognitivos como psicoafectivos son factores significativos en el aprendizaje de la Química. No obstante, las capacidades cognitivas tienen un mayor peso en relación a los aspectos psicoafectivos. La perspectiva multivariada permitió resaltar una diferenciación entre el nivel desempeño escolar superior y los que poseen un desempeño bajo. Así mismo, se resalta la gran heterogeneidad entre cada individuo evaluado en torno a los factores estudiados, lo cual, hacer reflexionar en torno al encasillamiento que se le puede hacer a un estudiante en torno sus características particulares y a su rendimiento en una asignatura particular.

PALABRAS CLAVES: Química, Educación Media, Aprendizaje, Análisis estadístico.

CARACTERÍSTICAS:

PÁGINAS: 238 PLANOS:      ILUSTRACIONES:      CD ROOM:

FACTORES ASOCIADOS AL DESEMPEÑO ACADÉMICO EN QUÍMICA EN  
ESTUDIANTES DE EDUCACIÓN MEDIA

MAESTRANTE

FABIAN ALBERTO RANGEL SILVA

UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER

FACULTAD DE EDUCACIÓN, ARTES Y HUMANIDADES

MAESTRÍA EN PRÁCTICA PEDAGÓGICA

SAN JOSÉ DE CÚCUTA, NORTE DE SANTANDER

2022

FACTORES ASOCIADOS AL DESEMPEÑO ACADÉMICO EN QUÍMICA EN  
ESTUDIANTES DE EDUCACIÓN MEDIA

MAESTRANTE

FABIAN ALBERTO RANGEL SILVA

Trabajo de grado para optar por el título de Magíster en Práctica Pedagógica

DIRECTOR: HENRY DE JESÚS GALLARDO PÉREZ

CODIRECTOR: CARMEN NOHEMÍ CELIS GONZÁLEZ

UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER

FACULTAD DE EDUCACIÓN, ARTES Y HUMANIDADES

MAESTRÍA EN PRÁCTICA PEDAGÓGICA

SAN JOSÉ DE CÚCUTA, NORTE DE SANTANDER

2022

**MAESTRÍA EN PRÁCTICA PEDAGÓGICA  
ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TRABAJO DE GRADO**

**FECHA:** 25 de octubre de 2022

**HORA:** 11:00 am

**LUGAR:** Edificio Postgrados salón 301.

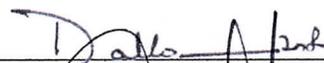
**TÍTULO:** "FACTORES ASOCIADOS AL DESEMPEÑO ACADEMICO EN QUIMICA EN ESTUDIANTES DE EDUCACIÓN MEDIA".

<b>NOMBRE DEL ESTUDIANTE</b>	<b>CÓDIGO</b>	<b>CALIFICACIÓN</b>
FABIAN ALBERTO RANGEL SILVA	1390738	(4.4) CUATRO.CUATRO

**OBSERVACIONES:** **APROBADA**

**JURADOS:**

**NOTA**

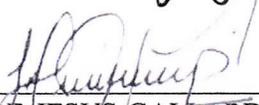
  
\_\_\_\_\_  
DANIEL VILLAMIZAR JAIMES

(4.4)

  
\_\_\_\_\_  
CARLOS ANTONIO PABON GALAN

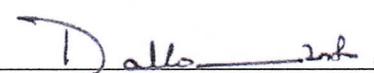
(4.4)

**DIRECTOR:**

  
\_\_\_\_\_  
HENRY DE JESUS GALLARDO PÉREZ

**CODIRECTOR:**

  
\_\_\_\_\_  
CARMEN NOHEMI CELIS GONZÁLEZ

  
\_\_\_\_\_  
DANIEL VILLAMIZAR JAIMES

Director Programa Maestría en Práctica Pedagógica

## **Dedicatoria**

Este trabajo de grado representa un gran logro a nivel personal, académico y profesional, el cual, quiero dedicar en primer lugar a Dios, por todas las bendiciones recibidas estos años, por las personas que ha puesto en mi camino y por abundar mi vida en salud, sabiduría, entendimiento y capacidades para afrontar los retos de la vida.

De igual forma, dedico este trabajo a mi familia, por todo el amor que he recibido estos años, por su apoyo incondicional, por la motivación constante y por creer siempre en mí, en mis capacidades y conocimientos.

Finalmente, dedico este logro a todos mis amigos y a aquellas personas que estuvieron ahí, para brindar una palabra de apoyo, por acompañarme en este camino y llenar mi vida de buenos momentos. Gracias, gracias, gracias.

## **Agradecimientos**

El autor de este trabajo quiere expresar sus agradecimientos al Colegio Nuestra Señora de la Paz y al Colegio Integrado Camilo Torres de San Vicente de Chucurí (Santander), a sus directivas, docentes y estudiantes por participar de manera activa en el desarrollo de esta investigación.

De igual manera, quiero extender mis agradecimientos al Doctor Daniel Villamizar Jaimes, a Henry De Jesús Gallardo Pérez y a Carmen Nohemí Celis González por las orientaciones y el apoyo brindado en el transcurso de este trabajo de grado.

Finalmente, quiero agradecer de todo corazón a todos los docentes de la cohorte XVII B de la Maestría en Práctica Pedagógica de la Universidad Francisco de Paula Santander, por compartir sus experiencias y valiosos conocimientos, los cuáles fueron fundamentales, no sólo para comprender a profundidad los diferentes fenómenos que se presentan en el sector educativo, sino también por permitirme crecer a nivel académico y personal en el desarrollo de mi vocación docente.

## Tabla de contenido

Introducción	24
1. Problema	26
1.1 Descripción del problema	26
1.2 Formulación del problema	29
1.3 Objetivos	29
1.3.1 Objetivo General	29
1.3.2 Objetivos Específicos	29
1.4 Justificación	30
2. Marco Teórico	34
2.1. Antecedentes	34
2.2. Bases Teóricas	41
2.2.1. Teoría cognitiva moderna: Transferencia y aprendizaje multimedia.	41
2.2.2. Teoría constructivista.	44
2.3. Marco Conceptual	48
2.3.1. Educación basada en competencias.	48
2.3.2. Estilos de enseñanza de la Química	50
2.3.2.1. Modelo centrado en la enseñanza.	50
2.3.2.2. Modelo centrado en el aprendizaje.	51
2.3.3. Niveles de representación de la química.	52

2.3.4. Sistemas semióticos en la Química.	55
2.3.5. Competencias lingüísticas en el aprendizaje de la Química.	56
2.3.6. Competencias matemáticas en el aprendizaje de la Química.	59
2.3.7. Aspectos actitudinales y emocionales frente al aprendizaje de la Química.	61
2.3.8. Práctica Pedagógica de los docentes de Química.	64
2.4. Marco Contextual	66
2.5. Marco Legal	70
2.6. Glosario de Términos	72
2.7. Sistematización de Variables	75
3. Metodología	86
3.1. Tipo de Investigación	86
3.2. Población	87
3.3. Muestra	87
3.4. Diseño de instrumentos	88
3.4.1. Competencias Matemáticas	89
3.4.2. Competencias Lingüísticas asociadas a la Química	91
3.4.3. Emociones y actitudes de los estudiantes frente al aprendizaje de la Química	93
3.4.4. Cuestionario a estudiantes: Percepciones sobre la Práctica Pedagógica del docente de Química.	94
3.5. Técnicas para la recolección de información	96

3.6. Procesamiento de la información	97
4. Resultados y discusiones	104
4.1. Análisis descriptivo preliminar de las variables	104
4.1.1. Desempeño académico en Química (NQT).	104
4.1.2. Competencias Matemáticas (CM).	106
4.1.3. Reglas de tres.	107
4.1.4. Análisis Gráfico	108
4.1.5. Ecuaciones.	109
4.1.6. Competencias Lingüísticas.	111
4.1.7. Apropiación de conceptos.	112
4.1.8. Comprensión de Textos.	114
4.1.9. Interpretación de sistemas multisemióticos.	115
4.1.10. Actitudes y emociones.	117
4.1.11. Interés.	118
4.1.12. Esfuerzo.	120
4.1.13. Motivación.	121
4.1.14. Miedo y Ansiedad.	123
4.1.15. Práctica Pedagógica del docente de Química.	124
4.1.16. Estrategias didácticas.	125
4.1.17. Saber disciplinar del docente.	127

4.1.18. Habilidades comunicativas del docente.	128
4.1.19. Relaciones interpersonales.	130
4.1.20. Evaluación.	132
4.2. Coeficientes de correlación	133
4.3. Contrastes de homogeneidad	139
4.3.1. Competencias Matemáticas (CM).	139
4.3.2. Reglas de tres.	141
4.3.3. Análisis Gráfico.	143
4.3.4. Ecuaciones.	145
4.3.5. Competencias Lingüísticas.	148
4.3.6. Apropiación de conceptos.	151
4.3.7. Comprensión de textos.	153
4.3.8. Interpretación de sistemas multisemióticos.	155
4.3.9. Actitudes y emociones.	157
4.3.10. Interés.	160
4.3.11. Esfuerzo.	162
4.3.12. Motivación.	165
4.3.13. Miedo y Ansiedad.	167
4.3.14. Práctica Pedagógica del docente de Química.	170
4.3.15. Estrategias didácticas.	171

4.3.16. Saber disciplinar del docente.	173
4.3.17. Habilidades comunicativas del docente.	175
4.3.18. Relaciones interpersonales.	177
4.3.19. Evaluación.	180
4.4. Escalamiento multidimensional	183
4.5. Árbol de clasificación y regresión (CART)	190
4.6. Reflexiones en torno a la Práctica Pedagógica de los docentes de Química	195
Conclusiones	206
Referencias bibliográficas	211
Anexos	226

## Lista de tablas

<b>Tabla 1.</b> Valoración de la escala Likert de acuerdo con el tipo de ítem.	81
<b>Tabla 2.</b> Cronograma de aplicación de instrumentos en el Colegio Integrado Camilo Torres.	96
<b>Tabla 3.</b> Cronograma de aplicación de instrumentos en el Colegio Nuestra Señora de la Paz.	97
<b>Tabla 4.</b> Interpretación de coeficiente de correlación - Fuente: Adaptación basada en Nieves-Hurtado y Domínguez-Sánchez (2009).	98
<b>Tabla 5.</b> Transformación de las variables independientes de numéricas a categóricas.	99
<b>Tabla 6.</b> Ajuste del escalamiento multidimensional de acuerdo con el valor del Stress – Fuente: Guisande-González et al. (2020)	102
<b>Tabla 7.</b> Estadísticos descriptivos para el desempeño académico en Química (DAQ).	106
<b>Tabla 8.</b> Estadísticos descriptivos para el desempeño en competencias matemáticas (CM).	107
<b>Tabla 9.</b> Estadísticos descriptivos para el desempeño en la realización de reglas de tres (RT).	108
<b>Tabla 10.</b> Estadísticos descriptivos para el desempeño en el análisis de gráficos (AG).	109
<b>Tabla 11.</b> Estadísticos descriptivos para el desempeño en el análisis de ecuaciones (EC).	111
<b>Tabla 12.</b> Estadísticos descriptivos para el desempeño en competencias lingüísticas (CL).	112
<b>Tabla 13.</b> Estadísticos descriptivos para el desempeño en la apropiación de conceptos (AC).	114
<b>Tabla 14.</b> Estadísticos descriptivos para el desempeño en la comprensión de textos (CT).	115
<b>Tabla 15.</b> Estadísticos descriptivos para la interpretación de sistemas multisemióticos (ISMS).	116
<b>Tabla 16.</b> Estadísticos descriptivos para la valoración de actitudes y emociones del estudiante frente al aprendizaje de la Química (AE).	118
<b>Tabla 17.</b> Estadísticos descriptivos para la valoración del interés del estudiante frente al aprendizaje de la Química (IN).	119

<b>Tabla 18.</b> Estadísticos descriptivos para la valoración del esfuerzo del estudiante frente al aprendizaje de la Química (ES).	121
<b>Tabla 19.</b> Estadísticos descriptivos para la valoración de la motivación del estudiante frente al aprendizaje de la Química (MO).	122
<b>Tabla 20.</b> Estadísticos descriptivos para la frecuencia de experimentación de emociones negativas durante las clases de Química (MA).	124
<b>Tabla 21.</b> Estadísticos descriptivos para la valoración de la práctica pedagógica del docente de Química desde la percepción de los estudiantes (PP).	125
<b>Tabla 22.</b> Estadísticos descriptivos para la valoración de las estrategias didácticas del docente de Química desde la percepción de los estudiantes (DID).	127
<b>Tabla 23.</b> Estadísticos descriptivos para la valoración del saber disciplinar del docente de Química desde la percepción de los estudiantes (SD).	128
<b>Tabla 24.</b> Estadísticos descriptivos para la valoración de las habilidades comunicativas del docente de Química desde la percepción de los estudiantes (COM).	130
<b>Tabla 25.</b> Estadísticos descriptivos para la valoración de las relaciones interpersonales del docente de Química desde la percepción de los estudiantes (RI).	131
<b>Tabla 26.</b> Estadísticos descriptivos para la valoración de los temas evaluados por el docente de Química desde la percepción de los estudiantes (EV).	133
<b>Tabla 27.</b> Valores de p para contraste de Tukey del desempeño académico en Química (DAQ) entre los niveles de desempeño en las competencias matemáticas (CM_QL).	140
<b>Tabla 28.</b> Valores de p para contraste de Tukey del desempeño académico en Química (DAQ) entre los niveles de desempeño en la realización de reglas de tres (RT_QL).	143

<b>Tabla 29.</b> Valores de p para contraste de Tukey del desempeño académico en Química (DAQ) entre los niveles de análisis de gráficos (AG_QL).	145
<b>Tabla 30.</b> Valores de p del test de Kolmogórov-Smirnov para dos muestras comparando cada par de niveles del desempeño académico en Química (DAQ) entre los niveles de análisis de ecuaciones (EC_QL).	147
<b>Tabla 31.</b> Valores de p del test de Kolmogórov-Smirnov para dos muestras comparando cada par de niveles de desempeño académico en Química (DAQ) entre los niveles de competencias lingüísticas (CL_QL).	149
<b>Tabla 32.</b> Valores de p del test de Kolmogórov-Smirnov para dos muestras comparando cada par de niveles de desempeño académico en Química (DAQ) entre los niveles de apropiación de conceptos (AC_QL).	152
<b>Tabla 33.</b> Valores de p del test de Kolmogórov-Smirnov para dos muestras comparando cada par de niveles de desempeño académico en Química (DAQ) entre los niveles de comprensión de textos (CT_QL).	154
<b>Tabla 34.</b> Valores de p del test de Kolmogórov-Smirnov para dos muestras comparando cada par de niveles de desempeño académico en Química (DAQ) entre los niveles de interpretación de sistemas multisemióticos (ISMS_QL).	156
<b>Tabla 35.</b> Valores de p del test de Kolmogórov-Smirnov para dos muestras comparando cada par de niveles de desempeño académico en Química (DAQ) entre el tipo de actitud frente al aprendizaje de la Química (AE_QL).	159
<b>Tabla 36.</b> Valores de p para contraste de Tukey del desempeño académico en Química (DAQ) entre el grado de interés de los estudiantes frente al aprendizaje de la Química (IN_QL).	161

- Tabla 37.** Valores de p para contraste de Tukey del desempeño académico en Química (DAQ) entre el nivel de esfuerzo de los estudiantes en Química (ES\_QL). 164
- Tabla 38.** Valores de p del test de Kolmogórov-Smirnov para dos muestras comparando cada par de niveles de desempeño académico en Química (DAQ) entre el grado de motivación de los estudiantes frente al aprendizaje de la Química (MO\_QL). 166
- Tabla 39.** Valores de p para contraste de Tukey del desempeño académico en Química (DAQ) entre la frecuencia de experimentación de emociones negativas durante el aprendizaje de la Química (MO\_QL). 168
- Tabla 40.** Valores de p para contraste de Tukey del desempeño académico en Química (DAQ) entre la forma como los estudiantes conciben las relaciones interpersonales de su docente de Química con ellos (RI\_QL). 179
- Tabla 41.** Valores de p para contraste de Tukey del desempeño académico en Química (DAQ) entre la frecuencia en las que los estudiantes perciben que los temas evaluados corresponden a los mismos temas vistos en clase (EV\_QL). 182
- Tabla 42.** Peso de las variables intrínsecas y extrínsecas asociadas al desempeño académico en Química para las dos primeras dimensiones del escalamiento multidimensional. 184
- Tabla 43.** Peso de las variables intrínsecas asociadas al desempeño académico en Química para las dos primeras dimensiones del escalamiento multidimensional. 189

## Lista de figuras

<b>Figura 1.</b> Principales factores asociados al desempeño académico en Química.	28
<b>Figura 2.</b> Triángulo de Johnston: Niveles de representación de la Química – Fuente: Johnstone (2007)	53
<b>Figura 3.</b> Importancia del nivel simbólico en el aprendizaje de la Química – Adaptado de: Galagovsky & Giudice (2015)	54
<b>Figura 4.</b> Sistemas semióticos utilizados en la Química.	56
<b>Figura 5.</b> Ubicación de San Vicente de Chucurí.	67
<b>Figura 6.</b> Marco legal de la investigación.	71
<b>Figura 7.</b> Histograma para el desempeño académico en Química (DAQ).	104
<b>Figura 8.</b> Histograma para el desempeño en competencias matemáticas (CM).	106
<b>Figura 9.</b> Histograma para el desempeño en la realización de reglas de tres (RT).	107
<b>Figura 10.</b> Histograma para el desempeño en el análisis de gráficos (AG).	109
<b>Figura 11.</b> Histograma para el desempeño en el análisis de ecuaciones (EC).	110
<b>Figura 12.</b> Histograma para el desempeño en competencias lingüísticas (CL).	111
<b>Figura 13.</b> Histograma para el desempeño en la apropiación de conceptos (AC).	112
<b>Figura 14.</b> Histograma para el desempeño en la comprensión de textos (CT).	114
<b>Figura 15.</b> Histograma para el desempeño en la interpretación de sistemas multisemióticos (ISMS).	116
<b>Figura 16.</b> Histograma para la valoración de actitudes y emociones del estudiante frente al aprendizaje de la Química (AE).	117
<b>Figura 17.</b> Histograma para la valoración del interés del estudiante frente al aprendizaje de la Química (IN).	119

<b>Figura 18.</b> Histograma para la valoración del esfuerzo del estudiante frente al aprendizaje de la Química (ES).	120
<b>Figura 19.</b> Histograma para la valoración de la motivación del estudiante frente al aprendizaje de la Química (MO).	121
<b>Figura 20.</b> Histograma para la frecuencia de experimentación de emociones negativas durante las clases de (MA).	123
<b>Figura 21.</b> Histograma para la valoración de la práctica pedagógica del docente de Química desde la percepción de los estudiantes (PP).	124
<b>Figura 22.</b> Histograma para la valoración de las estrategias didácticas del docente de Química desde la percepción de los estudiantes (DID).	126
<b>Figura 23.</b> Histograma para la valoración del saber disciplinar del docente de Química desde la percepción de los estudiantes (SD).	127
<b>Figura 24.</b> Histograma para la valoración de las habilidades comunicativas del docente de Química desde la percepción de los estudiantes (COM).	129
<b>Figura 25.</b> Histograma para la valoración de las relaciones interpersonales del docente de Química desde la percepción de los estudiantes (RI).	130
<b>Figura 26.</b> Histograma para la valoración de los temas evaluados por el docente de Química desde la percepción de los estudiantes (EV).	132
<b>Figura 27.</b> Coeficiente de correlación de Kendall y valor de p para variables asociadas a las competencias matemáticas y lingüísticas.	135
<b>Figura 28.</b> Coeficiente de correlación de Kendall y valor de p para variables asociadas a las actitudes y emociones del estudiante frente al aprendizaje de la Química.	136

<b>Figura 29.</b> Coeficiente de correlación de Kendall y valor de p para variables asociadas a la percepción de los estudiantes en torno a la práctica pedagógica del docente de Química.	138
<b>Figura 30.</b> Boxplot comparativo del desempeño académico en Química (DAQ) entre los niveles de desempeño en el cuestionario de competencias matemáticas (CM_QL).	139
<b>Figura 31.</b> Boxplot comparativo del desempeño académico en Química (DAQ) entre los niveles de desempeño en la realización de reglas de tres (RT_QL).	142
<b>Figura 32.</b> Boxplot comparativo del desempeño académico en Química (DAQ) entre los niveles de análisis gráfico del estudiante (AG_QL).	144
<b>Figura 33.</b> Boxplot comparativo del desempeño académico en Química (DAQ) entre los niveles de análisis de ecuaciones del estudiante (EC_QL).	146
<b>Figura 34.</b> Boxplot comparativo del desempeño académico en Química (DAQ) entre los niveles de desempeño en el cuestionario de competencias lingüísticas (CL_QL).	148
<b>Figura 35.</b> Boxplot comparativo del desempeño académico en Química (DAQ) entre los niveles de apropiación de conceptos (AC_QL).	151
<b>Figura 36.</b> Boxplot comparativo del desempeño académico en Química (DAQ) entre los niveles de comprensión de textos (CT_QL).	153
<b>Figura 37.</b> Boxplot comparativo del desempeño académico en Química (DAQ) entre los niveles de interpretación de sistemas multisemióticos (ISMS_QL).	155
<b>Figura 38.</b> Boxplot comparativo del desempeño académico en Química (DAQ) entre el tipo de actitud frente al aprendizaje de la Química (AE_QL).	158
<b>Figura 39.</b> Boxplot comparativo del desempeño académico en Química (DAQ) entre el grado de interés de los estudiantes frente al aprendizaje de la Química (IN_QL).	160

- Figura 40.** Boxplot comparativo del desempeño académico en Química (DAQ) entre el nivel de esfuerzo de los estudiantes en Química (ES\_QL). 163
- Figura 41.** Boxplot comparativo del desempeño académico en Química (DAQ) entre el grado de motivación frente al aprendizaje de la Química (MO\_QL). 165
- Figura 42.** Boxplot comparativo del desempeño académico en Química (DAQ) entre la frecuencia de experimentación de emociones negativas durante el aprendizaje de la Química (MA\_QL). 167
- Figura 43.** Boxplot comparativo del desempeño académico en Química (DAQ) entre la forma como los estudiantes perciben la práctica pedagógica del docente de Química (PP\_QL). 170
- Figura 44.** Boxplot comparativo del desempeño académico en Química (DAQ) entre la forma como los estudiantes perciben las estrategias didácticas utilizadas por el docente de Química (DID\_QL). 172
- Figura 45.** Boxplot comparativo del desempeño académico en Química (DAQ) entre la forma como los estudiantes conciben el nivel de conocimiento de su docente de Química (SD\_QL). 174
- Figura 46.** Boxplot comparativo del desempeño académico en Química (DAQ) entre la forma como los estudiantes perciben las habilidades comunicativas de su docente de Química (COM\_QL). 175
- Figura 47.** Boxplot comparativo del desempeño académico en Química (DAQ) entre la forma como los estudiantes conciben las relaciones interpersonales de su docente de Química con ellos (RI\_QL). 178
- Figura 48.** Boxplot comparativo del desempeño académico en Química (DAQ) entre la frecuencia en las que los estudiantes perciben que los temas evaluados corresponden a los mismos temas vistos en clase (EV\_QL). 181

<b>Figura 49.</b> Escalamiento multidimensional para factores intrínsecos y extrínsecos asociados al desempeño académico en Química.	186
<b>Figura 50.</b> Escalamiento multidimensional para factores intrínsecos asociados al desempeño académico en Química.	188
<b>Figura 51.</b> Árbol de clasificación y regresión para factores intrínsecos y extrínsecos asociados al desempeño académico en Química.	192
<b>Figura 52.</b> Árbol de clasificación y regresión para factores intrínsecos asociados al desempeño académico en Química.	194

## ANEXOS

Anexo 1. Competencias matemáticas.	227
Anexo 2. Competencias lingüísticas asociadas a la Química.	230
Anexo 3. Emociones y actitudes de los estudiantes frente al aprendizaje de la Química.	233
Anexo 4. Cuestionario a estudiantes: Percepciones sobre la práctica pedagógica del docente de Química.	236

## RESUMEN

Tanto los aspectos cognitivos como psicoafectivos del estudiante deben ser tenidos a consideración durante el correcto aprendizaje de la Química. De igual forma, la labor docente juega un papel crucial no solo en el proceso formativo a nivel académico, sino también en la construcción sociohumanística e integral del estudiante. El objetivo de esta investigación fue establecer los principales factores asociados al desempeño académico en Química por parte de los estudiantes de Educación Media de San Vicente de Chucurí, Santander. La evaluación de las competencias matemáticas y lingüísticas se realizó mediante la aplicación de cuestionarios con preguntas de opción múltiple con única respuesta, mientras que los factores psicoafectivos y la percepción de los estudiantes en torno a la práctica pedagógica del docente se evaluaron mediante cuestionarios en escala Likert. El rendimiento académico en Química, se obtuvo a partir del registro de notas otorgado por las directivas de las Instituciones Educativas participantes. Se realizaron análisis univariados (descriptivos), bivariados (correlación – contraste de homogeneidad) y multivariados (escalamiento multidimensional- árbol de clasificación y regresión). Los resultados sugieren que tanto los aspectos cognitivos como psicoafectivos son factores significativos en el aprendizaje de la Química. No obstante, las capacidades cognitivas tienen un mayor peso en relación a los aspectos psicoafectivos. La perspectiva multivariada permitió resaltar una diferenciación entre el nivel desempeño escolar superior y los que poseen un desempeño bajo. Así mismo, se resalta la gran heterogeneidad entre cada individuo evaluado en torno a los factores estudiados, lo cual, hace reflexionar en torno al encasillamiento que se le puede hacer a un estudiante en torno sus características particulares y a su rendimiento en una asignatura particular.

**Palabras claves:** *Química, Educación Media, Aprendizaje, Análisis estadístico.*

## ABSTRACT

Both the cognitive and psycho-affective aspects of the student must be taken into consideration during the correct learning of chemistry. Similarly, teaching plays a crucial role not only in the formative process at the academic level, but also in the socio-humanistic and integral construction of the student. The objective of this research was to establish the main factors associated with the academic performance in chemistry by high school students in San Vicente de Chucurí, Santander. The evaluation of mathematical and linguistic competencies was carried out through the application of questionnaires with multiple choice questions with a single answer, while the psycho-affective factors and the students' perception of the teacher's pedagogical practice were evaluated by means of Likert scale questionnaires. The academic performance in chemistry was obtained from the grade records provided by the directors of the participating educational institutions. Univariate (descriptive), bivariate (correlation - homogeneity contrast) and multivariate (multidimensional scaling - classification tree and regression) analyses were performed. The results suggest that both cognitive and psychoaffective aspects are significant factors in the learning of chemistry. However, cognitive abilities have a greater weight in relation to the psycho-affective aspects. The multivariate perspective allowed highlighting a differentiation between the higher school performance level and those with low performance. Likewise, the great heterogeneity between each individual evaluated in relation to the factors studied is highlighted, which makes us reflect on the pigeonholing that can be made of a student in relation to his or her particular characteristics and performance in a particular subject.

**Key words:** *Chemistry, Secondary Education, Learning, Statistical analysis.*

## Introducción

La Educación no debe ser concebida como una simple actividad transmisionista y de adquisición de saberes, sino como un proceso continuo que se desarrolla en el transcurso de la vida, cuyo fin último consiste en que la persona pueda configurarse como ente activo en la sociedad mediante su incorporación al mundo laboral (Valero-Alemán & Mayora, 2009). Como producto de esto, resulta conveniente que durante el proceso educativo se generen procesos idóneos de interrelación entre educadores y educandos, con el fin último de potenciar el desarrollo de las capacidades personales, de tal forma que cada individuo tenga la facultad de proponer soluciones a las diversas problemáticas de la vida y del mundo moderno.

Los cambios constantes a los que se enfrenta el planeta no son ajenos a las dinámicas del ser humano, lo que le exige a cada individuo, realizar un análisis profundo y crítico sobre su rol en el mundo, sus capacidades de desarrollo, sus habilidades comunicativas y adaptativas, así como su empeño por aprender continuamente. Por consiguiente, una de las finalidades de la educación estriba en proporcionar una formación integral, en la que se logre incorporar de manera progresiva y racional, no sólo aspectos científicos y tecnológicos, sino también humanísticos, durante el proceso educativo en el transcurso de los diferentes niveles de enseñanza (Villalobos-Delgado, Ávila-Palet & Olivares-O., 2016).

Desde la Química, se busca que el estudiante logre desarrollar diversas competencias científicas relacionadas con el pensamiento crítico, la reflexión, la toma de decisiones, la observación y la comunicación (Busquets, Silva & Larrosa, 2016). Lograr aprendizajes significativos le permitirá a cada persona desenvolverse en la sociedad de una mejor forma. No obstante, el aprendizaje de la Química presenta variedad de problemas, en algunos casos, radican en los procesos transmisionistas y memorísticos, que no sólo obstaculizan el desarrollo de

habilidades de comprensión y análisis, sino que también generan una gran desmotivación en los estudiantes. Sumado a esto, la Química es una ciencia con una gran amplitud conceptual, bastante abstracta y de comprensión compleja, que contiene diversos sistemas semióticos, los cuáles sólo pueden interpretarse de manera acertada cuando se cuenta con los significados específicos y la contextualización correcta.

Para garantizar que los estudiantes realicen un correcto aprendizaje de esta asignatura, se requiere que este cuente con habilidades y competencias previas, fundamentadas en algunos aspectos lingüísticos, asociados a la comprensión de escritos, la apropiación de nuevos conceptos y la interpretación de diversos sistemas comunicativos, cómo gráficos, tablas y esquemas. De igual forma, es necesario que el estudiante cuente con habilidades aritméticas y algebraicas para poder comprender algunas temáticas que involucran el desarrollo de operaciones matemáticas como teoría de los gases, estequiometría, conversión de unidades, etc.

Si bien, estos aspectos pueden estar relacionados con los conocimientos previos y la transferencia interdisciplinar de habilidades, algunas veces puede verse afectada por prejuicios de dificultad, así como por desinterés en la asignatura, por falta de contextualización y visibilización del fin pragmático de la Química en la cotidianidad. Así mismo, las deficientes prácticas pedagógicas acopladas a modelos tradicionales y la ausencia de estrategias didácticas resultan ser factores que dificultan los adecuados procesos de aprendizaje.

Desde esta investigación, se busca reconocer algunos factores asociados al desempeño académico en Química por parte de los estudiantes de Educación Media desde la perspectiva de los estudiantes, con el objetivo central de distinguir algunos aspectos puntuales para fortalecer desde la práctica pedagógica de los docentes que imparten esta asignatura, y de esta forma, mejorar la comprensión, apropiación y utilización del conocimiento científico.

## 1. Problema

### 1.1 Descripción del problema

El aprendizaje de la Química resulta ser un problema para los estudiantes de Educación Media debido no sólo a lo abstracta que puede llegar a ser esta asignatura, sino también por el amplio repertorio de teorías, conceptos, fórmulas y simbologías inmersas en el estudio de la composición, estructura y propiedades de la materia. Por ello, resulta necesario que el estudiante cuente con diversas habilidades lingüísticas previas que le permitan comprender, interpretar y analizar de manera crítica los diversos fenómenos y conceptos desarrollados desde esta asignatura. Adicional a la apropiación de conceptos, se requiere de capacidades ligadas a la comprensión e interpretación de textos, lo cual le permitirá al estudiante transformar la información presentada, inferir y exponer de una manera lógica y coherente sus observaciones y opiniones respecto a los diversos problemas desarrollados durante su estudio.

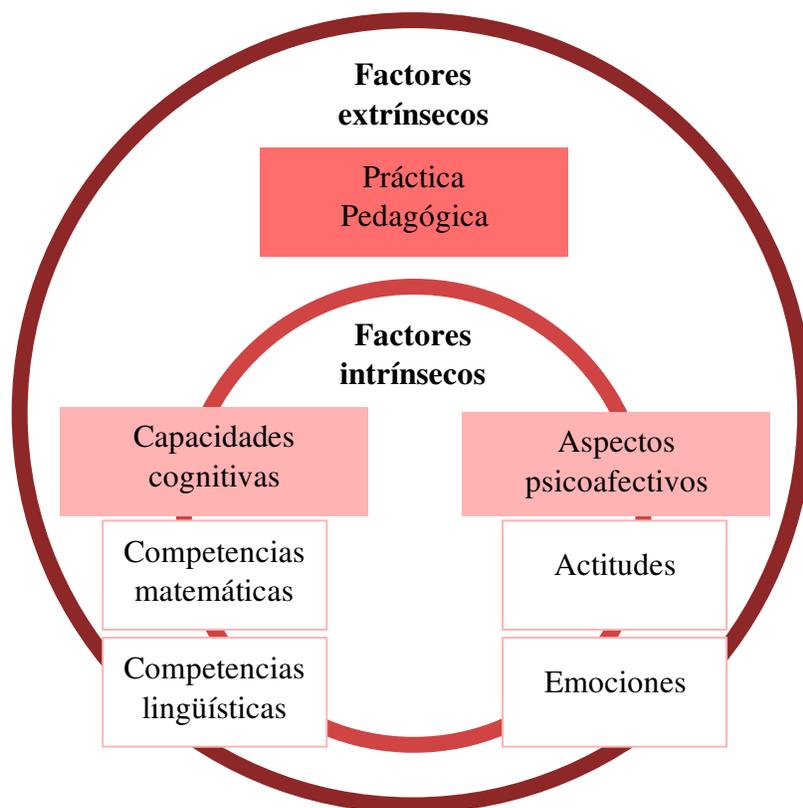
De igual forma, se evidencian deficientes habilidades matemáticas, reflejadas de manera especial en la desacertada formulación y resolución de problemas, en virtud de la errónea traducción de los textos a un lenguaje matemático y simbólico, la formulación de ecuaciones simples y la realización de cálculos matemáticos sencillos como las reglas de tres. A este problema se suma las fallas en la interpretación de gráficos y esquemas, los cuales, en lugar de facilitar la comprensión de un problema, generan conflictos interpretativos en los estudiantes.

Por lo anterior, la existencia de falencias en las habilidades lingüísticas y las competencias matemáticas básicas podrían convertirse en una limitante al momento de comprender los diferentes conceptos y de dar solución a los diversos problemas planteados en Química. Así mismo, cabe resaltar que, al finalizar la Educación Media se presentan pruebas estandarizadas, las cuales, terminan siendo un requisito previo para el acceso a la educación

superior, e incluso, para incursionar en el mundo laboral, por lo cual, es necesario que el estudiante posea unas competencias básicas, que resultan siendo transversales a todas las asignaturas evaluadas. Con esto, se deja en evidencia la importancia de desarrollar habilidades lectoescritoras y de comprensión de textos, las cuales se ha constituido en un componente básico del desarrollo humano, procesos que implican la activación de recursos cognitivos y de atención de cada individuo, así como de la capacidad de procesar, organizar e interpretar la información. Adicionalmente, los conocimientos básicos en matemáticas permiten el desarrollo de un razonamiento lógico, para interpretar y dar solución a los problemas de la cotidianidad, el cual parte de la comprensión básica de las situaciones hasta finalmente su abstracción, a través de números, gráficas, ecuaciones, fórmulas, entre otras formas. En este punto, se estatuye la importancia de la interdisciplinariedad entre la Química y otras asignaturas como Lenguaje y Matemáticas, pues de esta forma se lograría no sólo integrar el conocimiento de varias disciplinas, sino dar pie a la transferencia de habilidades y conocimientos de una asignatura a otra, con la intención de facilitar el desarrollo de competencias científicas en los estudiantes.

Si bien, gran parte de las dificultades en el aprendizaje de la Química podrían relacionarse con el desarrollo de habilidades previas, existen otro tipo de factores que pueden influir sobre los procesos de aprendizaje, los cuales están relacionados con las actitudes del estudiante frente a la materia. Muchos de ellos, llegan con una barrera cognitiva previa, pues tienen un preconceito de dificultad y aburrimiento frente a esta asignatura, mientras que otros simplemente no le encuentran un fin pragmático, debido a la falta de contextualización y de ejemplificación con la cotidianidad. Por otra parte, pueden existir docentes con una deficiente práctica pedagógica en esta asignatura, las cuales no fomentan ambientes de aprendizaje dinámicos ni cautivadores para sus estudiantes, generando en ellos desinterés, y, por ende, una

limitada participación de estos en los procesos de construcción de conocimiento. Los esquemas de enseñanza implementados en esta asignatura, en la gran mayoría resultan ser tradicionales, unidireccionales, donde el rol del estudiante se ve limitado a ser un ente que escucha y retiene información, desaprovechándose la oportunidad de generar espacios para el desarrollo del pensamiento crítico y analítico en los estudiantes. Por ello, resulta necesario evaluar la manera como los estudiantes perciben la labor de sus docentes de Química, y su valoración en relación con los procesos de enseñanza impartidos, las metodologías utilizadas en el desarrollo de las clases, las estrategias didácticas y la estructura evaluativa definida en esta asignatura.



**Figura 1.** Principales factores asociados al desempeño académico en Química.

Considerando la problemática descrita anteriormente, resulta primordial poder identificar los principales factores asociados al desempeño académico en Química, especialmente los relacionados a saberes previos, como lo son las competencias lingüísticas y matemáticas desarrolladas por los estudiantes. De igual forma, resulta necesario poder determinar aquellos factores intrínsecos correspondientes a las actitudes y opiniones frente a la asignatura que tienen los estudiantes, así como la manera cómo perciben la práctica pedagógica de sus docentes y el efecto que esto podría desencadenar sobre los procesos de enseñanza-aprendizaje.

## **1.2 Formulación del problema**

¿Qué factores se encuentran relacionados con el desempeño académico en Química por parte de los estudiantes de Educación Media en San Vicente de Chucurí, Santander?

## **1.3 Objetivos**

### **1.3.1 Objetivo General**

Establecer los principales factores asociados al desempeño académico en Química por parte de los estudiantes de Educación Media de San Vicente de Chucurí, Santander.

### **1.3.2 Objetivos Específicos**

- Determinar el efecto de las competencias lingüísticas y matemáticas sobre el desempeño académico en Química de los estudiantes de Educación Media de San Vicente de Chucurí, Santander.
- Establecer los aspectos emocionales y actitudinales y su poder sobre el desempeño en Química por parte de los estudiantes de Educación Media de San Vicente de Chucurí, Santander.

- Analizar la percepción que tienen los estudiantes en torno a la práctica pedagógica de los docentes de Química y su influencia sobre su desempeño académico en la asignatura de los estudiantes de Educación Media en San Vicente de Chucurí, Santander.
- Distinguir la estructura subyacente presente entre los factores extrínsecos e intrínsecos identificados para cada nivel de desempeño académico en Química de los estudiantes de Educación Media en San Vicente de Chucurí, Santander.

#### **1.4 Justificación**

Resulta importante poder identificar los principales factores vinculados al desempeño académico de los estudiantes de Educación Media en los procesos de aprendizaje de la Química, ya sea, que estos se encuentren asociados a la práctica pedagógica de los docentes, o bien, si se relacionan con características particulares de los estudiantes relacionadas con en el análisis e interpretación de los problemas desarrollados en la asignatura y la aplicación de diferentes habilidades y competencias transversales. Por una parte, los procesos de enseñanza impartidos por los docentes resultan un pilar en el desarrollo de las nociones conceptuales de la asignatura, las cuales permiten al estudiante, relacionar los diferentes conceptos aprendidos y dar solución a diferentes problemas propuestos. Sin embargo, pueden presentarse deficiencias en la práctica pedagógica del docente de la asignatura, lo cual, dificulta la apropiación de los saberes por parte de los estudiantes, creando vacíos conceptuales y dificultades al momento de resolver diferentes cuestiones planteadas desde la asignatura. Así mismo, existen competencias transversales, como lo son, la comprensión de textos y las habilidades lógico-matemáticas, que facilitan el adecuado desarrollo de problemas, mediante la interpretación de situaciones y fórmulas, así como en el desarrollo de ecuaciones básicas y de operaciones matemáticas.

Por lo tanto, es necesario evaluar el papel fundamental que cumplen las competencias descritas anteriormente, y que influyen sobre el aprendizaje de la Química en los estudiantes de bachillerato. Las dificultades presentadas por los estudiantes al momento de aprender las ideas o conceptos presentados desde el área de la Química, si bien, pueden obedecer a la ausencia de conexiones significativas con los conceptos aprendidos, gran parte radica en la incapacidad que pueden tener los estudiantes para organizar, interpretar y procesar la información, las deficientes competencias lingüísticas, así como las insuficientes habilidades matemáticas para interpretar fórmulas, realizar cálculos básicos y proponer soluciones a problemas propuestos.

En este punto, resulta importante identificar las habilidades básicas en competencias lectoescritoras y matemáticas, en las cuales los estudiantes fallan con mayor frecuencia, y las cuales son necesarias para facilitar los procesos de aprendizaje de la Química. Ya identificadas, radica en la práctica del docente, establecer estrategias que permitan fortalecer dichas habilidades, de acuerdo con las particularidades de aprendizaje de sus estudiantes, con el objetivo de ir reforzando paulatinamente las capacidades del educando en torno a una mejora en los procesos de aprendizaje de estos y su desempeño académico.

Autores como Salinas-Ruiz (1993), Hussein & Reid (2009), Cárdenas-S. (2006), Kindsvater *et al.* (2008), Gräber (2011), Busquets *et al.* (2016), Dávila-Acedo *et al.* (2016), Tümay (2016), Quílez-Pardo (2016) y Busby (2018) ya han trabajado en investigaciones relacionadas con algunos déficits en el aprendizaje de la Química. No obstante, cabe resaltar que la gran mayoría lo han hecho desde la revisión bibliográfica o desde el paradigma cualitativo, muy pocos han profundizado en el ámbito cuantitativo, dedicándose solamente a la descripción de la información o a la explicación de fenómenos a partir de las teorías ya existentes. Si bien, en algunos casos se han realizado investigaciones de índole cuantitativa que han involucrado la

realización de contrastes de homogeneidad entre diferentes grupos, se han hecho a partir de la implementación de una nueva metodología de trabajo y su impacto en relación con las metodologías de enseñanza tradicionales. Así mismo, cabe destacar que la mayoría de las investigaciones se han focalizado solo en uno de los factores mencionados, ya sea a los aspectos emocionales y actitudinales del estudiante, o a la influencia de las competencias matemáticas sobre el desempeño en Química, sin llegar a tener una perspectiva integradora y amplia de la problemática abordada. Este estudio busca extender la perspectiva y tener en cuenta todos los factores propuestos a partir de lo reportado por diversos autores en sus investigaciones, seleccionando aquellas variables de mayor relevancia así como aquellas que son abordadas con mayor frecuencia, unificándolas e integrándolas en una misma investigación, presentando resultados más homogéneos, pues sus variables fueron tomadas a los mismos individuos mediante la aplicación de diversos instrumentos en un corte transversal. En este punto, cabe destacar las diversas posibilidades de análisis que aquí se presentan, a pesar de ser una investigación de corte transversal, logra ir más allá de estadísticos descriptivos univariados, y recurre a análisis inferenciales y a técnicas bivariadas y multivariadas para visibilizar el comportamiento de las variables un corte transversal, reduciendo así, los tiempos de monitoreo durante el proceso investigativo y exponiendo las potencialidades de estos análisis para futuras investigaciones. Adicionalmente, este trabajo pretende reivindicar el papel fundamental de los métodos cuantitativos sobre la investigación educativa, evaluando y cuantificando no solo las competencias matemáticas y lingüísticas a partir de cuestionarios, sino también destacando las percepciones y opiniones de los estudiantes sobre la forma como se enseña la Química y la manera como se sienten durante su aprendizaje, considerando así los dictámenes arrojados por los educandos, transformando descriptores cualitativos a un formato numérico, y de esta forma

poder evaluar de manera general las capacidades cognitivas, las habilidades lingüísticas y matemáticas, las emociones y actitudes del estudiante hacia la Química, así como la forma como perciben la práctica pedagógica de sus docentes, a partir de la utilización de diferentes técnicas estadísticas, mediante el establecimiento de relaciones matemáticas entre los factores identificados con el desempeño académico del estudiante en Química, reconociendo aquellas que influyen con mayor fuerza y de esta forma establecer si existen diferencias significativas entre los diferentes niveles de rendimiento para cada uno de estos factores identificados, y mirando en conjunto cuáles son aquellos factores que podrían incidir sobre cada nivel de rendimiento. Así mismo, este trabajo busca contrastar los resultados obtenidos con lo establecido en otras investigaciones, en especial, con aquellas realizadas desde el paradigma cualitativo, con el objetivo de encontrar puntos en común en las conclusiones arrojadas por ambas.

Este trabajo busca ampliar el punto de vista de otros docentes investigadores, sobre la aplicación de análisis cuantitativos en la investigación educativa, así como de propiciar la reflexión sobre la mejora de la práctica pedagógica y la reestructuración de los currículos escolares, con el propósito de labrar procesos de enseñanza transversales que favorezcan la transferencia de competencias y habilidades. La metodología implementada podrá ser un punto de referencia al momento de reconocer los factores influyentes sobre el desempeño de los estudiantes en otras asignaturas diferentes a la Química. Así mismo, podrá convertirse en una herramienta diagnóstica que posibilite realizar una distinción en los aspectos en los cuales se deben fortalecer los estudiantes, así como de proponer estrategias para mejorar la práctica pedagógica, diversificando los métodos de enseñanza y acoplándose a las necesidades e intereses de los estudiantes y el fortalecimiento de las competencias científicas.

## 2. Marco Teórico

### 2.1. Antecedentes

Salinas-Ruiz (1993) investigó sobre las *Dificultades matemáticas del alumnado de Enseñanzas Medias para la adquisición de conceptos cuantitativos en Ciencias Fisicoquímicas*. Su objetivo fue determinar el origen de algunas dificultades de los estudiantes al iniciar el estudio de Ciencias Fisicoquímicas en la Educación Media. Para ello aplicó un cuestionario diagnóstico con el que logró evidenciar fallas en las habilidades aritméticas y su transferencia a contextos de la Química, en especial de operaciones como la división. De igual forma, logró establecer que la naturaleza abstracta de los conceptos químicos, las magnitudes y unidades de medición, influye sobre la interpretación y el análisis de problemas.

Hussein & Reid (2009) en su investigación denominada *Working memory and difficulties in school chemistry*, expusieron las principales dificultades en el aprendizaje de la Química en Emiratos. Su hipótesis de investigación se centró en si la minimización de la memorización aumentaría la comprensión y la actitud positiva hacia la Química en estudiantes de año 10 y 11. Para ello, compararon dos grupos: uno con enseñanza tradicional, y el otro implementando material didáctico. Dentro de los resultados encontraron que el uso de materiales didácticos permite mejorar el desempeño académico y la motivación de los estudiantes.

Cárdenas-S. (2006), en su artículo sobre *Dificultades de aprendizaje en química: caracterización y búsqueda de alternativas para superarlas* estableció algunas dificultades de aprendizaje en Química que presentan los estudiantes durante los primeros semestres con la asignatura de Química General en la Universidad de La Salle. Para esto aplicaron el test de las Figuras de Intersección (FIT) y el Test de Dígitos Invertidos (DBT) para medir la capacidad mental de los individuos. Adicionalmente, se realizó un cuestionario para identificar los temas de

mayor dificultad encontrados durante el curso. La investigación logró determinar que estequiometría, soluciones y estado gaseoso, son temáticas en la que los estudiantes presentan algunas falencias y las consideran de difícil aprendizaje. Se destacó que las temáticas en la que los estudiantes presentan inconvenientes en su comprensión requieren de competencias matemáticas básicas. Así mismo, se encontró que el alto desempeño en esta asignatura está sujeta a la capacidad mental.

En el trabajo de Kindsvater *et al.* (2008) denominado *Evaluación de estrategias de procesamiento de información en la enseñanza de ciencias experimentales*, docentes de Química Inorgánica y Física de la Universidad Nacional de Entre Ríos (Argentina) a partir de la reflexión de su práctica pedagógica y de la aplicación de cuestionarios exploratorios a sus estudiantes, lograron identificar dificultades comunicativas asociadas a la apropiación de conceptos, así como en la solución de problemas, en especial a aspectos relacionados con la identificación de variables, análisis, interpretación y uso de datos.

Gräber (2011) en su artículo *German High School Students Interest in Chemistry A Comparison between 1990 and 2008*, realizó una investigación comparativa entre el interés de los estudiantes por la asignatura de Química en dos periodos de tiempo diferentes en Alemania: 1990 y 2008. Para ello se volvió a aplicar un cuestionario en escala tipo Likert de 1990 para evaluar las percepciones de los estudiantes en torno a la Química, sus contenidos, importancia e intereses en relación con esta asignatura. La investigación exhibió la importancia del interés y la motivación de los estudiantes como factores decisivos en el aprendizaje de la Química. De igual forma, se destacó el efecto de la actitud y la personalidad del docente, así como de su práctica pedagógica en la enseñanza de esta asignatura.

Quiroga, Biglieri & Cerruti (2013) trabajaron en el *Diseño de una herramienta útil para detectar tempranamente alumnos con dificultades en el aprendizaje de conceptos de Química*. El objetivo del trabajo radicó en el diseño de una evaluación diagnóstica para la identificación anticipada de estudiantes con dificultades de aprendizaje para ser incluidos en programas especiales ofrecidos por la Universidad Nacional de La Plata. Durante esta investigación, encontraron que la herramienta permite encontrar falencias de aprendizaje de contenidos en la Química, resaltando que las principales dificultades se presentan en la resolución de problemas contextualizados, la interpretación de gráficos, así como en la apropiación de conceptos y definiciones.

Otro trabajo interesante resultó ser el de *La enseñanza y el aprendizaje de la Física y de la Química en el nivel secundario desde la opinión de Estudiantes* realizado por Morales, Mazzitelli & Olivera (2015). En esta investigación se estudiaron las representaciones sociales de los alumnos en torno a la enseñanza y el aprendizaje de la Química y la Física en la escuela secundaria a partir de los resultados obtenidos tras la aplicación de pruebas interrogativas en escala Likert. Se encontró, que existen aspectos favorecedores en el aprendizaje de la Química asociados a la implementación de estrategias didácticas, así como en la vinculación de la cotidianidad durante la enseñanza de esta asignatura. De igual forma se destacó la importancia que manifiestan los estudiantes en torno al aprendizaje de la Química y su contribución al desarrollo cognitivo.

En el trabajo de De Luca *et al.* (2015), titulado *Análisis de las dificultades de alumnos de primer año del ISFD 95 en el aprendizaje de conceptos químicos*, se analizaron las problemáticas subyacentes en el primer año de los profesorados de Física, Química y Biología en el aprendizaje de conceptos químicos. Para esto, se realizó un diagnóstico a partir de los

resultados de evaluaciones de años previos en la asignatura “Química y Laboratorio I”. Así mismo se aplicó un cuestionario con información de tipo personal, social y académica. Se evidenció la dificultad de los estudiantes en la apropiación del lenguaje químico, y en el relacionamiento de conceptos asociados a cantidades abstractas, tales como el mol, y sus representaciones en la escala macroscópica y submicroscópica.

*Reflexiones sobre el aprendizaje de las ciencias naturales: Nuevas aproximaciones y desafíos*, fue una revisión de literatura realizada por Busquets *et al.* en el 2016. En este destacan que, entre los principales problemas en el aprendizaje de la Química, se encuentra la falta de motivación de los estudiantes, así como en la poca capacidad de innovación metodológica de los docentes.

En la investigación sobre *Las emociones en el aprendizaje de física y Química en educación secundaria. Causas relacionadas con el estudiante*, realizada por Dávila-Acedo *et al.* (2016), se aplicaron encuestas anónimas para evaluar las emociones manifestadas hacia la física y la química durante su periodo de aprendizaje. Dentro de los resultados más importantes, encontraron que los estudiantes experimentan emociones negativas como aburrimiento, preocupación y nerviosismo durante el aprendizaje de la Química, en especial, durante el desarrollo de problemas matemáticos. Estas emociones influyen sobre el adecuado desempeño académico de los estudiantes, por lo que se considera necesario diseñar programas de intervención para mejorar estas emociones durante el aprendizaje de esta asignatura.

*Reconsidering learning difficulties and misconceptions in chemistry: Emergence in chemistry and its implications for chemical education* fue una revisión bibliográfica desarrollada por Tümay (2016), con la cual, logra establecer que las diferentes dificultades se derivan del aprendizaje de conceptos erróneos, debido a la naturaleza abstracta y compleja de esta disciplina,

por lo que es necesario desarrollar modelos de enseñanza auténticos y significativos que permitan superar estas dificultades.

Quílez-Pardo (2016), en su texto *¿Es el profesor de Química también profesor de Lengua?*, a partir de la revisión literaria en torno a la enseñanza y el aprendizaje de la Química, resalta la importancia del desarrollo de competencias lingüísticas transversales en el aprendizaje de esta asignatura, debido al lenguaje específico de esta ciencia. Asimismo, el autor destaca el rol del docente en la enseñanza de esta ciencia, el cual no debe centrarse simplemente en la enseñanza de un vocabulario científico, sino en su apropiación y comprensión para poder debatir, razonar y argumentar científicamente.

Durante el 2016, nuevamente Quílez-Pardo en compañía de Quílez-Díaz, en su trabajo denominado *Clasificación y análisis de los problemas terminológicos asociados con el aprendizaje de la química: obstáculos a superar*, realizaron una revisión de literatura científica con el objetivo de investigar sobre los principales obstáculos en el aprendizaje de la Química vinculados a su vocabulario especializado. En este trabajo, también se visibiliza la importancia de los contextos y de los significados específicos de los conceptos técnicos y no técnicos manejados en esta disciplina.

Busby (2018) en su investigación titulada *Transfer of graphing skills from Math to Chemistry*, investigó sobre la transferencia de las habilidades matemáticas en el contexto de la Química. Para esto, realizó comparaciones entre la capacidad de transferir habilidades matemáticas a otros dominios como el de la Química. A través de modelos de regresión múltiple estableció que el razonamiento científico y la conceptualización, son variables que pueden explicar hasta el 35% de la varianza en las capacidades de transferencia de habilidades

matemáticas. Así mismo, encontró dificultades en la transferencia de habilidades matemáticas, como la interpretación de gráficos y la interpretación de ecuaciones en el contexto químico.

*Aprendizaje profundo de conceptos químicos y rendimiento académico mediante autorregulación de aprendizaje* fue la investigación realizada por Urzúa *et al.* (2018), en la que se realiza una comparación a través de un test de T de Student entre las metodologías tradicionales y los enfoques autorregulados para la asignatura de Química. En esta investigación, se resalta la importancia de la enseñanza con un enfoque autorregulado, donde el docente tradicional, rompe con los esquemas y transforma su metodología, para incentivar el desarrollo de actividades contextualizadas y estimulando el desarrollo de habilidades cognitivas con el objetivo de alcanzar aprendizajes significativos.

En el 2018, Soler-Contreras, Cárdenas-Salgado y Hernández-Pina, en su trabajo denominado *Caracterización del enfoque de aprendizaje en estudiantes que cursan la asignatura Química en el grado undécimo en el municipio de Soacha, Colombia*, mediante la aplicación del cuestionario de Enfoques de Aprendizaje (CEA) lograron identificar los enfoques de aprendizaje de la Química que adoptan los estudiantes de undécimo grado, siendo el aprendizaje superficial el de mayor enfoque en los hombres, mientras que en las mujeres, fue el aprendizaje profundo.

Colpas-Castillo, Tarón-Dunoyer & González-Cuello (2018), en su trabajo sobre la *Influencia del ambiente en la motivación y la atención de los estudiantes para el aprendizaje de la Química*, encontraron que los estudiantes en ambientes de aprendizaje motivacionales y diferentes a los modelos tradicionales presentaron un cambio en la motivación de manera positiva y mejoraron su rendimiento académico.

En el 2018, Torres-Quezada, en su texto sobre las *Relaciones de la Química con matemática y lenguaje: propuesta de aprendizaje en un entorno virtual*, reflejó la importancia de las competencias lingüísticas y matemáticas en el aprendizaje de la Química, para lo que propone la articulación de la enseñanza de la química con lenguaje y matemáticas en un entorno virtual de aprendizaje.

Cubillán, Marrero-Ponce & Inciarte-González (2019) en su trabajo titulado *Integration of algebra and chemistry concepts with molecular descriptors: a problem-based-learning exercise*, presentaron una experiencia diferente al modelo tradicional con un modelo de aprendizaje basado en problemas, en la que se integró la importancia de los conceptos algebraicos y la interpretación de gráficos en el estudio de las propiedades fisicoquímicas mediante el cálculo de descriptores moleculares.

Munoz-Masson, Quintanilla-Gatica & Manzanilla-Castellanos (2019) trabajaron en la *Construcción y validación preliminar de un instrumento de evaluación de actitudes hacia la clase de Química para estudiantes de educación secundaria*, con el cual, buscaron evaluar las predisposiciones tanto de los estudiantes como de los docentes con relación a los procesos de enseñanza y aprendizaje de la Química.

*Aprender a comunicar ciencia aumenta la motivación del alumnado: La jornada científica como una propuesta didáctica en educación secundaria* fue la investigación realizada por Gollerizo-Fernández y Clemente-Gallardo en el 2019, en la cual, presentaron el congreso científico como una estrategia para el desarrollo de competencias científicas y lingüísticas. Además, se encontró que este tipo de actividades mejoran los niveles de motivación, interés y disfrute hacia la asignatura.

A nivel regional incluso, se encontró un antecedente importante ligado al estudio de las actitudes de los estudiantes. En el trabajo titulado *Actitudes hacia la Química por parte de Estudiantes de 10° Grado del Colegio Nuestra Señora de la Paz, Sede A, del Municipio de San Vicente de Chucurí* desarrollado por Afanador-Garcés (2011), a partir del paradigma cualitativo, se logró establecer que las actitudes positivas de los estudiantes hacia la asignatura podrían relacionarse en gran parte a los métodos de enseñanza de esta asignatura, así como de la actitud positiva del docente. Así mismo, el hecho de relacionar el conocimiento de esta asignatura con la cotidianidad despertó en los estudiantes un mayor interés y una mayor valoración hacia la misma.

## **2.2. Bases Teóricas**

### ***2.2.1. Teoría cognitiva moderna: Transferencia y aprendizaje multimedia***

Las teorías cognitivas modernas se basan en el aprendizaje como una construcción de estructuras de conocimientos. Por lo tanto, los procesos memorísticos y repetitivos no son suficientes, se deben promover a la interpretación y reflexión de la información adquirida, y relacionarla con otros conocimientos previamente adquiridos (Kindsvater *et al.*, 2008 citan a Resnick & Kopfler, 2001).

Desde esta perspectiva, el aprendizaje es significativo cuando el individuo que posee los conocimientos es capaz de ejecutar diversas acciones, teniendo en cuenta cuándo realizarlas y cómo adaptarlas de acuerdo con sus contextos. Dentro de las teorías modernas, resuena el concepto de la transferencia, la cual, es la capacidad que tiene un individuo de aplicar conocimientos o habilidades desde una fuente a un nuevo objetivo o contexto diferente (Busby, 2018). Busby (2018) se refiere a la fuente como el dominio o contexto en el cual un individuo adquirió conocimientos o habilidades para la resolución de problemas. Mientras que el objetivo,

se refiere a la nueva situación o contexto en la que se encuentra inmersa un individuo y debe solucionar un nuevo problema diferente al del contexto de la fuente. En otras palabras, la transferencia busca que el aprendizaje sea significativo y pueda utilizarse de una manera más amplia en el transcurso de la vida del estudiante y en contextos diversos.

Por su parte, Rent-Davids (2013) resalta lo expuesto por Judd (1908) el cual establece que los procesos de transferencia dependen de ciertas facultades mentales, asociados a la memorización, la atención y la toma de decisiones, estableciendo que el desarrollo de ciertas funciones mentales tendría efectos que podrían transferirse de un contexto a otro. Sin embargo, en algunos casos es necesario que existan elementos similares o semejantes entre ambos contextos con el objetivo de garantizar con mayor seguridad la transferencia de un conocimiento, una habilidad o una competencia, tal como lo estableció Woodworth & Thorndike (1901) en sus investigaciones.

Busby (2018) cita a Holyoak & Koh (1987) al determinar que la transferencia también se presenta cuando una persona puede inducir un esquema mental de un ejemplo aprendido en un contexto y aplicarlo a contextos con nuevas problemáticas. Los sistemas educativos actuales pretenden proporcionar al estudiante diferentes competencias que le permitan pensar de manera crítica y reflexiva, para poder aplicar sus conocimientos y las habilidades desarrolladas en diferentes situaciones, es decir, que exista una transferencia del conocimiento y las habilidades ya existentes en el estudiante, y este las pueda abordar en un nuevo problema.

Rent-Davids (2013) realizó una revisión exhaustiva de las diferentes teorías de transferencia a través del tiempo. Dentro de los autores citados por Rent-Davids, se destacan las investigaciones realizadas por Royer (1978) en las cuales se distinguen diversos tipos de transferencia:

- Transferencia lateral: Es aquella que se realiza entre dos contextos o actividades que poseen un nivel de complejidad similar.
- Transferencia vertical: Es aquella que se desarrolla entre dos contextos o actividades que difieren en complejidad.
- Transferencia específica: Se realiza cuando las situaciones o contextos poseen elementos similares evidentes.
- Transferencia no específica: Transferencia que ocurre entre situaciones que no comparten similitud entre sus elementos.
- Transferencia literal: Es la aplicación de conocimientos y habilidades con exactitud y de forma completa.
- Transferencia figurativa: es aquella en la que se utiliza la analogía para realizar la aplicación de los conocimientos y las habilidades.

En todo caso, la teoría de transferencia evidencia el hecho de estructuras mentales previas, compuestas de habilidades, conocimientos o competencias, las cuales, son aplicadas en diversos contextos y con diferentes elementos.

Otro de los aspectos relevantes de las teorías cognitivas modernas, están relacionadas con el aprendizaje multimedia, es decir, con el uso de presentaciones que incluye palabras e imágenes de manera simultánea. Teniendo en cuenta la variedad de sistemas semióticos de la Química, Raviolo (2019) destaca de la teoría cognitiva moderna del aprendizaje multimedia, 3 aspectos esenciales: el primero, consiste en que, si bien la información que presentan las imágenes y las palabras son diferentes, estas llegan a complementarse entre sí; lo segundo interesante de esta teoría, radica en la manera como el cerebro procesa palabras e imágenes, pues el procesamiento de cada uno de este tipo de elementos, se realiza en canales diferentes;

finalmente, la integración mental de palabras e imágenes propicia aprendizajes más profundos debido al esfuerzo cognitivo necesario para procesar la información. De esta forma, el estudiante es capaz de construir modelos mentales a través de sistemas verbales y gráficos, y crear relaciones entre los mismos. En este punto, la interpretación de sistemas multisemióticos, es decir, aquellos donde el texto problema viene acompañado de imágenes, simbologías y gráficos, resulta ser una habilidad fundamental en el aprendizaje de la Química, teniendo en cuenta la diversidad de sistemas que este posee, tales como el verbal, el matemático, el gráfico y el tipográfico. Por ende, la existencia o ausencia de estas habilidades podría considerarse un factor relevante que pueda influir sobre el correcto desempeño académico de los estudiantes en Química.

### ***2.2.2. Teoría constructivista***

El aprendizaje de ciencias como la Química requiere que el estudiante posea cierto tipo de habilidades y competencias científicas previas. En este punto, desde la teoría constructivista, el aprendizaje se centra en la construcción activa del conocimiento, a través de la modificación de pensamientos, habilidades, conocimientos y competencias ya existentes (Busby, 2018). De acuerdo con las teorías constructivistas, el conocimiento se adquiere a partir de la interacción existente entre los nuevos conocimientos (considerados de carácter disciplinar) y los conocimientos preliminares, los cuales ya se encuentran en el sujeto (Carretero, 1996).

Ordaz-González & Britt-Mostue (2018) estipulan que desde la corriente constructivista el conocimiento se concibe a partir de un proceso activo y participativo en el cual, conocimientos, competencias y habilidades preexistentes, son reinterpretados en la mente, creando nuevos modelos para poder explicar los fenómenos del mundo que les rodea, por lo que cada nuevo conocimiento, implica la creación de modelos cada vez más complejos.

Con base en esta perspectiva, resulta importante que, para lograr fortalecer las habilidades de pensamiento científico en el estudiante, este debe contar con estructuras previas, cómo las que se encuentran asociadas a la comprensión e interpretación de textos, habilidades semióticas, así como de competencias matemáticas básicas, las cuales, serán adaptadas a los contextos de la Química. Autores cómo Marin-Quintero (2010) y Busby (2018), afirman que el constructivismo percibe a la ciencia como una actividad en la que el ser humano es capaz de construir conocimientos científicos. Partiendo de esta teoría, la construcción de nuevos conocimientos es responsabilidad de cada individuo, el cual debe participar de manera activa en este proceso, integrando nuevas evidencias y adaptando patrones de conocimientos previos. De esta forma, se rompe con los paradigmas tradicionales donde el estudiante ejerce un rol pasivo, para ahora transformarse en un sujeto activo en la construcción de su propio conocimiento.

Uno de los principales autores de esta teoría, fue el psicólogo Jean Piaget, el cual, en la década de los sesenta, estipuló que el hombre adquiere nuevos conocimientos a partir de su actuar y su interacción con el mundo que le rodea. De esta manera empezó a estudiar aquellos mecanismos relacionados con la interiorización del conocimiento por parte de los sujetos que aprenden (Valero-Alemán & Mayora, 2009). Piaget, visualiza al ser humano como un pensador activo, capaz de ir construyendo diversas visiones del mundo, analizando sus problemáticas y reflexionando sobre las posibles soluciones de estos. Es entonces, donde el conocimiento se genera a partir de las múltiples visiones que el ser humano tenga sobre el entorno que le rodea.

Busby (2018) cita a Siegler & Ellis (1996), considerando que la construcción de nuevos conocimientos sucede de una forma única en cada sujeto, pues en este proceso influyen de manera significativa sus perspectivas y las selecciones de estrategias que este considere de mayor eficiencia o que mejor se ajusten a su manera de pensar. Es por eso, que se enfatiza

nuevamente que la construcción del conocimiento se origina a partir de la interacción del hombre con el mundo, su actuar, así como transformaciones físicas o mentales que tengan los objetos con los cuales interactúa. De acuerdo con Busby (2018), Piaget (1970) establece que las personas poseen estructuras generales o esquemas, a través de los cuales, va construyendo conocimiento a partir de sus interacciones con el mundo.

El constructivismo aporta una teoría general para determinar los efectos que tiene los conocimientos y competencias previas en el proceso de aprendizaje de nuevos conocimientos, con el objetivo de generar estrategias de intervención que permitan predecir, comprender y explicar diferentes déficits en el aprendizaje de la Química (Tümay, 2016).

Dentro del constructivismo, nace una línea denominada constructivismo social o socio-constructivismo. Su mayor exponente fue Lev Vygotsky, un psicólogo ruso quien trabajó desde 1920 a 1934 en su Teoría Social, en la cual sugiere que el aprendizaje se encuentra interrelacionado con el desarrollo. Dentro de sus postulados, Vygotsky asegura que los procesos de aprendizaje encienden diversas actividades internas de desarrollo, los cuales son operados cuando el individuo se involucra de manera activa con otros sujetos de su entorno y coopera con sus pares. Piaget se enfocó en los procesos de transmisión de conocimientos desde lo social, considerando los actos comunicativos como un medio para confirmar pensamientos, y no como una herramienta para su desarrollo. En este punto, el constructivismo social propone que la maduración biológica del individuo contribuye a que el aprendizaje social facilite el desarrollo de patrones de pensamiento (Busby, 2018). De acuerdo a Vygotsky, el desarrollo de funciones como la comunicación, el lenguaje y el razonamiento, se generan inicialmente en el contexto grupal y social, para posteriormente interiorizarse a nivel personal (Valero-Alemán & Mayora, 2009). En este punto, las relaciones interpersonales del estudiante son sus pares y con el

docente, cumplen una función vital dentro de los procesos de construcción de conocimiento, por lo que deben ser consideradas al momento de establecer los factores asociados al desempeño académico del estudiante.

Martínez-Zamora, Hernández-Páez & López-Méndez, (2016), desde la teoría de Vygotsky, establecen que el aprender supone el paso desde el entorno hacia la reflexión interna. De esta manera, el aprendizaje permite la apropiación progresiva y reflexiva de los productos socioculturales y de las herramientas mentales que le permitan a cada individuo controlar y transformarse no sólo a sí mismo sino también al mundo que le rodea.

Por su parte, Kindsvater *et al.*, (2008), rescata el carácter psicosocial de la educación desde la perspectiva de Vygotsky, en la cual, la construcción de ideas sucede a partir de la interacción con otros alumnos y con el profesor, donde la interpretación de los resultados de las actividades escolares está sujeta a un juego de influencias mutuas entre el aprendizaje y el desarrollo.

Reyes-Cárdenas & Padilla (2012) también reconocen la importancia del constructivismo social en los procesos de aprendizaje de la Química. Teniendo en cuenta los cambios del mundo actual, se crean nuevos contextos sociales que pueden servir de ejemplo para la asignatura, y que a través de la implementación de estrategias metódicas que permitan la intervención activa de los estudiantes, mediante el diálogo y la interrogación con sus pares y con el mismo docente. En este punto, es vital una adecuada práctica pedagógica del docente, para garantizar que el estudiante pueda ser partícipe en la construcción del conocimiento, así como de fortalecer competencias lingüísticas asociadas a la comprensión, interpretación y narración.

## 2.3. Marco Conceptual

### 2.3.1. Educación basada en competencias

Uno de los objetivos centrales de la educación basada en competencias, radica en que se centra en las necesidades del estudiante, teniendo en cuenta las particularidades de aprendizaje individual, así como de las potencialidades que cada individuo tiene para desarrollar, y de esta forma, lograr la adquisición de nuevos conocimientos y habilidades de acuerdo con las demandas y necesidades del mundo laboral actual. La educación por competencias requiere de una transversalidad de los conocimientos, comportamientos y habilidades que le permitan desarrollar una actividad o problema determinado de manera eficaz.

En Colombia, la Química se imparte a través del sistema educativo basado en competencias, en el cual, esta asignatura favorece al desarrollo de competencias científicas basadas en la comprensión, explicación y entendimiento de los principales fenómenos naturales y sociales del mundo actual. Las competencias científicas buscan que el estudiante logre consolidar su pensamiento crítico a través de la capacidad reflexiva, para poder tomar decisiones apropiadas en torno al desarrollo del mundo y de la sociedad actual (Tobón, Pimienta & García, 2010). El desarrollo de competencias científicas prospera a partir de la comprensión del lenguaje y de los conceptos y procedimientos científicos, así como de las actitudes y pensamientos críticos frente a la ciencia y su impacto sobre la humanidad.

Martínez-Zamora *et al.* (2016) así como Muñoz-Burbano, Solbes & R-Zambrano (2020) hacen referencia al concepto de competencia estipulado por el Ministerio de Educación Nacional de Colombia (2016), la cual asocia el término de competencia con la capacidad de desempeñarse o realizar diversas acciones en cada área a partir de la integración de saberes, habilidades, potencialidades y destrezas propias de cada estudiante. El desarrollo de las competencias está

sujeto a los contextos específicos, los cuales varían y evolucionan acorde a los aprendizajes, vivencias e interacciones que tenga el individuo con el mundo en el que se encuentra inmerso.

Diversos autores (Martínez Zamora *et al.*, 2016; Blanchar-Añez, 2020; Muñoz-Burbano *et al.*, 2020), concuerdan en que varios países de Latinoamérica y el mundo, incluyendo Colombia, imparten la educación científica por competencias estipuladas desde los currículos, no obstante, la realidad evidencia que la enseñanza de las ciencias se realiza a través de modelos tradicionales, basados en la impartición de instrucciones, la transmisión y recepción de conocimientos de manera unidireccional, donde los educandos tienen una posición pasiva y dependiente, y en la que los procesos memorísticos y repetitivos discrepan con las orientaciones pedagógicas constructivistas establecidas a nivel Nacional. En este sentido, el modelo educativo por competencias en Colombia aún posee grandes falencias en su proceso evaluativo, principalmente, por la carente comprensión teórica de este modelo y, por ende, fallas en su interpretación y aplicación efectiva.

Según Parga-Lozano & Piñeros-Carranza (2018), en Colombia, la enseñanza de la Química tanto en la educación básica y como media, generalmente, está encaminada a la conceptualización científica, sin llegar a representar una relevancia crucial en los estudiantes, pues presenta contenidos disciplinares descontextualizados y atomizados, totalmente desarticulados de las problemáticas del mundo actual, sin llegar a despertar el interés o la motivación de los estudiantes, convirtiéndose en un obstáculo en los procesos de aprendizaje y comprensión de esta asignatura, como en el desarrollo de capacidades asociadas al desarrollo de problemas de contexto y la interpretación de los diversos fenómenos naturales estudiados desde la Química. Conexa a esta problemática, se encuentra el deficiente desempeño de los estudiantes

en pruebas estandarizadas, las cuáles constituyen un preámbulo al ingreso del mundo laboral o a la continuidad formativa en la educación superior.

Torres-Quezada (2018) cita a Yániz (2006) al momento de establecer las características de la formación basada en competencias. Conforme a sus planteamientos, la educación por competencias debe estar centrada en el aprendizaje de los estudiantes, por lo que es necesario planificar los aprendizajes deseados y que se organice de manera eficiente los elementos imprescindibles al momento de adquirir las competencias en los perfiles establecidos de forma preliminar. Se reitera entonces, la importancia de la planificación en este sistema, teniendo en cuenta lo compleja y ambiciosa que puede llegar a ser la naturaleza del aprendizaje de una asignatura tan abstracta como lo es la Química, queriendo lograr así, que los estudiantes conozcan, comprendan y reflexionen los contenidos extensos y complejos que esta asignatura abarca, y poder transferirlos a diferentes contextos de la cotidianidad y del mundo actual.

### ***2.3.2. Estilos de enseñanza de la Química***

Morales, Mazzitelli & Olivera (2015) citan los dos modelos caracterizados por Gargallo López *et al.* (2011), en relación con los estilos de enseñanza de la Química más comunes. Por un lado, se encuentra el modelo de enseñanza centrado en la enseñanza o modelo tradicional, y el segundo, es el modelo centrado en el aprendizaje o modelo constructivista.

#### **2.3.2.1. Modelo centrado en la enseñanza.**

Este modelo fundamenta el proceso educativo en la enseñanza y, por lo tanto, el rol protagónico se traslada netamente al docente. Desde este modelo, el conocimiento científico se entiende como algo definitivamente construido e invariable. Por consiguiente, la función que cumple el docente consiste en transmitir el conocimiento, lo que requiere de un excelente dominio de los conceptos, una actualización constante de contenidos y la capacidad de hacerse

entender correctamente, para garantizar el correcto entendimiento de sus alumnos. La exposición magistral es la metodología implementada y, por ende, la interacción del docente con el estudiante es muy poca. En primera instancia, el docente no tiene en cuenta los saberes preliminares del estudiante, los cuales favorecen a la adecuada construcción de nuevos conocimientos. Las principales fuentes de información son los libros de textos o los apuntes del docente. Teniendo en cuenta que el aprendizaje se basa en la adquisición de nuevos conocimientos, se considera que el estudiante ha aprendido cuando adquiere dichos conocimientos, para lo cual, se limita a escuchar, tomar apuntes, memorizar y repetir. Este modelo mecanicista, transmisionista y replicativo, si bien puede garantizar la conceptualización científica, no permite el desarrollo argumentativo y el pensamiento crítico de los estudiantes frente a las temáticas estudiadas, ni el fin pragmático de los conocimientos adquiridos. Autores como Zafra-Tristancho, Vergel-Ortega & Martínez-Lozano (2014), Villalobos-Delgado. *et al.* (2016), así como Ordaz-González & Britt-Mostue (2018), convergen en que los modelos transmisionistas, tradicionales, expositivos y descontextualizados se encuentran desactualizados, y resultan obsoletos a las necesidades educativas actuales.

### **2.3.2.2. Modelo centrado en el aprendizaje.**

Contrario al modelo anterior, este se centra en el aprendizaje y, por ende, el rol protagónico es para el estudiante. Desde este modelo, el conocimiento es percibido como una construcción social, que se encuentra en constante cambio. Por lo tanto, es una tarea conjunta, tanto del docente como del estudiante, organizar y transformar dicho conocimiento. Más que ser un ente transmisor, el profesor debe ser un orientador, alguien capaz de facilitar el proceso de aprendizaje del estudiante, por lo que resulta fundamental, no sólo el conocimiento académico concerniente a su asignatura, sino también la formación en estrategias didácticas y pedagógicas.

Con el fin de garantizar la autonomía, el pensamiento crítico y la argumentación del estudiante, implementa diversas estrategias y recursos que permitan motivar y despertar el interés del alumno en el proceso de construcción de nuevos conocimientos. Para ello, también tiene en cuenta los intereses de los estudiantes, así como los contextos actuales; se implementan actividades que permitan el intercambio de ideas entre los docentes y los estudiantes, tales como las exposiciones, el diálogo y algunas técnicas grupales. El objetivo de este modelo es garantizar el aprendizaje significativo, permitiendo que los estudiantes logren apropiarse de nuevos saberes y utilizarlos en diferentes contextos, en correspondencia a las realidades en las que se ven inmerso. Para Quílez-Pardo (2016), el aprendizaje de la ciencia se realiza a través de un proceso social de construcción, en el que el lenguaje y el pensamiento se desarrollan paralelamente. El aprendizaje debe garantizar entonces habilidades para debatir, razonar y argumentar científicamente con los demás, y el rol del docente, debe ser esencial al momento de ayudar y apoyar al estudiante a desarrollarlas.

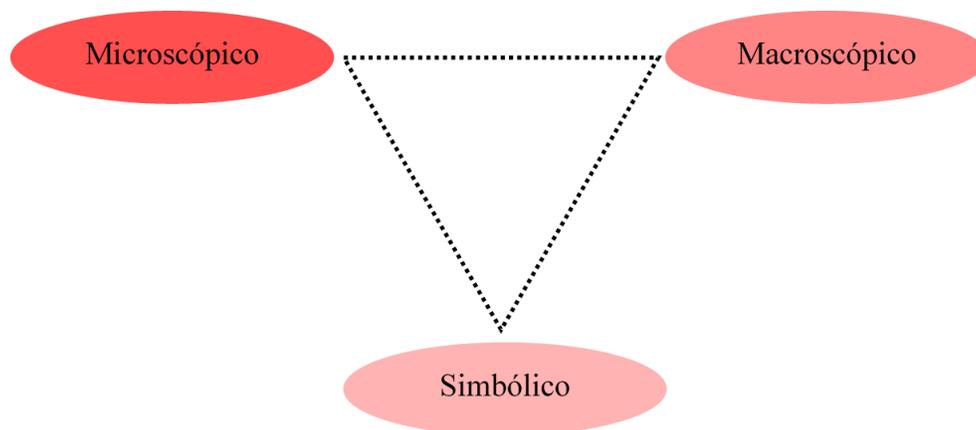
### **2.3.3. Niveles de representación de la química.**

Tümay (2016), considera que uno de los aportes más significativos de Johnstone (2007), han sido sus nociones referentes a los niveles de representación de la Química: macroscópico, microscópico y simbólico (MMS). A continuación, se describen los aspectos más relevantes de cada uno de los niveles:

- **Nivel macroscópico:** Incluye todas aquellas representaciones mentales que se adquieren a través de las experiencias sensoriales directas, en las que el individuo es capaz de observar diversas sustancias, procesos o fenómenos.
- **Nivel microscópico:** Hace referencia a las representaciones abstractas, que no pueden observarse a simple vista, pero son de dominio particular de un experto en química. Se

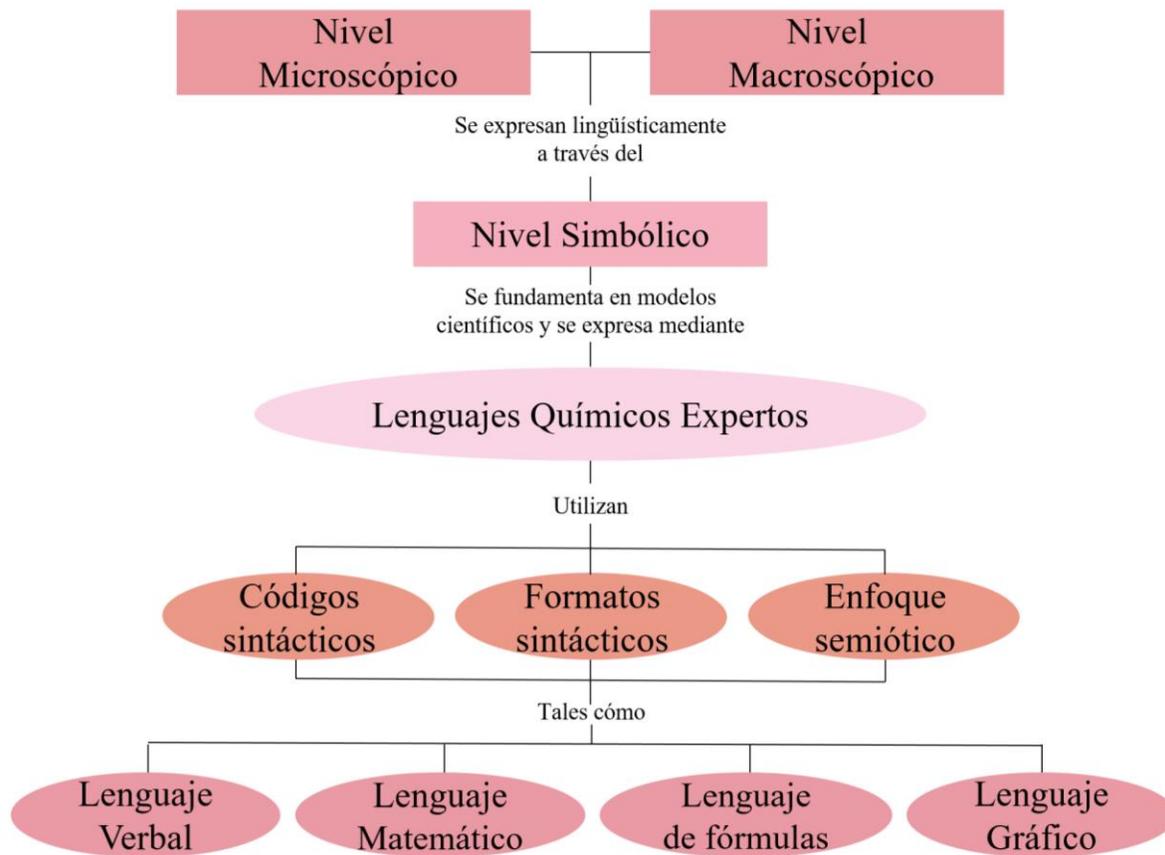
asocia principalmente a esquemas de partículas, como átomos, moléculas y iones, los cuales se conceptualizan para explicar las observaciones del nivel macroscópico.

- **Nivel simbólico:** Constituye todo un sistema semiótico de definiciones, gráficos, ecuaciones, símbolos y fórmulas matemáticas, que permiten representar todas las entidades y procesos de los niveles macroscópicos y microscópicos.



**Figura 2.** *Triángulo de Johnston: Niveles de representación de la Química – Fuente: Johnstone (2007)*

Pese a que, ontológicamente, la química posee dos niveles (microscópico y macroscópico), lingüísticamente se permite expresar el discurso químico a través de la descripción de los diversos modelos científicos y se dan explicaciones de los niveles macroscópico a partir del lenguaje y los elementos retóricos propios del nivel simbólico (Galagovsky & Giudice, 2015).



**Figura 3.** Importancia del nivel simbólico en el aprendizaje de la Química – Adaptado de:  
*Galagovsky & Giudice (2015)*

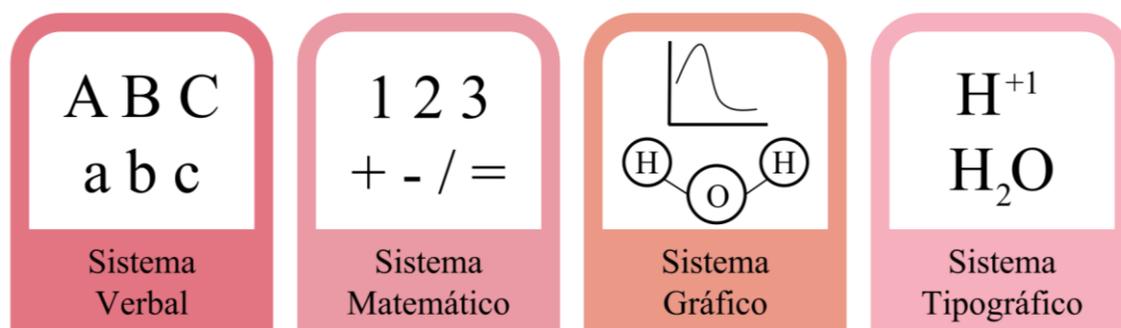
Galagovsky & Giudice (2015), enfatizan la importancia del nivel simbólico en el aprendizaje de la química. Conforme a estos autores, el nivel simbólico es el fundamento de los modelos científicos y se expresan a través de diferentes lenguajes químicos expertos, tales como el lenguaje gráfico, el lenguaje verbal, el lenguaje matemático, y por último el lenguaje de fórmulas. Para ello, utiliza códigos y formatos sintácticos, así como teorías semióticas para poder dar explicación a los diversos fenómenos químicos.

### 2.3.4. Sistemas semióticos en la Química.

Existen diferentes sistemas semióticos utilizados durante el aprendizaje de la Química. Pese a que el sistema verbal resulta ser el predominante en la mayoría de las ciencias, existen otros sistemas que se encuentran presentes en diferentes escritos multimodales, y que requieren una interpretación integral y contextualizada, para garantizar la correcta comprensión de los conceptos enseñados. Liu & Taber (2016), manifiestan que los sistemas semióticos de la Química, requiere de una creación de patrones y relaciones de significado específicos, los cuáles se construyen a partir del contexto específico de la ciencia. Gladic-Miralles & Cautín-Epifani (2018), establecen que, en algunos textos, existen artefactos multisemióticos que permiten caracterizar a profundidad objetos de interés y que deben ser integrados y articulados con el fin de dar un significado apropiado y una interpretación correcta. Estos autores describen los 4 principales sistemas semióticos:

- **Sistema verbal:** Es el sistema más común, conformado por palabras, frases y oraciones que mediante formatos sintácticos llegan a constituir un significado por medio de lo lingüístico. El sistema verbal en la Química consta de diversos conceptos científicos que muchas veces resultan ser abstractos y requieren de los otros sistemas para ser representados.
- **Sistema gráfico:** Se compone de representaciones visuales de diferente índole, tales como gráficos, imágenes, fotografías y tablas. Presentan de manera resumida y visual diferentes conceptos o fenómenos en estudio. Raviolo (2019), considera que la comunicación visual y gráfica es complementaria, y permite exponer información de manera explícita, facilitando su percepción y aprendizaje.

- **Sistema matemático:** Son representaciones simbólicas que muestran las diferentes relaciones existentes entre variables y conceptos estudiados. De igual forma, permiten la codificación mediante el uso de símbolos de la información.
- **Sistema tipográfico:** En química, resulta importante el sistema tipográfico, el cual, resulta un complemento de los sistemas verbales y matemáticos, otorgando significados específicos de acuerdo con las características de la fuente. En ella, el tamaño, dimensión, ubicación y dimensionalidad de símbolos, números y letras repercuten sobre el significado final de una expresión.



*Figura 4. Sistemas semióticos utilizados en la Química.*

### 2.3.5. Competencias lingüísticas en el aprendizaje de la Química.

Durante la enseñanza de la Química en el aula de clase, los estudiantes se enfrentan a nuevos conceptos que deben incorporar a su lenguaje, a partir de concepciones abstractas y algunos procedimientos aritméticos que en la mayoría de veces resultan ser confusos, requiriendo un mayor esfuerzo cognitivo para lograr apropiarse y comprender los conocimientos impartidos (De la Chaussée, 2009; Gräber, 2011; De Luca *et al.*, 2015; Quílez-Pardo, 2016; Busby, 2018; Mainegra-Fernández, Miranda-Izquierdo & Cué-Infante, 2018; Ordaz-González & Britt-Mostue, 2018; Gollerizo-Fernández & Clemente-Gallardo, 2019)

En conformidad a lo estipulado por Quílez-Pardo (2016), aprender Química es como aprender una lengua extranjera, en parte, porque la Química posee un lenguaje especializado y complejo, el cual, es necesario para posibilitar los procesos de comunicación entre docente y estudiante, así como para facilitar los procesos de razonamiento e interpretación, sea de manera oral o escrita. El lenguaje de la Química es muy específico, ya que cada símbolo encierra diversos significados teniendo en cuenta los diferentes niveles de representación macro y microscópico, los cuales, requieren de un registro, decodificación y conversión en nuevos elementos para el razonamiento y los procesos comunicativos. Adicional a ello, si el estudiante no adquiere el vocabulario específico de la ciencia, difícilmente podrá argumentar y razonar de manera lógica en torno a los objetos de estudio y sus contextos heterogéneos.

Desafortunadamente, la mayoría de los docentes de esta asignatura se centran en la comprensión de los modelos teóricos, dejando de un lado, el desarrollo de competencias lingüísticas de oralidad, lectura y escritura contextualizadas dentro de la alfabetización científica de la Química (Fernando-Candela, 2020). De igual modo, los modelos de enseñanza tradicionales resultan ser memorísticos, por lo que la cantidad de conocimientos a adquirir resulta abrumadora, por lo que muchos, terminan buscando lógicas de comprensión de ese discurso, generando errores conceptuales (Galagovsky, 2009).

La mayor dificultad observada en el aprendizaje de esta asignatura se centraliza en la comprensión y uso del vocabulario técnico-científico (Pasmanik & Cerón, 2005), muchas de ellas asociadas a objetos cotidianos, mientras que otras denotan procesos y conceptos totalmente nuevos, así como el lenguaje semiótico, de símbolos y fórmulas, utilizados en la Química. Así mismo, existen algunos conceptos no técnicos, que necesitan de un contexto específico para garantizar su entendimiento. Es por ello, que es función del docente, introducir de manera

adecuada dichos términos, a través de la ejemplificación y la contextualización (Liu & Taber, 2016; Quílez-Pardo & Quílez-Díaz, 2016).

El discurso de la Química es realmente complejo, al momento de estudiarla, el estudiante puede encontrarse no sólo con lenguaje verbal, sino con esquemas gráficos, fórmulas químicas, expresiones matemáticas y simbologías que pueden resultar inaccesibles si no existe una adecuada explicación y contextualización de todos esos elementos (Galagovsky, 2009; García-Franco & Taber, 2010; Lahore, 2018). Masullo & Formica (2009) insisten en que la interpretación de los diversos conceptos químicos varía de acuerdo con los conocimientos previos y las capacidades inferenciales y analíticas de los estudiantes. En algunos casos, cuando un estudiante se encuentra con un nuevo concepto o simbología, lo primero que hará es realizar una interpretación literal y descontextualizada. Cuando existen nociones previas y un alto grado de apropiación, el estudiante puede ser capaz no solo de identificar diversos elementos, sino también establecer relaciones entre ellos.

Cabe resaltar, que el objetivo único de la Química no consiste en la mera apropiación del vocabulario científico, sino que también es necesario desarrollar capacidades analíticas, interpretativas y reflexivas en torno a los conceptos aprendidos, sujetas principalmente al refuerzo de competencias lectoescritoras y orales ligadas a la comprensión y el uso adecuado del lenguaje específico de la Química (Fernando-Candela, 2020). Por ello, se debe reforzar habilidades de debate, razonamiento y argumentación científica con sus compañeros y el docente a cargo, así como el análisis de textos y en la redacción de respuestas en torno a los problemas planteados durante las clases, con fin de fortalecer competencias lingüísticas contextualizadas desde la Química. (Quílez-Pardo, 2016; Torres-Quezada, 2018).

Por otra parte, la comprensión de textos resulta ser otras de las dificultades asociadas a al aprendizaje de la Química (Montagut-Bosque, 2010; Martínez & De Longhi, 2013; Quiroga *et al.*, 2013; López-Chavarrías, Sanjosé-López & Solaz-Portolés, 2014; Quílez-Pardo, 2016; Cabrera-Pommiez & Caruman-Jorquera, 2018). Para López-Chavarrías *et al.* (2014), la comprensión de un texto requiere de la utilización de diferentes mecanismos mentales asociados a la atención y la memoria, en donde la información recibida, pasará por un proceso de codificación y percepción, al igual que de procesos inferenciales articulados a los conceptos e ideas previas que tenga el estudiante y al contexto en el que se encuentra. Adicional a ello, Martínez y De Longhi (2013), consideran que es necesario conocer las reglas propias del lenguaje de la química, las cuales, terminan convirtiéndose en una barrera para la comprensión adecuada de los textos.

### **2.3.6. Competencias matemáticas en el aprendizaje de la Química.**

Otro de los factores que incide de manera negativa sobre los procesos de aprendizaje de la Química son las dificultades asociadas a la resolución de problemas que involucren conocimientos aritméticos y algebraicos (Salinas-Ruiz, 1993; Quiroga *et al.*, 2013; Galagovsky & Giudice, 2015; Almeida-Carazo & Almeida-Carazo, 2017; Beirigo-Lopes, Tasinaffo-Alves & Ferreira-Martins, 2018; Busby, 2018; Mainegra-Fernández *et al.*, 2018; Ordaz-González & Britt-Mostue, 2018; Torres-Quezada, 2018; Gollerizo-Fernandez & Clemente-Gallardo, 2019; Raviolo, 2019; Canac & Kermen, 2020). En temas como estequiometría, soluciones y teoría de los gases, se evidencian grandes déficits en las competencias matemáticas de los estudiantes (Cárdenas-S., 2006), pues no existe el dominio de habilidades al momento de formular y despejar ecuaciones, ni son capaces de establecer relaciones entre las variables involucradas.

Existe una relación innata entre la Química y las Matemáticas, por lo tanto, si existen debilidades cognitivas con relación al manejo de conceptos matemáticos básicos y la realización de diferentes operaciones aritméticas, estas se convertirán en una limitante durante la resolución de los problemas propuestos desde la Química (Torres-Quezada, 2018; Gollerizo-Fernandez & Clemente-Gallardo, 2019). Las habilidades aritméticas básicas para la realización de las cuatro operaciones numéricas (suma, resta, multiplicación y división), las competencias algebraicas para la representación simbólica que permiten la formulación y despeje de ecuaciones, así como de habilidades semióticas complementarias son necesarias para interpretar, analizar y resolver diferentes problemas químicos (Busby, 2018).

La comprensión de un problema se da a partir de la interpretación literal del texto, la determinación de información previa, la extracción de variables y datos presentes, su decodificación y la propuesta de una solución (Mainegra-Fernández *et al.*, 2018). B. Almeida-Carazo & J. Almeida-Carazo (2017), coinciden en que en muchas temáticas de la Química, existen actividades donde los procesos de formulación y resolución de problemas hacen parte del proceso de aprendizaje, por lo que el estudiante, debe tener no solo competencias lingüísticas al momento de realizar la lectura de los textos, sino que deberá contar con habilidades matemáticas para poder traducir el sistema verbal a un sistema matemático y simbólico, para dar solución a los problemas en estudio. Gran parte de los estudiantes presentan cierto conflicto con el lenguaje simbólico, teniendo en cuenta el amplio sistema de códigos y signos presentes en la Química (Canac & Kermen, 2020).

Otras de las competencias matemáticas fundamentales durante el estudio de la Química, consiste en el procesamiento de gráficos (Galagovsky & Giudice, 2015; Busby, 2018; Raviolo, 2019). A algunos estudiantes, les resulta complejo interpretar problemas que involucren sistemas

multisemióticos, en donde el texto problema viene acompañado de imágenes, simbologías y gráficos, en especial, porque habitualmente desarrollan problemas básicos representados sólo por el sistema verbal. Raviolo (2019) enuncia que la falta de contextualización es una de las principales interferencias al momento de interpretar gráficos o esquemas. Adicional a ello, la información representada en los gráficos algunas veces no es fácilmente perceptible, lo cual impide su interpretación y análisis correcto.

### **2.3.7. Aspectos actitudinales y emocionales frente al aprendizaje de la Química.**

Diversos autores concuerdan en que los factores emocionales y actitudinales de los estudiantes frente a una asignatura en particular influyen de manera significativa sobre su aprendizaje, pues los procesos de adquisición de conocimientos requieren de la operación de campos cognitivos, afectivos y psicomotores del individuo (Pasmanik & Cerón, 2005; Gómez-Moliné, Morales & Reyes-Sanchez, 2008; Osborne, 2009; Valero-Alemán & Mayora, 2009; Marin-Quintero, 2010; Gómez-Moliné, Morales & Reyes-Sánchez, 2021; Gräber, 2011; Morales, Mazzitelli & Olivera, 2015; Dávila-A. *et al.*, 2016; Ordaz-González & Britt-Mostue, 2018; Muñoz-Masson *et al.*, 2019; Solórzano-Zamora & Caballero-Vera, 2019). Uno de los principales problemas de actitud negativa frente al aprendizaje de las ciencias, reside en que los estudiantes tienen una imagen preconcebida de las asignaturas y poseen prejuicios de dificultad, afectando sus posibilidades cognoscentes.

Dentro de los comentarios mayormente expresados por los estudiantes en relación a la Química, es que la consideran una asignatura difícil y aburrida (Valero-Alemán & Mayora, 2009), en especial, por requerir de un aprendizaje memorístico de una amplia cantidad de conceptos y teorías, además de no encontrar una utilidad práctica de los conocimientos adquiridos en la cotidianidad, impidiendo que se genere un interés por la asignatura. Teniendo

como referencia este último aspecto, es necesario que los estudiantes se encuentren familiarizados con lo aprendido en clase teniendo en cuenta los contextos de la cotidianidad, las problemáticas del mundo actual y reflejar el fin pragmático de la Química, con el objetivo de despertar el interés y la motivación del estudiante en el aprendizaje de esta asignatura (Pasmanik & Cerón, 2005; Marin-Quintero, 2010).

Otro de los aspectos relacionados con las actitudes negativas frente a la Química, se encuentran en la naturaleza matemática de esta asignatura, pues muchos alumnos experimentan emociones de nerviosismo y miedo frente a la resolución de problemas que involucren competencias aritméticas y algebraicas (Dávila-Acedo *et al.*, 2016).

En contraste, las actitudes positivas, potencian el aprendizaje de la Química. Por una parte, los estudiantes que consideran interesante e importante el conocimiento científico, por lo general presentan un mejor desempeño académico en estas asignaturas (Morales *et al.*, 2015). Asimismo, los intereses profesionales futuros y la visión del impacto de la ciencia en la sociedad fomentan el interés particular por las ciencias naturales, en especial, cuando estas asignaturas resultan ser sus favoritas (Pasmanik & Cerón, 2005; Dávila-A. *et al.*, 2016; Munoz-Masson *et al.*, 2019).

Gollerizo-Fernandez & Clemente-Gallardo (2019) distinguen dos tipos de motivaciones en los estudiantes. La primera, es una motivación intrínseca propia de la persona, la cual depende especialmente de sus intereses, motivaciones, necesidades, potencialidades y su entorno. En la mayoría de los casos, la motivación intrínseca está anclada en su proyección profesional. La segunda, es una motivación extrínseca supeditada a una razón instrumental externa, como una recompensa o una nota.

No obstante, el docente es quien debe ser el generador de interés y motivación por la Química mediante la implementación de estrategias que permitan la ejecución de clases entretenidas y didácticas (Pasmanik & Cerón, 2005), por lo que resulta siendo relevante la importancia de impartir competencias científicas con agrado en un ambiente de aprendizaje adecuado (Kindsvater *et al.*, 2008; Colpas Castillo *et al.*, 2018). Teniendo en cuenta que los procesos de enseñanza tradicionales no poseen una vía metodológica correcta para fomentar el aprendizaje y estimular la curiosidad científica en los estudiantes (Solórzano-Zamora & Caballero-Vera, 2019), es importante que el docente debe estar en la capacidad de amenizar las clases, teniendo en cuenta los intereses de los estudiantes y el contexto en el que se desarrolla, de esta manera el interés se transforma en un factor decisivo en el aprendizaje de la Química (Gräber, 2001; Gómez-Moliné, *et al.*, 2021). Una de las principales estrategias de motivación del alumnado, consiste en la realización de actividades didácticas como juegos, las cuales cumplen dos funciones: por un lado, cumplen una función lúdica, pues son actividades de carácter atractivo, recreativo, creativo y divertido; por otra parte, se cumple una función educativa, relacionada con la apropiación y construcción de conocimientos (Gutierrez-Mosquera & Barajas-Perea, 2019). Si bien, este tipo de actividades no reemplazan los otros métodos de enseñanza, si permiten generar motivación en los estudiantes y se convierten en una herramienta de apoyo en los procesos de enseñanza y aprendizaje.

Otro tipo de actividades que pueden aumentar la motivación y el interés de los estudiantes, consiste en la inclusión de actividades manipulativas durante las clases, tal como lo son las prácticas de laboratorio, las cuales permiten articular el aprendizaje de los conocimientos con la evidencia empírica, además de cambiar los preconceptos erróneos que pudieron existir en los estudiantes en relación a los temas aprendidos (González & Palomeque, 2017; Robredo-

Valgañón, Sáenz-Varea & Hernández-Álamos, 2017). Además, la experimentación, cuando se realiza de manera contextualiza y basada en los intereses de los estudiantes, ayuda no solo a despertar el interés por la ciencia, sino que también permite promover el desarrollo del pensamiento crítico y el desarrollo de habilidades inferenciales, interpretativas y analíticas (Rodríguez-Cepeda; Casas-Mateus & Martínez-Cárdenas, 2020). El éxito de una práctica también está sujeta al encuadre de esta dentro de un marco cercano a los contextos cotidianos del estudiante, favoreciendo así al aprendizaje significativo (Robredo-Valgañón *et al.*, 2017).

### **2.3.8. Práctica Pedagógica de los docentes de Química.**

Quílez-Pardo (2016) hace referencia al pensamiento de Vygotsky (1978) en relación a la manera como se da el aprendizaje de la ciencia, el cual depende de la transición que tienen las ideas científicas mediante un contexto social, y entre la interacción del estudiante con el docente a través de la zona de desarrollo próximo, la cual, marca la frontera entre las competencias y habilidades que el estudiante puede alcanzar de manera autónoma, y las que puede conseguir con la intervención y ayuda de un docente o un individuo con conocimientos superiores en la materia. Por lo tanto, gran parte del aprendizaje de cualquier ciencia depende de la práctica pedagógica del docente.

Una correcta práctica pedagógica implica una reflexión constante de las actividades realizadas en las clases, la manera de interactuar del docente con sus estudiantes, las formas de evaluación y las estrategias implementadas durante el quehacer docente. Las principales deficiencias en la práctica docente se encuentran relacionadas, antes que nada, a los modelos de enseñanza aplicados, los cuales se centran en el contenido y no en la comprensión y análisis, estimulando sólo la transmisión del conocimiento y a evaluar el aprendizaje memorístico del estudiante (Castelblanco, Cifuentes, Pinilla & Pulido, 2020). Los procesos memorísticos

conlleven no solo a una comprensión mínima de la información, sino que también generan un alto grado de insatisfacción en el estudiante, causando desinterés por la asignatura (Pasmanik & Cerón, 2005; Busquets *et al.*, 2016; Canac & Kermen, 2020; Gómez-Moliné *et al.*, 2021).

Adicional a ello, los modelos tradicionales, promueven a la ciencia como un conjunto de información a memorizar, la cual se enseña unidireccionalmente, mediante la exposición del docente, dejando detrás la participación del estudiante y su potencial para alcanzar aprendizajes significativos (Busquets *et al.*, 2016). Por lo anterior, resulta necesario transformar las prácticas pedagógicas, explorando alternativas que favorezcan la comprensión y la aplicación del conocimiento en situaciones cotidianas o en problemáticas actuales.

Como estrategia para romper con esta barrera de los modelos tradicionales, el docente debe promover la interacción dialógica con sus estudiantes e ir más allá de los procesos transmisionistas (Osborne, 2009) que limitan los procesos cognitivos y de pensamiento crítico en los estudiantes, de esta manera, se lograría despertar expectativas en los estudiantes e intereses para involucrarse en la construcción de conocimientos (De Lucca *et al.*, 2015).

Otro aspecto fundamental de la praxis docente es el conocimiento disciplinar. El docente, debe ser un experto en su área y estar actualizado en su materia. Si bien el conocimiento disciplinar es importante, resulta aún más importante su conocimiento pedagógico, en relación a la manera como enseña y transfiere sus conocimientos, por lo que la implementación de estrategias didácticas en el aula de clase es fundamental (Valero-Alemán & Mayora, 2009; Montagut-Bosque, 2010; Guerra-Harriette & Montoya-Rodríguez, 2015; Blanchar-Añez, 2020; Canac & Kermen, 2020; Ekiz-Kiran & Boz, 2020). Cuando un profesor aplica una estrategia didáctica, su objetivo es mejorar y facilitar el aprendizaje del estudiante, sin embargo, no tiene en cuenta las particularidades de cada individuo y el modo en el que cada uno procesa y percibe la

información recibida (Hurtado-Osorio, 2016). En algunos casos, hay docente que han intentado innovar en su práctica pedagógica, pero para garantizar resultados certeros, es necesario tener en cuenta no solo el contenido, sino también las formas de aprendizaje de los estudiantes y las condiciones en las que se aprende (Guerra-Harriette & Montoya-Rodríguez, 2015)

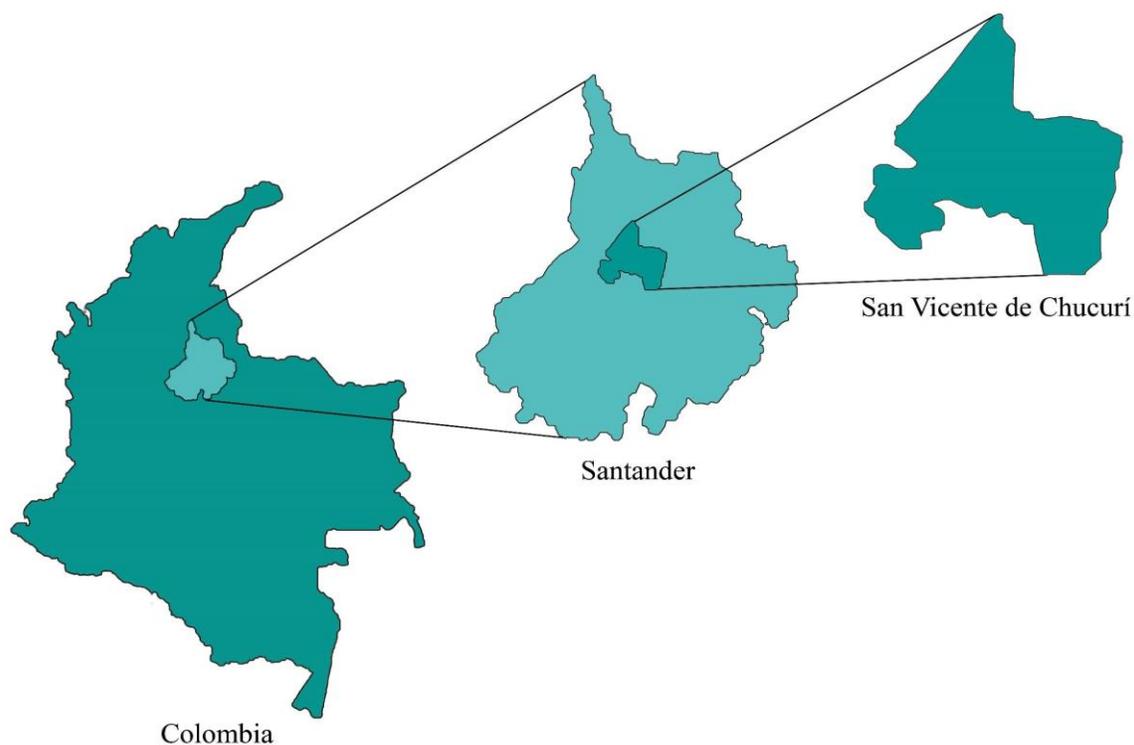
Uno de los errores más comunes en la práctica pedagógica de los docentes de química, se relaciona con el hecho de que los docentes se enfatizan sólo en la enseñanza de su asignatura, sin llegar a ser integrales y transversales con otras asignaturas como matemáticas y lengua, teniendo en cuenta que para el desarrollo adecuado de competencias científicas son necesarias competencias lingüísticas y matemáticas (Torres-Quezada, 2018). Sumado a los aspectos pedagógicos y disciplinares, se suman aspectos emocionales y actitudinales del docente, que muchas veces, se muestra desmotivado, desinteresado y desinteresado en las clases, repercutiendo de manera desfavorable sobre los procesos de enseñanza (Gäber, 2011; Busquets *et al.*, 2016)

De acuerdo con lo expuesto anteriormente, reside la importancia de que el docente sea capaz de autoevaluarse y de reflexionar sobre su práctica pedagógica y las estrategias para impartir conocimientos, reconocer no solo su papel dentro del aula de clases, sino también el de sus estudiantes, con el objetivo de transformar los procesos de desarrollo de competencias científicas (Quintanilla *et al.*, 2014; Busquets *et al.*, 2016).

#### **2.4. Marco Contextual**

San Vicente de Chucurí se encuentra ubicado en la provincia de Yariguíes en el departamento de Santander, específicamente en la zona central occidental del departamento. Consta con una extensión de 1195,4 Km<sup>2</sup>, de los cuales, el 99% corresponden al área rural. Está integrado por 6 centros poblados, 37 veredas y más de 5400 predios. Para el 2015, contaba con

más de 34.000 habitantes, residiendo casi el 60% en la zona rural, y el 40% restante en la zona urbana. Su estructura geográfica heterogénea le permite el desarrollo de diversas labores de sustento económico, siendo las actividades agrícolas y ganaderas las de mayor relevancia para el municipio. Es considerada la capital cacaotera de Colombia, teniendo en cuenta que casi el 60% de la producción agrícola de la zona corresponde al cacao. Dentro de otros productos agrícolas destacados en el municipio se encuentran el café, los cítricos y el aguacate. Adicional a esto, en el territorio también se realiza explotación de combustibles fósiles como el carbón, el gas y el petróleo. La riqueza paisajística y natural del municipio la hacen propicia para el ecoturismo, turismo de aventura y deportes extremos (Alcaldía de San Vicente de Chucurí, 2016).



**Figura 5.** Ubicación de San Vicente de Chucurí.

Según lo estipulado en el PEI del Colegio Integrado Camilo Torres (2021), en el municipio un gran porcentaje de sus habitantes labora desde la informalidad o en empleos temporales. Del mismo modo, las oportunidades laborales y profesionales en el municipio son muy pocas, por lo que gran parte de los jóvenes han salido del territorio, migrando a otros municipios aledaños como Bucaramanga o Barrancabermeja. Cabe resaltar, que el municipio sufrió los efectos de la violencia, por lo que, en su población, es común encontrar personas desplazadas y población marginal. En cuanto las estructuras familiares, se evidencia un alto grado de desintegración, causando que los menores de edad incurran en hábitos destructivos como el consumo de alcohol y de sustancias alucinógenas. Así mismo, gran parte de los tutores o acudientes de los estudiantes no realizan un acompañamiento continuo en el desarrollo de las diferentes actividades académicas, mostrándose con una actitud. De igual forma, las expectativas frente a sus proyectos de vida no son buenas, lo cual, ha llegado a afectar su adecuado desempeño académico despreocupada.

En el caso urbano del municipio se encuentran dos Instituciones Educativas principales: Colegio Integrado Camilo Torres y el Colegio Nuestra Señora de La Paz. En relación con el Colegio Integrado Camilo Torres este se encuentra ubicado en el Kilómetro 1 de la Vía Circunvalar; cuenta con los niveles de Preescolar, Básica Primaria, Básica Secundaria y Media Vocacional Técnica. Es de naturaleza oficial y de carácter mixto. Cuenta con cuatro sedes, siendo la sede “A”, la principal de la institución y en la cual se desarrolló la investigación. Inició labores desde el año 1959 hasta la actualidad, con más de 60 años de funcionamiento en el municipio. Conforme a lo establecido en el PEI del Colegio Integrado Camilo Torres (2021), su modelo pedagógico reconoce a los individuos como seres en constante proceso de construcción de conocimientos y con diversas potencialidades a desarrollar. El proceso educativo se centra en

formar ciudadanos con pensamiento reflexivo, con ética civil, creatividad y actos basados en el conocimiento científico y tecnológico. Dentro de las tendencias pedagógicas descritas en el documento, se destaca el enfoque basado en las experiencias propias y la especificidad de la práctica pedagógica de cada asignatura. El modelo pedagógico desarrollado sienta sus bases en la experiencia de los docentes, las metodologías que, a su parecer, cada docente implemente y el aprovechamiento de nuevas herramientas y medios para potenciar actitudes y aptitudes favorables en los procesos de enseñanza y aprendizaje.

Por su parte, el Colegio Nuestra Señora de la Paz, se encuentra ubicado en la Calle 4 #5-73 Barrio Samanes. Fundado en 1956 por el Párroco Ciro Alfonso Gómez Serrano, como el Colegio Nuestra Señora del Socorro, pasó a ser nombrado en 1997 como el Colegio Nuestra Señora de la Paz y obtener su aprobación por la Secretaría de Educación de Santander el mismo año. Al igual que la otra institución educativa, cuenta con Preescolar, Básica Primaria, Básica Secundaria, sin embargo, la Media Vocacional Técnica posee dos modalidades: Comercial y Ambiental. El PEI del Colegio Nuestra Señora de la Paz (2021) establece que el egresado de esta institución debe ser un agente promotor de cambios a nivel social y político, defensor de los recursos de la naturaleza y de la conservación de la biodiversidad, sus conocimientos técnico-científicos le permitan tener un desempeño profesional adecuado. Dentro de la estructura del modelo pedagógico, la institución ha adoptado un enfoque ecléctico conceptual, el cual, es flexible y no se mantiene bajo un solo paradigma rígido, sino por el contrario, a partir de la diversidad de teorías y estilos, extrae ideas para obtener información complementaria de una temática en estudio. Dentro del modelo adoptado, se considera el proceso de aprendizaje de cada individuo como una actividad mental individual mediante la cual, cada uno procesa la información proveniente del exterior teniendo en cuenta las particularidades y estilos de

aprendizaje, por lo cual, se trabaja en pro de la diversificación de estrategias en los procesos de enseñanza. El modelo pedagógico se instauró principalmente en las teorías constructivistas de Piaget y el pensamiento conductista de Skinner, buscando así, el papel protagónico del estudiante en los procesos de aprendizaje. El modelo pedagógico implementado en este Colegio se sustenta en 9 principios fundamentales: realismo, individualismo, actividad, autonomía, relevancia, perspectiva, productividad, repetición y refuerzo positivo.

## **2.5. Marco Legal**

Desde la Constitución Política de Colombia de 1991, se garantiza el derecho a la educación integral para niños (Art. 44) y adolescentes (Art. 45). Así mismo, se le atribuye al Estado como el garante del acceso progresivo a la Educación (Art. 64). En el Art. 67, se establece que la Educación no solo es un derecho, sino un servicio público que cumple una función social, dentro de las que se encuentra el acceso al conocimiento, la ciencia y la técnica. De igual forma el Art. 67, instaura el objetivo de la educación para el progreso cultural, científico, tecnológico y ambiental. Por otra parte, el Estado debe promover la Educación y la enseñanza de las ciencias (Art. 70), así como de fomentar la educación para la protección de la diversidad y del medio ambiente. (Art. 79).

La Ley 115 de 1994, mediante la cual se expide la ley general de educación, en la cual se señalan las normas generales para el cumplimiento de la función social de la educación teniendo en cuenta las necesidades e intereses de las personas, la familia y la sociedad. Esta ley plasma sus cimientos en el derecho a la educación, la libertad de enseñanza, aprendizaje, investigación y cátedra y en su carácter de servicio público. Asimismo, esta ley estipula los objetivos de la educación, para la formación de un ciudadano tolerante, justo, participativo, solidario y

equitativo, con pensamiento crítico, reflexivo y analítico, para la apropiación de los bienes y valores de la cultura, así como de la apropiación de conocimientos técnicos y científicos.



**Figura 6.** Marco legal de la investigación.

La Ley 715 de 2001, en la cual, se establecen normas orgánicas en materia de recursos y se dictan otras disposiciones para organizar la prestación de los servicios de educación y salud.

La Ley 1029 del 2006, con la cual se modifica el Art. 14 de la Ley 115 de 1994, en su artículo 1º, numeral c, teniendo en cuenta el artículo 67 de la Constitución Política de 1991, estipula la enseñanza para la protección del medio ambiente, la ecología y la conservación de los recursos naturales.

El Decreto 1860 de 1994, en el que se reglamenta de manera parcial la Ley 115 de 1994, con relación a los aspectos pedagógicos y de organización general. Dentro de los aspectos más relevantes de este decreto, se encuentra la reestructuración que se le dio al proceso evaluativo y de promoción de los estudiantes de educación básica y media, en la cual, la promoción debe ser producto de una evaluación del aprendizaje continuo, integral, sistemático, flexible, interpretativo y formativo.

El Decreto 3011 de 1997, mediante el cual se establecen normas para el ofrecimiento de la educación para adultos, destacándose los principios del desarrollo humano integral, pertinencia, flexibilidad, participación, desarrollo ambiental, social y comunitario, así como la formación científica y tecnológica.

El Decreto 1278 del 2002, en la que se expide el Estatuto de Profesionalización Docente y la que se establece la investigación pedagógica cómo una de las funciones del docente (Art. 5).

Finalmente, el Decreto 1290 de 2009, la cual, reglamenta la evaluación del aprendizaje y promoción de estudiantes de los niveles de educación básica y media. En el Art. 3 de este Decreto, se establecen los propósitos de la evaluación de los estudiantes, destacándose que para este proceso se deben identificar particularidades, intereses, ritmos y estilos de aprendizaje de los estudiantes para garantizar su aprendizaje. De igual forma, las evaluaciones deberán permitir consolidar o reorientar la práctica pedagógica hacia el desarrollo integral del estudiante, así como para la implementación de estrategias para fortalecer las debilidades de los estudiantes.

## **2.6. Glosario de Términos**

**Actitud:** Disposición anímica que expone un individuo frente a una situación.

**Aprendizaje:** Adquisición de conocimientos o habilidades específicas mediante su estudio o práctica.

**Aprendizaje Significativo:** Aprendizaje con sentido de aplicación en diversos contextos o realidades. Utilización de saberes previos en la construcción de nuevos conocimientos o habilidades.

**Ciencia:** Saberes o conocimientos que se obtienen a través de la observación y el razonamiento, siguiendo una estructura sistemática y a partir de la cual se estipulan principios y leyes comprobables mediante la experimentación.

**Competencia:** En el contexto educativo, hace referencia a los conocimientos, habilidades, destrezas y actitudes adquiridas por el estudiante para actuar con eficacia en diferentes contextos.

**Competencias científicas:** Competencias relacionadas con el pensamiento crítico, la reflexión, la toma de decisiones, la observación y la comunicación de conocimientos científicos para explicar los fenómenos de la naturaleza y actuar en diversos contextos.

**Competencias lingüísticas:** Competencias asociadas a la capacidad que tiene un individuo para expresarse y entender en un idioma, de manera oral y escrita.

**Competencias matemáticas:** Competencias asociadas a las capacidades de aplicación de razonamientos matemáticos y sus herramientas para describir, interpretar y predecir diferentes fenómenos en contextos diversos.

**Conocimiento:** Información y habilidades que cada individuo adquiere del mundo que le rodea a través de sus capacidades mentales.

**Contexto:** Entorno físico o de situación en el que se da a consideración un hecho en específico. Para el caso de las palabras, constituye el entorno lingüístico del cual depende el sentido de una palabra o frase.

**Correlación:** relación proporcional, lineal y directa existente entre dos variables cuantitativas.

**Didáctica:** Disciplina pedagógica que estudia e interviene en los procesos de enseñanza-aprendizaje mediante la optimización de métodos, técnicas y herramientas involucradas en él.

**Educación:** Proceso continuo de adquisición de conocimientos y habilidades, así como del desarrollo y perfeccionamiento de facultades intelectuales, morales y culturales a través de la interacción con el mundo y la sociedad, y que se genera en el transcurso de la vida.

**Educación media:** Corresponde a los grados décimo y once que culmina con el título de bachiller y en la cual, se prepara al estudiante para acceder a la Educación Superior o para iniciar la vida laboral.

**Educación por competencias:** Sistema Educativo basado en el desarrollo de competencias de los estudiantes, que requiere de conocimientos y habilidades transversales para el desarrollo de una actividad determinada de manera eficaz.

**Enseñanza:** Proceso de transmisión de conocimientos, técnicas, normas y habilidades.

**Factor:** Cualquier elemento, hecho o poder que incide sobre la producción de un resultado particular.

**Habilidad:** Capacidad, destreza, talento o aptitud de un individuo para realizar una tarea u oficio con éxito.

**Modelo Tradicional:** Modelo transmisionista y unidireccional centrado en la enseñanza y en el rol del docente.

**Motivación:** Factores internos y externos que determinan el actuar de una persona.

**Práctica Pedagógica:** Escenario donde el docente dispone de su saber disciplinar (conocimientos), pedagógico (transmisión) y académico (autotransformación), el cual le permite

reflexionar sobre sus relaciones con los estudiantes, la forma como se comunica, su rol en la construcción de conocimientos y su papel en la sociedad.

**Problema:** Situación planteada que necesita ser resuelta o a la que se le busca una explicación. En algunos casos, requiere de la aplicación de un método para obtener el valor de un dato desconocido.

**Química:** Ciencia que se encarga de estudiar la estructura, propiedad y transformaciones de la materia.

**Símbolo:** Representación visual que establece una relación de identidad con una realidad abstracta.

**Sistema Semiótico:** Conjunto de símbolos definidos bajo su propia composición, contexto y estructura.

**Transferencia:** Capacidad de aplicar conocimientos o habilidades en un contexto diferente al donde fueron aprendidos.

**Transversal:** Concepción educativa que propone la integración de diferentes aprendizajes en sus dimensiones cognitivas y formativas.

## 2.7. Sistematización de Variables

Dentro de las variables cuantitativas tenidas en cuenta para el estudio se encuentran:

- **Desempeño Académico en Química (DAQ):** Corresponde al promedio del historial de notas recogidas por el docente a cargo en el transcurso del periodo en estudio. Teniendo en cuenta que la nota definitiva por periodo en algunos casos es producto de una habilitación, con el objetivo de disminuir el sesgo en los datos, se optó por promediar el

dato obtenido con el resultado en la prueba de competencias lingüísticas, la cual, sus 10 numerales comprenden aspectos conceptuales básicos de Química. El valor de esta variable oscila entre 0 y 5. Para obtener este valor se utilizó la siguiente fórmula:

$$DAQ = \frac{DAQ1 + CL}{2}$$

Donde:

$$DAQ1 = \frac{\sum NQ_p}{n_p}$$

- $DAQ$  = Desempeño académico en Química
  - $DAQ1$  = Desempeño académico promedio en Química durante los periodos evaluados
  - $NQ_p$  = Nota promedio en Química durante el período
  - $n_p$  = Número de periodos
  - $CL$  = Calificación en la prueba de competencias lingüísticas
- **Competencias Lingüísticas (CL):** Corresponde a la valoración general de las habilidades lingüísticas (Comprensión de textos, comprensión de sistemas multisemióticos y apropiación del lenguaje químico) a partir de una evaluación desarrollada por el investigador. El valor de esta prueba está en un rango entre 0 y 5. Para la obtención del valor de esta variable se utilizó la siguiente fórmula:

$$CL = \frac{\sum P_n}{n} * 5$$

Donde:

- $CL$  = Calificación en la prueba de competencias lingüísticas

- $P_n$  = Valor en la pregunta (1=Correcto, 0= Incorrecto)
- $n$  = Número de preguntas totales

A partir de esta misma evaluación, se generaron 3 variables:

- **Comprensión de textos (CT):** Busca evaluar la capacidad del estudiante para comprender un problema en el contexto de la Química y dar respuesta a las cuestiones propuestas en el enunciado. Corresponde a un valor numérico comprendido entre 0 y 5. Para la obtención del valor en esta variable se aplicó la siguiente fórmula:

$$CT = \frac{P_2 + P_3 + P_4}{3} * 5$$

Donde:

- $CT$  = Calificación en comprensión de textos
- $P_2, P_3, P_4$  = Valor en la pregunta No. 2, 3 y 4 respectivamente (1=Correcto, 0= Incorrecto)
- **Apropiación de conceptos (AC):** Consiste en la habilidad que tiene el estudiante para leer, comprender y aplicar un concepto Químico en una situación dada. Corresponde a un valor numérico comprendido entre 0 y 5. Para la obtención del valor en esta variable se aplicó la siguiente fórmula:

$$AC = \frac{P_1 + P_5 + P_6 + P_{10}}{4} * 5$$

Donde:

- $AC$  = Calificación en apropiación de conceptos
- $P_1, P_5, P_6, P_{10}$  = Valor en la pregunta No. 1, 5, 6 y 10 respectivamente (1=Correcto, 0= Incorrecto)

- **Interpretación de Sistemas Multisemióticos (ISMS):** Evalúa habilidades relacionadas con la interpretación y análisis de sistemas multisemióticos, en donde el texto problema viene acompañado de imágenes, simbologías y gráficos. Corresponde a un valor numérico comprendido entre 0 y 5. Para la obtención del valor en esta variable se aplicó la siguiente fórmula:

$$ISMS = \frac{P_7 + P_8 + P_9}{3} * 5$$

Donde:

- $ISMS$  = Calificación en interpretación de sistemas multisemióticos
  - $P_7, P_8, P_9$  = Valor en la pregunta No. 7, 8 y 9 respectivamente (1=Correcto, 0=Incorrecto)
- **Competencias Matemáticas (CM):** Corresponde a la valoración general de las habilidades aritméticas y algebraicas relacionadas con la resolución de problemas, solución y despeje de ecuaciones, interpretación de gráficos y realización de operaciones matemáticas sencillas a partir de una evaluación desarrollada por el investigador. Corresponde a un valor numérico comprendido entre 0 y 5. Para la obtención del valor de esta variable se utilizó la siguiente fórmula:

$$CM = \frac{\sum P_n}{n} * 5$$

Donde:

- $CM$  = Calificación en la prueba de competencias matemáticas
- $P_n$  = Valor en la pregunta (1=Correcto, 0= Incorrecto)
- $n$  = Número de preguntas totales

A partir de esta misma evaluación, se generaron 3 variables:

- **Análisis de gráficos (AG):** Evalúa la capacidad de analizar e interpretar correctamente representaciones gráficas en el plano cartesiano a partir de la interacción de dos variables de interés. Corresponde a un valor numérico comprendido entre 0 y 5. Para la obtención del valor en esta variable se aplicó la siguiente fórmula:

$$AG = \frac{P_2 + P_7 + P_8}{3} * 5$$

Donde:

- $CT$  = Calificación en análisis de gráficos
- $P_2, P_7, P_8$  = Valor en la pregunta No. 2, 7 y 8 respectivamente  
(1=Correcto, 0= Incorrecto)
- **Reglas de tres (RT):** Establece la habilidad algebraica para dar respuesta a un problema a partir de una regla de tres simple, así como la ejecución de operaciones aritméticas básicas para su desarrollo. Corresponde a un valor numérico comprendido entre 0 y 5. Para la obtención del valor en esta variable se aplicó la siguiente fórmula:

$$RT = \frac{P_1 + P_5 + P_6 + P_9}{4} * 5$$

Donde:

- $RT$  = Calificación en realización de reglas de tres
- $P_1, P_5, P_6, P_9$  = Valor en la pregunta No. 1, 5, 6 y 9 respectivamente  
(1=Correcto, 0= Incorrecto)

- **Ecuaciones (EC):** Valora las capacidades para formular y solucionar ecuaciones, así como de establecer las relaciones existentes entre las variables involucradas. Corresponde a un valor numérico comprendido entre 0 y 5. Para la obtención del valor en esta variable se aplicó la siguiente fórmula:

$$CT = \frac{P_2 + P_3 + P_4}{3} * 5$$

Donde:

- $CT$  = Calificación en comprensión de textos
- $P_2, P_3, P_4$  = Valor en la pregunta No. 2, 3 y 4 respectivamente  
(1=Correcto, 0= Incorrecto)

Los cuestionarios para la medición de emociones y actitudes del estudiante hacia la Química, así como el de la percepción del estudiante sobre la Práctica Pedagógica del docente, se realizaron utilizando una escala tipo Likert. La escala se compone de 5 niveles de valoración que van en orden creciente: “Nunca”, “Casi nunca”, “A veces”, “Casi siempre” y “Siempre”. Cada cuestionario cuenta con diversas preguntas, algunas en orientación positiva y otras negativas. Con el objetivo de facilitar los análisis cuantitativos, la escala fue transformada a una escala numérica en orden creciente, donde los aspectos calificados con “Nunca”, tendrán un valor de 1, mientras que los calificados con “Siempre”, tendrán un valor de 5. Para los ítems positivos la escala se mantuvo directa, mientras que, para los ítems negativos, la escala se manejó de manera inversa tal como se muestra en la Tabla 1.

**Tabla 1.** Valoración de la escala Likert de acuerdo con el tipo de ítem.

	Casi nunca	Nunca	A veces	Casi siempre	Siempre
Ítems positivos	1	2	3	4	5
Ítems negativos	5	4	3	2	1

A continuación, se detallan las variables obtenidas de ambos cuestionarios:

- **Emociones y Actitudes frente al aprendizaje de la Química (EA):** Corresponde a una valoración de la actitud, motivación, interés y algunas emociones negativas en torno al aprendizaje de la Química a partir de un cuestionario desarrollado por el investigador. Corresponde a un valor numérico comprendido entre 1 y 5. Para la obtención del valor de esta variable se aplicó la siguiente fórmula:

$$CM = \frac{\sum P_n}{n}$$

Donde:

- *EA* = Valoración de las emociones y actitudes del estudiante frente al aprendizaje de la Química
- $P_n$  = Valor del ítem (Oscila entre 1 y 5)
- $n$  = Número de ítems en el cuestionario

A partir de este mismo cuestionario se obtuvieron otras variables:

- **Interés (IN):** Evalúa el interés del estudiante hacia la asignatura. Corresponde a un valor numérico entre 1 y 5. Para la obtención del valor en esta variable se aplicó la siguiente fórmula:

$$IN = \frac{I_1 + I_6 + I_8 + I_{15} + I_{17} + I_{18} + I_{19}}{7}$$

Donde:

- $IN$  = Valoración del interés del estudiante por la Química
- $I_1, I_6, I_8, I_{15}, I_{17}, I_{18}, I_{19}$  = Valor en los ítems 1, 6, 8, 15, 17, 18 y 19 del cuestionario
- **Esfuerzo (ES):** Establece el grado de esfuerzo que realiza el estudiante por realizar las actividades propuestas en Química. Corresponde a un valor que oscila entre 1 y 5. Para la obtención del valor en esta variable se aplicó la siguiente fórmula:

$$ES = \frac{I_2 + I_3 + I_7 + I_{13} + I_{14} + I_{16}}{6}$$

Donde:

- $ES$  = Valoración del esfuerzo del estudiante en Química
- $I_2, I_3, I_7, I_{13}, I_{14}, I_{16}$  = Valor en los ítems 2, 3, 7, 13, 14 y 16 del cuestionario
- **Motivación (MO):** Determina el grado de motivación que tiene el estudiante en relación con la asignatura de Química. Corresponde a un valor entre 1 y 5. Para la obtención del valor en esta variable se aplicó la siguiente fórmula:

$$MO = \frac{I_5 + I_9 + I_{10} + I_{11}}{4}$$

Donde:

- $MO$  = Valoración de la motivación del estudiante por la Química
- $I_5, I_9, I_{10}, I_{11}$  = Valor en los ítems 5, 9, 10 y 11 del cuestionario

- **Miedo y Ansiedad (MA):** Estipula la frecuencia en la que los estudiantes experimentan emociones negativas como miedo y ansiedad durante el desarrollo de las clases de Química. Corresponde a un valor que oscila entre 1 y 5. Para esta variable en especial, entre mayor sea el valor, menor es la frecuencia de experimentar emociones negativas. Para la obtención del valor en esta variable se aplicó la siguiente fórmula:

$$MA = \frac{I_4 + I_{11} + I_{20}}{3}$$

Donde:

- $MA$  = Valoración de la frecuencia de experimentación de emociones negativas durante las clases de Química
  - $I_4, I_{11}, I_{20}$  = Valor en los ítems 4, 11 y 20 del cuestionario
- **Percepción de la práctica pedagógica del docente por parte de los estudiantes (PP):**  
Corresponde a una valoración de la práctica pedagógica del docente de Química, teniendo en cuenta aspectos como el dominio sobre los temas, métodos de enseñanza, actitud, motivación y forma de evaluación. Corresponde a un valor numérico comprendido entre 1 y 5. Para la obtención del valor de esta variable se aplicó la siguiente fórmula:

$$PP = \frac{\sum P_n}{n}$$

Donde:

- $PP$  = Valoración de la práctica pedagógica del docente de química a partir de la percepción de sus estudiantes

- $P_n$  = Valor del ítem (Oscila entre 1 y 5)
- $n$  = Número de ítems en el cuestionario

A partir del cuestionario aplicado, se obtuvieron nuevas variables:

- **Estrategias didácticas (DID):** Establece la percepción de los estudiantes en torno a las estrategias y métodos de enseñanza utilizados por el docente durante el desarrollo de sus clases. Corresponde a un valor numérico comprendido entre 1 y 5. Para la obtención del valor en esta variable se aplicó la siguiente fórmula:

$$DID = \frac{I_1 + I_2 + I_3 + I_4 + I_5 + I_6 + I_7 + I_8 + I_{11} + I_{12} + I_{13} + I_{18}}{12}$$

Donde:

- $DID$  = Valoración de las estrategias didácticas empleadas por el docente de Química
- $I_1, I_2, I_3, I_4, I_5, I_6, I_7, I_8, I_{11}, I_{12}, I_{13}, I_{18}$  = Valor en los ítems 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 11, 12, 13 y 18 del cuestionario
- **Relaciones interpersonales (RI):** Evalúa la forma como se relaciona el docente con los estudiantes. Corresponde a un valor numérico comprendido entre 1 y 5.

Para la obtención del valor en esta variable se aplicó la siguiente fórmula:

$$RI = \frac{I_9 + I_{15} + I_{19} + I_{20} + I_{21} + I_{23} + I_{24} + I_{25}}{8}$$

Donde:

- $RI$  = Valoración de las relaciones interpersonales del docente de Química con sus estudiantes
- $I_9, I_{15}, I_{19}, I_{20}, I_{21}, I_{23}, I_{24}, I_{25}$  = Valor en los ítems 9, 15, 19, 20, 21, 23, 24 y 25 del cuestionario

- **Habilidades comunicativas (COM):** Determina el grado de comunicación asertiva presente en el docente a partir de la opinión de sus estudiantes. Corresponde a un valor numérico comprendido entre 1 y 5. Para la obtención del valor en esta variable se aplicó la siguiente fórmula:

$$COM = \frac{I_{14} + I_{17} + I_{22}}{3}$$

Donde:

- $COM$  = Valoración de las habilidades comunicativas del docente de Química
- $I_{14}, I_{17}, I_{22}$  = Valor en los ítems 14, 17 y 22 del cuestionario
- **Saber disciplinar (SD):** Estipula el dominio en las temáticas relacionadas con la asignatura de Química por parte del docente que la imparte a partir de la percepción de los estudiantes. Corresponde a un valor numérico comprendido entre 1 y 5. Corresponde al ítem 10 del cuestionario.
- **Evaluación (EV):** Concreta si los contenidos evaluados corresponden a las temáticas estudiadas durante el periodo en curso. Corresponde a un valor numérico comprendido entre 1 y 5. Corresponde al ítem 16 del cuestionario.

### 3. Metodología

#### 3.1. Tipo de Investigación

La investigación se realizó bajo un paradigma cuantitativo, el cual se basa en la recolección de información numérica y su posterior análisis estadístico, con el objetivo de establecer patrones comportamentales o de poner a prueba diversas teorías. De esta forma, el investigador es quien escoge un problema específico, posteriormente plantea una hipótesis, para lo cual, define unas variables, las cuales posteriormente serán medidas y comprobadas (Dzul Escamilla, 2012).

Para el desarrollo de esta investigación se estableció un diseño no experimental transeccional correlacional-causal. A diferencia de los diseños experimentales, en un diseño transeccional correlacional-causal, las causas y efectos ya pasaron en la realidad, y el investigador sólo los observa, los analiza y los reporta. Las investigaciones no experimentales se realizan sin manipular deliberadamente las variables, estudiando así los fenómenos de manera natural, tal y como se presentan. Tal como lo manifiesta Dzul Escamilla (2013) en las investigaciones no experimentales, no hay estímulos sobre los sujetos estudiados, por lo que son observados en su ambiente regular, sin sufrir ninguna alteración, lo cual, permite visibilizar con mayor objetividad el fenómeno en estudio. Teniendo en cuenta esto, existe una mayor validez externa, y, por ende, los resultados arrojados por este tipo de investigaciones podrían generalizarse a otros individuos o situaciones comunes. (Hernández-Sampieri, R., Fernández-Collado, C., & Baptista-Lucio, P., 2014).

Las investigaciones de tipo transeccional analizan el nivel o estado de una o más variables en un momento dado, es decir, los datos se recolectan en un solo momento (Dzul Escamilla, 2013). Por otra parte, la investigación es de tipo correlacional-causal, pues pretende

describir relaciones entre dos o más variables en términos correlacionales y de vinculaciones causales, a partir de las hipótesis planteadas (Hernández-Sampieri *et al.*, 2014). Las investigaciones correlacionales-causales permiten describir las vinculaciones presentes entre diversas categorías o variables, estableciendo procesos de causalidad entre los términos evaluados (Dzul Escamilla, 2013).

### 3.2. Población

Corresponde a los estudiantes de los grados 10 y 11 del casco urbano de San Vicente de Chucurí, Santander. De acuerdo con datos entregados directamente por la secretaría de Educación de San Vicente de Chucurí, para el 2021 se encontraban matriculados 202 estudiantes en el grado décimo y 195 en el grado undécimo, para un total de 397 estudiantes.

### 3.3. Muestra

Para determinar el número de la muestra se aplicó la siguiente fórmula:

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

Donde:

- $n$  = Tamaño de la muestra
- $N$  = Población
- $Z_{\alpha}$  = Puntuación de Z para un nivel de Confianza  $\alpha$
- $p$  = probabilidad de que ocurra un evento estadístico
- $q$  = probabilidad de que no ocurra un evento estadístico ( $1-p$ )
- $e$  = error de estimación

$$n = \frac{397 * 2.58^2 * 0.5 * 0.5}{0.0597^2 * (397 - 1) + 2.58^2 * 0.5 * 0.5}$$

$$n = \frac{397 * 6.6564 * 0.25}{0.00356409 * (396) + 6.6564 * 0.25}$$

$$n = \frac{660.6477}{1,41137964 + 1.6641}$$

$$n = \frac{660.6477}{3.07547964}$$

$$n = 214,81 \approx 215$$

Para este caso, se trabajó con un nivel de confianza del 99%, por lo que su valor de  $Z$  es igual a 2,58. De igual forma, se trabajó con varianza máxima, por lo que el valor de  $p$  es igual al de  $q$ , es decir  $p = 0.5$  y  $q = (1-0.5) = 0.5$ . Finalmente, el error de estimación fue del 5.97%. Al realizar los cálculos se obtuvo una muestra de 215 estudiantes.

Dentro del casco urbano de San Vicente de Chucurí se encuentran ubicadas dos instituciones educativas: Colegio Integrado Camilo Torres, en el cual se terminaron aplicando los instrumentos a 84 estudiantes de los grados décimo y undécimo, mientras que en el Colegio Nuestra Señora de La Paz, se trabajó con 131 estudiantes de los mismos grados.

### **3.4. Diseño de instrumentos**

Para el desarrollo de la investigación se desarrollaron 4 instrumentos. Dos de ellos, corresponden a cuestionarios de opción múltiple con única respuesta, y los otros dos, a cuestionarios en escala tipo Likert.

### 3.4.1. Competencias Matemáticas

El primer cuestionario busca evaluar las competencias matemáticas del estudiante relacionadas con la Química. Es un cuestionario que cuenta con 10 preguntas de opción múltiple con respuesta única. Las 10 preguntas se distribuyen en 3 categorías principales:

- **Análisis de gráficos (AG):** Corresponde a las preguntas No. 2, 7 y 8 del cuestionario. Con estas preguntas, se busca evaluar las capacidades analíticas e interpretativas del estudiante en torno a representaciones gráficas en el plano cartesiano y la interacción entre dos variables. Por su parte, la pregunta No. 2 se basa en el análisis gráfico de un plano cartesiano, representando a la variable A en el eje de las abscisas, y la variable B en el eje de las ordenadas. En el gráfico, se presentan dos puntos, el primero, con coordenadas (A1, B1) y el segundo con coordenadas (A2, B2). El objetivo de esta pregunta consiste en realizar un análisis en los cambios que sufren las variables A y B en el proceso del punto 1 al punto 2. Las preguntas No. 7 y 8, de igual forma, se presentan en un plano cartesiano con variables A y B, similares al ejercicio de la pregunta No. 2. En este caso, se representa un proceso que inicia en las coordenadas (0,0) y se mueve hasta el punto 1 (A1, B1), posteriormente, el proceso continúa hasta el punto 2 (A2, B1) y finaliza en el punto 3 (A3, B2). El fin de estas preguntas, consiste en analizar los cambios en los valores de las variables A y B durante los procesos dados del punto 1 al punto 2, y del punto 2 al punto 3.
- **Reglas de tres (RT):** Corresponde a las preguntas No. 1, 5, 6 y 9 del cuestionario. Permite evidenciar el dominio de habilidades algebraicas mediante el uso de la regla de tres simple y la ejecución de operaciones aritméticas básicas como la multiplicación y la división. La pregunta No.1 busca evidenciar competencias algebraicas relacionadas con

las proporciones en la producción de un nuevo material a partir de dos materiales iniciales. Se busca que el estudiante sea capaz en primera instancia, de identificar cuál de los dos materiales iniciales es el reactivo limitante, y a partir de esto, realizar una regla de tres para establecer la cantidad de material nuevo que se produce. La pregunta No. 5 resulta más sencilla, al establecer la relación entre el número de limones necesarios para producir un litro de limonada, y con ello, establecer la cantidad necesaria para producir 2,5 litros de la bebida. Con relación a la pregunta No. 6, se establece una relación porcentual de una mezcla compuesta por un 20% del elemento A y un 80% del elemento B. El objetivo es determinar la cantidad de elementos presente en 3000g de esta mezcla, para lo cual, es necesario aplicar una regla de tres simple. Por último, en la pregunta No.9, se presenta un problema similar al de la pregunta No. 5, sólo que esta vez, involucra 3 variables en cuestión, para lo cual, el estudiante debería realizar tres cálculos aplicando reglas de tres simple, para seleccionar la respuesta correcta.

- **Ecuaciones (EC):** Corresponde a las preguntas No. 3, 4 y 10. Con estas preguntas, se busca evaluar las capacidades para formular y solucionar ecuaciones, así como de establecer las relaciones existentes entre las variables involucradas. Para el caso de la pregunta No. 3, se busca que el estudiante logre establecer la relación entre dos variables presente en una ecuación, estableciendo si esta era directa o inversa. En la pregunta No. 4, el objetivo consistía en el despeje de una variable, para lo cual, el estudiante debía conocer los principios generales para despejar fórmulas. Así mismo, la pregunta No. 10, también proponía un despeje de variable, aumentando el grado de dificultad, al mezclar operaciones como la suma, la división y la radicación.

En el anexo 1 se encuentra el formato del cuestionario aplicado y su respectiva validación por juicio de expertos.

### ***3.4.2. Competencias Lingüísticas asociadas a la Química***

El segundo cuestionario pretende evaluar las competencias lingüísticas del estudiante. Las preguntas se desarrollaron desde el contexto de la Química, pero enfocadas a evaluar aspectos específicos de las competencias lingüísticas como lo son la comprensión lectora, la apropiación conceptual y la interpretación de sistemas mixtos compuestos por imágenes y textos. Se compone de 10 preguntas distribuidas de la siguiente forma:

- **Comprensión de textos (CT):** Corresponde a las preguntas No. 2, 3 y 4. Con estas preguntas se pretende validar las capacidades del estudiante para comprender un problema en el contexto de la Química y dar respuesta a las cuestiones propuestas en el enunciado. Con estas preguntas, se busca que el estudiante sea capaz de leer, identificar las variables involucradas en un proceso, establecer las relaciones existentes entre ellas y con los datos otorgados por el mismo texto, con el objetivo de dar solución a una pregunta problema. La pregunta No. 2 consistía en analizar una situación en la que se involucra el concepto de solubilidad, con un ejemplo práctico, en el que se ejemplifica a través del proceso de mezclar el sólido A en el líquido B, y establecer que estos se integraban de manera homogénea. El objetivo de la pregunta era evaluar qué pasaba cuando un sólido C no era capaz de integrarse con el líquido B. La pregunta No. 3 presenta dos conceptos claves: solubilidad e inmiscibilidad. En el texto problema, se plantea la situación en la que dos líquidos inmiscibles y un sólido soluble en ambos líquidos, se mezclan entre sí. El enunciado plantea la situación en la que uno de los dos líquidos se evapora, por lo que se busca que el estudiante analice el problema y

establezca que sucede entre el sólido y el líquido restante. Dando continuidad al mismo problema, la pregunta No. 4 plantea la situación en la que ambos líquidos se evaporan, por lo que el estudiante deberá analizar y estipular que ocurriría con el sólido en cuestión.

- **Apropiación de conceptos (AC):** Corresponde a las preguntas No. 1, 5, 6 y 10. Busca evaluar las habilidades del estudiante al momento de comprender y aplicar un concepto o una teoría Química en una situación determinada. Para las 4 preguntas de esta sección, el enunciado viene acompañado de un contexto teórico y conceptual, en el cual se hace una definición concreta de un concepto químico. Posteriormente, el estudiante deberá escoger entre las cuatro opciones de respuesta, cual es o no es, el elemento que cumple con los planteamientos conceptuales del enunciado y verificar el hecho de que el estudiante es capaz de apropiarse correctamente de un nuevo elemento y su significación en el contexto dado.
- **Interpretación de Sistemas Multisemióticos (ISMS):** Corresponde a las preguntas No. 7, 8 y 9. Con estas preguntas se quiere evaluar las habilidades relacionadas con la interpretación y el análisis de sistemas multisemióticos, en donde el texto problema viene acompañado de imágenes, simbologías y gráficos. Para este caso particular, las preguntas de esta sección vienen interrelacionadas entre el sistema gráfico, presente en el diagrama, y el sistema verbal, presente en los enunciados de cada pregunta. Para lograr la interpretación del sistema multisemiótico, el estudiante inicialmente deberá apropiarse de los conceptos de elemento y compuesto, y de recordar el concepto de mezcla, estructurado en preguntas anteriores. El objetivo de las preguntas es que el estudiante logre identificar de la ilustración, los conceptos solicitados.

En el anexo 2 se encuentra el formato del cuestionario aplicado y su respectiva validación por juicio de expertos.

### ***3.4.3. Emociones y actitudes de los estudiantes frente al aprendizaje de la Química***

El tercer cuestionario corresponde a un cuestionario en escala tipo Likert, que cuenta con 20 ítems que describen diversas situaciones y actividades en torno a las clases de Química con el fin de evaluar aspectos intrínsecos del estudiante como su interés, motivación y actitud hacia la asignatura. El cuestionario cuenta con una serie de planteamientos enfocados a aspectos relacionados a las emociones y actitudes que el estudiante pueda generar frente a los procesos de aprendizaje de la Química. Para realizar las valoraciones, los estudiantes deberán plasmar su juicio a partir de una escala tipo Likert. La escala se compone de 5 niveles de valoración que van en orden creciente: “*Nunca*”, “*Casi nunca*”, “*A veces*”, “*Casi siempre*” y “*Siempre*”. Para lograr esto, se tuvieron en cuenta 4 aspectos fundamentales, seleccionados a partir de la revisión bibliográfica:

- **Interés:** A través de los ítems 1, 6, 8, 15, 17, 18 y 19 del cuestionario, se busca evaluar el grado de interés de los estudiantes sobre la asignatura de Química. Para ello, establece planteamientos relacionados con el interés del estudiante hacia la asignatura, su trabajo particular, su participación durante las jornadas y su nivel de agrado o desagrado durante el desarrollo de las clases.
- **Esfuerzo:** Mediante los ítems 2, 3, 7, 13, 14 y 16 del cuestionario, se quiere averiguar el nivel de esfuerzo depositado por los estudiantes en torno al desarrollo de las actividades establecidas desde la asignatura de Química. Para ello, tiene en cuenta sus percepciones alrededor del nivel de dificultad de la asignatura y la manera como se desenvuelve en la misma.

- **Motivación:** Con los ítems 5, 9, 10 y 12, se quiere evaluar el grado de motivación existente en los estudiantes, mediante la indagación de situaciones cómo la percepción pragmática de la asignatura para la vida diaria, su futuro profesional y su desempeño académico.
- **Miedo y ansiedad:** Los ítems 4, 11 y 20, evalúan la frecuencia con la que los estudiantes experimentan emociones negativas en el aula de clase, en especial, durante procesos como la participación en clase y la realización de exposiciones, las cuales, son situaciones que implican cierto grado de estrés.

En el anexo 3 se encuentra el formato del cuestionario aplicado y su respectiva validación por juicio de expertos.

#### ***3.4.4. Cuestionario a estudiantes: Percepciones sobre la Práctica Pedagógica del docente de Química.***

El cuarto cuestionario corresponde a un cuestionario en escala tipo Likert, que cuenta con 25 ítems en los cuáles, se describen diversos aspectos relacionados con las clases de Química, enfocados a los métodos de enseñanza del docente, las estrategias didácticas, las relaciones interpersonales, la comunicación asertiva, la forma de evaluación y el nivel de conocimiento del docente de Química a partir de las percepciones de sus estudiantes. La escala se compone de 5 niveles de valoración que van en orden creciente: “*Nunca*”, “*Casi nunca*”, “*A veces*”, “*Casi siempre*” y “*Siempre*”. Para la estructuración de este cuestionario, se tuvieron en cuenta 5 aspectos fundamentales:

- **Estrategias didácticas:** Corresponde a los ítems 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 11, 12, 13 y 18. Abarca el 48% del cuestionario como tal, evaluando la percepción del estudiante sobre las diferentes estrategias didácticas utilizadas por el docente en el desarrollo de las clases.

Dentro de los aspectos más relevantes, busca visibilizar si las prácticas pedagógicas desarrolladas por el docente de Química corresponden a un modelo tradicional, memorístico y transmisionista, o por si el contrario, favorece a la intervención activa del estudiante, mediante la realización de experiencias prácticas, el desarrollo de trabajos grupales, procesos de investigación científica y uso de las TIC's durante el transcurso de las clases.

- **Relaciones interpersonales:** A través de los ítems 9, 15, 20, 21, 23, 24 y 25 del cuestionario, se pretende establecer la forma como los estudiantes conciben su relación con el maestro. Esta perspectiva involucra aspectos más emocionales y sociales, indagando sobre la actitud tomada por el docente, los estados de ánimos que con frecuencia manifiesta el docente, e incluso, investigar sobre posibles casos de Bullying impartido por el docente a sus propios estudiantes, con el fin de valorar la inteligencia emocional del docente a cargo.
- **Habilidades comunicativas:** Se compone de los ítems 14, 17 y 22. Pretende visibilizar las apreciaciones de los estudiantes en referencia a competencias comunicativas desarrolladas por el docente de Química. Para ello, fue necesario indagar el nivel de comprensión de los estudiantes del discurso emitido por el docente, su capacidad para aclarar dudas, así como la viabilidad de entablar de manera sencilla una conversación con el docente.
- **Saber disciplinar:** Se compone únicamente del ítem 10. Busca evaluar la percepción de los estudiantes en cuanto al dominio conceptual que tiene el docente en el desarrollo de las clases.

- **Evaluación:** Se rige a partir del ítem 16 del cuestionario. Establece, desde la percepción de los estudiantes, la frecuencia con la que el docente realiza evaluaciones relacionadas con los temas explicados y desarrollados durante las clases.

En el anexo 4 se encuentra el formato del cuestionario aplicado y su respectiva validación por juicio de expertos.

### 3.5. Técnicas para la recolección de información

Para la obtención de los datos, se realizó la aplicación de los instrumentos en los dos Colegios seleccionados entre el 8 y el 19 de noviembre de 2021. Se trabajó con cada Colegio de manera diferente. Con el Colegio Integrado Camilo Torres, se trabajó entre el 8 y el 12 de noviembre del 2021. Para cada salón se realizaron dos jornadas de 30 minutos cada una durante el tiempo designado para la asignatura de Química. Durante la primera jornada se aplicó el cuestionario de Competencias Matemáticas (CM), y durante la segunda jornada se aplicó el cuestionario de Competencias Lingüísticas asociadas a la Química (CL). Los cuestionarios de Emociones y Actitudes (EA), así como el de la percepción de la Práctica Pedagógica por parte de los estudiantes (PP), se aplicaron de manera virtual mediante un enlace de Google Forms. En la Tabla 2 se presenta el cronograma de aplicación de los cuestionarios.

**Tabla 2.** Cronograma de aplicación de instrumentos en el Colegio Integrado Camilo Torres.

	Grado					
	10-1	10-2	10-3	11-1	11-2	11-3
<b>CM</b>	9/11/21	9/11/21	9/11/21	9/11/21	9/11/21	9/11/21
<b>CL</b>	10/11/21	9/11/21	12/11/21	10/11/21	10/11/21	11/11/21
<b>AE*</b>	12/11/21	12/11/21	12/11/21	12/11/21	12/11/21	12/11/21
<b>PP*</b>	12/11/21	12/11/21	12/11/21	12/11/21	12/11/21	12/11/21

\*Cuestionarios Aplicados de manera virtual

Para el caso del Colegio Nuestra Señora de la Paz, los cuestionarios fueron aplicados en dos jornadas de 50 minutos cada una durante la hora correspondiente a Química. Durante la primera jornada se aplicaron los cuestionarios de Competencias Matemáticas (CM) y el de Emociones y Actitudes (EA), mientras que en la segunda jornada se aplicó el cuestionario de Competencias Lingüísticas asociadas a la Química (CL) y el de Percepciones sobre la Práctica Pedagógica del docente de Química (PP). En la tabla 3, se presenta el cronograma de aplicación de los cuestionarios en este Colegio.

**Tabla 3.** Cronograma de aplicación de instrumentos en el Colegio Nuestra Señora de la Paz.

	Grado					
	10-1	10-2	10-3	11-1	11-2	11-3
<b>CM</b>	16/11/21	16/11/21	16/11/21	16/11/21	16/11/21	17/11/21
<b>CL</b>	18/11/21	19/11/21	19/11/21	19/11/21	19/11/21	18/11/21
<b>AE</b>	16/11/21	16/11/21	16/11/21	16/11/21	16/11/21	17/11/21
<b>PP</b>	18/11/21	19/11/21	19/11/21	19/11/21	19/11/21	18/11/21

Respecto a las notas en la asignatura de Química, la cual corresponde a la variable dependiente de este estudio, fueron solicitadas y entregadas directamente por los coordinadores académicos de cada Colegio.

### 3.6. Procesamiento de la información

Se tabuló la información y se estructuró una base de datos con las variables en estudio. Para los análisis estadísticos se consideró el desempeño en Química como la variable dependiente en el estudio. Inicialmente, se realizaron los histogramas y se obtuvieron algunos estadísticos descriptivos para cada una de las variables estudiadas con el objetivo de establecer algunos aspectos iniciales, como su distribución, las medidas de tendencia central y el rango en

el que oscilan. Posterior a ello, se realizaron análisis de correlación simple entre la variable dependiente y las demás variables estudiadas. El grado de dependencia o asociación entre dos variables se estudia utilizando los coeficientes de correlación, los cuales indican si las variables están o no asociadas entre sí, es decir, si son o no son independientes. De igual forma establece el sentido de esta asociación, es decir, si es positiva o negativa. No obstante, se requiere de algunos estadísticos probabilísticos para establecer si la correlación existente es significativa o no. Para esta investigación se seleccionó el Coeficiente de correlación de Kendall o Coeficiente Tau ( $\tau$ ), el cual, es recomendado para variables ordinales. Al tener en cuenta que tanto las calificaciones de las pruebas cognitivas como las valoraciones de los cuestionarios psicométricos se pueden considerar variables ordinales, este tipo de coeficiente resulta ser más conveniente (Guisande-González, Vaamonde-Liste & Barreiro-Felpeto, 2011). Los coeficientes de correlación se evaluaron con un nivel de significancia del 5% ( $\alpha=0.05$ ).

**Tabla 4.** Interpretación de coeficiente de correlación - Fuente: Adaptación basada en Nieves-Hurtado y Domínguez-Sánchez (2009).

Valor de $ r $	Grado de correlación	Valor de $r$	Tipo de correlación
1	Perfecta	+	Positiva
0.9 a 0.99	Muy alta	-	Negativa
0.7 a 0.89	Alta		
0.4 a 0.69	Moderada		
0.2 a 0.39	Baja		
0.01 a 0.19	Muy Baja		
0	Nula		

Seguido a lo anterior, se realizaron contrastes de homogeneidad para el desempeño académico en Química, teniendo en cuenta como factores cada una de las variables estudiadas. Para esto, todas las variables independientes, las cuales se encuentran en una escala de 0 a 5, se transformaron en variables categóricas ordinales de tres o cuatro niveles de acuerdo con el caso. El objetivo de este análisis fue establecer qué factores resultaron o no significativos sobre el desempeño académico en Química.

**Tabla 5.** Transformación de las variables independientes de numéricas a categóricas.

Variable(s)	Rango de la variable			
	0 – 2.9	3.0 – 3.9	4.0 – 4.5	4.6 – 5.0
<b>Competencias Matemáticas (CM), Competencias Lingüísticas (CL) y Esfuerzo (ES).</b>	Bajo	Básico		Alto
<b>Regla de Tres (RT), Análisis de Gráficos (AG), Ecuaciones (EC), Apropriación de Conceptos (AC), Comprensión de Textos (CT) e Interpretación de Sistemas multisemióticos (ISMS).</b>	Bajo	Básico		Superior
<b>Actitudes y emociones (AE).</b>	Actitud negativa	Actitud indiferente		Actitud Positiva
<b>Interés (IN).</b>	Desinteresado	Medianamente interesado		Interesado

Variable(s)	Rango de la variable			
	0 – 2.9	3.0 – 3.9	4.0 – 4.5	4.6 – 5.0
<b>Motivación (MO).</b>	Poco motivado	Medianamente motivado	Muy motivado	
<b>Miedo y Ansiedad (MA).</b>	Raramente	Ocasionalmente	Frecuentemente	
<b>Práctica Pedagógica (PP) y Relaciones Interpersonales (RI).</b>	Mala	Regular	Buena	Muy buena
<b>Estrategias Didácticas (DID)</b>	Insuficientes	Aceptables	Buenas	
<b>Saber Disciplinar (SD)</b>	Insuficiente	Básico	Muy bueno	
<b>Habilidades Comunicativas (COM)</b>	Malas	Básicas	Muy buenas	
<b>Evaluación</b>	Nunca	A veces	Casi siempre	Siempre

Para realizar los contrastes, inicialmente se aplicaron pruebas de Shapiro-Wilk y de Kolmogórov-Smirnov con un nivel de significancia del 5% ( $\alpha=0.05$ ), para establecer si existía normalidad en la información. Así mismo, se aplicaron test de Levene para la media y el test de Brown-Forsythe para la mediana, con el objetivo de establecer si los datos poseían homocedasticidad. En caso de cumplir con los criterios de normalidad y homocedasticidad, se realizó un ANOVA para verificar si el factor es o no significativo. Este supuesto se verificó con un nivel de significancia del 5% ( $\alpha=0.05$ ). Para contrastar los pares de niveles de la variable y establecer si existen o no diferencias significativas entre sí, se aplicó un contraste de Tukey, con un nivel de significancia del 5% ( $\alpha=0.05$ ). En el caso de no cumplir con los supuestos de normalidad y homocedasticidad, se realizaron análisis no paramétricos. En ese caso, primero se

realizó la prueba de la suma de los Rangos de Kruskal-Wallis con un nivel de significancia del 5% ( $\alpha=0.05$ ), para determinar si existían diferencias significativas entre los niveles del factor evaluado; posterior a ello, con el fin de relacionar los pares de niveles de la variable evaluados, se realizaron pruebas de Kolmogórov-Smirnov para dos muestras con un nivel de significancia del 5% ( $\alpha=0.05$ ). Para visualizar la información se utilizaron gráficos de cajas comparativas.

Con el objetivo de dar una perspectiva multivariada a los análisis, se realizaron dos análisis adicionales: un escalamiento multidimensional y un árbol de clasificación y regresión (CART). Para estos análisis se realizaron de dos formas: la primera, teniendo en cuenta todas las variables evaluadas; y la segunda, teniendo en cuenta sólo las variables intrínsecas del estudiante, es decir, sus competencias y emociones. El escalamiento multidimensional se realizó con el objetivo de determinar si entre los diferentes niveles de rendimiento académico en Química existen relaciones entre los factores evaluados y, por ende, establecer si existe un patrón para cada nivel de desempeño académico en la asignatura y su relación con las capacidades cognitivas, los aspectos emocionales y las percepciones de los estudiantes en torno a la labor docente. Para verificar el nivel de ajuste del escalamiento multidimensional, se utiliza el criterio denominado Stress, el cual, es un promedio de las desviaciones entre las distancias finales presentes en el gráfico y las distancias iniciales, realizando una estandarización de las variables, para que oscilen entre 0 y 1. Para su interpretación se puede visualizar la tabla 6. Entre mayor sea el valor del estrés, peor será el ajuste del escalamiento. Se sugiere que el estrés no supere el 20% (0.2), y preferiblemente, que sea menor al 5% (0.05) (Guisande-González, Vaaamonde-Liste & Barreiro-Felpeto, 2020).

**Tabla 6.** Ajuste del escalamiento multidimensional de acuerdo con el valor del Stress – Fuente: *Guisande-González et al. (2020)*

Stress	Ajuste
0.1 – 0.2	Pobre
0.05 – 1.00	Regular
0.025 – 0.05	Bueno
<0.025	Excelente
0	Perfecto

Por su parte, el árbol de clasificación y regresión (CART), no sólo permite establecer las variables más influyentes en conjunto, sino que además permite clasificar de acuerdo con características o valores similares entre las diferentes variables estudiadas. Este método estadístico proporciona modelos a nivel explicativo y predictivo. Dentro de las ventajas que se tienen con esta técnica, se encuentran la representación gráfica, la cual consiste en la bifurcación progresiva de acuerdo con el cumplimiento de ciertos parámetros. Otra de las ventajas de esta técnica radica en el formato compacto y el lenguaje sencillo empleado. Los árboles de clasificación y regresión son utilizados principalmente para explicar y predecir la pertenencia de los individuos de una muestra a una categoría o clase definida, teniendo en cuenta unos parámetros definidos por el algoritmo para las variables explicativas del modelo. El árbol de clasificación y regresión permite realizar predicciones en torno a una variable dependiente seleccionada que, para este caso, es el nivel de rendimiento académico en Química. El árbol surge desde un nodo principal, en el cual se encuentra todos los individuos de la muestra. Posterior a ello, se divide en dos subgrupos teniendo en cuenta los valores o parámetros de una

variable independiente seleccionada por el algoritmo. El proceso se repite de manera continua, dividiéndose sucesivamente en nuevos subgrupos, de tal forma que estos tengan una menor heterogeneidad en relación con su nodo padre. La partición de los grupos se realiza a partir de una función de impureza, también denominado criterio de partición, el cual es un parámetro que permite determinar la calidad del nodo hijo. La complejidad del árbol se establece a partir del número de grupos generados, así como del porcentaje de clasificación correcta, el cual se obtiene a partir del número de observaciones clasificadas correctamente sobre el total de observaciones totales (Guisande-González *et al.*, 2020).

Para la realización de los gráficos y los análisis estadísticos se utilizó la interfaz gráfica R-Wizard Software (Guisande, Heine, González-DaCosta & García-Roselló, 2014).

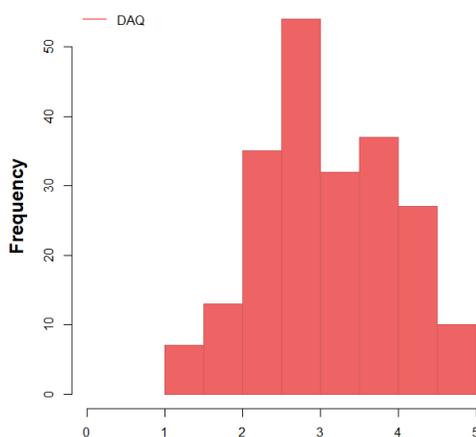
Los resultados encontrados en la investigación fueron contrastados con los resultados reportados por otros autores en diversas investigaciones.

## 4. Resultados y discusiones

### 4.1. Análisis descriptivo preliminar de las variables

Con el objetivo de hacer un análisis exploratorio inicial, se realizaron histogramas para cada una de las variables con el objetivo de visualizar su distribución. De igual forma, para cada variable se obtuvieron los valores de los siguientes estadísticos descriptivos: máximo (M), mínimo (m), Amplitud (A), media ( $\bar{x}$ ), mediana ( $Me$ ), varianza ( $s^2$ ), desviación estándar ( $s$ ), coeficiente de variación (CV), asimetría (As), curtosis (Cr), cuartil 1 ( $Q_1$ ), cuartil 2 ( $Q_2$ ) y cuartil 3 ( $Q_3$ ). Por un lado, los valores de la media y la mediana permitieron identificar un valor representativo o central en torno al cual se encontraban ubicados los datos de la variable. Los valores de asimetría y curtosis permitieron complementar el análisis del histograma, mientras que los valores de los cuartiles permitieron complementar el análisis con relación a la distribución de los datos.

#### 4.1.1. Desempeño académico en Química (NQT).



**Figura 7.** Histograma para el desempeño académico en Química (DAQ).

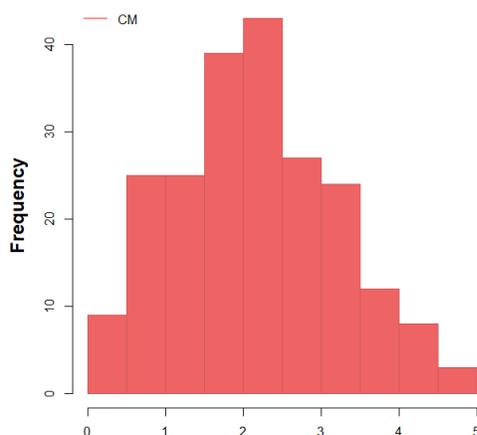
El desempeño académico en Química (DAQ) de los estudiantes muestreados, osciló entre 1 y 4.8. En promedio, el desempeño académico se dio en un valor de 3.13 ubicándose en un nivel básico. El histograma evidenció la mayor frecuencia entre 2.5 y 3.0. La variable posee una distribución asimétrica negativa. El 50% de la información se encuentra entre 2.5 y 3.7, ubicándose entre el nivel de desempeño bajo y básico, evidenciando de manera preliminar falencias en el aprendizaje de esta asignatura por parte de los estudiantes de Educación Media.

El nivel de complejidad conceptual (Valero-Alemán & Mayora, 2009) así como los procedimientos aritméticos y algebraicos involucrados en el aprendizaje de la Química (Ordaz-González & Britt-Mostue, 2018), inciden sobre óptimo desarrollo de competencias científicas de esta asignatura. Así mismo, gran parte de los procesos de enseñanza de la Química se centran en procesos transmisionistas, basados en la explicación de nuevos conceptos, así como en la realización de problemas matemáticos típicos, sin llegar a ir a procesos de comprensión real y de visualización de los conceptos vistos, propiciando los procesos de memorización temporal de conceptos y evitando el desarrollo de competencias científicas (Rodríguez-Cepeda *et al.*, 2020; Ordaz-González & Britt-Mostue, 2018). Finalmente, es necesario resaltar que la enseñanza de la Química en las instituciones educativas evaluadas se realiza de acuerdo con los estándares establecidos por el MEN, hecho que es asumido de manera puntual por los docentes, generando procesos de enseñanza focalizados en contenidos fragmentados y reducidos, dificultando la correcta comprensión de la Química por parte de los estudiantes (Parga-Lozano & Piñeros-Carranza, 2018).

En la tabla 7, se encuentran los estadísticos descriptivos para el desempeño académico en Química (DAQ).

**Tabla 7.** Estadísticos descriptivos para el desempeño académico en Química (DAQ).

M	m	A	$\bar{x}$	Me	$s^2$	s	CV	As	Cr	Q <sub>1</sub>	Q <sub>2</sub>	Q <sub>3</sub>
4.8	1.0	3.8	3.13	3.0	0.69	0.83	26.52	-0.04	-0.63	2.50	3.00	3.70

**4.1.2. Competencias Matemáticas (CM).****Figura 8.** Histograma para el desempeño en competencias matemáticas (CM).

Para el caso de las competencias matemáticas (CM), se presentaron calificaciones entre 0 y 5, con un valor promedio de 2.5, es decir, ubicándose en un nivel bajo para este tipo de competencias. Su distribución fue asimétrica positiva, es decir, la mayoría de los datos se ubicaron en valores bajos. Así mismo, el 50% de la información osciló entre 1.5 y 3.0, encontrándose especialmente en el nivel bajo.

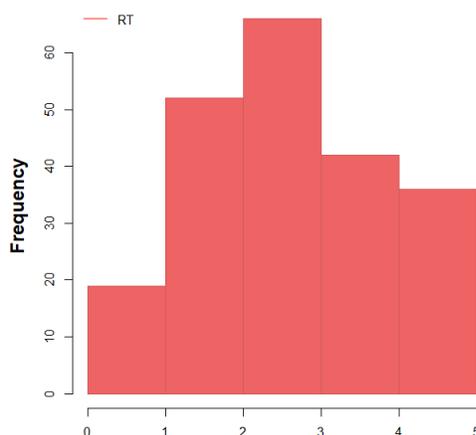
En este punto, las competencias matemáticas resultan importantes al momento de considerar el adecuado desempeño académico en Química, teniendo en cuenta que en su estudio se involucran explicaciones no solo a nivel verbal, sino también requiere del análisis de gráficos,

fórmulas matemáticas y simbología química (Galagovsky, 2009; De la Chaussée, 2009). Los bajos niveles de desempeño en matemáticas, se evidencian en los déficits exteriorizados por los estudiantes en los procesos no sólo de comprensión conceptual, sino también de resolución de ejercicios matemáticos dentro de la Química, así como su conexión con problemáticas cotidianas (Ordaz-González & Britt-Mostue, 2018). En la tabla 8, se pueden visualizar los estadísticos descriptivos para esta variable.

**Tabla 8.** Estadísticos descriptivos para el desempeño en competencias matemáticas (CM).

M	m	A	$\bar{x}$	Me	$s^2$	s	CV	As	Cr	Q <sub>1</sub>	Q <sub>2</sub>	Q <sub>3</sub>
5.0	0.0	5.0	2.40	2.5	1.10	1.05	43.72	0.22	-0.46	1.50	2.50	3.00

#### 4.1.3. Reglas de tres.



**Figura 9.** Histograma para el desempeño en la realización de reglas de tres (RT).

En relación con las habilidades de los estudiantes en el desarrollo de cálculos matemáticos sencillos como las reglas de tres (RT), se presentaron valores entre 0.0 y 5.0. Su

valor medio fue de 2.66 y muy cercano a este, se encuentra el valor de la Mediana que fue de 2.5, localizándose en el nivel bajo. Su asimetría fue negativa, evidenciando una mayor aglomeración en los valores bajos. El 50% de los estudiantes muestreados se encuentran entre 1.3 y 3.8 para el nivel de habilidad en el desarrollo de reglas de tres.

El aprendizaje de algunos contenidos de Química requiere del manejo de algunas habilidades matemáticas básicas, relacionadas con la ejecución de operaciones aritméticas sencillas, por lo que muchas dificultades en determinados contenidos de Química son provocadas por las falencias al momento de resolver problemas que involucren cálculos matemáticos sencillos como reglas de tres (Beirigo-Lopes *et al.*, 2018; Salinas-Ruiz, 1993).

En la tabla 9 se encuentran los estadísticos descriptivos para la variable estudiada.

**Tabla 9.** Estadísticos descriptivos para el desempeño en la realización de reglas de tres (RT).

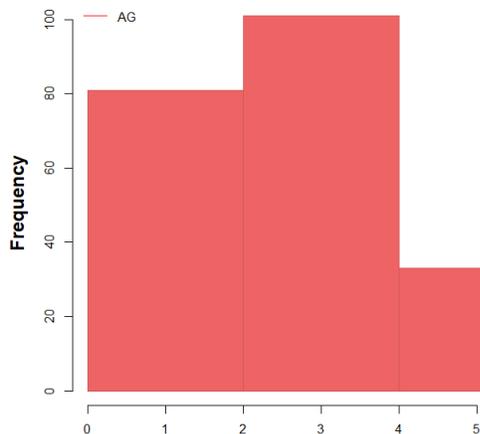
M	M	A	$\bar{x}$	Me	$s^2$	s	CV	As	Cr	Q <sub>1</sub>	Q <sub>2</sub>	Q <sub>3</sub>
5.0	0.0	5.0	2.66	2.5	2.26	1.50	56.51	0.04	-0.93	1.30	2.50	3.80

#### 4.1.4. Análisis Gráfico

Las habilidades para el análisis de gráficos (AG) fluctuaron entre 0.0 y 5.0. Su valor promedio fue de 2.76 situándose en el nivel bajo. La mitad de los estudiantes evaluados presentaron una capacidad de análisis gráfico con valoraciones entre 1.7 y 3.3.

En este aspecto, cabe resaltar la importancia del análisis de gráficos en el contexto de la Química. Los gráficos representan la relación presente entre dos variables, generalmente, en el transcurso del tiempo, permitiendo evidenciar el comportamiento de las variables involucradas en un proceso. El hecho de utilizar diversos sistemas semióticos en una misma representación puede

llegar a representar una gran demanda cognitiva por parte del estudiante, creando en algunos casos situaciones de confusión y generando una mala interpretación de este (Busby, 2018).



**Figura 10.** Histograma para el desempeño en el análisis de gráficos (AG).

En la tabla 10, se muestran los principales estadísticos descriptivos para el desempeño en el análisis de gráficos (AG).

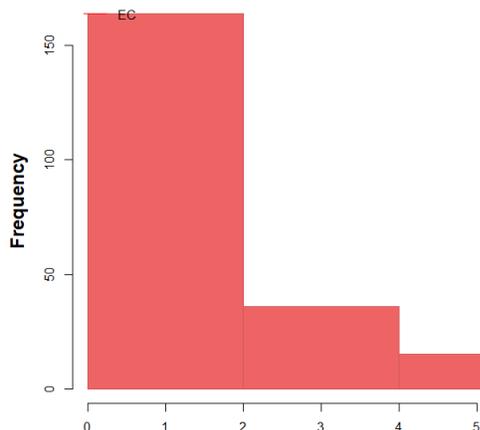
**Tabla 10.** Estadísticos descriptivos para el desempeño en el análisis de gráficos (AG).

M	m	A	$\bar{x}$	Me	$s^2$	s	CV	As	Cr	Q <sub>1</sub>	Q <sub>2</sub>	Q <sub>3</sub>
5.0	0.0	5.0	2.76	3.3	2.10	1.45	52.44	-0.32	-0.50	1.70	3.30	3.30

#### 4.1.5. Ecuaciones.

Por otro lado, el análisis de ecuaciones (EC) evidenció un gran déficit con un valor medio de 1.72. Los resultados se presentaron entre 0.0 y 5.0, sin embargo, la mayoría se acumuló al lado izquierdo del gráfico, es decir, hacia los valores bajos, hecho que se evidenció con el valor de la asimetría, el cual fue positivo. Para el análisis de ecuaciones, el 50% de los estudiantes

presentaron valoraciones entre 0.0 y 1.70, siendo este aspecto, uno de los de mayor dificultad referente a sus competencias matemáticas.



**Figura 11.** Histograma para el desempeño en el análisis de ecuaciones (EC).

Dentro del nivel de representación simbólico de la Química, se tiene presente no solo la simbología química, sino también fórmulas y ecuaciones que representan elementos de los niveles macroscópicos o microscópicos (Tümay, 2016). Cárdenas-S. (2006) determinó que dentro de los temas en los que los estudiantes presentan mayor dificultad, se encuentran la estequiometría, las soluciones y el estado gaseoso, en particular lo referente a la ecuación de estado. El análisis de fórmulas y ecuaciones resulta complejo para muchos estudiantes que carecen de habilidades matemáticas para interpretar relaciones entre variables de una misma fórmula, así como los procesos de despeje de una variable determinada.

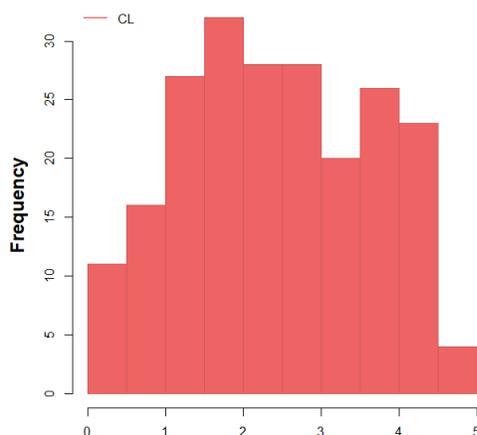
En la tabla 11, se presentan los valores de los estadísticos descriptivos para el análisis de ecuaciones.

**Tabla 11.** Estadísticos descriptivos para el desempeño en el análisis de ecuaciones (EC).

M	m	A	$\bar{x}$	Me	$s^2$	s	CV	As	Cr	Q <sub>1</sub>	Q <sub>2</sub>	Q <sub>3</sub>
5.0	0.0	5.0	1.72	1.7	2.00	1.42	82.12	0.59	-0.13	0.00	1.70	1.70

#### 4.1.6. Competencias Lingüísticas.

Referente a las competencias lingüísticas (CL), los estudiantes obtuvieron calificaciones entre 0.0 y 5.0, con un valor promedio de 2.68, el cual se ubica en el nivel bajo. En cuanto a su distribución, se evidencia un valor de asimetría positiva. La mitad de los estudiantes evaluados obtuvieron notas entre 1.75 y 3.50, ubicados entre el nivel bajo y el nivel básico.

**Figura 12.** Histograma para el desempeño en competencias lingüísticas (CL).

El desarrollo de competencias lingüísticas adecuadas se encuentra ligada al rendimiento académico en Química. En estudios anteriores, se ha determinado que uno de los grandes problemas en los procesos de enseñanza y aprendizaje de la Química, está relacionado con el nivel de complejidad del lenguaje utilizado en esta asignatura (Valero-Alemán & Mayora, 2009). El

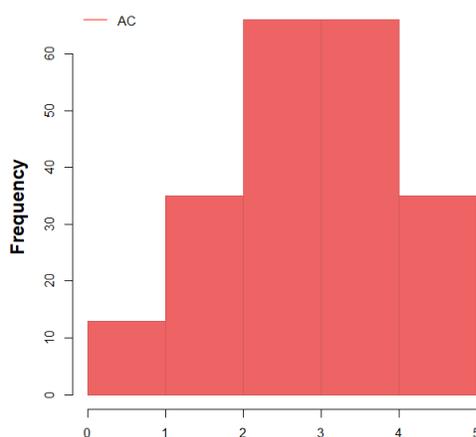
aprendizaje de la Química involucra la incorporación de un lenguaje específico, necesario no sólo para poder comunicar los conceptos científicos, sino también para poder llevar a cabo un razonamiento crítico de los contenidos, para lo cual, es necesario desplegar todas las competencias lingüísticas en el desarrollo de las clases y las diferentes actividades propuestas desde la asignatura, tanto de forma oral como escrita, al momento de relacionarse con el docente y con sus pares (Quílez-Pardo, 2016).

En la tabla 12, se pueden visualizar los principales estadísticos descriptivos en torno a las competencias lingüísticas de los estudiantes muestreados.

**Tabla 12.** Estadísticos descriptivos para el desempeño en competencias lingüísticas (CL).

M	m	A	$\bar{x}$	Me	$s^2$	s	CV	As	Cr	Q <sub>1</sub>	Q <sub>2</sub>	Q <sub>3</sub>
5.0	0.0	5.0	2.68	2.5	1.49	1.22	45.67	-0.04	-0.90	1.75	2.50	3.50

#### 4.1.7. Apropiación de conceptos.



**Figura 13.** Histograma para el desempeño en la apropiación de conceptos (AC).

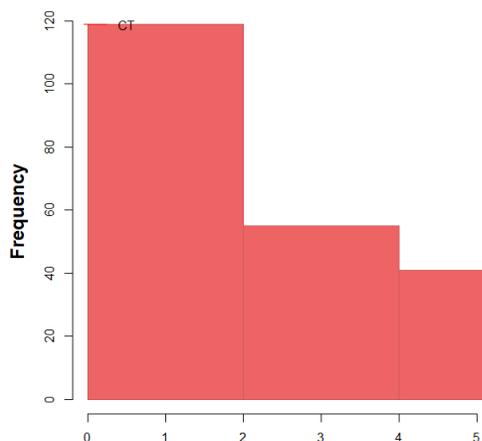
En correspondencia con la apropiación de conceptos (AC), los valores fluctuaron entre 0 y 5, con un valor medio de 2.96. Presenta una distribución con asimetría negativa, lo cual no solo se evidencia en el histograma sino en el Coeficiente de asimetría. Para el cuartil 1 y el cuartil 3, se presentaron valores de 2.5 y 3.8 respectivamente, localizándose así el 50% de la muestra entre un nivel bajo y un nivel básico.

De acuerdo con Marin-Quintero (2010), el aprendizaje de la Química (o de cualquier ciencia en general), involucra la incorporación mental de nuevos conceptos, así como la comprensión de sus significados. La mejor forma de ilustrar un nuevo concepto es a partir de la contextualización, utilizando situaciones a nivel personal, social o profesional que puedan facilitar su apropiación (Broman & Parchmann, 2014; De Jong, 2006). La correcta vinculación de los conceptos químicos con los contextos de los estudiantes resulta ser una de las principales dificultades en el aprendizaje de la Química (Valero-Alemán & Mayora, 2009). Sumado a lo anterior, gran parte de los conceptos presentados en la asignatura son abordados de manera superficial, sin llegar a propiciar un análisis profundo de los mismos, ni su relación con situaciones cotidianas (Muñoz-Burbano *et al.*, 2020). Teniendo en cuenta estas problemáticas, es común encontrar deficiencias en la apropiación conceptual por parte de los estudiantes y su asociación a situaciones específicas. Al no existir completa claridad del nuevo concepto aprendido, resulta complejo poder transferir esa información a una situación problema o a un contexto particular.

En la tabla 13, se exponen los estadísticos descriptivos relacionados con la apropiación de conceptos.

**Tabla 13.** Estadísticos descriptivos para el desempeño en la apropiación de conceptos (AC).

M	m	A	$\bar{x}$	Me	$s^2$	s	CV	As	Cr	Q <sub>1</sub>	Q <sub>2</sub>	Q <sub>3</sub>
5.0	0.0	5.0	2.96	2.5	1.95	1.40	47.14	-0.29	-0.66	2.50	2.50	3.80

**4.1.8. Comprensión de Textos.****Figura 14.** Histograma para el desempeño en la comprensión de textos (CT).

Conforme a las habilidades para la comprensión de textos (CT), se registraron calificaciones entre 0 y 5, con un valor promedio de 2.41. Los datos poseen una distribución con asimetría positiva, acaparando gran porcentaje de la información en los valores más bajos. El 50% de los estudiantes, obtuvieron notas entre 1.7 y 3.3, ubicándolos en niveles de desempeño bajo y básico en la comprensión de textos.

Si bien, parte del proceso del aprendizaje de la Química radica en la apropiación conceptual, también resulta importante los procesos de comprensión lectora. Por una parte, muchas de las situaciones problema planteadas desde la Química, requieren de una correcta

comprensión del enunciado. Quiroga *et al.* (2013) identificó problemas en la comprensión de textos, así como en la expresión de argumentos escritos. Las deficientes competencias lingüísticas del estudiante asociadas a la comprensión de textos puede incidir de manera significativa sobre el desempeño académico en Química, teniendo en cuenta, que son exigidas por gran parte de las situaciones problemáticas abordadas desde esta asignatura.

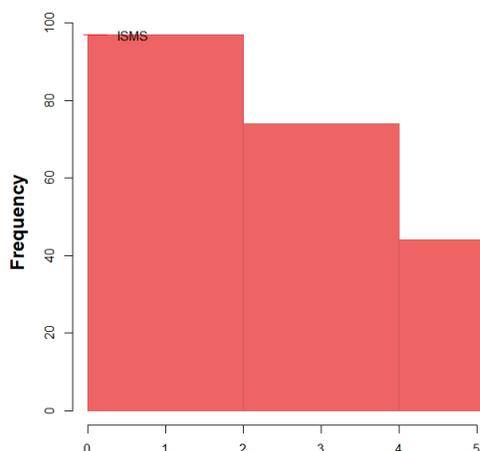
En la tabla 14, se encuentran plasmados los principales estadísticos descriptivos relacionados con la comprensión de textos por parte de los estudiantes de Educación Media evaluados.

**Tabla 14.** Estadísticos descriptivos para el desempeño en la comprensión de textos (CT).

<b>M</b>	<b>m</b>	<b>A</b>	$\bar{x}$	<b>Me</b>	$s^2$	<b>s</b>	<b>CV</b>	<b>As</b>	<b>Cr</b>	<b>Q<sub>1</sub></b>	<b>Q<sub>2</sub></b>	<b>Q<sub>3</sub></b>
5.0	0.0	5.0	2.41	1.7	2.81	1.68	69.66	0.14	-1.05	1.70	1.70	3.30

#### **4.1.9. Interpretación de sistemas multisemióticos.**

En consideración a las habilidades para la interpretación de sistemas multisemióticos (ISMS), se obtuvieron valoraciones entre 0 y 5, con un valor medio de 2.6, ubicándose este en el nivel bajo. El 50% de los estudiantes muestreados presentaron calificaciones entre 1.7 y 3.3 para esta habilidad. Sólo el 25% de los estudiantes obtuvieron calificaciones iguales o superiores a 3.4 en relación con la interpretación de sistemas multisemióticos.



**Figura 15.** Histograma para el desempeño en la interpretación de sistemas multisemióticos (ISMS).

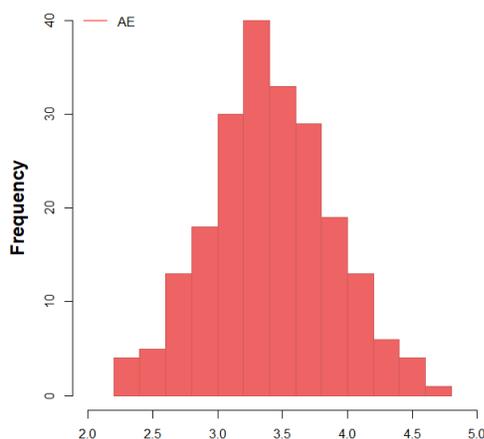
Durante el aprendizaje de la Química, es común encontrar sistemas multisemióticos como esquemas, figuras, fórmulas, gráficos, ilustraciones y tablas (Parodi, 2014; Gladic-Miralles & Cautín-Epifani, 2018). Para lograr una correcta interpretación de un texto que incluye en su estructura diversos sistemas multisemióticos, es necesario visualizar de manera integral y articulada todos los elementos involucrados con el objetivo de interpretar y analizar de la manera adecuada (Gladic-Miralles & Cautín-Epifani, 2018). Si bien, los sistemas multisemióticos ofrecen una visión más amplia de un tema concreto, puede llegar a generar confusión en el espectador, cuando no logra enlazar de manera adecuada los elementos presentados. En la tabla 15, se presentan los valores de los estadísticos descriptivos para la variable.

**Tabla 15.** Estadísticos descriptivos para la interpretación de sistemas multisemióticos (ISMS).

<b>M</b>	<b>m</b>	<b>A</b>	$\bar{x}$	<b>Me</b>	$s^2$	<b>s</b>	<b>CV</b>	<b>As</b>	<b>Cr</b>	<b>Q<sub>1</sub></b>	<b>Q<sub>2</sub></b>	<b>Q<sub>3</sub></b>
5.0	0.0	5.0	2.60	3.3	2.86	1.69	65.01	-0.13	-1.07	1.70	3.30	3.30

#### 4.1.10. Actitudes y emociones.

En cuanto a las actitudes y emociones de los estudiantes frente al aprendizaje de la Química (AE), se presentaron valoraciones entre 2.3 y 4.8, con un valor promedio de 3.75. La mitad de los estudiantes evaluados calificaron sus emociones y actitudes entre 3.2 y 3.8, mostrándose principalmente con una actitud indiferente ante la asignatura. La información posee una distribución casi normal, con una curtosis positiva, reflejada en la acumulación de datos en valores entre 3.25 y 3.5.



**Figura 16.** Histograma para la valoración de actitudes y emociones del estudiante frente al aprendizaje de la Química (AE).

Es necesario resaltar que existen diversos factores que interfieren sobre la actitud del educando en los procesos de aprendizaje, dentro de ellos, se pueden destacar aspectos intrínsecos del mismo, como su edad, género, proyecciones laborales futuras. De igual forma, los padres pueden influenciar la actitud del estudiante frente a una asignatura en particular. Otro aspecto fundamental que puede influir sobre las emociones y actitudes del estudiante frente al aprendizaje de la Química, se encuentran relacionadas esencialmente en la manera cómo el

docente desarrolla sus clases. En este aspecto, no sólo se incluyen las estrategias didácticas implementadas, sino también, la manera como se relaciona y se comunica con los estudiantes, así como las emociones que exterioriza con sus alumnos (Munoz-Masson *et al.*, 2019; Montagut-Bosque, 2010; Gräber, 2011).

En la tabla 16 se detallan los estadísticos descriptivos para la variable evaluada.

**Tabla 16.** Estadísticos descriptivos para la valoración de actitudes y emociones del estudiante frente al aprendizaje de la Química (AE).

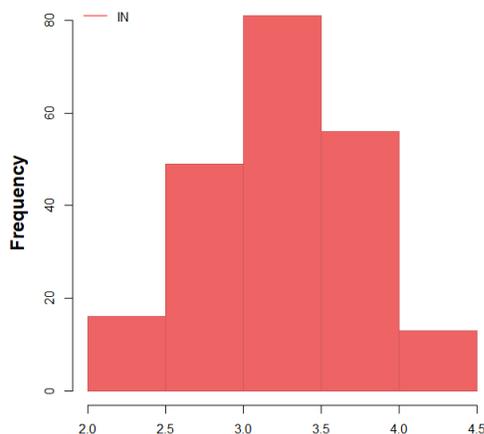
M	m	A	$\bar{x}$	Me	$s^2$	s	CV	As	Cr	Q <sub>1</sub>	Q <sub>2</sub>	Q <sub>3</sub>
4.8	2.3	2.5	3.47	3.4	0.22	0.47	13.67	0.07	-0.16	3.20	3.40	3.80

#### 4.1.11. Interés.

El nivel de interés ante la asignatura fluctuó entre 2 y 4.5, con un valor medio de 3.32. Su distribución es casi normal, presentándose el 50% de los datos entre 3 y 3.7, es decir, en una categoría de moderadamente interesado.

El interés por la asignatura puede estar dada principalmente por la afinidad con los contenidos, por la proyección profesional del estudiante. Cuando el docente genera un enfoque usando contextos cotidianos y próximos a las realidades y gustos de los estudiantes, es probable que se incremente la motivación y el interés por la asignatura (De Jong, 2006). Así mismo, la implementación de diversas estrategias metodológicas, que generen experiencias significativas en el aula de clase, despierta el interés de los estudiantes (Munoz-Masson *et al.*, 2019; Gómez-Moliné *et al.*, 2021). Incluso, desde Piaget, ya se consideraba el interés como un factor influyente

sobre el proceso de aprendizaje (Gräber, 2011), por lo que es importante establecer el impacto de esta variable sobre el desempeño académico del estudiante en Química.



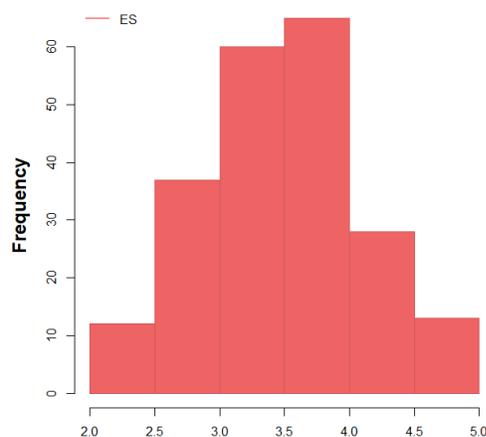
**Figura 17.** Histograma para la valoración del interés del estudiante frente al aprendizaje de la Química (IN).

En la tabla 17, se evidencian los estadísticos descriptivos con relación a la valoración del interés de los estudiantes evaluados frente al aprendizaje de la Química.

**Tabla 17.** Estadísticos descriptivos para la valoración del interés del estudiante frente al aprendizaje de la Química (IN).

M	m	A	$\bar{x}$	Me	$s^2$	s	CV	As	Cr	Q <sub>1</sub>	Q <sub>2</sub>	Q <sub>3</sub>
4.5	2.0	2.5	3.32	3.3	0.26	0.51	15.29	-0.13	-0.44	3.00	3.30	3.70

#### 4.1.12. Esfuerzo.



**Figura 18.** Histograma para la valoración del esfuerzo del estudiante frente al aprendizaje de la Química (ES).

Referente al nivel de esfuerzo (ES) de los estudiantes durante el desarrollo de las actividades propuestas desde la asignatura, se encontró que sus valores oscilaban entre 2 y 5, con un valor promedio de 3.57, es decir, en un nivel básico. Para el cuartil 1 y el cuartil 3, se presentaron valores de 3.2 y 4 respectivamente, localizándose así el 50% de la muestra entre un nivel básico y un nivel alto.

Es importante reconocer que, para el aprendizaje correcto de la Química, o de cualquier otra ciencia, se requiere de un esfuerzo cognitivo importante. Algunos temas específicos de la Química requieren de un esfuerzo mayor, en especial aquellos que involucran conceptos abstractos y operaciones matemáticas (Cubillán *et al.*, 2019). El nivel de esfuerzo que tiene un estudiante en relación con una asignatura particular, si bien puede influir de manera importante sobre su rendimiento académico, no es un factor determinante ni asegurador, puesto que pueden

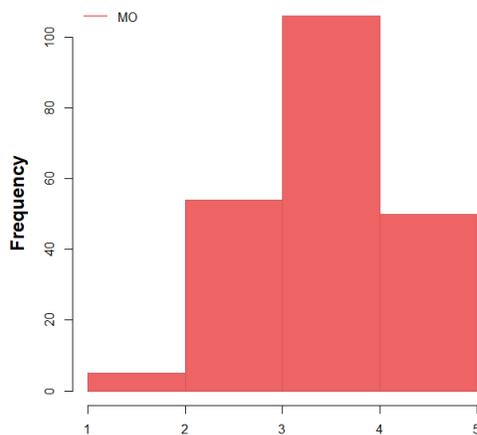
existir estudiantes con deficientes capacidades cognitivas con un gran nivel de esfuerzo, pero con un desempeño académico deficiente.

En la tabla 18, se pueden observar los estadísticos descriptivos obtenidos para la variable en estudio.

**Tabla 18.** Estadísticos descriptivos para la valoración del esfuerzo del estudiante frente al aprendizaje de la Química (ES).

M	m	A	$\bar{x}$	Me	$s^2$	s	CV	As	Cr	Q <sub>1</sub>	Q <sub>2</sub>	Q <sub>3</sub>
5.0	2.0	3.0	3.57	3.5	0.39	0.62	17.41	0.05	-0.42	3.20	3.50	4.00

#### 4.1.13. Motivación.



**Figura 19.** Histograma para la valoración de la motivación del estudiante frente al aprendizaje de la Química (MO).

Referente al nivel de motivación del estudiante (MO), los valores se movieron entre 1 y 5, con un valor medio de 3.59. La información tiene una distribución con asimetría negativa,

evidenciando la acumulación de datos hacia la derecha del histograma. La mitad de los estudiantes calificaron su nivel de motivación entre 3 y 4, es decir, son estudiantes que se encuentran medianamente motivados o muy motivados.

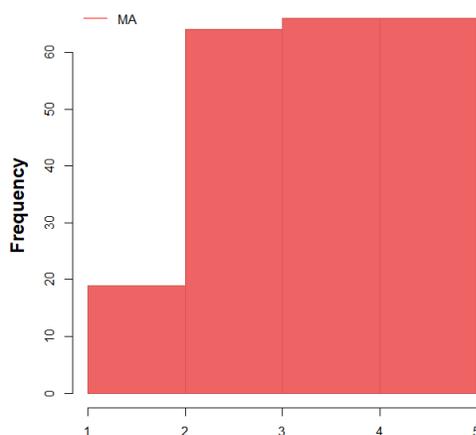
La motivación es un factor incidente sobre el rendimiento académico en una asignatura determinada, sin embargo, esta depende especialmente de factores ajenos al estudiante. Gran parte de la motivación del estudiante surge a partir de las estrategias metodológicas implementadas por el docente, pues en el caso de clases con mayor didáctica y participación del estudiante, pueden propiciar no solo una mayor motivación, sino una adecuada apropiación de los conceptos vistos (Pasmanik & Cerón, 2005). La motivación desempeña un rol trascendental durante los procesos de enseñanza y aprendizaje, por lo que resulta importante destacar la relevancia de adquirir nuevos conocimientos y competencias en un ambiente ameno y adecuado. (Colpas-Castillo *et al.*, 2018; Kindsvater *et al.*, 2008).

En la tabla 19, se exponen los valores para los estadísticos descriptivos relacionados con el nivel de motivación de los estudiantes.

**Tabla 19.** Estadísticos descriptivos para la valoración de la motivación del estudiante frente al aprendizaje de la Química (MO).

M	m	A	$\bar{x}$	Me	$s^2$	s	CV	As	Cr	Q <sub>1</sub>	Q <sub>2</sub>	Q <sub>3</sub>
5.0	1.0	4.0	3.59	3.5	0.55	0.74	20.74	-0.11	0.04	3.00	3.50	4.00

#### 4.1.14. Miedo y Ansiedad.



**Figura 20.** Histograma para la frecuencia de experimentación de emociones negativas durante las clases de (MA).

Al evaluar la frecuencia con la que los estudiantes experimentan emociones negativas durante las clases, se obtuvieron valoraciones entre 1 y 5, con un valor medio de 3.53, es decir, en promedio, ocasionalmente los estudiantes experimentan algún tipo de emoción negativa como miedo o ansiedad, durante el desarrollo de las clases. Los datos tienen una distribución con asimetría negativa, dicho de otro modo, la información se acumula hacia la derecha, es decir, hacia valores altos. El 50% de los estudiantes valoraron entre 3 y 4.3, la experimentación de este tipo de emociones, con frecuencias que van entre ocasional y frecuentemente.

Durante el proceso de aprendizaje de la Química, el estudiante puede experimentar diversas emociones como alegría, satisfacción, curiosidad, miedo, ansiedad, aburrimiento, entre otras. Los factores afectivos y emocionales inciden sobre los procesos cognitivos en las actividades de aprendizaje (Dorado, Ascuntar, Garces & Obando, 2020). Por lo tanto, se prevé que la experimentación de emociones negativas, como el miedo y la ansiedad, repercutan sobre

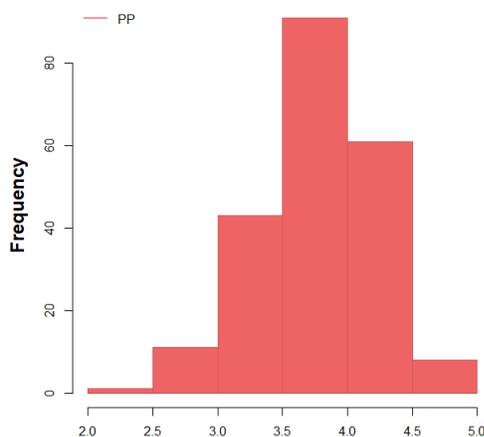
el rendimiento académico de la asignatura, limitando la capacidad de aprender, tal como lo han manifestado autores como Dávila-A. *et al.* (2016).

En la tabla 20, se presentan los estadísticos descriptivos obtenidos para la frecuencia de experimentación de emociones negativas durante las clases de Química.

**Tabla 20.** Estadísticos descriptivos para la frecuencia de experimentación de emociones negativas durante las clases de Química (MA).

M	m	A	$\bar{x}$	Me	$s^2$	s	CV	As	Cr	Q <sub>1</sub>	Q <sub>2</sub>	Q <sub>3</sub>
5.0	1.0	4.0	3.53	3.7	0.97	0.99	27.96	-0.39	-0.31	3.00	3.70	4.30

#### 4.1.15. Práctica Pedagógica del docente de Química.



**Figura 21.** Histograma para la valoración de la práctica pedagógica del docente de Química desde la percepción de los estudiantes (PP).

Respecto a la forma como los estudiantes perciben la práctica pedagógica (PP) de su docente de Química, se encontraron valoraciones entre 2.3 y 4.8. Su valor promedio fue de 3.83,

catalogando a la labor docente como regular. La distribución de los datos tiene una asimetría negativa, acumulándose la mayor cantidad hacia la derecha del histograma. Por otra parte, el 50% de los estudiantes pertenecientes a la muestra, valoraron la práctica pedagógica de su docente de Química entre 3.5 y 4.1, es decir, entre un nivel regular y bueno.

La práctica pedagógica requiere de constantes procesos de reflexión por parte del docente con relación a las actividades desarrolladas en clase (Castelblanco *et al.* 2020). Una correcta práctica pedagógica tiene en cuenta no sólo los contenidos, sino también las estrategias de enseñanza, las formas particulares de aprendizaje de sus estudiantes y los contextos en los cuales se imparte el conocimiento (Guerra-Harriette & Montoya-Rodríguez, 2015; Ekiz-Kiran & Boz, 2020). Por lo tanto, una deficiente práctica pedagógica, puede propiciar no solo desinterés y desmotivación en los estudiantes, sino también, bajos rendimientos académicos.

En la tabla 21 se muestran los estadísticos descriptivos de la variable seleccionada.

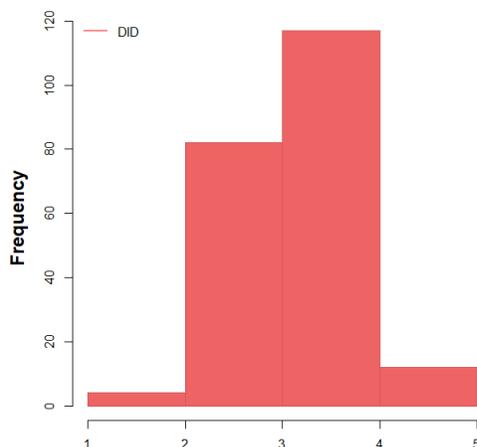
**Tabla 21.** Estadísticos descriptivos para la valoración de la práctica pedagógica del docente de Química desde la percepción de los estudiantes (PP).

M	m	A	$\bar{x}$	Me	$s^2$	s	CV	As	Cr	Q <sub>1</sub>	Q <sub>2</sub>	Q <sub>3</sub>
4.8	2.3	2.5	3.83	3.8	0.19	0.44	11.37	-0.41	0.15	3.50	3.80	4.10

#### 4.1.16. Estrategias didácticas.

En cuanto a la manera como los estudiantes perciben las estrategias didácticas (DID) empleadas por el docente de Química en el desarrollo de las clases, se tuvieron valoraciones que oscilan entre 1.5 y 4.6. En promedio, la valoración fue de 3.18 clasificándose como aceptables. No obstante, la mitad de los estudiantes muestreados valoraron las estrategias didácticas entre

2.8 y 3.5, clasificándose como insuficientes o aceptables. En relación con la distribución de la información, posee una asimetría negativa.



**Figura 22.** *Histograma para la valoración de las estrategias didácticas del docente de Química desde la percepción de los estudiantes (DID).*

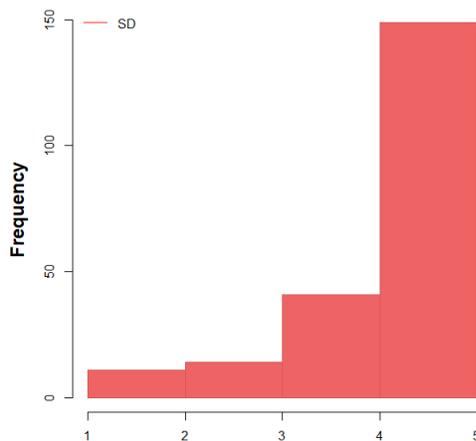
Dentro de los aspectos más importantes de la práctica pedagógica, se encuentran las estrategias didácticas implementadas por el docente, es decir, la forma como el docente transfiere sus conocimientos. Diversos autores (Blanchar-Añez, 2020; Canac & Kermen, 2020; Montagut-Bosque, 2010; Guerra-Harriette & Montoya-Rodríguez, 2015) han resaltado la importancia de implementar diferentes estrategias didácticas en el aprendizaje de ciencias, cómo la Química, con el fin de favorecer la apropiación de conocimientos y el fortalecimiento de competencias. Así mismo, la incorporación de estrategias didácticas en el desarrollo de las clases favorece a la mejora de aspectos emocionales y actitudinales frente a la asignatura, lo cual, podría incidir de manera positiva sobre el desempeño académico en la asignatura.

En la tabla 22, se indican los estadísticos descriptivos obtenidos para las valoraciones de las estrategias didácticas implementadas por el docente de Química basados en las percepciones de sus estudiantes.

**Tabla 22.** Estadísticos descriptivos para la valoración de las estrategias didácticas del docente de Química desde la percepción de los estudiantes (DID).

M	M	A	$\bar{x}$	Me	$s^2$	s	CV	As	Cr	Q <sub>1</sub>	Q <sub>2</sub>	Q <sub>3</sub>
4.6	1.5	3.1	3.18	3.2	0.29	0.54	16.90	-0.07	0.17	2.80	3.20	3.50

#### 4.1.17. Saber disciplinar del docente.



**Figura 23.** Histograma para la valoración del saber disciplinar del docente de Química desde la percepción de los estudiantes (SD).

Con base en la percepción de los estudiantes, el valor otorgado al saber disciplinar de su docente de Química oscila entre 1 y 4, con un valor medio de 4.5. El 50% de los estudiantes, dieron valores entre 4 y 5, catalogando de esta forma cómo muy bueno el saber que posee el

docente con relación a la asignatura. Los datos poseen asimetría negativa, evidenciándose una mayor acumulación hacia los datos de mayor valor.

El saber disciplinar es un aspecto fundamental sobre la práctica pedagógica. El saber disciplinar hace referencia a los conocimientos que posee el docente con relación a la asignatura que imparte, es decir, los contenidos impartidos en el aula de clase (Parga-Lozano & Piñeros-Carranza, 2018). En este punto, resulta importante que el docente se mantenga actualizado con relación a las novedades conceptuales desarrolladas en su área por parte de las investigaciones científicas.

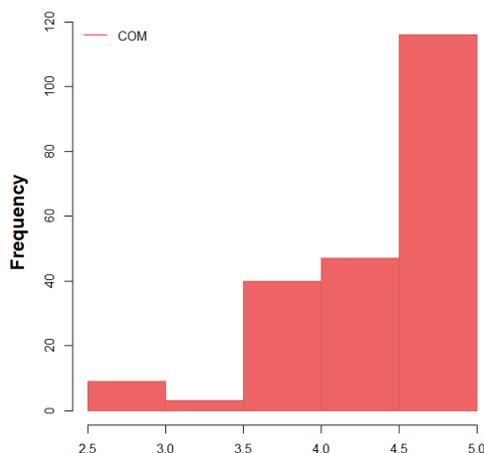
En la tabla 23 se presentan con detalle los estadísticos descriptivos obtenidos para esta variable.

**Tabla 23.** Estadísticos descriptivos para la valoración del saber disciplinar del docente de Química desde la percepción de los estudiantes (SD).

M	m	A	$\bar{x}$	Me	$s^2$	s	CV	As	Cr	Q <sub>1</sub>	Q <sub>2</sub>	Q <sub>3</sub>
5.0	1.0	4.0	4.50	5.0	0.83	0.91	20.24	-2.11	4.22	4.00	5.00	5.00

#### 4.1.18. Habilidades comunicativas del docente.

Las habilidades comunicativas (COM) del docente de Química fueron evaluadas por los estudiantes, asignando valores que oscilaron entre 2.7 y 5. En promedio, los estudiantes otorgaron una valoración de 4.44, estableciendo a las habilidades comunicativas del docente de Química como muy buenas. La mitad de los estudiantes asignaron valores entre 4.3 y 5, estableciendo las habilidades comunicativas como muy buenas. La información posee asimetría negativa, evidenciada por la aglomeración de valores en el rango entre 4.5 y 5.



**Figura 24.** Histograma para la valoración de las habilidades comunicativas del docente de Química desde la percepción de los estudiantes (COM).

Por su parte, las habilidades comunicativas del docente son vitales en el proceso de transmisión de conocimientos. Para esto, es necesario que el docente tenga un dominio adecuado de las temáticas involucradas en el desarrollo de su asignatura y encuentre las estrategias adecuadas para propiciar la correcta apropiación y entendimiento de conceptos por parte de sus estudiantes. Uno de los principales problemas en el proceso de comunicación, radica en el discurso expresado por el docente, el cual, consta de diversos conceptos técnicos y específicos, por lo que es necesario que se encuentren rutas lógicas para que el estudiante logre comprender el discurso expresado, y no se propicien errores conceptuales por la inadecuada explicación de los conceptos (Galagovsky, 2009). El objetivo central del docente desde la perspectiva comunicativa radica en que el receptor del mensaje (el estudiante) logre comprenderlo de manera correcta, para lo cual, es necesario que el docente utilice diferentes recursos, de tal forma que exista una total claridad y comprensión en la información transmitida. Dentro de los aspectos más importantes a resaltar de las habilidades comunicativas del docente, se encuentra el nivel de

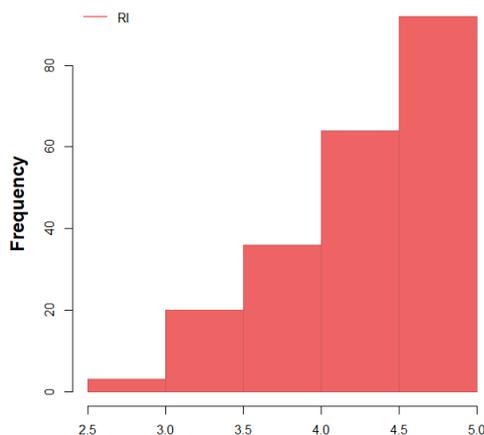
comprensión de los estudiantes del discurso emitido por el docente, la capacidad que tiene para resolver las dudas que surjan durante el desarrollo de la clase, así como la viabilidad de entablar fácilmente una conversación con el docente.

En la tabla 24 se presentan con detalle los estadísticos descriptivos obtenidos para la variable.

**Tabla 24.** Estadísticos descriptivos para la valoración de las habilidades comunicativas del docente de Química desde la percepción de los estudiantes (COM).

M	m	A	$\bar{x}$	Me	$s^2$	s	CV	As	Cr	Q <sub>1</sub>	Q <sub>2</sub>	Q <sub>3</sub>
5.0	2.7	2.3	4.44	4.7	0.29	0.54	12.09	-1.15	1.17	4.30	4.70	5.00

#### 4.1.19. Relaciones interpersonales.



**Figura 25.** Histograma para la valoración de las relaciones interpersonales del docente de Química desde la percepción de los estudiantes (RI).

Con relación a la forma como los estudiantes perciben las relaciones interpersonales del docente de Química, se presentaron valores entre 2.5 y 5, con un valor promedio de 4.38. La mitad de los estudiantes otorgaron valoraciones entre 4 y 4.8, estableciendo las relaciones interpersonales del docente en una categoría entre buena y muy buena. Los datos presentan una evidente asimetría negativa, encontrándose el mayor pico entre 4.5 y 5.

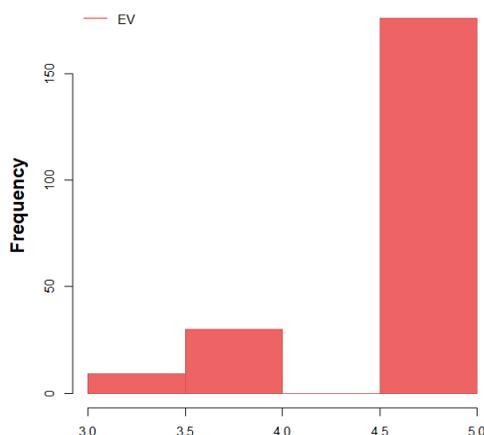
Busby (2018) y Carretero (1996) citan a Vigotsky (1978), rescatando el carácter social de los procesos de aprendizaje y la importancia de las interacciones entre el docente y el estudiante durante la construcción de conocimientos. Por eso, resulta fundamental que el docente cuente con las habilidades sociales para interrelacionarse de la manera adecuada con sus estudiantes, partiendo del respeto mutuo, la empatía y la escucha activa. Al evaluar las relaciones interpersonales del docente, se debe tener en cuenta la actitud tomada por el docente con sus estudiantes, los estados de ánimo que con frecuencia este manifiesta, e incluso, es necesario indagar sobre abuso de autoridad, es decir, posibles casos Bullying impartido por el docente a sus propios estudiantes, con el objetivo central de establecer el estado de inteligencia emocional del docente.

En la tabla 25 se muestran los estadísticos descriptivos para las valoraciones de los estudiantes en torno a las relaciones interpersonales de su docente de Química.

**Tabla 25.** Estadísticos descriptivos para la valoración de las relaciones interpersonales del docente de Química desde la percepción de los estudiantes (RI).

M	m	A	$\bar{x}$	Me	$s^2$	s	CV	As	Cr	Q <sub>1</sub>	Q <sub>2</sub>	Q <sub>3</sub>
5.0	2.5	2.5	4.38	4.5	0.28	0.53	12.13	-0.86	0.38	4.00	4.50	4.80

#### 4.1.20. Evaluación.



**Figura 26.** Histograma para la valoración de los temas evaluados por el docente de Química desde la percepción de los estudiantes (EV).

Finalmente, la valoración de los temas evaluados (EV) por el docente de Química desde la percepción de sus estudiantes, presentó valores entre 3 y 5, con un valor promedio de 4.78. Sin embargo, el 75% de los estudiantes concedieron valores de 5 a esta variable, estableciéndose que el docente siempre evalúa los temas vistos en clases. La distribución de la información presenta una asimetría negativa, aglomerando gran porcentaje de estos datos en la valoración más alta.

Evaluar la concordancia entre lo que el docente enseña y posteriormente evalúa es relevante, y más aún cuando las instituciones educativas se encuentran inmersas aún en modelos de enseñanza tradicionales, basados en la transmisión de saberes y de procesos memorísticos por parte del estudiante. La evaluación en este tipo de modelos se enfoca en la corroboración del proceso de memorización de la información realizado por el estudiante, lo cual, resulta siendo un proceso temporal donde los conceptos son retenidos en la mente de manera provisional, sin llegar a generarse procesos de aprendizaje significativos (Villalobos Delgado *et al.*, 2016).

En la tabla 26 se detallan los estadísticos descriptivos obtenidos para dicha valoración.

**Tabla 26.** Estadísticos descriptivos para la valoración de los temas evaluados por el docente de Química desde la percepción de los estudiantes (EV).

M	m	A	$\bar{x}$	Me	$s^2$	s	CV	As	Cr	Q <sub>1</sub>	Q <sub>2</sub>	Q <sub>3</sub>
5.0	3.0	2.0	4.78	5.0	0.26	0.51	10.64	-2.22	4.04	5.00	5.00	5.00

#### 4.2. Coeficientes de correlación

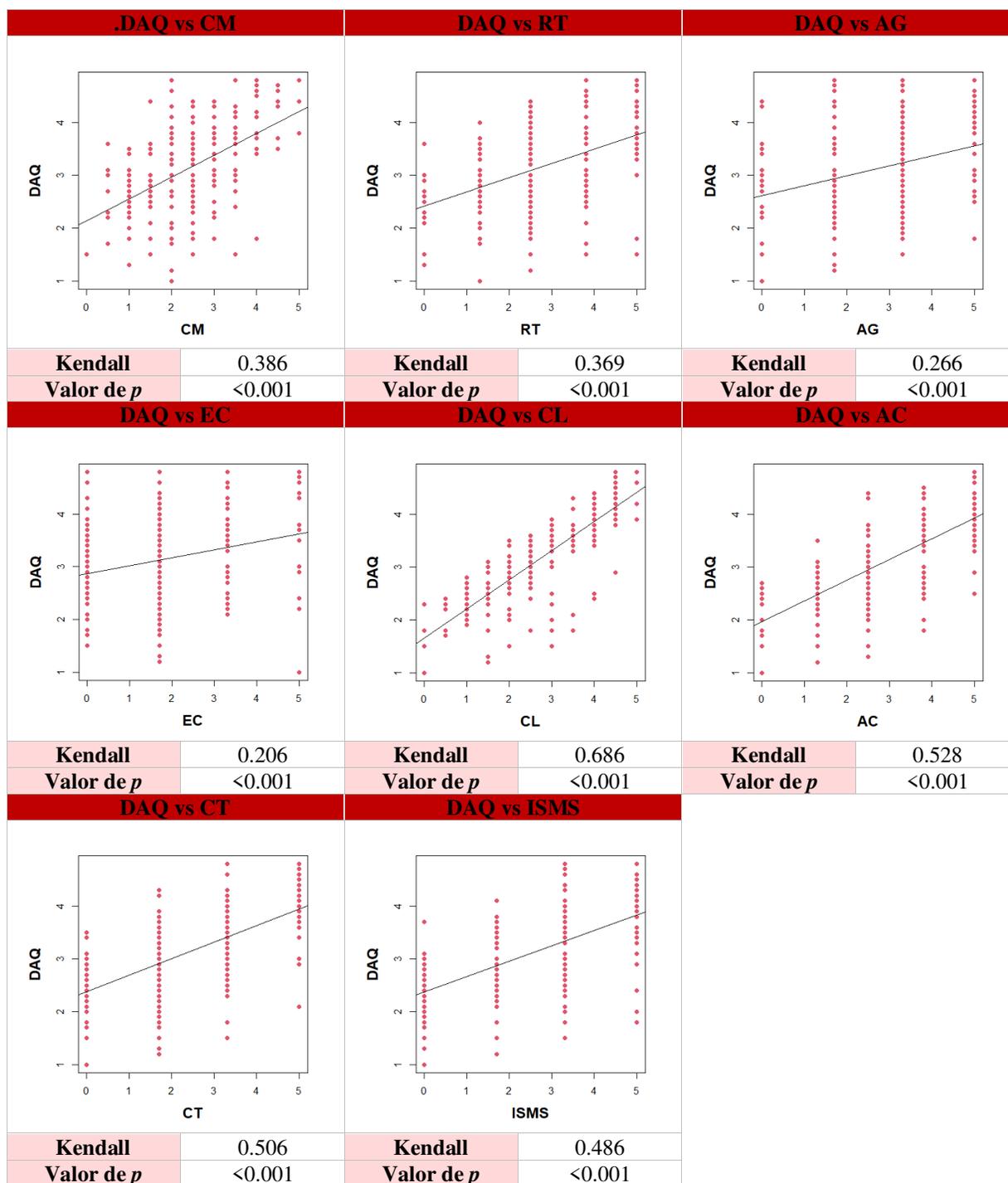
En cuanto al grado de correlación existente entre el desempeño académico en Química (DAQ) y las variables asociadas a las capacidades cognitivas del estudiante, todas fueron positivas y estadísticamente significativas, es decir, entre mayor sea la valoración en las diferentes capacidades cognitivas evaluadas existe una alta probabilidad de que el desempeño académico en Química sea mejor. Es importante resaltar, que los coeficientes de correlación miden el grado de asociación entre dos variables, y en el caso de que exista algún tipo de relación, esta será de dependencia aleatoria (Guisande-González *et al.*, 2020).

Para el caso de variables como las competencias matemáticas (CM), ejecución de reglas de tres (RT), análisis de gráficos (AG), desarrollo e interpretación de ecuaciones (EC) en relación con el desempeño académico en Química (DAQ), el grado de correlación fue bajo en todos los casos. Variables como las competencias lingüísticas (CL), apropiación de conceptos (AC), comprensión de textos (CT) e interpretación de sistemas multisemióticos (ISMS) en relación con el desempeño académico en Química (DAQ), el grado de correlación fue moderado en todos los casos. Para este caso, se evidenció que las competencias lingüísticas tienen una mayor relevancia en contraste con las competencias matemáticas.

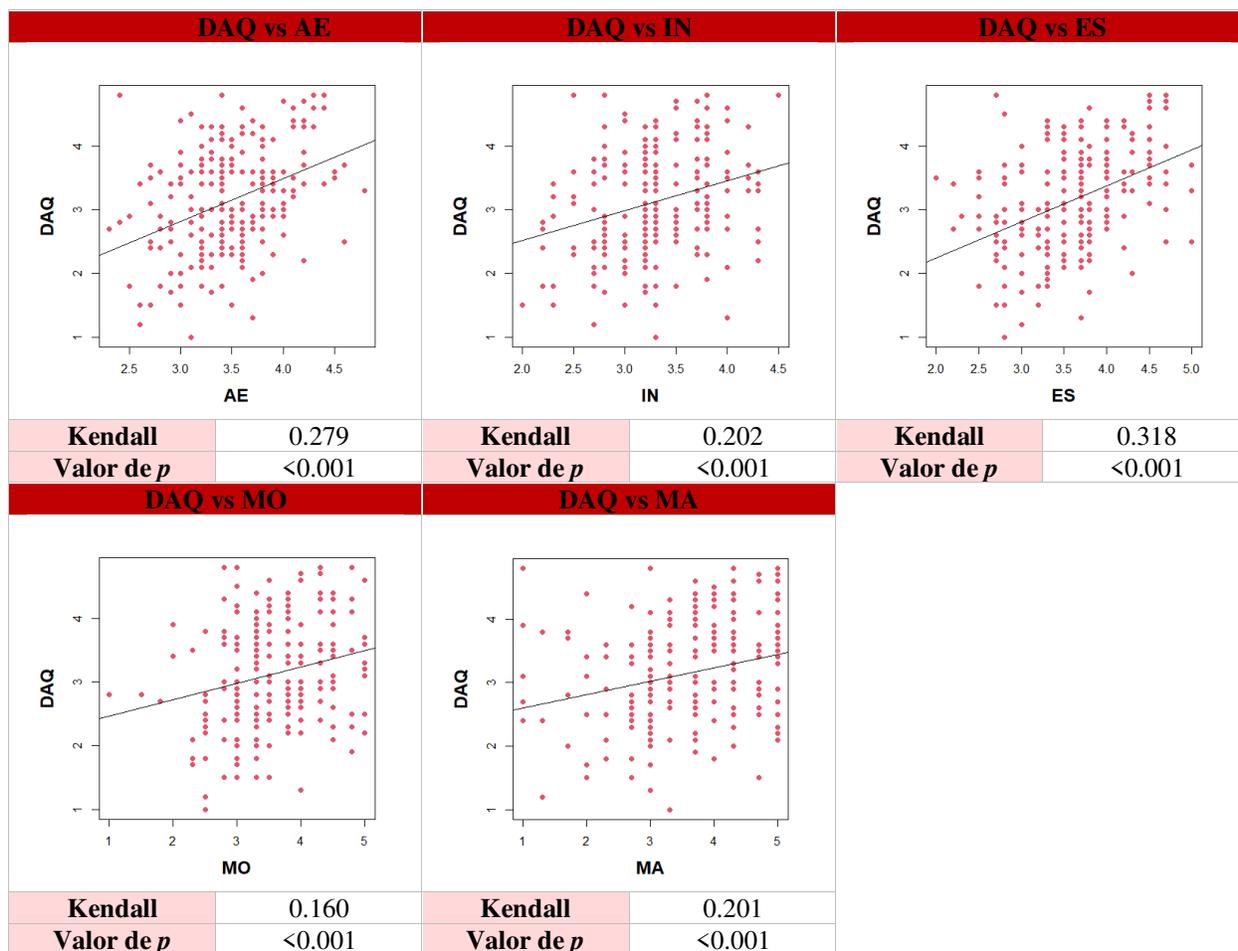
A pesar de que se evidencian tendencias entre los factores y la variable dependiente, existe una gran variabilidad que no permite encasillar y caracterizar de manera concreta cada nivel, es decir, no son aspectos que se puedan generalizar. Un ejemplo claro, se visualiza en el gráfico de correlación entre las competencias matemáticas (CM) y el desempeño académico en Química (DAQ): al examinar las competencias matemáticas en el valor de 2 (el cual es un desempeño bajo), se observan individuos con desempeños en Química iguales o superiores a 3, e incluso con valores de 5 (el cual es un desempeño alto). Esto significa, que no todos los estudiantes con un bajo rendimiento en Matemáticas tienen un bajo rendimiento en Química. Sin embargo, al observar el mismo gráfico, los estudiantes con un desempeño superior en Matemáticas, es decir, aquellos que obtuvieron puntajes entre 4.5 y 5, evidencian en su mayoría, un desempeño alto en Química.

Al observar con detalle los demás gráficos de la figura 27, en su mayoría se observa esa tendencia de relación directa entre las variables, sin embargo, para cada nivel de la variable independiente, se evidencia un alto grado de variabilidad. Sin embargo, para el caso de las competencias lingüísticas (CL) frente al desempeño en Química (DAQ), se observa un menor grado de dispersión entre cada nivel de la variable dependiente. Esto se vio reflejado en el coeficiente de correlación, el cual, fue el más alto ( $\tau=0.686$ ) entre todos los factores estudiados.

En la figura 27 se aprecian los gráficos de correlación, los coeficientes de correlación y los valores de  $p$  para las variables asociadas a las competencias matemáticas y lingüísticas.



*Figura 27. Coeficiente de correlación de Kendall y valor de p para variables asociadas a las competencias matemáticas y lingüísticas.*



**Figura 28.** Coeficiente de correlación de Kendall y valor de  $p$  para variables asociadas a las actitudes y emociones del estudiante frente al aprendizaje de la Química.

Por otra parte, al evaluar la relación existente entre el desempeño académico en Química (DAQ) y las variables asociadas a las emociones y actitudes del estudiante frente al aprendizaje de la Química, se encontró que todas fueron positivas y estadísticamente significativas, dicho de otro modo, entre mayor la valoración en los diferentes aspectos emociones y actitudinales existe la posibilidad de que el desempeño académico en Química también lo sea. Para variables cómo

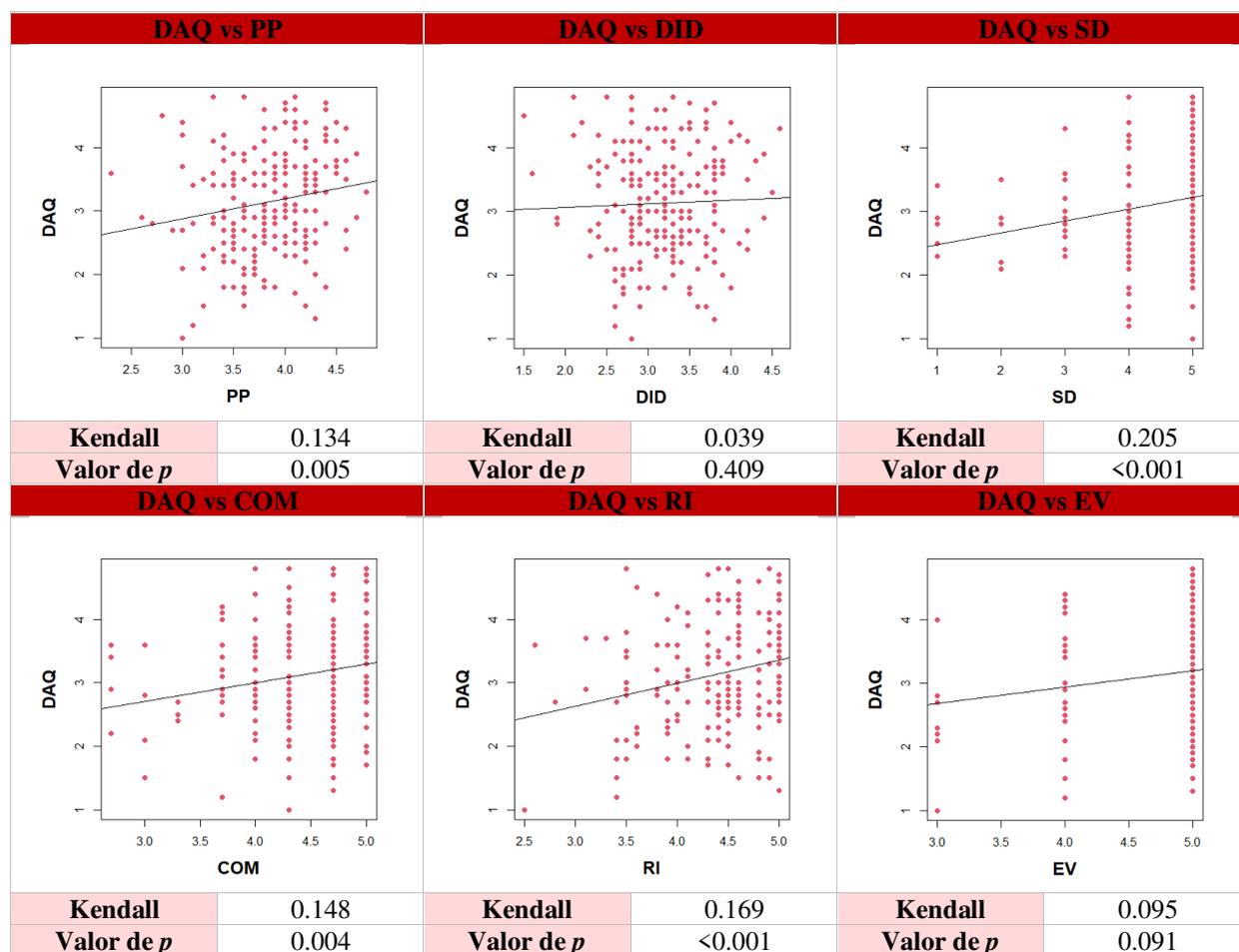
actitudes y emociones (AE), interés (IN), esfuerzo (ES) y emociones negativas (MA), el grado de correlación fue bajo, mientras que para motivación (MO) fue muy bajo.

Al observar la figura 28, a diferencia de los contrastes entre el desempeño en Química (DAQ) con las capacidades cognitivas (competencias matemáticas y lingüísticas), al contrastarlo con las variables asociadas a las emociones y actitudes, se evidencia una gran dispersión en la información y en su mayoría es difícil encontrar una relación o una tendencia entre las variables contrastadas, pues quien termina señalando la dirección de la relación, es la línea de tendencia arrojada en cada gráfico.. Este hecho se corroboró con el valor de los coeficientes de correlación ( $\tau < 0.39$ ), los cuales, fueron menores con relación a los encontrados con las capacidades cognitivas.

Finalmente, al revisar la relación existente entre el desempeño académico en Química (DAQ) y las variables asociadas a la percepción de los estudiantes en torno a la práctica pedagógica del docente de Química, se observó que todas eran positivas, sin embargo, variables como estrategias didácticas (DID) y evaluación (EV), no resultaron ser estadísticamente significativas. Al observar la figura 29, el gráfico de estrategias didácticas (DID) vs desempeño académico en Química (DAQ), presenta una gran dispersión que desde una primera impresión no revela ningún tipo de relación entre las variables contrastadas. Si bien, el valor del coeficiente fue positivo ( $\tau > 0$ ), no fue significativo ( $p > 0.05$ ). Para el caso del gráfico entre evaluación (EV) y desempeño académico en Química (DAQ), gran porcentaje de los datos se agrupan a la derecha, evidenciando que la gran mayoría valoró con un 5 la práctica pedagógica del docente de Química, impidiendo que se generara algún tipo de relación entre estas variables.

Para el caso de variables como Práctica Pedagógica (PP), habilidades comunicativas (COM) y relaciones interpersonales (RI), el grado de correlación fue muy bajo, mientras que

para el saber disciplinar (SD) fue bajo. Para estas variables, también se evidencia el alto grado de variabilidad, evidenciado en los bajos valores del coeficiente ( $\tau < 0.21$ ). Para el caso del saber disciplinar (SD) vs el desempeño académico en Química (DAQ), gran parte de los estudiantes calificaron el saber del docente con valores de 4 o 5, sin embargo, algunos estudiantes lo calificaron con valores de 1 y 2, en su mayoría, aquellos cuyo desempeño en Química está en un nivel bajo ( $>3$ ).

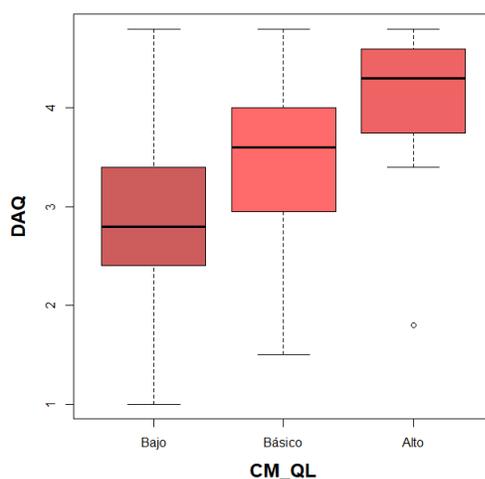


**Figura 29.** Coeficiente de correlación de Kendall y valor de p para variables asociadas a la percepción de los estudiantes en torno a la práctica pedagógica del docente de Química.

### 4.3. Contrastes de homogeneidad

Partiendo de los valores obtenidos en las pruebas de normalidad y homocedasticidad, se realizaron análisis tanto paramétricos como no paramétricos para el desempeño académico en Química, utilizando como factor, todas las variables relacionadas no solo con las capacidades cognitivas, sino también con las que se encuentran vinculadas a los aspectos emocionales y actitudinales, así como de aquellas relacionadas con la percepción del estudiante en torno a la práctica pedagógica de su docente de Química.

#### 4.3.1. Competencias Matemáticas (CM).



**Figura 30.** Boxplot comparativo del desempeño académico en Química (DAQ) entre los niveles de desempeño en el cuestionario de competencias matemáticas (CM\_QL).

El gráfico permite ver una tendencia entre los niveles de desempeño en las competencias matemáticas y el desempeño en Química, apuntando a que, entre mejor es el nivel de desempeño en matemáticas, mejor será el nivel de desempeño en Química. No obstante, al observar con detalle el gráfico, se evidencia que, para el nivel bajo y el nivel básico, existe una gran dispersión en la información, hecho que no ocurre con el nivel alto.

De acuerdo con el test de Kolmogorov-Smirnov con la corrección de Lilliefors, los datos poseen normalidad ( $p=0.2727$ ). Así mismo, el test de Brown-Forsythe confirma homocedasticidad para el factor en estudio ( $p=0.5401$ ). Por lo tanto, se realizaron pruebas paramétricas, en específico, un análisis de varianza (ANOVA) y un contraste de Tukey.

El ANOVA estableció que el nivel de desempeño en las competencias matemáticas (CM\_QL) es un factor significativo ( $p=4.583e^{-13}$ ) sobre el desempeño académico en Química (DAQ). El contraste de Tukey estipuló que existen diferencias significativas entre los 3 niveles comparados. Es decir, el desempeño académico en Química varía de manera significativa entre los estudiantes que poseen un nivel de competencias matemáticas bajo, en comparación con los que su nivel de desempeño en las competencias matemáticas es básico o alto.

**Tabla 27.** Valores de  $p$  para contraste de Tukey del desempeño académico en Química (DAQ) entre los niveles de desempeño en las competencias matemáticas (CM\_QL).

Niveles comparados		Valor de $p$
Bajo	Básico	$<1e^{-04}$ *
Bajo	Alto	$<1e^{-04}$ *
Básico	Alto	0.0006*

\*Diferencias estadísticamente significativas con un nivel de significancia del 5%.

En la tabla 27, se presentan los valores de  $p$  arrojados por el contraste de Tukey, encontrándose valores inferiores al nivel de significancia ( $\alpha=0.05$ ), por lo que se acepta la hipótesis de que existen diferencias significativas para los valores en el desempeño académico en Química entre cada nivel de rendimiento en la prueba de competencias matemáticas (CM), es decir, el análisis apunta a que el desempeño académico en Química puede mejorar a medida que se mejora el nivel en las competencias matemáticas.

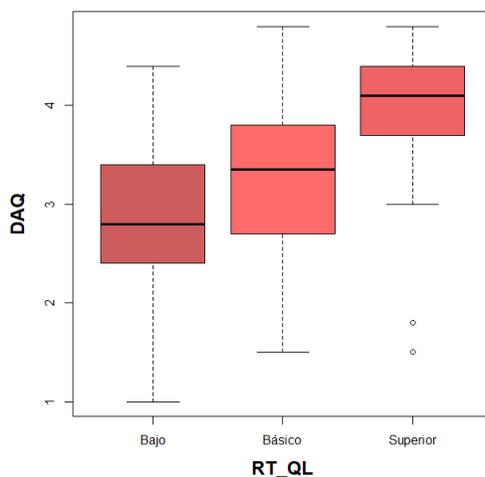
Las competencias matemáticas son fundamentales para el óptimo aprendizaje de la Química, en especial, aquellas relacionadas con la interpretación de fórmulas, el análisis de representaciones gráficas y el planteamiento de ecuaciones simples para la solución de situaciones problemáticas planteadas desde la asignatura. Para el caso de los estudiantes con un nivel de desempeño alto en matemáticas evidencian una correcta transferencia de conocimientos hacia la Química, lo cual se corrobora visualmente en el gráfico, donde los valores más altos en Química, en su mayoría se encuentran en este nivel. Una de las principales falencias encontradas en el aprendizaje de la Química se relaciona con el nivel de habilidades y conocimientos previos en matemáticas que tenga el estudiante, pues aquellas temáticas que involucran la resolución de operaciones aritméticas y algebraicas generalmente son de difícil aprendizaje para los estudiantes y por ende, su rendimiento académico en estos temas no resulta ser favorable (Ordaz-González & Britt-Mostue, 2018).

Otras de las dificultades relacionadas a las competencias matemáticas consisten en la inhabilidad que tienen los estudiantes para transformar el lenguaje verbal del enunciado a un lenguaje matemático y simbólico (Almeida-Carazo & Almeida-Carazo, 2017). Sumado a esto, se presentan dificultades para identificar las variables involucradas en un proceso, así como las relaciones existentes entre ellas. En este punto, radica la importancia de procesos interdisciplinarios entre la Química y las Matemáticas, pues al integrar el conocimiento de ambas disciplinas, se favorece el aprendizaje significativo de los educandos (Cubillán *et al.*, 2019).

#### **4.3.2. Reglas de tres.**

El gráfico sugiere que entre mejor es el nivel en la realización de reglas de tres por parte de los estudiantes, mejor es su desempeño académico en Química. De igual forma, se evidencia

un alto grado de dispersión en la información para las categorías de desempeño bajo y básico en la realización de reglas de tres.



**Figura 31.** Boxplot comparativo del desempeño académico en Química (DAQ) entre los niveles de desempeño en la realización de reglas de tres (RT\_QL).

De acuerdo con la prueba de normalidad de Kolmogorov-Smirnov con la corrección de Lilliefors, los datos poseen una distribución normal ( $p=0.5276$ ). De igual forma, el test de Brown-Forsythe confirma homocedasticidad para el factor en estudio ( $p=0.532$ ).

El ANOVA estableció que el nivel de desempeño en la realización de reglas de tres (RT\_QL) es un factor significativo ( $p=3.134e^{-13}$ ) sobre el desempeño académico en Química (DAQ).

Al realizar el contraste de Tukey, se encontraron diferencias estadísticamente significativas en los valores de desempeño académico en Química entre los tres niveles de desempeño en la realización de reglas de tres, sugiriendo que el desempeño en Química podría

mejorar si se fortalecen las habilidades en la realización de cálculos matemáticos sencillos. En la tabla 28, se presentan los valores de  $p$  arrojados por el contraste de Tukey.

**Tabla 28.** Valores de  $p$  para contraste de Tukey del desempeño académico en Química (DAQ) entre los niveles de desempeño en la realización de reglas de tres (RT\_QL).

Niveles comparados		Valor de $p$
Bajo	Básico	0.0034*
Bajo	Superior	<0.001*
Básico	Superior	<0.001*

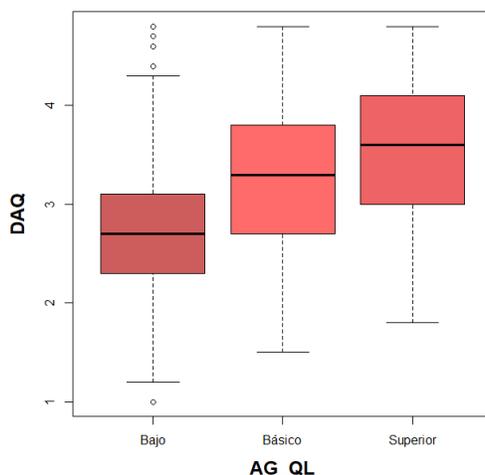
\*Diferencias estadísticamente significativas con un nivel de significancia del 5%.

El aprendizaje de ciertos contenidos de Química puede presentar algunas dificultades asociadas a la errónea resolución de cálculos matemáticos. Algunos ejercicios en Química involucran cálculos simples como reglas de tres, y gran porcentaje de los estudiantes, no son capaces de realizarlos o los formulan de manera equívoca (Beirigo-Lopes *et al.*, 2018; Salinas-Ruiz, 1993; Quiroga *et al.*, 2013). En algunos casos, el problema al momento de formular las operaciones matemáticas se debe a que prevalece el desarrollo matemático por encima de la comprensión del concepto inmerso en el enunciado (Pasmanik & Cerón, 2005). Resulta necesario reforzar dichas habilidades para garantizar mejores resultados en Química, en especial, en aquellas temáticas que involucran operaciones numéricas como estequiometría y teoría de los Gases (Torres-Quezada, 2018; Gollerizo-Fernandez & Clemente-Gallardo, 2019).

#### 4.3.3. Análisis Gráfico.

El gráfico evidencia una tendencia que apunta a que entre mejor es la habilidad de análisis gráfico, mejor es el desempeño en Química, es decir, una relación directa entre ambas

variables. No obstante, se puede observar una gran amplitud en los bigotes de los tres niveles de análisis gráfico.



**Figura 32.** Boxplot comparativo del desempeño académico en Química (DAQ) entre los niveles de análisis gráfico del estudiante (AG\_QL).

El test de normalidad de Kolmogorov-Smirnov con la corrección de Lilliefors, arrojó un valor de  $p=0,8919$ . Por su parte, el test de Brown-Forsythe estableció que existía homogeneidad de varianzas para el factor seleccionado ( $p=0.9717$ ).

El ANOVA estableció que el nivel de análisis de gráficos (AG\_QL) es un factor significativo ( $p=2.227e^{-06}$ ) que puede influir sobre el desempeño académico en Química (DAQ). Así mismo, el contraste de Tukey estipuló que existen diferencias significativas entre el nivel bajo en relación con los niveles básico y superior. No obstante, al comparar el desempeño académico en Química entre el nivel básico y el nivel superior de análisis gráfico, no se encontraron diferencias significativas. En la tabla 29, se presentan los valores de  $p$  arrojados por el contraste de Tukey para el desempeño académico en Química y los tres niveles de análisis gráfico.

**Tabla 29.** Valores de  $p$  para contraste de Tukey del desempeño académico en Química (DAQ) entre los niveles de análisis de gráficos (AG\_QL).

Niveles comparados		Valor de $p$
Bajo	Básico	0.0002*
Bajo	Superior	<0.0001*
Básico	Superior	0.1735

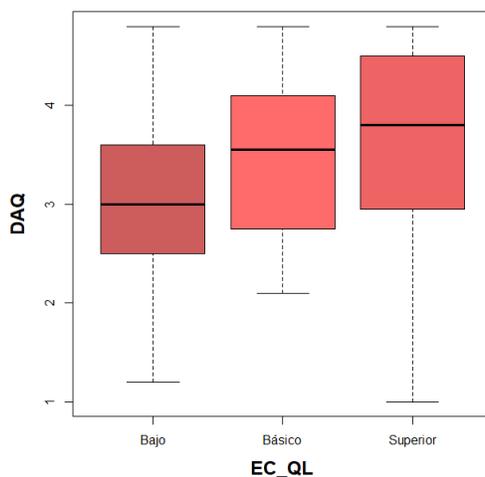
\*Diferencias estadísticamente significativas con un nivel de significancia del 5%.

Una de las principales deficiencias encontradas en el aprendizaje de la Química corresponde a la desacertada interpretación de gráficos (Busby, 2018; Dori y Sasson, 2013). Muchos de los textos problemas vienen acompañados de una representación gráfica, cuya función principalmente es mostrar el comportamiento de una variable en el transcurso del tiempo, o de establecer relaciones entre dos variables determinadas. Al momento de dar solución a una situación problema, el procesamiento de la información no se hace de manera integral, es decir, se procesa el sistema verbal y el sistema gráfico por aparte. Este problema tiene origen en los métodos de enseñanza tradicionales, que se encargan solo de entrar al estudiante para resolver problemas conceptuales., por lo que, al momento de procesar un enunciado acompañado de términos matemáticos con imágenes, gráficos o esquemas, el estudiante no demuestra las competencias necesarias para resolverlos (Galagovsky & Giudice, 2015).

#### **4.3.4. Ecuaciones.**

El gráfico de cajas evidencia una tendencia en el valor de la mediana: a medida que se mejora el nivel de análisis de ecuaciones (EC\_QL), también lo hace el valor del desempeño académico en Química. Cabe resaltar, que para en todos los casos se observa una gran amplitud

en la información de cada categoría, en especial, de las categorías de nivel bajo y superior, las cuales, los bigotes abarcan un rango comprendido entre 1 y 5.



**Figura 33.** Boxplot comparativo del desempeño académico en Química (DAQ) entre los niveles de análisis de ecuaciones del estudiante (EC\_QL).

El test de Kolmogorov-Smirnov con la corrección de Lilliefors presentó un valor de  $p=0.04012$ , por ende, se decidió realizar un análisis no paramétrico. En cuanto al test de la suma de los rangos de Kruskal-Wallis, se pudo establecer que el nivel de análisis de ecuaciones (EC\_QL) es un factor significativo ( $p=0.004199$ ) sobre el desempeño académico en Química (DAQ).

Al realizar el test de Kolmogorov-Smirnov para dos muestras comparando cada par de niveles de análisis de ecuaciones, se encontró que sólo existían diferencias significativas en el valor del desempeño académico en Química entre el nivel bajo y el nivel superior, por lo que sólo se encontrará una influencia de la capacidad de análisis de ecuaciones sobre el desempeño en Química, cuando esta capacidad sea muy mala o muy buena. En la tabla 30, se presentan los valores de  $p$  arrojados en los test de Kolmogórov-Smirnov.

**Tabla 30.** Valores de  $p$  del test de Kolmogórov-Smirnov para dos muestras comparando cada par de niveles del desempeño académico en Química (DAQ) entre los niveles de análisis de ecuaciones (EC\_QL).

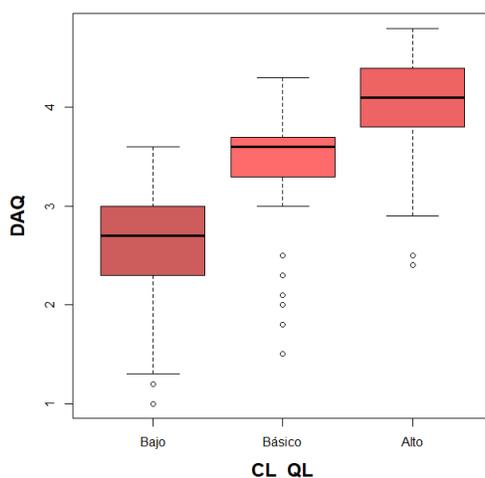
Niveles comparados		Valor de $p$
Bajo	Básico	0.1359
Bajo	Superior	0.02836*
Básico	Superior	0.2053

\*Diferencias estadísticamente significativas con un nivel de significancia del 5%.

El comportamiento de diversas variables químicas así como muchos fenómenos fisicoquímicos son explicados a través de modelos matemáticos. Durante el estudio de la Química, es necesario realizar el estudio de fórmulas que requieren de habilidades aritméticas y algebraicas para su correcta interpretación. En este punto, es necesario que el estudiante tenga capacidades para la interpretación, análisis y formulación de ecuaciones, así como de habilidades semióticas para poder encontrar un sentido práctico a los problemas estudiados en búsqueda de una solución adecuada (Almeida-Carazo & Almeida-Carazo, 2017). Sin embargo, en algunas ocasiones, los estudiantes se enfrentan a fórmulas y ecuaciones que no entienden (Gräber, 2011), debido a que el docente no realiza un análisis profundo de estas. Resulta importante que el docente explique a sus alumnos las relaciones existentes entre las variables involucradas, así como los procesos matemáticos necesarios para despejar una variable determinada.

#### 4.3.5. Competencias Lingüísticas.

Al igual que con las variables anteriores, se evidenció una tendencia para la mediana entre los niveles de competencias lingüísticas (CL\_QL), mejorando el valor en el desempeño académico en Química, a medida que mejoraba el nivel de esta competencia. De igual forma, se resalta la amplitud de los bigotes para cada uno de los niveles evaluados, así como la presencia de datos atípicos hacia la parte inferior de cada nivel, es decir, atípicos muy por debajo del valor promedio de su categoría.



**Figura 34.** Boxplot comparativo del desempeño académico en Química (DAQ) entre los niveles de desempeño en el cuestionario de competencias lingüísticas (CL\_QL).

De acuerdo con el test de Kolmogórov-Smirnov con la corrección de Lilliefors, la información carece de normalidad ( $p=6.81e^{-09}$ ), hecho que se preveía por la presencia de datos atípicos en los tres niveles. Por consiguiente, se decidió realizar análisis no paramétricos. Por un lado, el test de la suma de los rangos de Kruskal-Wallis estableció que el nivel de competencias lingüísticas (CL\_QL) es un factor significativo ( $p<2.2e^{-16}$ ) que puede llegar a contribuir sobre el desempeño académico en Química (DAQ).

Al realizar el test de Kolmogórov-Smirnov para dos muestras comparando cada par de niveles de competencias lingüísticas, se hallaron diferencias estadísticas en los valores del desempeño en Química entre los tres niveles, sugiriendo un mejor desempeño académico en Química a medida que se mejora el nivel de competencias lingüísticas. En la tabla 31, se presentan los valores de  $p$  arrojados en los test de Kolmogórov-Smirnov.

**Tabla 31.** Valores de  $p$  del test de Kolmogórov-Smirnov para dos muestras comparando cada par de niveles de desempeño académico en Química (DAQ) entre los niveles de competencias lingüísticas (CL\_QL).

Niveles comparados		Valor de $p$
Bajo	Básico	$5.773e^{-15}$ *
Bajo	Alto	$<2.2e^{-16}$ *
Básico	Alto	$1.459e^{-07}$ *

\*Diferencias estadísticamente significativas con un nivel de significancia del 5%.

Al establecer los factores que mayor incidencia puedan llegar a tener sobre el aprendizaje de la Química, los procesos de alfabetización resultan siendo aquellos de mayor complejidad, teniendo en cuenta que, para aprender Química, también se aprende un nuevo lenguaje, el cual debe ser entendido y empleado desde una perspectiva técnica propia de la asignatura. Sin embargo, uno de los problemas que pueden interferir sobre la correcta apropiación de conceptos y la interpretación de textos científicos, radica en la polisemia presente en muchas de las palabras empleadas en la Química, por lo que resulta necesario, que el docente utilice diversos recursos, como las asociaciones y los ejemplos contextualizados, con el objetivo de propiciar la interpretación acertada. Asimismo, gran parte de los conceptos y teorías estudiadas desde la Química, resultan ser abstractas para los estudiantes, por lo que es imprescindible que el docente

promueva una transición lingüística entre lo abstracto y lo concreto (Quílez-Pardo, 2016; Quílez-Pardo y Quílez-Díaz, 2016).

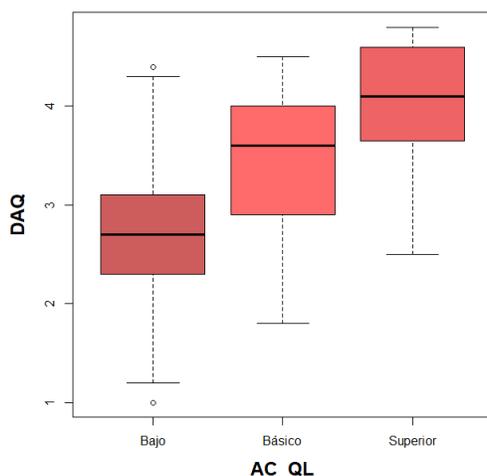
Otro aspecto que afecta el desarrollo adecuado de competencias lingüísticas desde la Química, se encuentra vinculado a la práctica pedagógica de los docentes que imparten esta asignatura, pues en su mayoría, centran el proceso de enseñanza en la comprensión de los modelos teóricos y conceptuales, descuidando el desarrollo de competencias lingüísticas como la oralidad, la lectura y la escritura, los cuales, llegan a ser elementos constitutivos y gran valor para el aprendizaje de la Química (Fernando-Candela, 2020).

De igual forma, es importante resaltar que gran parte de los contenidos estudiados en Química, se componen de diversidad sistemas semióticos como el verbal, el gráfico, el matemático y el tipográfico, los cuales interactúan entre sí, formando sistemas multimodales (Parodi, 2014; Gladic-Miralles & Cautín-Epifani, 2018). De acuerdo con esto, se requieren de competencias lingüísticas diversas que permitan la correcta interpretación conjunta de los sistemas mulsemióticos presentados, los cuales, terminan complementándose entre ellos y que obtienen un significado específico en esta asignatura. Una de las dificultades presentes en el aprendizaje de la Química se configura a partir de los problemas del estudiante al momento de interpretar sistemas multisemióticos porque habitualmente desarrollan problemas básicos representados sólo el sistema verbal, por lo que interpretar situaciones que involucren la combinación de textos, imágenes y gráficos, resulta complejo de interpretar (Galagovsky & Giudice, 2015; Raviolo, 2019).

De esta forma, se establece la importancia y el poder que tienen las competencias lingüísticas cómo un factor relevante sobre la adquisición de conocimientos en Química.

#### 4.3.6. Apropiación de conceptos.

Entre los tres niveles de apropiación de conceptos (AC\_QL) se distingue una tendencia en el valor de la mediana del desempeño académico en Química (DAQ), el cual, a medida que se sube de nivel de apropiación conceptual, se mejora el desempeño en la asignatura. De la misma forma, cada nivel presenta una gran amplitud en sus bigotes.



**Figura 35.** Boxplot comparativo del desempeño académico en Química (DAQ) entre los niveles de apropiación de conceptos (AC\_QL).

De acuerdo con los resultados del test de Kolmogórov-Smirnov con la corrección de Lilliefors, la información no posee una distribución normal ( $p=0.00139$ ), por ende, se optó por realizar análisis no paramétricos. En relación con el test de la suma de los rangos de Kruskal-Wallis estableció que el nivel de apropiación de conceptos (AC\_QL) es un factor significativo ( $p < 2.2e^{-16}$ ) sobre el desempeño académico en Química (DAQ).

El test de Kolmogórov-Smirnov para dos muestras se realizó comparando cada par de niveles de apropiación de conceptos, encontrándose que existen diferencias significativas entre los valores del desempeño en Química para los tres niveles, apuntando a que existe una relación

entre el nivel de apropiación conceptual de los estudiantes y su desempeño en Química. En la tabla 32, se presentan los valores de  $p$  arrojados en los test de Kolmogórov-Smirnov.

**Tabla 32.** Valores de  $p$  del test de Kolmogórov-Smirnov para dos muestras comparando cada par de niveles de desempeño académico en Química (DAQ) entre los niveles de apropiación de conceptos (AC\_QL).

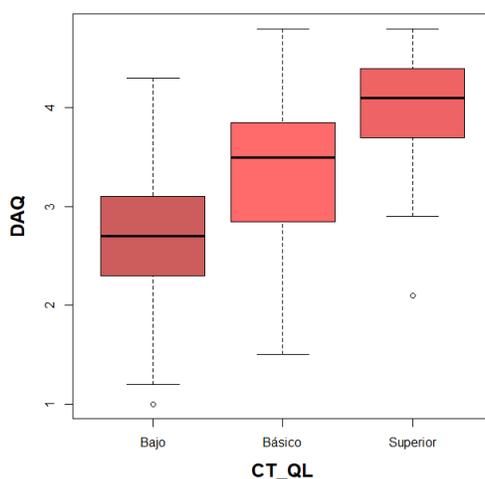
Niveles comparados		Valor de $p$
Bajo	Básico	$2.046e^{-09}$ *
Bajo	Superior	$5.732e^{-13}$ *
Básico	Superior	0.0039*

\*Diferencias estadísticamente significativas con un nivel de significancia del 5%.

En la Química, como en muchas otras ciencias, es necesario apropiarse y comprender nuevos conceptos que, a primera vista, resultan abstractos y complejos de aprender. Esta ciencia, cuenta con un vocabulario técnico especializado, el cual, es necesario para expresar los fenómenos estudiados. Internamente, el desarrollo de un nuevo concepto requiere de diversas operaciones cognitivas como la percepción, la memoria, la imaginación, la comparación y la abstracción (De la Chaussée, 2009). Existen diferentes problemas relacionados con las competencias lingüísticas, dentro de las que se destaca aquellas basadas en el contenido presentado, debido a la falta de apropiación de conceptos (Martínez & De Longhi, 2013; Cabrera-Pommiez & Caruman-Jorquera, 2018). Dentro de las principales causas asociadas a la deficiente apropiación de conceptos se relaciona en cierto grado la falta de dominio de los patrones de significado, los cuales, se constituyen a partir de contextos específicos y de expresiones semióticas diversas, de acuerdo con el nivel de representación que se pretenda expresar (Lemke, 1990; Liu & Taber, 2016).

#### 4.3.7. Comprensión de textos.

El desempeño académico en Química (DAQ) entre los niveles de comprensión de texto (CT\_QL), evidencia una tendencia en su valor central, el cual, al ir mejorando el nivel de comprensión, también lo hace en la calificación en Química. Para los niveles bajo y básico, se puede observar una gran amplitud en sus bigotes. Así mismo, para los niveles bajo y superior, se presentan datos atípicos muy por debajo de los valores promedios de cada nivel.



**Figura 36.** Boxplot comparativo del desempeño académico en Química (DAQ) entre los niveles de comprensión de textos (CT\_QL).

La información carece de normalidad de acuerdo con el test de Kolmogórov-Smirnov con la corrección de Lilliefors realizado, el cual presentó un valor de  $p=0.0446$ . Por eso, se decidió realizar análisis no paramétricos. El test de la suma de los rangos de Kruskal-Wallis estableció que el nivel de comprensión de textos (CT\_QL) es un factor significativo ( $p<2.2e^{-16}$ ) sobre el desempeño académico en Química (DAQ).

Al realizar test de Kolmogórov-Smirnov para dos muestras comparando cada par de niveles de comprensión de textos, se encontró que existen diferencias significativas entre los

valores del desempeño en Química para los tres niveles, sugiriendo que entre mayor sea el nivel de comprensión de textos, mejor será el desempeño académico en Química. En la tabla 33, se presentan los valores de  $p$  arrojados en los test de Kolmogórov-Smirnov.

**Tabla 33.** Valores de  $p$  del test de Kolmogórov-Smirnov para dos muestras comparando cada par de niveles de desempeño académico en Química (DAQ) entre los niveles de comprensión de textos (CT\_QL).

Niveles comparados		Valor de $p$
Bajo	Básico	$1.006e^{-05*}$
Bajo	Superior	$<2.2e^{-16*}$
Básico	Superior	$0.0002*$

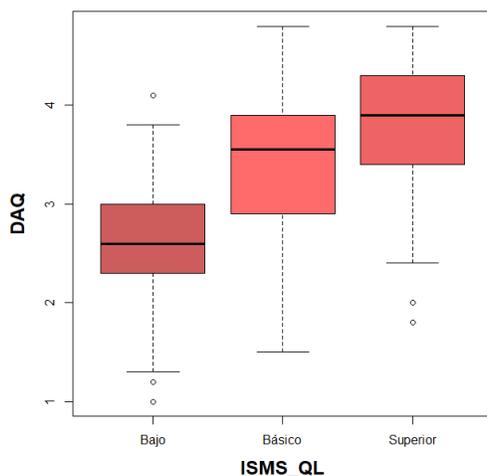
\*Diferencias estadísticamente significativas con un nivel de significancia del 5%.

La comprensión de textos es otro factor relacionado al aprendizaje de la Química, asociado específicamente a las competencias lingüísticas. La comprensión de textos compone uno de los pilares elementales de los procesos comunicativos. La adecuada proposición de soluciones a las problemáticas planteadas desde la Química requiere inicialmente, la comprensión textual de lo expresado en el enunciado. En algunos casos, se requiere de información previa para poder dar solución al problema en cuestión, y en otros casos, es necesario determinar cuáles son las variables involucradas y los datos otorgados en el planteamiento. La comprensión del enunciado debe realizarse de manera inteligente, a partir de la decodificación de la información suministrada en conceptos o términos familiares, infiriendo aspectos esenciales como los datos presentes y los faltantes. Otro aspecto relevante en este proceso consiste en determinar el objetivo central del problema, es decir, lo que se requiere

obtener a partir de cálculos matemáticos o de asociaciones conceptuales (Mainegra-Fernández *et al.*, 2018).

Sin embargo, otro de los aspectos que repercuten sobre la adecuada capacidad de comprender textos, radica en los métodos de enseñanza memorísticos, que conllevan a una comprensión mínima de los enunciados, debido a la falta de desarrollo del pensamiento crítico y analítico por parte del estudiante (Hussein & Reid, 2009).

#### 4.3.8. Interpretación de sistemas multisemióticos.



**Figura 37.** Boxplot comparativo del desempeño académico en Química (DAQ) entre los niveles de interpretación de sistemas multisemióticos (ISMS\_QL).

El gráfico sugiere una tendencia para la mediana en el valor del desempeño académico en Química (DAQ), apuntando a que a medida que se va mejorando el nivel en la interpretación de sistemas multisemióticos (ISMS\_QL), así mismo se va aumentando la calificación en Química. Cabe destacar que los tres niveles poseen una gran amplitud, y tanto el nivel bajo, como el nivel superior, poseen datos atípicos.

El test de Kolmogórov-Smirnov con la corrección de Lilliefors, estableció que la información carece de normalidad ( $p=0.005161$ ). Por lo tanto, se optó por realizar análisis no paramétricos. El test de la suma de los rangos de Kruskal-Wallis señaló que el nivel de interpretación de sistemas multisemióticos (ISMS\_QL) es un aspecto significativo ( $p<2.2e^{-16}$ ) sobre el desempeño académico en Química (DAQ).

Por su parte, el test de Kolmogórov-Smirnov para dos muestras comparando cada par de niveles de interpretación de sistemas multisemióticos, determinó que existen diferencias significativas entre los valores del desempeño en Química para los tres niveles, por lo que es probable que entre mejor sea la capacidad del estudiante para interpretar sistemas multisemióticos, mejor será su rendimiento académico en Química. En la tabla 34, se presentan los valores de  $p$  arrojados en los test de Kolmogórov-Smirnov.

**Tabla 34.** Valores de  $p$  del test de Kolmogórov-Smirnov para dos muestras comparando cada par de niveles de desempeño académico en Química (DAQ) entre los niveles de interpretación de sistemas multisemióticos (ISMS\_QL).

Niveles comparados		Valor de $p$
Bajo	Básico	$9.56e^{-11}$ *
Bajo	Superior	$4.99e^{-13}$ *
Básico	Superior	0.0306*

\*Diferencias estadísticamente significativas con un nivel de significancia del 5%.

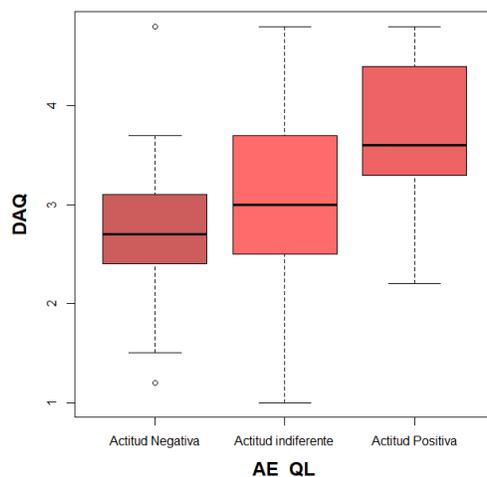
El aprendizaje de la Química involucra dentro de su estudio diferentes sistemas semióticos, los cuales, interactúan entre sí, formando sistemas multimodales. Para el caso de sistemas que incluyen elementos del sistema verbal y del sistema gráfico, es importante tener en

cuenta, que si bien, la información suministrada por el texto no es la misma a la presentada en la imagen, estas se complementan entre sí, por lo cual, es necesario realizar un análisis integral de ambos elementos. Por otra parte, es importante resaltar que el procesamiento a nivel mental de textos e imágenes se realiza en zonas del cerebro diferentes, por lo que el esfuerzo cognitivo es mayor para este tipo de sistemas. Por último, debido al esfuerzo cognitivo empleado en el análisis de este tipo de sistemas, el aprendizaje en torno a este es más profundo (Raviolo, 2019).

Por lo tanto, la interpretación de sistemas multisemióticos, es decir, aquellos donde el texto problema viene acompañado de imágenes, simbologías y gráficos, resulta ser una habilidad necesaria para el aprendizaje de ciencias como la química, teniendo en cuenta la diversidad de sistemas que este posee, tales como el verbal, el matemático, el gráfico y el tipográfico, así como los diferentes sistemas que se pueden obtener a partir de la interacción entre ellos. En este punto, la interpretación de estos sistemas multimodales podría llegar a considerarse como un factor de importancia que influye sobre el rendimiento académico en Química.

#### ***4.3.9. Actitudes y emociones.***

El gráfico presenta los valores en desempeño académico en Química para cada uno de los tipos de actitudes que puede asumir el estudiante frente al aprendizaje de la Química. En relación con su mediana, se evidencia una tendencia al incremento en el valor del desempeño a medida que se va mejorando la actitud del estudiante. Sin embargo, es importante resaltar que cada categoría de actitud posee una amplitud considerable, e incluso en la categoría de aquellos estudiantes que tienen una actitud negativa, existen valores atípicos.



**Figura 38.** Boxplot comparativo del desempeño académico en Química (DAQ) entre el tipo de actitud frente al aprendizaje de la Química (AE\_QL).

Inicialmente, se realizó un test de Kolmogórov-Smirnov con la corrección de Lilliefors, presentando un valor de  $p=0.0043$ , por lo tanto, se rechaza la hipótesis de que la información tiene normalidad. Teniendo en cuenta esto, se optó por realizar análisis no paramétricos. Concerniente al test de la suma de los rangos de Kruskal-Wallis, se detectó que el tipo de actitud que toma el estudiante frente al aprendizaje de la Química (AE\_QL) resultó siendo un factor significativo ( $p=4.218e^{-06}$ ) sobre el desempeño académico en Química (DAQ), por lo tanto, es muy probable que un estudiante con una buena actitud hacia la Química tenga un rendimiento académico mejor al de un estudiante con una actitud negativa o indiferente.

Al momento de realizar test de Kolmogórov-Smirnov para dos muestras comparando cada tipo de actitud entre sí, se encontró que existía diferencias significativas entre los valores del desempeño en Química para los tres tipos de actitud, por lo que podría considerarse que el efecto de las emociones y actitudes frente al aprendizaje de la Química es un factor que

contribuye sobre los procesos cognitivos en el aprendizaje de esta asignatura. En la tabla 35, se presentan los valores de  $p$  arrojados en los test de Kolmogórov-Smirnov.

**Tabla 35.** Valores de  $p$  del test de Kolmogórov-Smirnov para dos muestras comparando cada par de niveles de desempeño académico en Química (DAQ) entre el tipo de actitud frente al aprendizaje de la Química (AE\_QL).

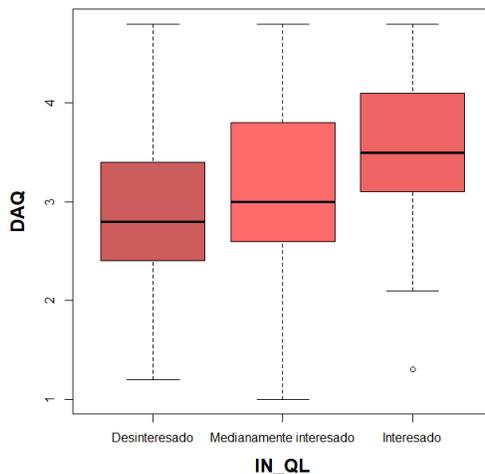
Niveles comparados		Valor de $p$
Actitud negativa	Actitud indiferente	0.0625*
Actitud negativa	Actitud positiva	$2.7e^{-05}$ *
Actitud indiferente	Actitud positiva	0.0022*

\*Diferencias estadísticamente significativas con un nivel de significancia del 5%.

Es necesario reconocer la influencia de los aspectos emocionales y actitudinales del estudiante frente al aprendizaje de la Química, teniendo en cuenta que la experimentación de emociones positivas promueve la capacidad de aprendizaje, en oposición, las emociones negativas restringen los procesos cognitivos (Dávila-Acedo *et al.*, 2016).

Es importante resaltar que las emociones y actitudes experimentadas por los estudiantes son producto de diversos factores que, de manera directa o indirecta, inciden sobre la manifestación de ciertos sentimientos en específico. Aspectos relacionados con la edad, el género, los intereses laborales a futuro, e incluso las estrategias didácticas empleadas por el docente y la actitud que éste toma con los estudiantes, han sido catalogadas como factores que configuran el desempeño académico del estudiante (Munoz-Masson *et al.*, 2019).

#### 4.3.10. Interés.



**Figura 39.** Boxplot comparativo del desempeño académico en Química (DAQ) entre el grado de interés de los estudiantes frente al aprendizaje de la Química (IN\_QL).

En cuanto al grado de interés demostrado por el estudiante (IN\_QL) frente al aprendizaje de la química, el gráfico muestra un incremento gradual en el valor de la mediana del desempeño académico en Química (DAQ) a medida que mejora el interés del estudiante. Sin embargo, se presenta una gran amplitud en cada nivel, en especial, en los estudiantes desinteresados y medianamente interesados, donde los valores oscilan entre 1 y 5. Así mismo, para los estudiantes interesados, se detectó un valor atípico de desempeño en Química cercano a 1.5.

En cuanto al criterio de normalidad, el test de Kolmogórov-Smirnov con la corrección de Lilliefors mostró un valor de  $p=0.1679$ , por lo tanto, se acepta la hipótesis de que la variable posee una distribución normal. Por otra parte, el test de Brown-Forsythe para el factor en estudio evidenció homogeneidad de varianza ( $p=0.8667$ ). Por lo tanto, al cumplir con ambos criterios, se realizaron análisis paramétricos.

De acuerdo con los resultados del ANOVA, el grado de interés de los estudiantes frente al aprendizaje de la Química (IN\_QL) es un factor significativo ( $p=0.005246$ ) sobre el desempeño académico en Química (DAQ).

Por su parte, el contraste de Tukey para el grado de interés de los estudiantes frente al aprendizaje de la Química encontró que existen diferencias significativas entre los estudiantes Interesados con los desinteresados y medianamente interesados en relación con su desempeño académico en Química, mientras que entre los estudiantes medianamente interesados y los desinteresados, no se encontraron diferencias significativas en el valor del desempeño académico en Química, sugiriendo que aquellos estudiantes interesados en el contenido de la asignatura tienen una mayor probabilidad de tener un mejor desempeño académico en Químico que aquellos estudiantes que se muestran con un nivel de interés bajo o medio. En la tabla 36, se presentan los valores de  $p$  arrojados en el contraste de Tukey.

**Tabla 36.** Valores de  $p$  para contraste de Tukey del desempeño académico en Química (DAQ) entre el grado de interés de los estudiantes frente al aprendizaje de la Química (IN\_QL).

Niveles comparados		Valor de $p$
Desinteresado	Medianamente interesado	0.1890
Desinteresado	Interesado	0.0049*
Medianamente interesado	Interesado	0.0478*

\*Diferencias estadísticamente significativas con un nivel de significancia del 5%.

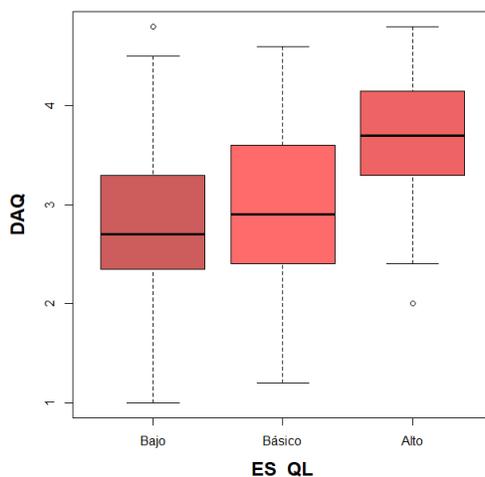
Uno de los problemas del sistema educativo reside en los métodos de enseñanza empleados por los docentes de asignaturas como Química, donde los contenidos abordados no capturan el interés de sus estudiantes, en parte, por la falta de contextualización o la

visibilización de lo significativa que esta puede llegar a ser para abordar las problemáticas del mundo moderno (Parga-Lozano y Piñeros-Carranza, 2018). Por lo tanto, resulta ser una responsabilidad del docente configurar su práctica pedagógica de tal forma que logre establecer el proceso de aprendizaje de la Química como experiencia que capte el interés de los educandos (Munoz-Masson *et al.*, 2019).

Una estrategia para mejorar el interés de los estudiantes se encuentra en la implementación de juegos en el contexto educativo. El juego como estrategia didáctica en los procesos de enseñanza y aprendizaje, cumple dos funciones importantes dentro del estudiante: por una parte, una función lúdica, que permite la generación de emociones positivas relacionadas con el placer y la diversión, al tiempo que genera dinamismo y la participación constante de los estudiantes; por otra parte, cumple una función educativa, la cual se relaciona con los procesos de comprensión, construcción y apropiaciones de conceptos. Si bien, las estrategias lúdicas pueden ser utilizadas como herramientas de apoyo para mejorar el interés y la motivación de los estudiantes, no suplen otros métodos de enseñanza. (Gutierrez-Mosquera & Barajas-Perea, 2019).

#### **4.3.11. Esfuerzo.**

En referencia al nivel de esfuerzo de los estudiantes en Química (ES\_QL), se observó una tendencia en el valor de la mediana del desempeño académico en Química (DAQ), el cual, entre mejor era el esfuerzo, mayor era el rendimiento académico en la asignatura. De igual forma, para los niveles de esfuerzo bajo y básico, se evidenció una gran amplitud en sus valores, mientras que, en el nivel bajo y alto, se presentaron datos atípicos.



**Figura 40.** Boxplot comparativo del desempeño académico en Química (DAQ) entre el nivel de esfuerzo de los estudiantes en Química (ES\_QL).

Teniendo en cuenta los resultados del test de Kolmogórov-Smirnov con la corrección de Lilliefors, la información posee normalidad ( $p=0.07127$ ). Para el factor en estudio, el test de Brown-Forsythe evidenció homogeneidad de varianza ( $p=0.4151$ ). El ANOVA estableció que el nivel de esfuerzo de los estudiantes en Química (ES\_QL) es un factor significativo ( $p=5.828e^{-11}$ ) sobre el desempeño académico en Química (DAQ).

Por su parte, el contraste de Tukey para el nivel de esfuerzo de los estudiantes en Química encontró que existen diferencias significativas entre los estudiantes con un alto nivel de esfuerzo en comparación con los estudiantes que tienen niveles de esfuerzo básicos o bajos. Por su parte, el desempeño en Química es similar en estudiantes con un nivel de esfuerzo bajo y básico. Por lo encontrado, existe una alta probabilidad de que aquellos estudiantes que se esfuerzan más en las actividades propuestas desde la asignatura podrían tener un mejor rendimiento en la asignatura en contraste con aquellos cuyo nivel de esfuerzo es básico o bajo.

En la tabla 37, se presentan los valores de  $p$  arrojados en el contraste de Tukey.

**Tabla 37.** Valores de  $p$  para contraste de Tukey del desempeño académico en Química (DAQ) entre el nivel de esfuerzo de los estudiantes en Química (ES\_QL).

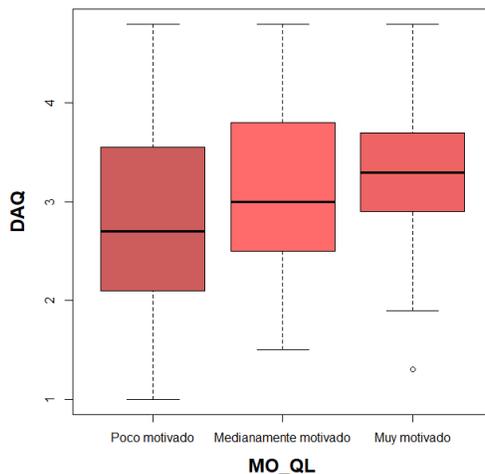
Niveles comparados		Valor de $p$
Bajo	Básico	0.322
Bajo	Alto	$<1e^{-04}$ *
Básico	Alto	$<1e^{-04}$ *

\*Diferencias estadísticamente significativas con un nivel de significancia del 5%.

Aquellos estudiantes que evidencian un mayor esfuerzo en el desarrollo de actividades propuestas desde la asignatura poseen un mejor sentido de autoeficacia y autorregulación del aprendizaje y por ende, obtienen mejores calificaciones en la asignatura (Urzúa *et al.*, 2018). En general, es importante recalcar el papel que cumple el interés como factor decisivo en los procesos cognitivos y de adquisición de conocimientos (Gräber, 2011). Sin embargo, gran parte del esfuerzo manifestado por los estudiantes se ejecuta en procesos de apropiación temporal de contenidos y no en la construcción de aprendizajes significativos. Su esfuerzo se refleja en la obtención de una nota para una evaluación, y otros casos, en la adquisición de un título académico (Ordaz-González & Britt-Mostue, 2018).

Cabe distinguir, que el nivel de esfuerzo, si bien es un factor influyente, no define el rendimiento académico sobre la asignatura, pues pueden encontrarse estudiantes con un grado de esfuerzo alto, pero con capacidades cognitivas bajas, lo cual, no le permitirá desempeñarse de la manera óptima en la materia cursada. En este punto, es importante reconocer el poder de las capacidades cognitivas en función del desempeño del estudiante, y la influencia que puede llegar a tener el nivel de esfuerzo del educando en aquellos cuyo nivel de competencias cognitivas es alto.

### 4.3.12. Motivación.



**Figura 41.** Boxplot comparativo del desempeño académico en Química (DAQ) entre el grado de motivación frente al aprendizaje de la Química (MO\_QL).

Conforme al test de Kolmogórov-Smirnov con la corrección de Lilliefors, la información carece de normalidad ( $p=0.002934$ ). Por lo tanto, se optó por realizar análisis no paramétricos. El test de la suma de los rangos de Kruskal-Wallis estableció que el grado de motivación frente al aprendizaje de la Química (MO\_QL) es un factor significativo ( $p=0.01569$ ) sobre el desempeño académico en Química (DAQ).

Al realizar test de Kolmogórov-Smirnov para dos muestras comparando cada par de grados de motivación, se encontró que sólo existen diferencias significativas en el desempeño académico en Química entre los estudiantes poco motivados y los muy motivados. Por su parte, los estudiantes medianamente motivados son similares tanto a los poco motivados como a los muy motivados. En este sentido, existe una gran probabilidad de que en aquellos estudiantes cuyo grado de motivación es alto, se encuentren estudiantes que hayan aprobado la asignatura. En la tabla 38, se presentan los valores de  $p$  arrojados en los test de Kolmogórov-Smirnov.

**Tabla 38.** Valores de *p* del test de Kolmogórov-Smirnov para dos muestras comparando cada par de niveles de desempeño académico en Química (DAQ) entre el grado de motivación de los estudiantes frente al aprendizaje de la Química (MO\_QL).

Niveles comparados		Valor de <i>p</i>
Poco motivado	Medianamente motivado	0.1987
Poco motivado	Muy motivado	0.005567*
Medianamente motivado	Muy motivado	0.09642

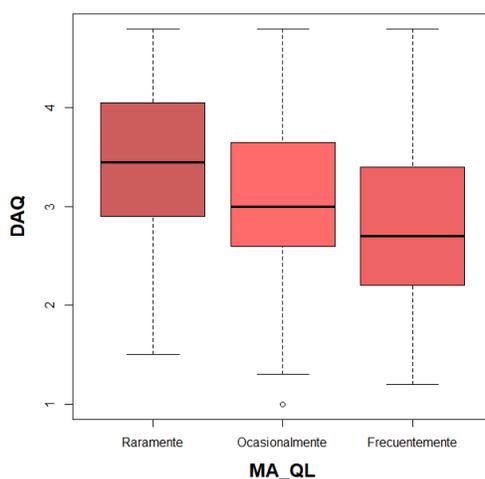
\*Diferencias estadísticamente significativas con un nivel de significancia del 5%.

En cuanto a la motivación por la asignatura, esta puede ser incentivada a nivel interno, cuando existe un alto grado de interés por los contenidos estudiados o cuando se presentan situaciones de disfrute con relación a la asignatura. Por otra parte, la motivación puede provenir de factores externos, ligados especialmente a la obtención de una recompensa o beneficio, así como por la influencia de su entorno social y familiar (Gollerizo-Fernandez & Clemente-Gallardo, 2019; Ryan & Deci, 2000).

Otro factor para destacar se encuentra relacionado con el docente de Química y su práctica pedagógica, pues en parte, es el responsable de amenizar las clases e incentivar a sus estudiantes en el aprendizaje de esta asignatura, por lo que debe garantizar que todos estos procesos se realizan en ambiente de aprendizaje agradable (Gómez-Moliné *et al.*, 2021; Colpas-Castillo *et al.*, 2018). La diversificación de las estrategias metodológicas resulta una estrategia que puede fomentar la motivación en los estudiantes. Dentro de la variedad de estrategias didácticas para implementar en desarrollo de las clases se encuentran el aprendizaje basado en problemas (Cubillán *et al.*, 2019), la contextualización (Marin-Quintero, 2010; Broman & Parchmann, 2014; De Jong, 2006), el congreso científico (Gollerizo-Fernandez & Clemente-

Gallardo, 2019) y la realización de actividades lúdicas (Gutierrez-Mosquera & Barajas-Perea, 2019). Las actividades lúdicas cumplen un papel crucial en el incremento de la motivación de los estudiantes, ya que rompen con los enfoques transmisionistas centrados en el docente, y se integra el estudiante de manera activa y dinámica en los procesos de construcción de conocimientos (Gutierrez-Mosquera & Barajas-Perea, 2019; Busquets *et al.*, 2016).

#### 4.3.13. Miedo y Ansiedad.



**Figura 42.** Boxplot comparativo del desempeño académico en Química (DAQ) entre la frecuencia de experimentación de emociones negativas durante el aprendizaje de la Química (MA\_QL).

El nivel de desempeño en Química de acuerdo con la frecuencia con la que los estudiantes experimentan emociones negativas durante el aprendizaje de la Química (MA\_QL), presentó una tendencia en su mediana, mostrando una disminución en el desempeño a medida que se aumenta la frecuencia en la experimentación de este tipo de emociones. No obstante, los 3 niveles de frecuencia presentan una gran amplitud, e incluso el nivel de ocasionalmente, presenta un dato atípico.

Respecto a la distribución de los datos, el test de Kolmogórov-Smirnov con la corrección de Lilliefors, sugirió que la información posee normalidad ( $p=0.05591$ ). Para el factor en estudio, el test de Brown-Forsythe evidenció homogeneidad de varianza ( $p=0.7379$ ). El ANOVA estableció que la frecuencia con la cual los estudiantes experimentan emociones negativas durante el proceso de aprendizaje de la Química (MA\_QL) es un factor significativo ( $p=8.39e^{-16}$ ) sobre el desempeño académico en Química (DAQ), por ende, existe un alto grado de probabilidad de que aquellos estudiantes que experimenten con poca frecuencia emociones negativas como el miedo y la ansiedad puedan generar mejores procesos cognitivos durante el aprendizaje de la Química. En la tabla 39, se presentan los valores de  $p$  arrojados en el contraste de Tukey.

**Tabla 39.** Valores de  $p$  para contraste de Tukey del desempeño académico en Química (DAQ) entre la frecuencia de experimentación de emociones negativas durante el aprendizaje de la Química (MO\_QL).

Niveles comparados		Valor de $p$
Raramente	Ocasionalmente	0.0232*
Raramente	Frecuentemente	$<1e^{-04}$ *
Frecuentemente	Ocasionalmente	0.09886

\*Diferencias estadísticamente significativas con un nivel de significancia del 5%.

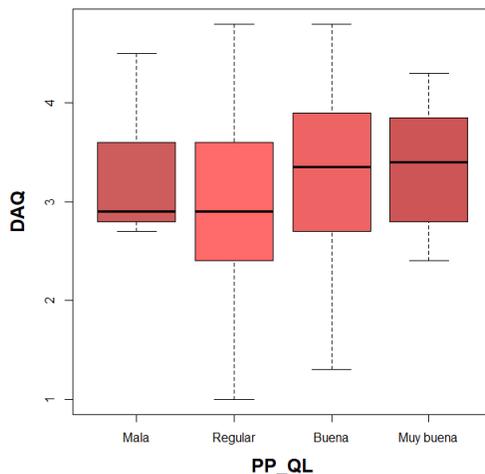
Por su parte, el contraste de Tukey para la frecuencia de experimentación de emociones negativas durante el aprendizaje de la Química evidenció que los estudiantes que raramente experimentan este tipo de emociones presentan diferencias significativas en el desempeño académico en Química en comparación con aquellos estudiantes que las experimentan ocasional o frecuentemente. Por otro lado, aquellos estudiantes que experimentan emociones negativas de

manera ocasional o frecuente no poseen diferencias en el valor del desempeño académico en Química. Los resultados encontrados apuntan a que entre menor sea la frecuencia de experimentación de emociones negativas como el miedo y la ansiedad, existe la probabilidad de tener un mejor rendimiento escolar en Química.

Dentro de las emociones negativas que comúnmente experimentan los estudiantes durante el aprendizaje de la química se encuentran: preocupación, miedo, ansiedad, vergüenza, enfado, nerviosismo, aburrimiento y frustración. La presencia de este tipo de emociones puede obstaculizar el adecuado proceso de aprendizaje pues limitan las capacidades cognitivas del estudiante (Dávila-Acedo *et al.*, 2016). Situaciones como participar en clase, salir a exponer u obtener malas calificaciones, en muchos casos propician la generación de sentimientos negativos en el educando. De igual forma, gran porcentaje de los estudiantes, tienen prejuicios de dificultad y aburrimiento frente a la asignatura, lo cual, crea una barrera cognitiva y emocional, reflejado en el bajo rendimiento en la materia (Valero-Alemán & Mayora, 2009).

Por su parte, es función del docente integrar los aspectos afectivo-motivacionales en el proceso de enseñanza, con el objetivo de generar cogniciones y emociones positivas en los alumnos respecto a los contenidos aprendidos (Dorado *et al.*, 2020). Asimismo, aún existen docentes con fallas en la práctica pedagógica que fundamentan sus relaciones con los estudiantes a partir del miedo, en algunos casos tomando actitudes distantes y cortantes, hecho que limita la capacidad de interacción entre las partes, por lo que existirán casos en la que los estudiantes no manifiesten sus dudas en el aula de clase, por temor a ser avergonzados o amonestados por parte del docente. En los peores casos, donde exista un abuso de poder por parte del docente, generando situaciones que vulneren el equilibrio psicoafectivo del educando y por ende, impactos sobre los correctos procesos de aprendizaje de éste.

#### 4.3.14. Práctica Pedagógica del docente de Química.



**Figura 43.** Boxplot comparativo del desempeño académico en Química (DAQ) entre la forma como los estudiantes perciben la práctica pedagógica del docente de Química (PP\_QL).

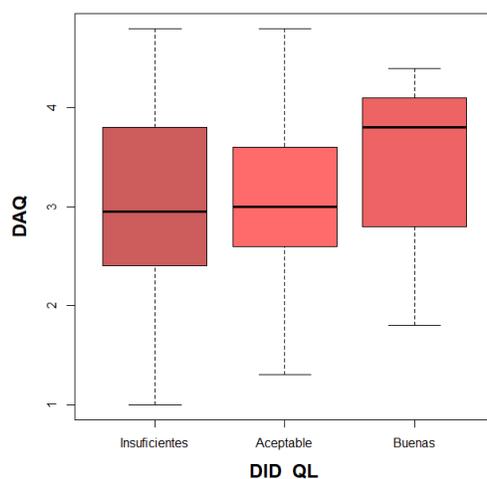
El gráfico presenta cuatro categorías para la forma como los estudiantes perciben la práctica pedagógica de su docente de Química y los valores de desempeño académico en esta asignatura. En relación con el valor de la mediana, no se presentan fuertes variaciones entre un grupo y otro. Sin embargo, se evidencia que en las categorías de regular y bueno, los bigotes de las cajas poseen una gran amplitud.

Con el objetivo de establecer si la información poseía normalidad, se realizó el test de Kolmogórov-Smirnov con la corrección de Lilliefors, el cual presentó un valor de  $p=0.2938$ , por lo cual, se consideró una distribución normal para la información. Para el factor en estudio, el test de Brown-Forsythe evidencia homogeneidad de varianza ( $p=0.7148$ ). El ANOVA estableció que la forma como los estudiantes perciben la práctica pedagógica de su docente de Química (PP\_QL) no es un factor que influya de manera significativa ( $p=0.09761$ ) sobre el desempeño académico en Química (DAQ). Esto significa, que independiente del desempeño académico que

tengan los estudiantes en la asignatura, todos conciben la labor docente de una manera similar. Teniendo en cuenta que en promedio la valoración de la práctica pedagógica del docente obtuvo un valor de 3.83, catalogando a la labor docente como regular, es necesario que el docente reflexione sobre su actividad e implemente nuevas estrategias y metodologías que le permitan mejorar en este aspecto. En este aspecto, es necesario que el docente realice procesos de metacognición en torno a su labor docente, es decir, reflexionar sobre su práctica pedagógica, las estrategias metodológicas utilizadas para impartir las clases, su función dentro y fuera del aula de clase, así como el rol de sus alumnos con el objetivo de promover cambios en los procesos de desarrollo de las competencias científicas (Quintanilla *et al.*, 2014; Castelblanco *et al.*, 2020). En la misma línea, es necesario que el docente innove en su labor, aplicando herramientas que le permitan cambiar las prácticas memorísticas y transmisionistas, por otras que permitan la construcción colectiva de conocimientos, mediante la participación continua de estos en el desarrollo de diferentes actividades en el aula de clase, así como de explorar alternativas que faciliten visualizar el fin pragmático del conocimiento en situaciones de la cotidianidad, propiciando de esta forma el aprendizaje significativo (Carrasco-Acosta *et al.*, 2019; Gräber, 2011).

#### **4.3.15. Estrategias didácticas.**

En cuanto al desempeño académico en Química y la forma como los estudiantes perciben las estrategias didácticas del docente, se percibe que el valor de la mediana es muy similar entre los que consideraron las estrategias como insuficientes y aquellos que las consideran aceptables. El valor de la mediana solo fue un poco mayor en aquellos estudiantes que consideran las estrategias como buenas. No obstante, el espacio de las cajas en las tres categorías se solapa entre sí. Del mismo modo, la amplitud de los bigotes en cada una de las categorías es extensa.



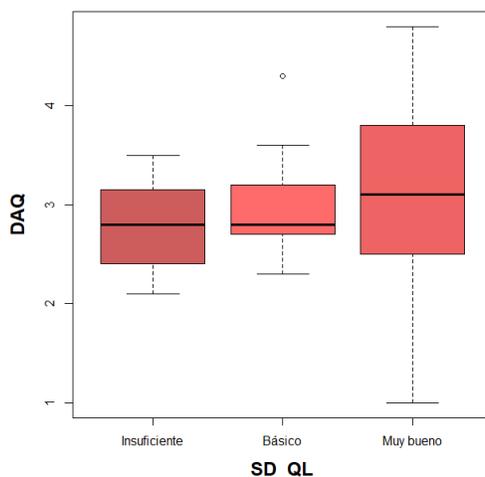
**Figura 44.** Boxplot comparativo del desempeño académico en Química (DAQ) entre la forma como los estudiantes perciben las estrategias didácticas utilizadas por el docente de Química (DID\_QL).

De acuerdo con el test de Kolmogórov-Smirnov con la corrección de Lilliefors, la información carece de normalidad ( $p=0.03612$ ). Por lo tanto, se realizaron análisis no paramétricos. El test de la suma de los rangos de Kruskal-Wallis estableció que la forma como los estudiantes perciben las estrategias didácticas de su docente de Química (DID\_QL) no es considerado un factor significativo ( $p=0.2281$ ) sobre el desempeño académico en Química (DAQ). Esto quiere decir, que independientemente de la forma como los estudiantes perciban las estrategias didácticas del docente de Química, esto no va a influenciar el nivel de desempeño académico en esta asignatura. Sin embargo, es importante retomar la valoración de las estrategias didácticas otorgadas por los estudiantes, pues si bien, estadísticamente no resultaron ser significativas, si tienen una importancia relevante sobre los procesos de aprendizaje. Teniendo en cuenta que la valoración promedio para las estrategias didácticas fue de 3.18, categorizándolas como aceptables, es importante que el docente trabaje en este aspecto fundamental de su labor.

Si bien el saber disciplinar del docente es importante, es mucho más relevante las estrategias didácticas empleadas, es decir, la forma como enseña y transfiere sus conocimientos. (Ekiz-Kiran y Boz, 2020). Por lo anterior, es necesario que docente propicie ambientes de aprendizaje didácticos e innovadores para mejorar su labor (Canac & Kermen, 2020, Blanchar-Añez, 2020; Guerra-Harriette & Montoya-Rodríguez, 2015; Hussein & Reid, 2009), sin embargo, este debe tener en cuenta las particularidades de los estudiantes, en especial, los estilos cognitivos preponderantes, con el objetivo de propiciar procesos de enseñanza que se ajusten a las formas singulares de percibir y procesar los conocimientos transmitidos (Hurtado-Osorio, 2016). Una de las estrategias didácticas que mejores resultados pueden arrojar en los estudiantes, son aquellas realizadas desde el juego y la lúdica. En la investigación realizada por Valero-Alemán & Mayora (2009), se encontró que los estudiantes generan un mayor gusto por el aprendizaje de la química a través de actividades dinámicas o juegos, o al menos, diferentes a las clases tradicionales. Este tipo de actividades se caracterizan por ser más atractivas a los estudiantes por los aspectos recreativos y lúdicos, lo cual, propicia una mejora en los aspectos emocionales y motivacionales de los estudiantes y, por ende, una mejor apropiación de los conocimientos presentados, favoreciendo al aprendizaje significativo.

#### ***4.3.16. Saber disciplinar del docente.***

El valor de la mediana del desempeño académico en Química (DAQ) para los tres niveles de valoración del saber disciplinar del docente desde la percepción de los estudiantes, se mantuvo estable entre los tres niveles. Se destaca que, para el nivel de muy bueno, se presenta una gran amplitud en los bigotes, evidenciando que independientemente del rendimiento académico en Química, gran parte de los estudiantes conciben los conocimientos del docente como Muy buenos.



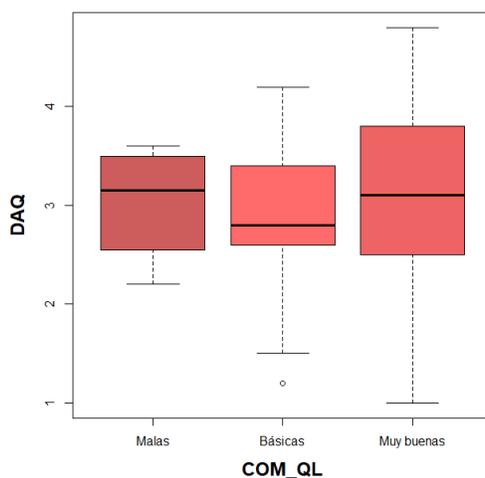
**Figura 45.** Boxplot comparativo del desempeño académico en Química (DAQ) entre la forma como los estudiantes conciben el nivel de conocimiento de su docente de Química (SD\_QL).

El test de Kolmogórov-Smirnov con la corrección de Lilliefors, estipuló que la información carece de normalidad ( $p=0.03395$ ). Por lo tanto, se realizaron análisis no paramétricos.

El test de la suma de los rangos de Kruskal-Wallis estableció que la forma como los estudiantes conciben el nivel de conocimiento de su docente de Química (SD\_QL) no se considera un factor significativo ( $p=0.181$ ) sobre el desempeño académico en Química (DAQ). En este punto, independientemente de la forma como los estudiantes conciban el saber disciplinar de su docente, esto no va a influir sobre su desempeño en Química. Cabe destacar que, en promedio, los estudiantes calificaron con un valor promedio de 4.5 el saber disciplinar de su docente, catalogándolo en términos generales como muy bueno, lo cual, es un aspecto positivo para destacar del docente, pues demuestra ante sus estudiantes confianza y fluidez en relación con los conocimientos propios de la asignatura.

El docente, debe ser un experto en su área y estar actualizado en su materia. (Ekiz-Kiran & Boz, 2020). El saber disciplinar hace remisión al conjunto de conocimientos adquiridos por el docente en torno a la asignatura que éste imparte, es decir, todos aquellos contenidos que el docente expone durante sus clases (Parga-Lozano & Piñeros-Carranza, 2018). En este punto, resulta importante que el docente se mantenga actualizado con relación a las novedades conceptuales desarrolladas en su área por parte de las investigaciones científicas. El hecho que la mayoría de los estudiantes establezcan que el docente tiene un correcto dominio de los temas tratados en clase, refleja una alta calidad del docente con relación a su saber disciplinar.

#### **4.3.17. Habilidades comunicativas del docente.**



**Figura 46.** *Boxplot comparativo del desempeño académico en Química (DAQ) entre la forma como los estudiantes perciben las habilidades comunicativas de su docente de Química (COM\_QL).*

El gráfico presenta el nivel de desempeño académico en Química para tres categorías relacionadas con la forma como los estudiantes perciben las habilidades comunicativas del docente. Se evidencia que el valor de la mediana presenta pequeñas variaciones entre una

categoría y otra. Por su parte, la amplitud de los bigotes de cada nivel se va expandiendo de manera gradual a medida que se va aumentando en nivel. Para aquellos que catalogaron las habilidades comunicativas del docente como muy buenas, su desempeño en Química puede oscilar entre 1 y 5.

El test de Kolmogórov-Smirnov con la corrección de Lilliefors, permitió determinar que la información no poseía una distribución normal ( $p=0.04363$ ). Por lo tanto, se realizaron análisis no paramétricos.

Por otra parte, el test de la suma de los rangos de Kruskal-Wallis estableció que la forma como los estudiantes perciben las habilidades comunicativas de su docente de Química (COM\_QL) no es considerado un factor significativo ( $p=0.4024$ ) sobre el desempeño académico en Química (DAQ). Es decir, el rendimiento académico en Química no se ve influenciado por la forma como los estudiantes perciben las habilidades comunicativas del docente. Sin embargo, es importante destacar que los estudiantes otorgaron una valoración promedio de 4.44 a las habilidades comunicativas del docente de Química estableciéndolas como muy buenas, lo cual, evidencia buenas capacidades por parte del docente para entablar procesos comunicativos con exactitud, eficacia y empatía con sus estudiantes.

De igual forma, las habilidades comunicativas son un pilar importante dentro del proceso de enseñanza y aprendizaje el cual, a final de cuentas, es un proceso comunicativo. El objetivo central del proceso comunicativo desde la perspectiva educativa es que los conocimientos transmitidos sean concebidos con la mayor claridad posible en los estudiantes, a través de la profundización, interiorización y entendimiento de la información (De la Chaussée, 2009). Asimismo, la aclaración de dudas es vital en el proceso de aprendizaje, para evitar que los estudiantes tengan una apropiación equívoca de los saberes. En este aspecto, también son

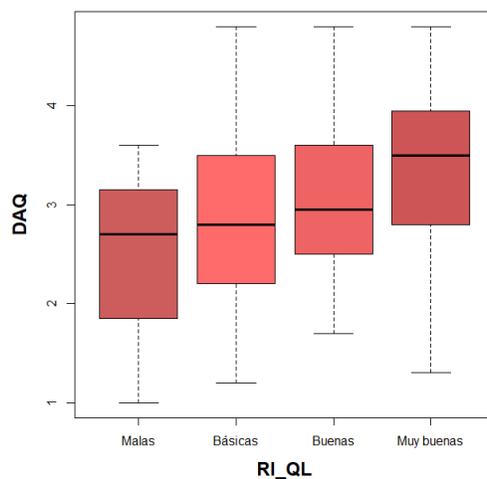
fundamentales las competencias lingüísticas de ambas partes, en especial a lo relacionado con la apropiación de conceptos, es decir, con el uso adecuado de la terminología técnica utilizada en esta ciencia.

Otro aspecto ligado a las habilidades comunicativas se relaciona con la empatía inmersa en este proceso. Dentro de la comunicación efectiva, las partes involucradas deben ser empáticas intelectualmente frente a las percepciones y concepciones de los demás, así como de las múltiples visiones que se pueden tener de un mismo fenómeno (Paul & Elder, 2005).

#### ***4.3.18. Relaciones interpersonales.***

El gráfico muestra una tendencia en el valor de la mediana del desempeño académico en química entre las diferentes formas como los estudiantes conciben las relaciones interpersonales de su docente de Química. De igual forma, se evidencia la amplitud en los bigotes para cada una de las categorías.

Los resultados obtenidos en el test de Kolmogórov-Smirnov con la corrección de Lilliefors, apuntaron a que la información posee normalidad ( $p=0.0756$ ). Para el factor en estudio, el test de Brown-Forsythe evidenció homogeneidad de varianza ( $p=0.9536$ ). El ANOVA estableció que la forma como los estudiantes conciben las relaciones interpersonales de su docente de Química con ellos (RI\_QL) es un factor significativo ( $p=0.00311$ ) sobre el desempeño académico en Química (DAQ). En la tabla 40, se presentan los valores de  $p$  arrojados en el contraste de Tukey.



*Figura 47. Boxplot comparativo del desempeño académico en Química (DAQ) entre la forma como los estudiantes conciben las relaciones interpersonales de su docente de Química con ellos (RI\_QL).*

Por su parte, el contraste de Tukey para la forma como los estudiantes conciben las relaciones interpersonales de su docente de Química con ellos evidenció que sólo se presentaron diferencias significativas en el desempeño académico en Química entre aquellos estudiantes que perciben las relaciones interpersonales del docente malas y aquellos que las conciben como muy buenas, es decir, existe una alta probabilidad que un estudiante que conciba de muy buena forma la manera como se relaciona el docente con ellos, tenga un alto rendimiento académico en la asignatura, en contraste con aquellos que conciben las relaciones interpersonales del docente de una manera negativa.

**Tabla 40.** Valores de *p* para contraste de Tukey del desempeño académico en Química (DAQ) entre la forma como los estudiantes conciben las relaciones interpersonales de su docente de Química con ellos (RI\_QL).

Niveles comparados		Valor de <i>p</i>
Malas	Básicas	0.54332
Malas	Buenas	0.79969
Malas	Muy buenas	0.00574*
Básicas	Buenas	0.52898
Básicas	Muy buenas	0.07989
Buenas	Muy buenas	0.19723

\*Diferencias estadísticamente significativas con un nivel de significancia del 5%.

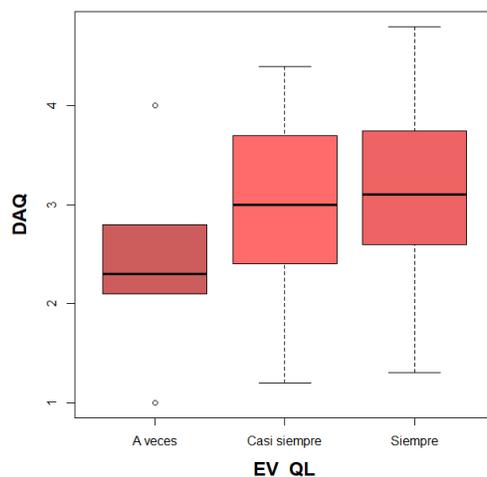
En primera instancia, es importante resaltar que el proceso de aprendizaje concibe con mucha importancia las interacciones entre los individuos involucrados. Desde los planteamientos de Vygotsky (citado por Busby, 2018), el aprendizaje es desarrollado de manera paulatina a partir de los procesos de interrelación social, pues mediante la inmersión a entornos cotidianos se promueve a la adquisición o mejoramiento de competencias cognitivas y habilidades a través de un proceso que se va desarrollando de manera lógica. A partir de las diferentes relaciones entre estudiantes y docente, los alumnos van entrando a un nuevo contexto para el entendimiento y aprendizaje de la Química. En este aspecto, el contexto juega un papel vital, pues permite dar sentido a los conceptos vistos para realizar su apropiación correcta (Quílez-Pardo, 2016).

No obstante, los resultados encontrados evidencian un cierto grado de afinidad existente entre los estudiantes sobresalientes a nivel académico y su percepción de buenas relaciones con el docente. Esto podría deberse al favoritismo que muchos docentes tienen por los estudiantes

que se destacan académicamente en la asignatura, entablando con ellos mejores relaciones. De igual forma, algunos estudiantes con un mal desempeño académico también tienen una actitud distante con la asignatura y, por ende, con el docente. Es común encontrar interacciones entre el profesor y el alumno, dentro de las cuales, se destaca el favoritismo, en la cual, se atiende con mayor favorabilidad a ciertos alumnos (Palomino-Martín; Marchena-Gómez & Ramos-Verde, 2017). En la investigación realizada por Valdés & Ramírez-Casas del Valle (2021), se reporta la segregación realizada por los docentes a partir del desempeño académico de sus estudiantes. El encasillamiento de los estudiantes en categorías como "buenos" y "malos", promueve la práctica del favoritismo del docente hacia aquellos estudiantes que demuestran altos rendimientos en su asignatura. Esta práctica conlleva a un trato diferencial por parte del docente, invisibilizando en muchos casos las necesidades de aquellos estudiantes por fuera de estas clasificaciones (Valdés & Ramírez-Casas del Valle, 2021).

#### ***4.3.19. Evaluación.***

En el gráfico se muestran los valores de desempeño académico en Química (DAQ) para tres categorías relacionadas con la frecuencia en que el docente evalúa los mismos temas vistos en clase. Se evidencia un valor de la mediana menor en aquellos estudiantes que manifestaron que a veces los temas evaluados corresponden a los mismos temas vistos en clase. Por su parte, aquellos que consideraron que casi siempre o siempre se evalúan los temas estudiados en clase, el valor de su mediana fue muy similar. Se destaca la amplitud para las dos últimas categorías, y los valores atípicos en la primera.



**Figura 48.** Boxplot comparativo del desempeño académico en Química (DAQ) entre la frecuencia en las que los estudiantes perciben que los temas evaluados corresponden a los mismos temas vistos en clase (EV\_QL).

Conforme a los resultados arrojados por el test de Kolmogórov-Smirnov con la corrección de Lilliefors, se estableció que la información poseía normalidad ( $p=0.05811$ ). Para el factor en estudio, el test de Brown-Forsythe evidenció homogeneidad de varianza ( $p=0.5064$ ).

El ANOVA permitió reconocer que la frecuencia en las que los estudiantes perciben que los temas evaluados corresponden a los mismos temas vistos en clase (EV\_QL) es un factor significativo ( $p=0.03189$ ) sobre el desempeño académico en Química (DAQ).

Por su parte, el contraste de Tukey para la frecuencia en las que los estudiantes perciben que los temas evaluados corresponden a los mismos temas vistos en clase, evidenció que sólo existen diferencias en rendimiento académico en Química entre aquellos estudiantes que consideran que los temas evaluados a veces son los mismos a los vistos en clase en comparación con aquellos que consideran que los temas evaluados siempre son los mismos vistos en clase. En la tabla 41, se presentan los valores de  $p$  arrojados en el contraste de Tukey.

**Tabla 41.** Valores de  $p$  para contraste de Tukey del desempeño académico en Química (DAQ) entre la frecuencia en las que los estudiantes perciben que los temas evaluados corresponden a los mismos temas vistos en clase (EV\_QL).

Niveles comparados		Valor de $p$
A veces	Casi siempre	0.1016
A veces	Siempre	0.0238*
Casi siempre	Siempre	0.7971

\*Diferencias estadísticamente significativas con un nivel de significancia del 5%.

El hecho de encontrar estudiantes con un mal desempeño académico puntuando con bajas calificaciones la concordancia entre los contenidos evaluados con los contenidos expuestos en el desarrollo de las clases por parte del docente, refleja una manifestación de descrédito del estudiante hacia el docente. De acuerdo con Palomino-Martín *et al.* (2017), es común encontrar actitudes y comportamientos encontrados o discordantes entre el alumno y el docente. En este caso particular, el estudiante manifiesta un juicio de desvalorización de los procesos evaluativos, pues su rendimiento académico no es bueno, por lo que manifestarlo en el cuestionario, es su estrategia de descrédito hacia la labor del docente.

Por otra parte, si se remonta a los valores generales de la percepción de los estudiantes en torno a la frecuencia en que el docente evalúa los mismos temas vistos en clase, se destaca que los valores oscilaron entre 3 y 5, con una media de 4.78. Sin embargo, es importante destacar que el 75% de los estudiantes concedieron valores de 5 a esta variable, estableciéndose que el docente siempre evalúa los temas vistos en clases. En parte, este comportamiento es un reflejo del ejercicio didáctico y pedagógico de los procesos evaluativos a través de modelos tradicionales y transmisionistas que promueven el aprendizaje memorístico y repetitivo de la

información expuesta durante las clases (Martínez-Zamora *et al.*, 2016). Estos modelos tradicionales implementan herramientas de evaluación que se encargan de corroborar el grado de memorización de los estudiantes con relación a los contenidos presentados en la asignatura (Villalobos-Delgado *et al.*, 2016). Este tipo de evaluación no fomenta el pensamiento analítico y crítico del estudiante y, por ende, no genera aprendizajes significativos, pues los procesos cognitivos basados netamente en la memorización de información, generalmente se establecen en el cerebro de manera temporal (Zafra-Tristancho *et al.*, 2014).

Una alternativa para enfrentar las problemáticas asociadas a los procesos evaluativos tradicionales consiste en la transformación de la práctica pedagógica a través de la exploración de enfoques basados en el progreso de las comprensiones de los estudiantes, así como de la aplicación de los saberes a contextos cotidianos, con el fin de garantizar aprendizajes significativos (Castelblanco *et al.*, 2020).

#### **4.4. Escalamiento multidimensional**

El escalamiento multidimensional se realizó con el fin de establecer, desde una perspectiva multivariada, la relación existente entre las diferentes variables analizadas sobre el rendimiento académico en Química, y verificar, si existen patrones asociados entre cada grupo evaluado. Los análisis se realizaron utilizando la distancia euclidiana, pues fue la que presentó menores valores de Stress. Durante la primera evaluación, se tuvieron en cuenta todas las variables estudiadas. Para este primer caso, el valor del Stress fue de 0.0544, por lo tanto, se considera que el ajuste es regular.

**Tabla 42.** *Peso de las variables intrínsecas y extrínsecas asociadas al desempeño académico en Química para las dos primeras dimensiones del escalamiento multidimensional.*

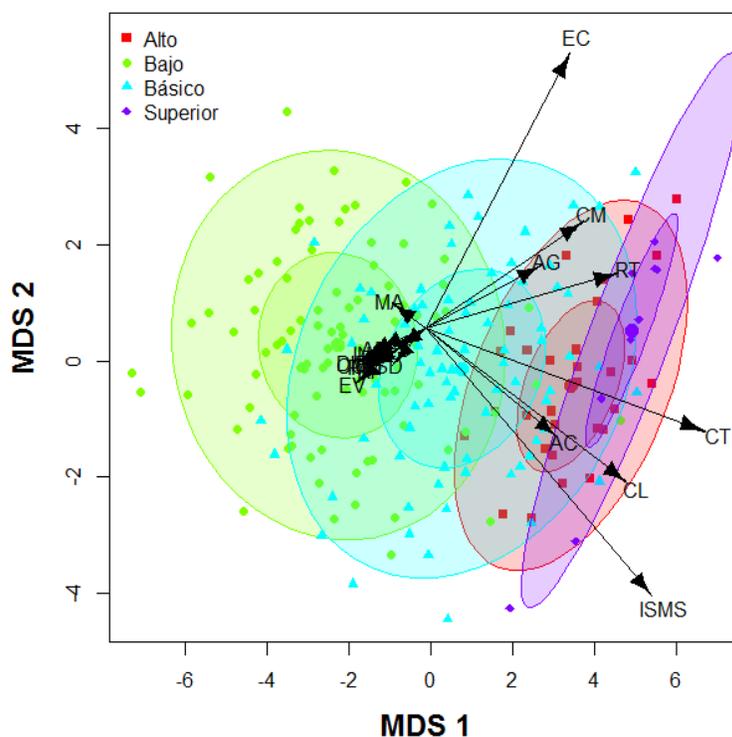
<b>Var</b>	<b>MDS1</b>	<b>MDS2</b>
CT	7,0271	-1,2748
ISMS	5,6770	-4,2613
CL	5,0346	-2,2080
RT	4,8218	1,5970
CM	3,9281	2,5359
EC	3,5788	5,5925
AC	3,2587	-1,3846
AG	2,8316	1,7290
ES	-0,8342	0,2298
SD	-0,9908	-0,0696
MA	-0,9993	1,0479
AE	-1,3763	0,2259
MO	-1,5401	-0,0930
RI	-1,5826	-0,1441
IN	-1,6659	0,1387
PP	-1,6996	-0,0974
COM	-1,7373	-0,0549
DID	-1,8759	-0,0201
EV	-1,9244	-0,3932

---

Dentro de las variables con mayor magnitud, se encuentran las asociadas a las capacidades cognitivas de los estudiantes: análisis de ecuaciones (EC), competencias matemáticas (CM), análisis de gráficos (AG), regla de tres (RT), comprensión de textos (CT), competencias lingüísticas (CL) e interpretación de sistemas multisemióticos (ISMS). Todas estas variables apuntan hacia la derecha del gráfico. De igual forma, estos a su vez se encuentran asociados en dos pequeños grupos: en la parte superior derecha, se encuentran las variables asociadas a las competencias matemáticas (CM), mientras que, hacia la parte inferior derecha, se encuentran aquellas relacionadas con las competencias lingüísticas (CL).

Por su parte, el resto de las variables, se encuentran apuntando hacia la izquierda del gráfico con una menor magnitud. Se evidencia una superposición entre estas variables, lo cual dificulta su interpretación. No obstante, su magnitud no es grande, por lo que las variables que apuntan hacia la derecha son aquellas que generan una mayor segregación entre los grupos. En la tabla 42 se presenta el peso de las variables seleccionadas en relación con las dimensiones 1 y 2 del escalamiento multidimensional. Se resalta que para la dimensión 1, los valores positivos, es decir, los que se encuentran ubicados hacia la parte derecha del gráfico, se encuentran asociados a altos valores en variables asociadas a las competencias lingüísticas y matemáticas. Por otra parte, en la dimensión 2, se puede generar una diferenciación entre aquellos que obtuvieron altos valores en la interpretación de sistemas multisemióticos (ISMS), ubicándose hacia la parte inferior del gráfico, mientras que aquellos con un mejor análisis de ecuaciones (EC), se ubican hacia la parte superior del gráfico.

En el gráfico se observan 4 elipses de diferentes colores que representan cada nivel de rendimiento académico: el nivel superior, de color morado; el nivel alto, de color rojo; el nivel básico, de color azul; y finalmente, el nivel bajo, de color verde.



**Figura 49.** Escalamiento multidimensional para factores intrínsecos y extrínsecos asociados al desempeño académico en Química.

Cada nivel de desempeño se conforma de dos elipses concéntricas: la más pequeña, es decir, la elipse interna representa el nivel de significación del 0.5, mientras que la más grande, es decir, la elipse externa, representa el nivel de significación del 0.95. Esto permite comparar el grado de solapamiento entre los grupos. Para el caso de los estudiantes con un desempeño superior en Química (elipse morada), se observó un solapamiento con los niveles alto (elipse roja) y básico (elipse azul); sin embargo, con el nivel bajo (elipse verde), no se observó solapamiento entre ambos grupos, evidenciando que entre ambos grupos existen diferencias entre las diferentes variables evaluadas. Teniendo en cuenta sólo el primer eje del escalamiento multidimensional se puede establecer que aquellos estudiantes con un desempeño académico superior poseen mejores valoraciones en torno a sus capacidades cognitivas, en específico, las

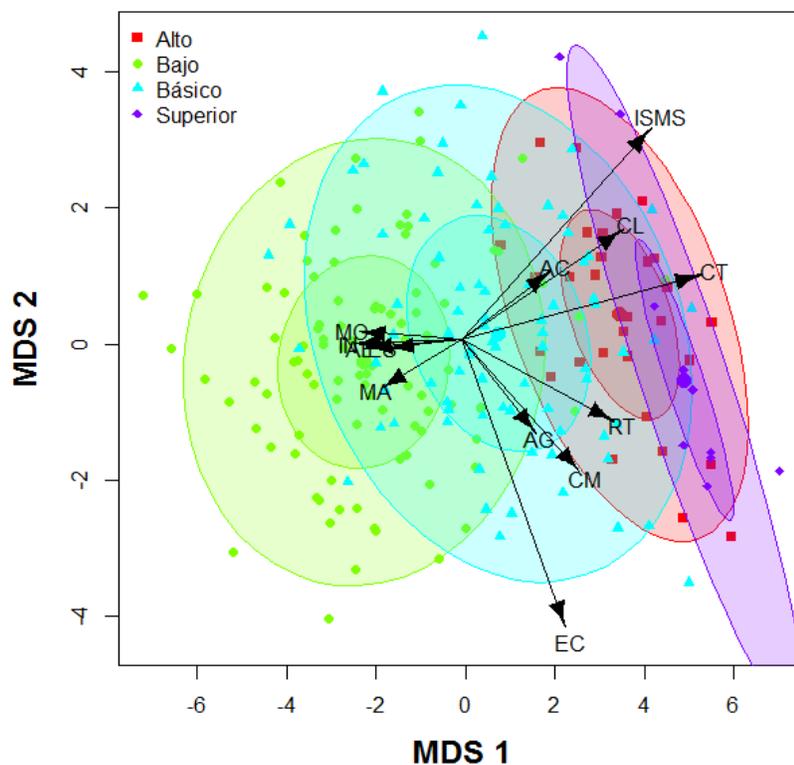
relacionadas con las competencias matemáticas y lingüísticas. Los análisis bivariados presentaron resultados similares para cada uno de los factores evaluados, sugiriendo que aquellos estudiantes con un mejores atributos y valoraciones en las capacidades cognitivas y psicoafectivas tenían una alta probabilidad de presentar un desempeño académico sobresaliente.

Por otro lado, al observar el nivel alto (elipse roja) y el nivel básico (elipse azul), presentan solapamiento entre ellas, así como con los niveles superior (elipse morada) y bajo (elipse verde). Finalmente, el desempeño bajo (elipse verde), presenta solapamiento con los niveles básico (elipse azul) y alto (elipse roja), pero no lo hace con el nivel superior (elipse morada). En pocas palabras, se podría decir que sólo el nivel superior y el nivel bajo se encuentran aislados entre sí, lo cual evidencia una diferenciación importante entre ambos grupos en relación con los valores en las diferentes variables evaluadas.

Otro aspecto para considerar en el gráfico se relaciona con la forma en la que se ubican los niveles de desempeño en el gráfico, pues estos se presentan de manera ascendente de izquierda a derecha, es decir, desde el nivel bajo hasta el nivel superior, lo cual, permite asociar las altas valoraciones en las competencias cognitivas del estudiante con un mejor rendimiento académico, similar a los resultados encontrados en los contrastes de homogeneidad.

El análisis se repitió, descartando los factores extrínsecos, utilizando sólo las variables asociadas a factores intrínsecos del estudiante, es decir, sus capacidades cognitivas, actitudes y emociones en torno al aprendizaje de la Química. Para este caso, el valor del Stress fue de 0.0456, considerándose un ajuste bueno para el escalamiento multidimensional. El trabajar sólo con los factores intrínsecos asociados al aprendizaje de la Química, propició una mejora en el valor del Stress, por lo que el escalamiento multidimensional pasó de una categoría de regular a bueno, lo cual, permitió establecer con mayor seguridad la estructura subyacente en base al

conjunto de variables seleccionadas para cada uno de los niveles de rendimiento académico establecidos.



*Figura 50. Escalamiento multidimensional para factores intrínsecos asociados al desempeño académico en Química.*

Para el caso de la primera dimensión, los valores positivos están asociados a las capacidades cognitivas de los estudiantes, mientras que los negativos, se relacionan a los aspectos psicoafectivos. De igual forma, se encuentra que hacia la parte superior derecha del gráfico se presentan las variables asociadas a las competencias lingüísticas (CL) mientras que, para la parte inferior derecha, se encuentran aquellos factores relacionados con las competencias matemáticas (CM).

**Tabla 43.** *Peso de las variables intrínsecas asociadas al desempeño académico en Química para las dos primeras dimensiones del escalamiento multidimensional.*

<b>Var</b>	<b>MDS1</b>	<b>MDS2</b>
CT	5,5616	1,0709
ISMS	4,3626	3,3378
CL	3,7072	1,7695
RT	3,5010	-1,1958
CM	2,6706	-1,9697
EC	2,3514	-4,3782
AC	2,0139	1,1317
AG	1,6480	-1,3775
ES	-1,8450	-0,0658
MA	-1,9997	-0,6936
AE	-2,3468	-0,0633
MO	-2,5044	0,1889
IN	-2,6188	0,0063

En cuanto a la segunda dimensión del gráfico, se puede generar una diferenciación entre aquellos que obtuvieron altos valores en la interpretación de sistemas multisemióticos (ISMS), ubicándose hacia la parte inferior del gráfico, mientras que aquellos con un mejor análisis de ecuaciones (EC), se ubican hacia la parte superior del gráfico.

Los resultados encontrados son similares a los reportados para el primer gráfico, observándose solapamiento entre los diferentes niveles de rendimiento académico, exceptuando entre el nivel superior y el nivel bajo, los cuales se presentaron una notoria separación entre ambos, asociado a las diferencias marcadas entre los valores obtenidos en las competencias matemáticas y lingüísticas. Así mismo, los niveles de rendimiento se ubican de manera ascendente de izquierda a derecha, es decir, desde el nivel bajo (elipse verde) hasta el nivel superior (elipse morada).

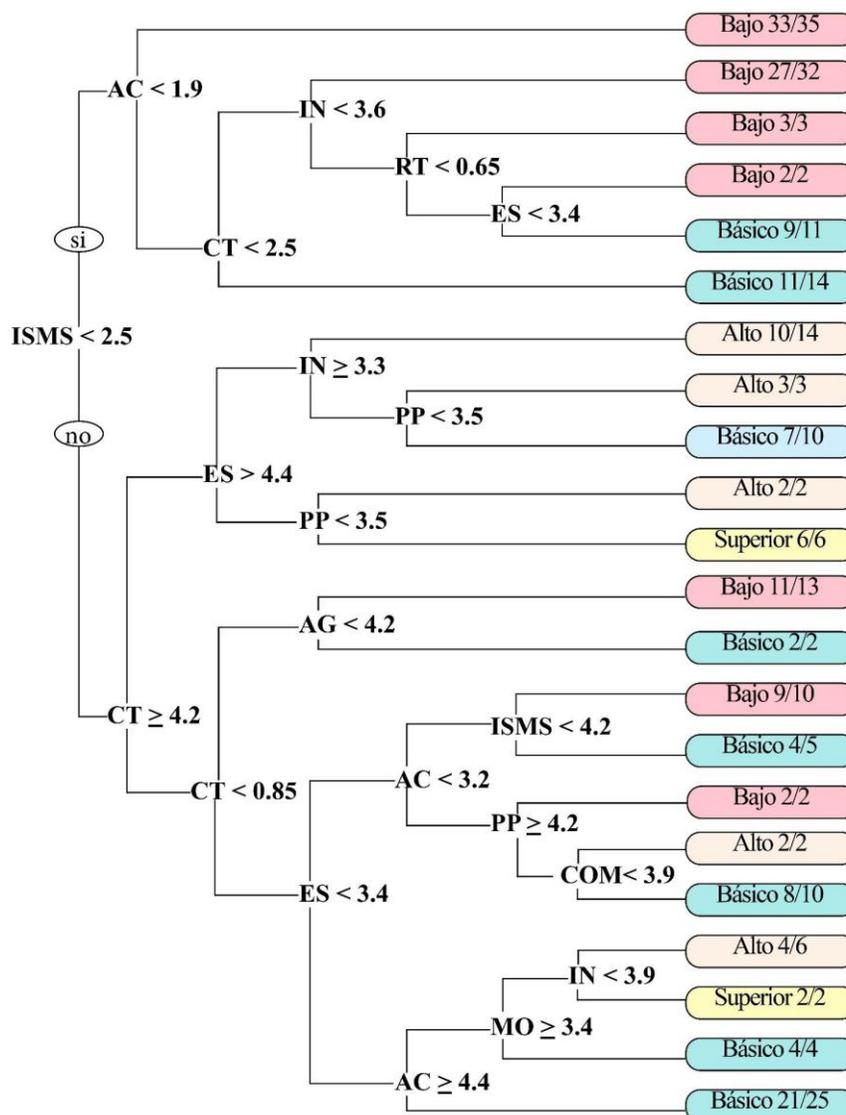
El escalamiento multidimensional permite analizar de manera simultánea el conjunto de variables medidas en los estudiantes, estableciendo una visión integradora y generalizada del fenómeno en estudio. En específico, el escalamiento multidimensional es una técnica más estructural, que permite considerar el grado de similitud o disimilitud entre diversos grupos, para este caso, se buscó establecer las características para cada nivel de desempeño académico en Química de acuerdo con diversos factores asociados. La salida gráfica, permite representar de una forma inteligible la información recolectada, al tiempo que establece la distribución real del conjunto de variables. Así mismo, sugiere posibles relaciones causa-efecto, entre las variables estudiadas, así como de las principales características de la categorización académica para los estudiantes en la asignatura de Química.

#### **4.5. Árbol de clasificación y regresión (CART)**

Los árboles de clasificación y regresión son una técnica multivariada no paramétrica que permite predecir el comportamiento de una variable dependiente a partir de un conjunto de variables independiente. Para este caso, se busca predecir el rendimiento académico en Química a partir de los factores asociados seleccionados. Para el primer caso, se corrió el análisis teniendo en cuenta todos los factores asociados seleccionados en la investigación, tanto intrínsecos como

extrínsecos. De las 19 variables, el análisis seleccionó las siguientes 10 variables: interpretación de sistemas multisemióticos (ISMS), comprensión de textos (CT), apropiación de conceptos (AC), regla de tres (RT) y análisis gráfico (AG), las cuales se encuentran asociadas a las capacidades cognitivas del estudiante; esfuerzo (ES), interés (IN) y motivación (MO), relacionadas con los aspectos emocionales y actitudinales del estudiante en torno al aprendizaje de la Química; y finalmente, práctica pedagógica (PP) y habilidades comunicativas (COM), las cuales se basan en las percepciones del estudiante en torno a la labor docente.

De las 10 variables seleccionadas, 8 de ellas pertenecen a los factores intrínsecos, siendo 5 de ellas pertenecientes a las capacidades cognitivas del estudiante y las otras 3, se vinculan a los aspectos psicoafectivos. Por otra parte, del total general, las 2 variables restantes se relacionan con los factores extrínsecos, es decir, con la práctica pedagógica del docente. Resulta importante mencionar que, para el modelo del árbol, las variables de práctica pedagógica (PP) y habilidades comunicativas (COM), si resultaron ser influyentes, en comparación a los contrastes de homogeneidad, donde estos factores no resultaron significativos.

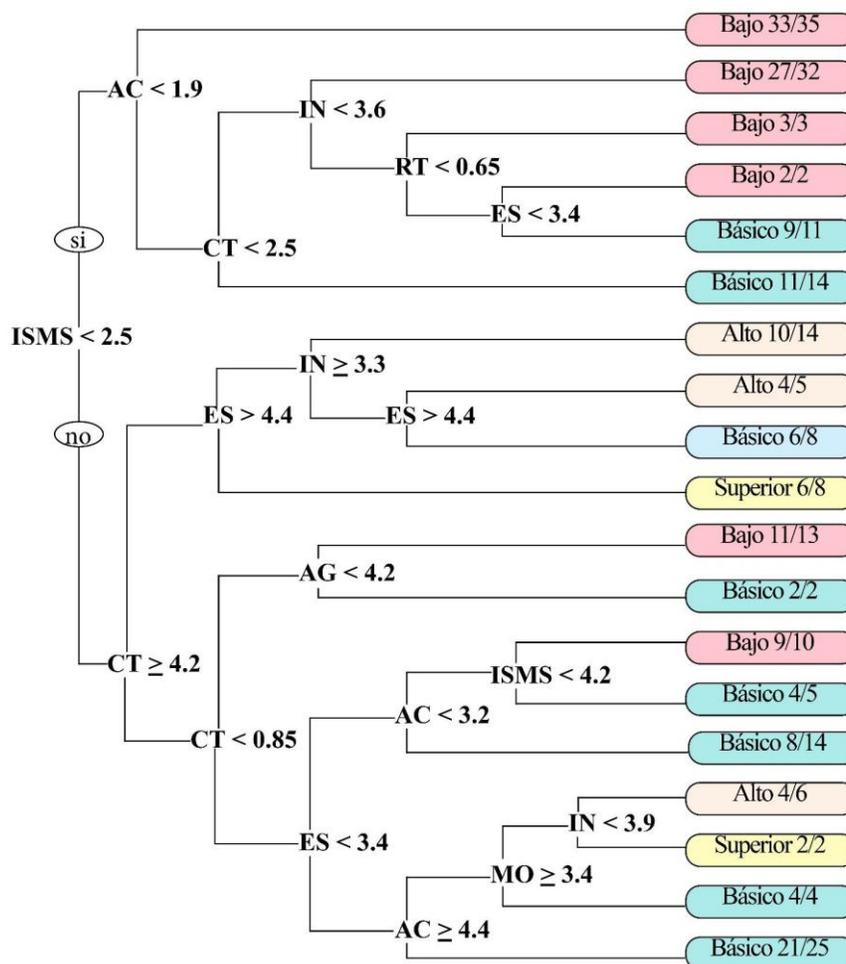


**Figura 51.** Árbol de clasificación y regresión para factores intrínsecos y extrínsecos asociados al desempeño académico en Química.

El análisis generó 22 grupos en la clasificación para los 4 niveles de rendimiento académico: bajo, básico, alto y superior. De igual forma su porcentaje de clasificación correcta es del 85%. Esto evidencia la heterogeneidad existente para cada nivel académico, lo cual indica que no existe un patrón general de características definidas para cada nivel. Esto se puede ejemplificar con el nivel superior, el cual, se disgregó en dos grupos: el primero, formado por 6 y

2 elementos respectivamente. De acuerdo con el árbol de clasificación, el primer grupo conformado por 6 individuos se caracterizó por un puntaje mayor a 2.5 en la interpretación de sistemas multisemióticos (ISMS), un puntaje superior a 4.2 en la comprensión de textos (CT), un nivel de esfuerzo menor a 4.4 y una valoración de la práctica pedagógica (PP) del docente inferior a 4.5. Para el caso del grupo de 2 individuos en nivel superior, posee un puntaje mayor a 2.5 en la interpretación de sistemas multisemióticos (ISMS), comprensión de textos (CT) entre 0.85 y 4.2, un nivel de esfuerzo (ES) menor a 3.4, apropiación de conceptos (AC) mayor o igual a 4.4, motivación (MO) mayor o igual a 3.4, y finalmente, un nivel de interés (IN) mayor a 3.9.

El análisis se repitió, pero esta vez, solo se tuvieron en cuenta los factores intrínsecos asociados al desempeño académico de los estudiantes en Química. De las 13 variables empleadas en el análisis, el algoritmo seleccionó las siguientes 8: interpretación de sistemas multisemióticos (ISMS), apropiación de conceptos (AC), comprensión de textos (CT), esfuerzo (ES), interés (IN), reglas de tres (RT), análisis de gráficos (AG) y motivación (MO). Se resalta que, de las 8 variables, 5 se relacionan con las capacidades cognitivas, mientras que las variables 3 restantes se vinculan al componente psicoafectivo. En este punto, cabe destacar que las variables seleccionadas en el segundo análisis fueron las mismas asociadas a los factores intrínsecos, seleccionadas en el primer modelo. Si bien el número de grupos disminuyó de 22 a 20 grupos, el porcentaje de clasificación correcta también lo hizo, pasando del 85% al 83%.



**Figura 52.** *Árbol de clasificación y regresión para factores intrínsecos asociados al desempeño académico en Química.*

Contrastando los resultados obtenidos por el árbol de clasificación con los del escalamiento multidimensional se puede evidenciar que, en ambos casos, las variables asociadas a las capacidades cognitivas del estudiante tienen un mayor peso sobre el rendimiento escolar de los estudiantes en la asignatura de Química. De igual manera, es importante resaltar que, en ambos análisis se evidenció la heterogeneidad de los grupos, por lo que cada nivel de desempeño académico en Química, no se encuentra totalmente definido por valores específicos en cada uno de los factores evaluados. Si bien, se pueden visualizar algunas tendencias generales, como la

relevancia de las competencias matemáticas y lingüísticas sobre el rendimiento académico en Química, existe una gran diversidad de características para cada grupo.

En este punto, vale la pena resaltar que si bien, los análisis bivariados evidenciaron tendencias esperadas relacionadas entre el alto desempeño en Química con capacidades cognitivas superiores, así como con la evidencia de buenas actitudes hacia la asignatura, los análisis multivariados permitieron constatar que estas características no se manifiestan de manera homóloga en cada uno de los factores evaluados. Es decir, un estudiante con un alto rendimiento académico en Química y con excelentes capacidades cognitivas asociadas a las competencias matemáticas y lingüísticas, no necesariamente será un estudiante con un alto grado de interés hacia la asignatura; o viceversa, un estudiante con un gran interés por la asignatura, no necesariamente será un estudiante con altas capacidades cognitivas y un desempeño superior en Química. Por lo expresado anteriormente, los análisis multivariados otorgan una perspectiva más amplia e integradora de los diferentes aspectos tanto intelectuales como psicoafectivos de los estudiantes y su influencia sobre el rendimiento de los mismos en Química.

#### ***4.6. Reflexiones en torno a la Práctica Pedagógica de los docentes de Química***

Si bien, los análisis estadísticos sugieren que gran parte de los factores asociados al desempeño escolar de los estudiantes en Química se ven fuertemente influenciados más por las capacidades cognitivas y psicoafectivas, que por la percepción de estos en torno a la labor docente, es necesario reconocer la relación inherente entre la práctica pedagógica con el desarrollo de habilidades y la apropiación de conocimientos en los estudiantes, así como en el impacto que tiene la manera de relacionarse, evocar emociones y de comunicarse del docente con sus estudiantes.

Por un lado, es importante tener presente que la Química, como disciplina científica, resulta ser de gran dificultad en la mayoría de los estudiantes, en parte, por la misma naturaleza abstracta de esta asignatura, así como por el amplio conjunto de conceptos, teorías y fórmulas presentes en los contenidos de esta ciencia. En este punto, resulta importante hacer un llamado a los docentes para realizar una profundización en torno al desarrollo y fortalecimiento de diferentes competencias que resultan siendo transversales para muchas asignaturas. Desde esta investigación, se tuvieron presente las competencias matemáticas y las competencias lingüísticas, como elementos transversales necesarios para el correcto aprendizaje de la ciencia en cuestión.

Para el caso de las competencias matemáticas, los estudiantes evaluados durante la investigación evidenciaron un bajo desempeño en la ejecución de cálculos matemáticos sencillos, el análisis de representaciones gráficas en el plano cartesiano, así como el desarrollo e interpretación de ecuaciones y de relaciones entre las variables involucradas. Este tipo de competencias son necesarias, especialmente en algunas temáticas abordadas desde la Química tales como la estequiometría, disoluciones y teoría de los gases, en específico, lo referente a la ecuación de estado (Cárdenas-S., 2006). Algunos autores como Ordaz-González & Britt-Mostue (2018), han establecido que el bajo desempeño en matemáticas, es evidenciado de manera conjunta en otras asignaturas como Química, las cuales requieren de la resolución de problemas que involucran contenidos numéricos o representaciones gráficas. De igual manera, los resultados de esta investigación apuntan a que la mayoría de los estudiantes evaluados poseen grandes dificultades en torno al análisis e interpretación de ecuaciones, en parte, por el hecho de que estas involucran diferentes simbologías, lenguajes verbales y numéricos en su estructura, además, de tratar de representar los niveles macroscópicos o microscópicos de la Química, tal como lo ha expuesto Tümay (2016) en sus investigaciones. El análisis de fórmulas y ecuaciones

resulta complejo para muchos estudiantes que carecen de habilidades matemáticas para interpretar relaciones entre variables de una misma fórmula, así como los procesos de despeje de una variable determinada.

Aun cuando este tipo de habilidades son desarrolladas en grados inferiores a la Educación Media, no se presenta una adecuada transferencia de estos conocimientos y habilidades durante el aprendizaje de la Química. En este punto, resultaría interesante trabajar de manera mancomunada entre los docentes de Matemáticas y Química, con el objetivo de generar aprendizajes significativos en los educandos. Resulta complejo el hecho de tratar de articular los contenidos curriculares entre ambas asignaturas, teniendo en cuenta que el Ministerio de Educación Nacional genera ciertos lineamientos en torno a las temáticas que deben ser abordadas por los docentes en cada una de las asignaturas. No obstante, a partir de un trabajo colaborativo y articulado, se podría llegar a fortalecer el desarrollo de estas competencias matemáticas, teniendo presente que los docentes de matemáticas presentan un mejor dominio de estas temáticas, además de conocer las estrategias didácticas necesarias para facilitar el aprendizaje de estos contenidos numéricos.

Otra estrategia que podría llegar a facilitar y mejorar el aprendizaje de los contenidos matemáticos presentes en la Química, es que durante los grados en los cuales se abordan las temáticas relacionadas con las reglas de tres, el análisis de gráficos o las ecuaciones, se aborden desde la contextualización y se hagan planteamientos con elementos conceptuales de la Química, pues en la mayoría de los escenarios, el desarrollo de estas temáticas se realiza desde situaciones muy cotidianas y sencillas, o por el contrario, desde las estructuras abstractas, anónimas e incógnitas, cuya resolución mecanizada, no favorece en la construcción de habilidades y

competencias transferibles a otros contextos, como lo puede ser, desde los contextos de la Química.

Finalmente, en lo relacionado con las competencias matemáticas, en el caso de no poder trabajar desde la transversalidad o la articulación, es tarea del docente de Química, no sólo el identificar las falencias en torno al desarrollo aritmético y algebraico que puedan tener los estudiantes durante el aprendizaje de estas temáticas numéricas, sino que debe ser tarea del mismo, el explicar de manera detallada estos conceptos, pues en muchos casos, se cae en el error de asumir el correcto desarrollo de habilidades numéricas en los estudiantes, desconociendo sus falencias y obstaculizando de esta forma la correcta comprensión de algunos conocimientos y temáticas particulares presentadas en esta disciplina científica.

Por lo expuesto anteriormente, y con el fin de optimizar la práctica pedagógica del docente de Química, es necesario que este fortalezca de manera autónoma sus competencias matemáticas con el objetivo de abordar de manera sencilla y comprensible este tipo de elementos, los cuales resultan siendo imprescindibles para algunos contenidos presentes en su asignatura. Así mismo, resulta mucho más sencillo y práctico que las debilidades manifestadas por los estudiantes durante el aprendizaje de temáticas de la Química que involucran contenidos numéricos, sean asumidas por los mismos docentes a cargo, los cuales, poseen el conocimiento en torno a la perspectiva Química de la temática, y al mismo tiempo, si este cuenta con las correctas habilidades matemáticas, pueda generar aprendizajes significativos en los estudiantes a partir de un procesos de enseñanza integrador entre ambas áreas.

Por otra parte, el aprendizaje adecuado de los contenidos abordados desde la Química, precisan de competencias a nivel lingüístico, no sólo para la apropiación de conceptos propios de esta disciplina científica, sino también para el análisis y comprensión correcta de enunciados y

textos, que algunos casos, no sólo involucran contenido textual y numérico, sino que también se acompañan de otros sistemas semióticos como tablas, imágenes y representaciones gráficas. Quílez-Pardo (2016) incluso reflexiona sobre el rol del docente de Química, el cual, debe ser a la par, un docente de Lengua, pues el estudio de esta disciplina científica posee un lenguaje específico, el cual, debe ser interiorizado correctamente para garantizar procesos comunicativos convenientes a través de la oralidad y la escritura, pues estos, favorecen el pensamiento crítico de los contenidos y facilita la retroalimentación con los estudiantes.

En lo que concierne a la apropiación de nuevos elementos conceptuales desde la Química, corresponde al docente a cargo partir desde la contextualización, con la meta única de facilitar la vinculación mental de los conceptos aprendidos con situaciones del contexto cercano, ya sea a nivel personal, social, institucional o incluso, profesional. Marin-Quintero (2010), Valero-Alemán & Mayora (2009), Broman & Parchmann (2014) y De Jong (2006), concuerdan en que la utilización de contextos cotidianos, puede favorecer la correcta comprensión de significados de los nuevos conceptos presentados en esta asignatura. Un problema común, es la confusión conceptual que pueden presentar los estudiantes frente a palabras polisémicas, es decir, aquellas que poseen diferentes significados, pues en la mayoría de los casos, la asociación conceptual siempre viene ligada al conocimiento o presaber del estudiante, la cual, muchas veces no se ajusta al contexto específico desde el cual se está abordando. En este punto, desde la labor docente, es importante insistir en que los estudiantes se apropien de manera correcta los conceptos aprendidos, y puedan ser utilizados de manera pertinente de acuerdo a la situación particular en la cual se encuentre. De esta manera, las habilidades comunicativas del docente juegan un rol trascendental en los procesos de transmisión y apropiación de conocimientos. Si bien, es importante que el docente cuente con un dominio adecuado de los contenidos propios de

la asignatura, resulta aún más importante que el estudiante logre comprender correctamente los conceptos impartidos, para lo cual, es necesario que se utilicen diferentes recursos que favorezcan en los estudiantes la comprensión clara de la información emitida. Adicional a esto, el docente debe estar en la capacidad de dar solución a las diferentes dudas e inquietudes presentadas por sus estudiantes, con el objetivo de ocupar esos vacíos conceptuales, así como de entablar conversaciones de manera asertiva.

Continuando con la importancia que tienen las competencias lingüísticas, es preciso enfatizar sobre la importancia que tiene la comprensión de textos sobre el aprendizaje de la Química. Si bien, este tipo de competencia se desarrolla desde la asignatura de Lengua, gran parte de los textos analizados desde esta asignatura, resultan siendo fragmentos de obras literarias, biografías o relatos, y en muy pocos casos, se enfatiza en el análisis de textos científicos. Así mismo, la correcta comprensión de un texto, en especial, de una situación problema, muchas veces no sólo requiere de la correcta apropiación de conceptos previos y su significado en el enunciado, sino también en la transformación del lenguaje verbal, en un lenguaje aritmético y algebraico, que facilite la resolución de problemas. Por lo tanto, resulta vital, que el docente de Química, no sólo tenga un adecuado conocimiento disciplinar, propio de esta ciencia, sino que también cuente con las correctas competencias a nivel matemático y lingüístico, las cuales resultan fundamentales al momento de enseñar y de generar aprendizajes realmente significativos en el alumnado. Al igual que con las competencias matemáticas, las competencias lingüísticas, se podrían trabajar desde la transversalidad, así como desde el trabajo articulado y colaborativo entre los docentes de estas áreas, pero más importante aún, resulta el correcto desarrollo y consolidación de este tipo de competencias en los docentes líderes de esta asignatura.

Una problemática general evidenciada en las Instituciones Educativas, se encuentra relacionada con la forma de enseñanza tradicionalista presente en estas, no sólo en Química, sino en la mayoría de las asignaturas. Para el caso de la Química, este tipo de enseñanza se focaliza simplemente en la memorización mecánica de los contenidos, conceptos, fórmulas y procedimientos expuestos, imposibilitando el desarrollo de un pensamiento crítico, así como de un aprendizaje realmente significativo en los estudiantes. Por ello, resulta inexcusable que el docente incentive habilidades de pensamiento en los estudiantes, que vayan más allá de la memorización temporal de conceptos y el desarrollo sistemático de problemas numéricos comunes, los cuales terminan desligándose de los contextos reales, y obstaculizando la construcción de competencias científicas para la vida en los educandos.

Teniendo presente lo expuesto anteriormente, resulta fundamental un proceso de reflexión constante del docente en torno a la forma como enseña. Dentro de los elementos esenciales en el proceso de enseñanza, se encuentra la selección de manera consciente y deliberada de aquellas técnicas, procedimientos y actividades a implementar para orientar de manera correcta el aprendizaje de los estudiantes, es decir, la implementación de estrategias didácticas que favorezcan el cumplimiento de los objetivos de aprendizaje establecidos curricularmente. Ya en investigaciones realizadas por autores como Blanchar-Añez (2020), Montagut-Bosque (2010), Canac & Kermen (2020), Guerra-Harriette & Montoya-Rodríguez (2015), se ha resaltado la efectividad de la implementación de estrategias didácticas durante la enseñanza de la Química, pues favorecen en el fortalecimiento de competencias científicas a través de la apropiación correcta de conocimientos en los estudiantes. Del mismo modo, es importante reconocer que muchas estrategias didácticas no sólo favorecen los aspectos cognitivos del educando, sino también pueden mejorar las actitudes y emociones manifestadas

por los estudiantes frente a la asignatura, hecho que podría terminar reflejado en el desempeño de estos en la asignatura.

En este punto, es importante insistir en el papel que juegan los elementos psicoafectivos en el proceso de aprendizaje, que si bien, podría percibirse como un elemento completamente intrínseco y asociado netamente al estudiante, en la mayoría de los casos es la misma práctica pedagógica del docente a cargo, la que repercute sobre el desarrollo de diferentes emociones en el estudiante. Como se mencionó anteriormente, el uso de estrategias didácticas que rompen con esos esquemas tradicionalistas en el proceso de enseñanza, interviene en el desarrollo de emociones en los estudiantes, siempre y cuando, estas estrategias se vinculen completamente a las necesidades e intereses presentes en ellos. Muñoz-Masson *et al.* (2019), Gräber (2011) y Montagut-Bosque (2010) resaltan el impacto de una adecuada práctica pedagógica sobre la exteriorización de emociones positivas en los estudiantes. De acuerdo a estos investigadores, el uso de estrategias didácticas, la forma de relacionarse y de comunicarse del docente incide sobre el despliegue de diferentes sentimientos, en la mayoría de los casos, positivos en los estudiantes.

Uno de los elementos psicoafectivos que mayor impacto tiene sobre los procesos de aprendizaje es el interés. Nuevamente, este factor podría percibirse como netamente intrínseco, pues en la mayoría de los casos, el interés viene ligado a la afinidad que tiene el estudiante por los contenidos presentados en la asignatura, o incluso, por la relación de esta con su futuro profesional. Sin embargo, termina siendo también una tarea del docente, mejorar el interés de sus estudiantes a partir de la articulación del conocimiento con los contextos más cercanos al estudiante, e incluso, con contextos que se encuentren relacionados con los intereses y necesidades de los mismos. Así mismo, es importante que el docente deje en evidencia el fin pragmático de los conocimientos expuestos en clases, pues de cierta manera, el reconocer la

utilidad de un saber en la vida cotidiana, favorece al desarrollo y fortalecimiento de su interés sobre la asignatura. Desde la práctica pedagógica, el interés podría generarse a partir de la implementación de estrategias innovadoras que propicien experiencias completamente significativas y relevantes en los estudiantes, tal como lo manifiesta De Jong (2006), pero también a partir de las mismas actitudes que evoca el docente en el aula de clase, pues un docente con una actitud positiva, optimista, comprensivo y empático, puede generar atracción hacia la asignatura, incluso en aquellos estudiantes cuyo rendimiento académico no es el mejor. Un docente que cree y confía en las habilidades y capacidades de sus estudiantes, y que constantemente se los expresa, puede incentivarlos a ser mejores y que estos den su mejor esfuerzo en la asignatura.

Si bien, el interés es un factor importante dentro de los elementos psicoafectivos, es solamente un elemento motivacional más, por lo que la motivación en términos generales resulta siendo un elemento trascendental dentro de los procesos de aprendizaje en el estudiante. Pasmanik & Cerón (2005), sugieren que el uso de estrategias metodológicas incide sobre la motivación de los estudiantes, en parte, porque las estrategias implementadas propician la participación activa del estudiante en la construcción del conocimiento, generan una apropiación adecuada de los saberes en los mismos. Así mismo, Colpas-Castillo *et al.* (2018) y Kindsvater *et al.* (2008), establecen la importancia de un ambiente ameno y adecuado en el aula de clase con el objetivo no solo de mejorar la motivación del estudiante, sino para favorecer en sus procesos cognitivos. En este punto, termina siendo tarea del docente de Química, propiciar un entorno grato para los estudiantes, que si bien, puede generarse con la implementación de estrategias ludo pedagógicas, también se puede realizar desde exteriorización de emociones positivas por parte

del docente, tales como el entusiasmo, la alegría, el optimismo y la gratitud. Un docente con una buena actitud, es el mejor motor para la motivación en un estudiante.

Si bien, el ideal emocional se debe orientar hacia la expresión de emociones y sentimientos positivos en los estudiantes, muchas veces estos pueden llegar a experimentar emociones negativas que terminan siendo una barrera en los procesos cognitivos. Dávila-A. *et al.* (2016) expresa que la experimentación de algunas emociones negativas, tales como la ansiedad y el miedo, interfieren sobre el correcto desempeño escolar, convirtiéndose en un factor limitando en el proceso de aprendizaje. Uno de los principales errores de algunos docentes radica en la infusión de miedo en sus estudiantes, a través de un discurso carente de motivación y lleno de amenazas y restricciones, lo cual, genera en los estudiantes un muro frente al correcto desarrollo de la asignatura, limitando sus correctas capacidades cognitivas, y entorpeciendo los procesos comunicativos y de relación con el docente. Esta “filosofía del terror”, efectuada por muchos docentes, resulta ser una práctica antipedagógica que entorpece y obstaculiza el aprendizaje de los estudiantes, generando incluso, una visión negativa de la asignatura, impidiendo que estos logren establecer la funcionalidad del conocimiento científico en sus vidas. En algunos casos, la expresión de emociones negativas por parte de los docentes, se efectúa de manera intermitente, por lo que termina siendo necesario trabajar en el control emocional, con el objetivo de no permitir que este tipo de emociones interfieran sobre el adecuado desarrollo de las clases.

Entonces, recae sobre el docente la responsabilidad de reflexionar en torno a su práctica pedagógica, con el fin de fortalecer y propiciar siempre los mejores ambientes de aprendizaje, no sólo desde la perspectiva metodológica, sino también desde la emocional. Por ende, es importante que a partir de esos procesos reflexivos, de conocer los contextos en los cuales se encuentra impartiendo su labor y desde el reconocimiento de las características particulares de

sus estudiantes, que el docente este en la capacidad de seleccionar estrategias adecuadas basadas en los intereses y necesidades de sus estudiantes, en el asumir una actitud empática y cordial frente a ellos, así como de comunicarse de manera asertiva, con el fin de mejorar no sólo las relaciones interpersonales con sus pupilos, sino para favorecer la edificación de emociones positivas como el interés y la motivación, las cuales inciden de manera efectiva sobre los procesos cognitivos.

## Conclusiones

- En relación con el desempeño académico en la asignatura de Química, los estudiantes de Educación Media de San Vicente de Chucurí presentan en su mayoría un nivel básico. Por su parte, se evidenció un bajo rendimiento en relación a las competencias matemáticas asociadas al desarrollo de operaciones aritméticas simples, el análisis de gráficos y el desarrollo de problemas a partir de su formulación algebraica. De igual forma, parte de las competencias lingüísticas, como lo son aquellas ligadas a la comprensión lectora y la interpretación de artefactos multisemióticos, evidenciaron un bajo nivel de desarrollo por parte de los estudiantes, mientras que la apropiación conceptual reflejó un nivel de desempeño básico.
- Si bien el análisis correlacional entre el desempeño académico en Química y las competencias matemáticas presentó un coeficiente bajo, los contrastes de homogeneidad presentaron las competencias matemáticas como factores significativos dentro del aprendizaje de la Química. Dentro de los aspectos evaluados, el desempeño en Química presentó diferencias entre todos los diferentes niveles de desarrollo aritmético (bajo, básico y superior), mientras que, con los niveles de análisis gráfico, no se presentó diferencias entre los niveles bajo y superior. Finalmente, entre los niveles de análisis de ecuaciones solo se encontraron diferencias entre los niveles bajo y superior.
- Por otro lado, el coeficiente de correlación entre el rendimiento escolar en Química y las habilidades lingüísticas de los estudiantes fue moderado. Por otra parte, los contrastes de homogeneidad mostraron que el rendimiento escolar en Química presenta diferencias, no solo para todos los niveles de desarrollo de competencias lingüísticas, sino también, para

los diferentes niveles asociados a la apropiación conceptual, la comprensión lectora y la interpretación de sistemas multisemióticos.

- Dentro de los factores psicoafectivos asociados al desempeño académico en Química, en promedio, los estudiantes exhiben un nivel de interés medio reflejado en una actitud indiferente hacia la asignatura, mientras que el grado de motivación y el nivel de esfuerzo de los estudiantes durante las clases de Química se presentó en un nivel básico. También cabe destacar que la frecuencia con la que los estudiantes experimentan emociones negativas es baja, pues de acuerdo a los resultados en promedio estas las presentan de manera ocasional.
- La relación entre los factores psicoafectivos y el desempeño final de los estudiantes en Química evidenció un coeficiente bajo. No obstante, los contrastes de homogeneidad evidenciaron disparidad en el desempeño académico en Química entre cada uno de los grupos de actitud diferenciados (negativa, indiferente y positiva). En cuanto al rendimiento en Química y los niveles de interés o los grados de esfuerzo, se presentaron diferencias entre los niveles superiores de estos factores en relación con los niveles medio e inferior. Los estudiantes poco motivados presentan diferencias en el rendimiento académico en Química en contraste con aquellos que se encuentran muy motivados. Finalmente, aquellos estudiantes que raramente experimentan emociones negativas, poseen un mejor rendimiento académico que aquellos que las experimentan de manera ocasional o frecuente.
- La percepción de los estudiantes en cuanto a la práctica pedagógica de sus docentes de química no resultó ser totalmente favorecedora, pues en términos generales conciben la labor del docente como regulares. Esto se debe especialmente a la aceptable

implementación de estrategias didácticas durante las clases. En contraste, los estudiantes consideran que las habilidades sociocomunicativas de sus docentes de Química son bastante buenas, mientras que los métodos de evaluación aplicados, así como el nivel de conocimientos del docente principalmente fueron categorizados como adecuados.

- El análisis correlacional entre la forma como los estudiantes perciben la labor docente y el desempeño de los estudiantes en Química, mostró un nivel de asociación muy bajo, exceptuando aspectos como las estrategias didácticas y la evaluación cuyos coeficientes no resultaron estadísticamente significativos. Los contrastes de homogeneidad no mostraron diferencias en el desempeño académico en Química, y los diferentes niveles como los estudiantes perciben la práctica pedagógica de su docente. Este hecho se repitió con los niveles de estrategias didácticas, de saber disciplinar del docente, así como las habilidades comunicativas del mismo. Aquellos estudiantes que conciben como muy buenas las relaciones con su docente, poseen un mejor desempeño académico en contraste con aquellos que perciben como malas las relaciones interpersonales de su docente de Química. Finalmente, aquellos estudiantes que consideran que el docente siempre evalúa los mismos temas vistos en clase, poseen un mejor rendimiento académico en Química en relación con aquellos que consideran que sólo a veces el docente evalúa los mismos temas presentados.
- De acuerdo con los análisis multivariados, los factores asociados a las capacidades cognitivas tienen un mayor peso sobre el rendimiento académico en Química, en contraste con aquellas asociadas a los aspectos psicoafectivos o a la práctica pedagógica. En términos generales, se establece que los factores intrínsecos al estudiante son aquellos que poseen mayor relevancia sobre el desempeño escolar en Química. En cuanto al

escalamiento multidimensional, presentó resultados similares a los encontrados en los contrastes de homogeneidad, asociando las altas capacidades cognitivas y psicoafectivos a un desempeño académico sobresaliente. No obstante, la diferenciación entre grupos sólo se presenta entre aquellos estudiantes con un desempeño académico superior y los que poseen un desempeño bajo, pues entre los demás grupos, se evidenció un solapamiento, lo cual indica que existen características similares entre ellos. Por su parte, el árbol de regresión y clasificación realizado netamente con los factores intrínsecos, seleccionó solo 8 variables, las cuales, en su mayoría, se relacionan con las capacidades cognitivas y en una menor proporción, al componente psicoafectivo.

- Cabe resaltar que existe una gran variabilidad entre las características de los sujetos en estudio, lo cual, no permite generar una clasificación idónea y lineal, pues existe una heterogeneidad en las características intelectuales y psicoafectivas de cada individuo, por lo que no se puede caer en la trampa del encasillamiento de los estudiantes por manifestar superioridad o debilidad en algunos de los factores estudiados. Es por ello, que los análisis multivariados resultan ser una herramienta para obtener una perspectiva integradora y transversal de los diferentes factores asociados al desempeño académico del estudiante.
- Finalmente, es importante resaltar la incidencia de una buena práctica pedagógica sobre el desempeño académico en Química. Si bien, desde la perspectiva estadística, los factores cognitivos y psicoafectivos resultaron siendo más relevantes, la labor docente incide sobre el adecuado desarrollo de competencias matemáticas y lingüísticas en los estudiantes, ya sea trabajando desde la transversalidad, la articulación o el fortalecimiento autónomo de dichas competencias. Así mismo, resulta siendo una función inherente del

docente la reflexión constante en torno a su práctica pedagógica, con el objetivo de garantizar ambientes de aprendizaje adecuados, no sólo desde la función didáctica, sino sobre la mejora en el interés y la motivación de los estudiantes con la asignatura.

### Referencias bibliográficas

- Afanador-Garcés, J. F. (2012). Actitudes hacia la Química por parte de Estudiantes de 10° Grado del Colegio Nuestra Señora de la Paz, Sede A, del Municipio de San Vicente de Chucurí. [Tesis de maestría en práctica pedagógica]. Universidad Francisco de Paula Santander.
- Alcaldía de San Vicente de Chucurí. (2016). Plan de Desarrollo Municipal 2016-2019: San Vicente Somos Todos 2016-2019. Santander, Colombia.
- Almeida-Carazo, B. A. & Almeida-Carazo, J. N. (2017). Comprender antes de resolver. *Atenas*, 3(39), 48-56. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=478055149004>
- Beirigo-Lopes, T., Tasinaffo-Alves, A. C. & Ferreira-Martins, F. (2018). Licenciados en Química: afinidad con la carrera e influencia de los conocimientos matemáticos en la resolución de ejercicios de soluciones. *Revista Paradigma*, 39(2), 187-217. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7306601>
- Blanchar-Añez, F. J. (2020). Características de la práctica pedagógica en el área de Química. *Revista científica*, 37, 30-57. <https://doi.org/10.14483/23448350.14855>
- Broman, K. & Parchmann, I. (2014). Students' application of chemical concepts when solving chemistry problems in different contexts. *Chemistry Education Research and Practice*, 15(4), 516-529. <https://doi.org/10.1039/C4RP00051J>
- Busby, B. D. (2018). Transfer of graphing skills from Math to Chemistry. *ProQuest*. 11259. <https://scholarworks.umt.edu/etd/11259>
- Busquets, T., Silva, M. & Larrosa, P. (2016). Reflexiones sobre el aprendizaje de las ciencias naturales: Nuevas aproximaciones y desafíos. *Estudios pedagógicos (Valdivia)*, 42(especial), 117-135. <https://dx.doi.org/10.4067/S0718-07052016000300010>

- Cabrera-Pommiez, M. & Caruman-Jorquera, S. (2018). Relación entre tipo de texto y comprensión lectora en una prueba estandarizada chilena. *Perfiles educativos*, 40(161), 107-127. <http://dx.doi.org/10.22201/iisue.24486167e.2018.161.58589>
- Canac, S. & Kermen, I. (2020). Concepción de un recurso didáctico para introducir las fórmulas químicas en secundaria. *Enseñanza de las Ciencias*, 38(2), 65-82. <https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.2739>
- Cárdenas-S., F. A. (2006). Dificultades de aprendizaje en química: caracterización y búsqueda de alternativas para superarlas. *Ciência & Educação (Bauru)*, 12(3), 333-346. ISSN: 1516-7313. <https://doi.org/10.1590/S1516-73132006000300007>
- Carrasco-Acosta, M., Rodríguez-Pulido, J., Guerra-Santana, M. & García-Jiménez, P. (2019). Diseño y experiencia de aprendizaje cooperativo en el área de Ciencias. *Revista de estudios y experiencias en educación*, 18(38), 211-225. <https://dx.doi.org/10.21703/rexe.20191838carrasco13>
- Carretero, M. (1996). *Introducción a la Psicología Cognitiva*. Buenos Aires: Aique.
- Castelblanco, A., Cifuentes, J. E., Pinilla, D. P. & Pulido, S. D. (2020). Prácticas pedagógicas para la aproximación al conocimiento como científico social y natural en estudiantes de secundaria. *Praxis & Saber*, 11(27), e10474. <https://doi.org/10.19053/22160159.v11.n27.2020.10474>
- Colegio Integrado Camilo Torres. (2021). *Proyecto Educativo Institucional*. San Vicente de Chucurí, Santander.
- Colegio Nuestra Señora de la Paz. (2021). *Proyecto Educativo Institucional*. San Vicente de Chucurí, Santander.

Colpas-Castillo, F., Tarón Dunoyer, A. & González Cuello, R. (2018). Influencia del ambiente en la motivación y la atención de los estudiantes para el aprendizaje de la Química. *Revista U.D.C.A Actualidad y Divulgación Científica*, 21(1), 227-233. <https://doi.org/10.31910/rudca.v21.n1.2018.681>

Constitución Política de Colombia (1991). Artículos 44, 45, 64, 67, 70 y 79. Gaceta Asamblea Constituyente de 1991 N° 85. <http://www.secretariassenado.gov.co/index.php/constitucion-politica>

Cubillán, N., Marrero-Ponce, Y. & Inciarte-González, A. (2019). Integration of algebra and chemistry concepts with molecular descriptors: a problem-based-learning exercise. *Educación Química*, 30 (2), 14-26. <http://dx.doi.org/10.22201/fq.18708404e.2019.2.65090>

Dávila-Acedo, M. A., Cañada-Cañada, F., Sánchez-Martín, J. & Mellado-Jiménez, V. (2016). Las emociones en el aprendizaje de física y química en educación secundaria. Causas relacionadas con el estudiante. *Educación Química*, 27(3), 217-225. <https://doi.org/10.1016/j.eq.2016.04.001>

*Decreto 1278 de 2002* [Presidencia de la República]. Por el cual se expide el Estatuto de Profesionalización Docente. Bogotá, D. C., 19 de junio de 2002. D.O. No. 44.840. [https://www.mineduccion.gov.co/1621/articles-86102\\_archivo\\_pdf.pdf](https://www.mineduccion.gov.co/1621/articles-86102_archivo_pdf.pdf)

*Decreto 1290 de 2009* [Presidencia de la República]. Por el cual se reglamenta la evaluación del aprendizaje y promoción de los estudiantes de los niveles de educación básica y media. Bogotá, D. C., 16 de abril de 2009. D.O. No. 47.322. [https://www.mineduccion.gov.co/1621/articles-187765\\_archivo\\_pdf\\_decreto\\_1290.pdf](https://www.mineduccion.gov.co/1621/articles-187765_archivo_pdf_decreto_1290.pdf)

*Decreto 1860 de 1994* [Presidencia de la República]. Por el cual se reglamenta parcialmente la Ley 115 de 1994, en los aspectos pedagógicos y organizativos generales. Bogotá, D.C., 3

de agosto de 1994. D.O. No. 41.480. [https://www.mineducacion.gov.co/1621/articles-86240\\_archivo\\_pdf.pdf](https://www.mineducacion.gov.co/1621/articles-86240_archivo_pdf.pdf)

*Decreto 3011 de 1997* [Presidencia de la República]. Por el cual se establecen normas para el ofrecimiento de la educación de adultos y se dictan otras disposiciones. Bogotá, D. C., 19 de diciembre de 1997. D.O. No. 43.202. <http://www.suin-juriscol.gov.co/viewDocument.asp?ruta=Decretos/1507319>

De Jong O., (2006), Making Chemistry Meaningful. Conditions for Successful Context-based Teaching, *Educación Química*, 17(4), 215–221. <http://dx.doi.org/10.22201/fq.18708404e.2006.4e.66010>

De la Chaussée-Acuña, M. E. (2009). Las estrategias argumentativas en la enseñanza y el aprendizaje de la Química. *Educación Química*, 20(2), 143-155. [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttextpid=S0187-893X2009000200008ylng=esytlng=es](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttextpid=S0187-893X2009000200008ylng=esytlng=es).

De Luca, J., Pappalardo, P., Constantino, G. & Moreno, R. (2015). Análisis de las dificultades de alumnos de primer año del ISFD 95 en el aprendizaje de conceptos químicos. IV Jornadas de Enseñanza e Investigación Educativa en el campo de las Ciencias Exactas y Naturales, Ensenada, Argentina. [http://www.memoria.fahce.unlp.edu.ar/trab\\_eventos/ev.8071/ev.8071.pdf](http://www.memoria.fahce.unlp.edu.ar/trab_eventos/ev.8071/ev.8071.pdf)

Dorado, A., Ascuntar, J., Garces, Y. & Obando, L. (2020). Programa de estrategias de aprendizaje para estudiantes de una institución educativa. *Praxis & Saber*, 11(25), 75 - 95. <https://doi.org/10.19053/22160159.v11.n25.2020.9272>

- Dori, Y. J. & Sasson, I. (2013). A three-attribute transfer skills framework – part I: establishing the model and its relation to chemical education. *Chemistry Education Research and Practice*, 14(4), 363-375. DOI <https://doi.org/10.1039/C3RP20093K>
- Dzul Escamilla, M. (2012). Los enfoques en la investigación científica. [Diapositiva de PowerPoint]. Repositorio Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. <https://repository.uaeh.edu.mx/bitstream/bitstream/handle/123456789/14905/PRES39.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Dzul Escamilla, M. (2013). Diseño No Experimental [Diapositiva de PowerPoint]. Repositorio Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. [https://www.uaeh.edu.mx/docencia/VI\\_Presentaciones/licenciatura\\_en\\_mercadotecnia/fundamentos\\_de\\_metodologia\\_investigacion/PRES38.pdf](https://www.uaeh.edu.mx/docencia/VI_Presentaciones/licenciatura_en_mercadotecnia/fundamentos_de_metodologia_investigacion/PRES38.pdf)
- Ekiz-Kiran, B. & Boz, Y. (2020). Interactions between the science teaching orientations and components of pedagogical content knowledge of in-service chemistry teachers. *Chemistry Education Research and Practice*, 21(1), 95-112. <https://doi.org/10.1039/C9RP00092E>
- Fernando-Candela, B. (2020). Oralidad, lectura y escritura competencias mediadoras del aprendizaje del currículo de Química: el caso del equilibrio químico. *Revista científica*, 37, 18-29. <https://doi.org/10.14483/23448350.14839>
- Galagovsky, L. (2009). Enseñanza de la química: lenguajes expertos como obstáculos de aprendizaje. *Enseñanza de las Ciencias: VIII Congreso Internacional sobre Investigación en Didáctica de las Ciencias*, Barcelona, 425-429. <http://ensciencias.uab.es/congreso09/numeroextra/art-425-429.pdf>

- Galagovsky, L. & Giudice, J. (2015). Estequiometría y ley de conservación de la masa: una relación a analizar desde la perspectiva de los lenguajes químicos. *Ciência & Educação (Bauru)*, 21(1), 85-99. <http://dx.doi.org/10.1590/1516-731320150010006>
- García-Franco, A. & Taber, K. S. (2010). Pensamiento intuitivo y aprendizaje de la Química. *Educación Química*, 21(2), 111-117. [http://dx.doi.org/10.1016/S0187-893X\(18\)30160-5](http://dx.doi.org/10.1016/S0187-893X(18)30160-5)
- Gladic-Miralles, J. & Cautín-Epifani, V. (2018). Niveles de comprensión y su relación con la predominancia de sistemas semióticos: una aproximación a la comprensión multimodal desde el discurso académico. *Estudios pedagógicos (Valdivia)*, 44(1), 293-313. <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-07052018000100293>
- Gollerizo-Fernández, A. & Clemente-Gallardo, M. (2019). Aprender a comunicar ciencia aumenta la motivación del alumnado: La jornada científica como una propuesta didáctica en educación secundaria. *Revista Electrónica Educare*, 23(2), 105-127. <https://doi.org/10.15359/ree.23-2.6>
- Gómez-Moliné, M., Lucía-Morales, M. & Reyes-Sánchez, L. (2008). Obstáculos detectados en el aprendizaje de la nomenclatura Química. *Educación Química*, 19(3), 201-206. <http://dx.doi.org/10.22201/fq.18708404e.2008.3.25832>
- González, A. I. & Palomeque, L. A. (2017). Integración de estrategias didácticas y neurocientíficas para mejorar la motivación y el aprendizaje en cursos de Química básica. *Entre Ciencia e Ingeniería*, 11(21), 89-94. <https://doi.org/10.31908/19098367.3286>
- Gräber, W. (2011). German High School Students Interest in Chemistry A Comparison between 1990 and 2008. *Educación Química*, 22(2), 134-140. [https://doi.org/10.1016/S0187-893X\(18\)30125-3](https://doi.org/10.1016/S0187-893X(18)30125-3)

- Guerra-Harriette, D. R. & Montoya-Rodríguez, C. (2015). Procedimientos didácticos para la solución de problemas en la enseñanza-aprendizaje de la Biología-Química. *EduSol*, 15(50), 27-38. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=475747191004>
- Guisande-González, C.; Vaamonde-Liste, A. & Barreiro-Felpeto, A. (2011). Tratamiento de datos con R, Statistica y SPSS. Díaz de Santos.
- Guisande-González, C.; Vaamonde-Liste, A. & Barreiro-Felpeto, A. (2020). Manual: Package “StatR”. Vigo, España: Universidad de Vigo.
- Guisande, C.; Heine, J.; González-DaCosta, J. & García-Roselló, E. (2014). RWizard Software (Versión 4.3). Vigo, España: Universidad de Vigo.
- Gutierrez-Mosquera, A. & Barajas-Perea, D. S. (2019). Incidencia de los recursos lúdicos en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la Química Orgánica I. *Educación Química*, 30(4), 57-70. <https://doi.org/10.22201/fq.18708404e.2019.4.69991>
- Hernández-Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, P. (2014). Metodología de la investigación (6a. ed. --.). México D.F.: McGraw-Hill.
- Hurtado-Osorio, G. E. (2016). Las estrategias didácticas activas en el aprendizaje de la resolución de problemas de Química. Influencia del estilo cognitivo del estudiante. *Tecné, Episteme y Didaxis: TED*, (39), 31-51. <https://doi.org/10.17227/01203916.4578>
- Hussein, F. & Reid, N. (2009). Working memory and difficulties in school chemistry. *Research in Science y Technological Education*, 27(2), 161-185. <http://dx.doi.org/10.1080/02635140902853632>
- Kindsvater, N. M., Martinelli, E. A., Arévalo, N., Lapalma, L., Rodríguez, D. O., Tesouro, R. A., Farabello, S. P. & Fava, L. M. E. (2008). Evaluación de estrategias de procesamiento de

- información en la enseñanza de ciencias experimentales. *Ciencia, Docencia y Tecnología*, 19(36),13-42. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=14503602>
- Lahore, A. (2018). Lenguaje literal y connotado en la enseñanza de las ciencias. *Revista Enseñanza de Química*. 2, 8-15. [http://ojs.cfe.edu.uy/index.php/rev\\_quimica/article/view/807/545](http://ojs.cfe.edu.uy/index.php/rev_quimica/article/view/807/545)
- Lemke, J. L. (1990). *Talking science: Language, learning, and values*. Norwood, N.J: Ablex Pub. Corp.
- Ley 1029 de 2006*. Por la cual se modifica el artículo 14 de la Ley 115 de 1994. Bogotá, D. C. 12 de junio de 2006. D. O. No 46.299. [https://www.mineducacion.gov.co/1621/articles-101500\\_archivo\\_pdf.pdf](https://www.mineducacion.gov.co/1621/articles-101500_archivo_pdf.pdf)
- Ley 115 de 1994*. Por la cual se expide la ley general de educación. Santafé de Bogotá, D.C., 8 de febrero de 1994. D.O. No. 41214. [http://www.secretariassenado.gov.co/senado/basedoc/ley\\_0115\\_1994.html](http://www.secretariassenado.gov.co/senado/basedoc/ley_0115_1994.html)
- Ley 715 de 2001*. Por la cual se dictan normas orgánicas en materia de recursos y competencias de conformidad con los artículos 151, 288, 356 y 357 (Acto Legislativo 01 de 2001) de la Constitución Política y se dictan otras disposiciones para organizar la prestación de los servicios de educación y salud, entre otros. Bogotá, D. C. 21 de diciembre de 2001. D. O. No 44.654. [https://www.mineducacion.gov.co/1621/articles-86098\\_archivo\\_pdf.pdf](https://www.mineducacion.gov.co/1621/articles-86098_archivo_pdf.pdf)
- Liu, Y. & Taber, K. S. (2016). Analyzing symbolic expressions in secondary school chemistry: their functions and implications for pedagogy. *Chemistry Education Research and Practice*, 17(3), 439-451. <https://doi.org/10.1039/C6RP00013D>
- López-Chavarrías, M. J., Sanjosé-López, V. & Solaz-Portolés, J. J. (2014). Estructura de conocimiento conceptual, memoria de trabajo y comprensión de textos de ciencias: un

- estudio con alumnos de secundaria. *REICE: Revista Iberoamericana sobre Calidad, Eficacia y Cambio en Educación*, 12(3), 57-72.  
<https://revistas.uam.es/reice/article/view/2848>
- Mainegra-Fernández, D., Miranda-Izquierdo, J. & Cué-Infante, J. (2018). Comprensión de textos escritos con el apoyo de conocimientos matemáticos en secundaria básica. *Actualidades Investigativas en Educación*, 18(1), 2018, 191-218.  
<http://dx.doi.org/10.15517/aie.v18i1.31405>
- Marin-Quintero, M. (2010). El trabajo experimental en la enseñanza de la Química en contexto de resolución de problemas. *Revista EDUCyT*, 1, 37-52  
<https://bibliotecadigital.univalle.edu.co/bitstream/handle/10893/7553/3.pdf.jsessionid=E8EEB1324207F9D9CC06F626BDB89FB5?sequence=1>
- Martínez, M. S. & De Longhi, A. L. (2013). Identificación y categorización de dificultades de lectocomprensión en enunciados de problemas de lápiz y papel de estequiometría. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 10(2), 159-170.  
<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=92026042005>
- Martínez-Zamora, L. E., Hernández-Páez, L. & López-Méndez, E. R. (2016). La tarea docente en la formación del profesor de Biología-Química. Mendive. *Revista de Educación*, 14(3), 283-291.  
[http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttextpid=S1815-76962016000300010ylnq=esylnq=es](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttextpid=S1815-76962016000300010ylnq=esylnq=es).
- Masullo, M. & Formica, S. (2009). Elaboración de estándares para evaluar una competencia: un ejemplo aplicado a la interpretación de las fórmulas químicas. *Enseñanza de las Ciencias:*

- VIII Congreso Internacional sobre Investigación en Didáctica de las Ciencias, Barcelona, 257-261. <http://ensciencias.uab.es/congreso09/numeroextra/art-257-261.pdf>
- Montagut-Bosque, P. (2010). Los procesos de enseñanza y aprendizaje del lenguaje de la química en estudiantes universitarios. *Educación química*, 21(2), 126-138. [http://dx.doi.org/10.1016/S0187-893X\(18\)30162-9](http://dx.doi.org/10.1016/S0187-893X(18)30162-9)
- Morales, L. M., Mazzitelli, C. A. & Olivera, A. C. (2015). La enseñanza y el aprendizaje de la Física y de la Química en el nivel secundario desde la opinión de Estudiantes. *Revista Electrónica de Investigación en Educación en Ciencias*, 10(2). 11-19. <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/5800555.pdf>
- Munoz-Masson, D., Quintanilla-Gatica, M. R. & Manzanilla-Castellanos, M. A. (2019). Construcción y validación preliminar de un instrumento de evaluación de actitudes hacia la clase de Química para estudiantes de educación secundaria. *Educación Química*, 30(1), 121-135. <https://doi.org/10.22201/fq.18708404e.2019.1.65592>
- Muñoz-Burbano, Z., Solbes, J. & R-Zambrano, G. (2020). Análisis de la enseñanza de conceptos cuánticos en la unidad de "Estructura atómica de la materia" en libros de texto. *Praxis & Saber*, 11(27), e10754. <https://doi.org/10.19053/22160159.v11.n27.2020.10754>
- Nieves-Hurtado, A. & Domínguez-Sánchez, F. (2009). Probabilidad y Estadística para Ingeniería: Un enfoque moderno. Mc Graw Hill Interamericana.
- Ordaz-González, G. J. & Britt-Mostue, M. (2018). Los caminos hacia una enseñanza no tradicional de la Química. *Actualidades Investigativas en Educación*, 18(2), 559-579. <https://dx.doi.org/10.15517/aie.v18i2.33164>

- Osborne, J. (2009). Hacia una pedagogía más social en la educación científica: el papel de la argumentación. *Educación Química*, 20(2), 156-165. [https://doi.org/10.1016/S0187-893X\(18\)30022-3](https://doi.org/10.1016/S0187-893X(18)30022-3)
- Palomino-Martín, A.; Marchena-Gómez, R. & Ramos-Verde, E. (2017). Educación Física en primaria y secundaria: análisis comparativo de la interacción profesorado-alumnado. *Profesorado. Revista de Currículum y Formación de Profesorado*, 21(2), 253-270. ISSN: 1138-414X. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=56752038014>
- Parga-Lozano, D. L. & Piñeros-Carranza, G. Y. (2018). Enseñanza de la Química desde contenidos contextualizados. *Educación Química*, 29(1), 55-64. <https://doi.org/10.22201/fq.18708404e.2018.1.63683>
- Parodi, G. (2014). *Comprensión de textos escritos. La teoría de la Comunicabilidad*. Buenos Aires: EUDEBA.
- Pasmanik-V., D. & Cerón-F., R. (2005). Las prácticas pedagógicas en el aula como punto de partida para el análisis del proceso enseñanza-aprendizaje: un estudio de caso en la asignatura de Química. *Estudios Pedagógicos*, 31(2), 71-87. <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-07052005000200005>
- Paul, R. & Elder L. (2005). *Estándares de competencia para el pensamiento crítico*. [https://www.criticalthinking.org/resources/PDF/SP-Comp\\_Standards.pdf](https://www.criticalthinking.org/resources/PDF/SP-Comp_Standards.pdf)
- Quílez-Pardo, J. (2016). ¿Es el profesor de Química también profesor de Lengua? *Educación Química*, 27(2), 105-114. <https://doi.org/10.1016/j.eq.2015.10.002>
- Quílez-Pardo, J. & Quílez-Díaz, A. M. (2016). Clasificación y análisis de los problemas terminológicos asociados con el aprendizaje de la química: obstáculos a superar. *Revista*

- Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 13(1), 20-35.  
<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=92043276003>
- Quintanilla, M., Joglar, C., Labarrere, A., Merino, C., Cuellar, L. & Koponen, I. (2014). ¿Qué piensan los profesores de Química en ejercicio acerca de la resolución de problemas científicos escolares y sobre las competencias de pensamiento científico? *Estudios pedagógicos (Valdivia)*, 40(2), 283-302. <https://dx.doi.org/10.4067/S0718-07052014000300017>
- Quiroga, A. V., Biglieri, M. M. & Cerruti, C. F. (2013). Diseño de una herramienta útil para detectar tempranamente alumnos con dificultades en el aprendizaje de conceptos de Química. *Avances en Ciencias e Ingeniería*, 4(3), 85-93.  
<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=323629167008>
- Raviolo, A. (2019). Imágenes y enseñanza de la Química. Aportes de la Teoría Cognitiva del Aprendizaje Multimedia. *Educación Química*, 30(2), 114-128.  
<https://doi.org/10.22201/fq.18708404e.2019.2.67174>
- Rent-Davids, A. I. (2013). La transferencia del aprendizaje en contextos de formación para el trabajo y el empleo. [Tesis Doctoral]. Tarragona: Universitat Rovira I Virgili.
- Reyes-Cárdenas, F. & Padilla, K. (2012). La indagación y la enseñanza de las ciencias. *Educación Química*, 23(4), 415-421. [http://dx.doi.org/10.1016/S0187-893X\(17\)30129-5](http://dx.doi.org/10.1016/S0187-893X(17)30129-5)
- Ryan, R. M. & Deci, E. L. (2000). Self-determination theory and the facilitation of intrinsic motivation, social development, and well-being. *American Psychologist*, 55(1), 68-78.  
<https://doi.org/10.1037/0003-066X.55.1.68>

- Robredo-Valgañón, B., Sáenz-Varea, T. & Hernández-Álamos, M. M. (2017). Comparación entre modelos didácticos en la enseñanza práctica de la química. *Enseñanza de las ciencias*, Núm. Extra, 4059-4064. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6690633>
- Rodríguez-Cepeda, R., Casas-Mateus, J. A. & Martínez-Cárdenas, D. E. (2020). Laboratorio de química bajo contexto: insumo para el desarrollo de habilidades de pensamiento crítico. *Tecné, Episteme y Didaxis: TED*, (47), 33-52. <https://doi.org/10.17227/ted.num47-11334>
- Salinas-Ruiz, A. (1993). Dificultades matemáticas del alumnado de Enseñanzas Medias para la adquisición de conceptos cuantitativos en Ciencias Físico-químicas. *Qurriculum: Revista de Teoría, Investigación y Práctica Educativa*, (6), 109-120. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=152674>
- Soler-Contreras, M. G., Cárdenas Salgado, F. A. & Hernández-Pina, Fuensanta. (2018). Caracterización del enfoque de aprendizaje en estudiantes que cursan la asignatura Química en el grado undécimo en el municipio de Soacha, Colombia. *Educación Química*, 29(4), 92-108. <https://doi.org/10.22201/fq.18708404e.2018.4.65207>
- Solórzano-Zamora, H. & Caballero-Vera, H. H. (2019). Innovación metodológica para elevar el nivel de aprendizaje de la Química. *Didasc@lia: Didáctica y Educación*, 10(1), 161-176. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7242008>
- Tobón, S., Pimienta, J. & García, J. (2010). *Secuencias Didácticas: aprendizaje y evaluación de competencias*. Distrito Federal, México: Pearson-Prentice Hall.
- Torres-Quezada, C. (2018). Relaciones de la Química con matemática y lenguaje: propuesta de aprendizaje en un entorno virtual. *Educación Química*, 29(2), 51-61. <https://doi.org/10.22201/fq.18708404e.2018.2.63707>

- Tümay, H. (2016). Reconsidering learning difficulties and misconceptions in chemistry: Emergence in chemistry and its implications for chemical education. *Chemistry Education Research and Practice*, 17(2), 229-245. <https://doi.org/10.1039/C6RP00008H>
- Urzúa, L., Pino, P., Barría, M. A. & Williams, C. (2018). Aprendizaje profundo de conceptos químicos y rendimiento académico mediante autorregulación de aprendizaje. *Revista Educación en Ciencias de la Salud*, 15(1), 6-11. <http://www2.udec.cl/ofem/recs/anteriores/vol1512018/artinv15118a.pdf>
- Valdés, R. & Ramírez-Casas del Valle, L. (2021). Prácticas de (in) justicia social en escuelas con buenos indicadores de efectividad escolar. *Revista Mexicana de Investigación Educativa*, 26 (90), 787-813. ISSN: 1405-6666. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=14068995007>
- Valero-Alemán, P. & Mayora, F. (2009). Estrategias para el aprendizaje de la química de noveno grado apoyadas en el trabajo de grupos cooperativos. *Sapiens. Revista Universitaria de Investigación*, 10(1), 109-135. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=41012305006>
- Villalobos-Delgado, V., Ávila-Palet, J. E. & Olivares-O., S. L. (2016). Aprendizaje Basado en Problemas en Química y el pensamiento crítico en secundaria. *Revista mexicana de investigación educativa*, 21(69), 557-581. [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttextpid=S1405-66662016000200557yln=esytln=es](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttextpid=S1405-66662016000200557yln=esytln=es)
- Woodworth, R. S., & Thorndike, E. L. (1901). The influence of improvement in one mental function upon the efficiency of other functions. (I). *Psychological Review*, 8(3), 247-261. <https://doi.org/10.1037/h0074898>

Zafra-Tristancho, S. L., Vergel-Ortega, M. & Martínez-Lozano, J. J. (2014). Enseñanza, lenguaje y pensamiento en cálculo. Un análisis cualitativo. *Revista Logos, Ciencia & Tecnología*, 5(2), 379-388. <http://dx.doi.org/10.22335/rlct.v8i2.386>

## Anexos

## Anexo 1. Competencias matemáticas.

Esta prueba no representa ningún tipo de nota sobre la asignatura, sólo quiere evaluar sus competencias matemáticas. Respóndala con la mayor sinceridad y objetividad posible. Las preguntas son de selección múltiple con única respuesta. Tiene 30 minutos para realizarla. No olvide diligenciar sus datos personales, los cuáles se tratarán con total confidencialidad. De antemano, se le agradece su colaboración y participación en esta investigación.

Nombre: \_\_\_\_\_ Curso: \_\_\_\_\_  
Código: \_\_\_\_\_ Colegio: \_\_\_\_\_

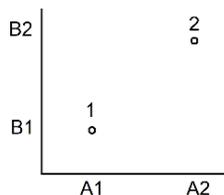
1. La siguiente ecuación representa las proporciones exactas para obtener un nuevo material Z a partir de los materiales X y M:

$$X + 2M \rightarrow Z$$

Si se tienen 5 unidades del material X y 4 unidades del material M es probable que se forme:

- a. Z      b. 2Z      c. 4Z      d. 3Z

2. El siguiente gráfico muestra un proceso donde se monitorean las variables A y B, desde el punto 1 hasta el punto 2:



De acuerdo con el diagrama anterior, es correcto afirmar que:

- a. B se mantuvo constante  
b. A disminuyó  
c. A se mantuvo constante  
d. B aumentó

3. De acuerdo siguiente fórmula:  $AB=CDE$ , donde cada letra representa una variable. Por lo tanto, un aumento en el valor de B se verá reflejado en:

- a. un aumento en el valor de A  
b. una disminución en el valor de C  
c. un aumento en el valor de D  
d. una disminución en el valor de E

4. Con relación a la fórmula:  $(A/B)=CD$ , la forma de obtener el valor de B es:

- a.  $B=CDA$   
b.  $B=A/(CD)$   
c.  $B=(CA)/D$   
d.  $B=CD+A$

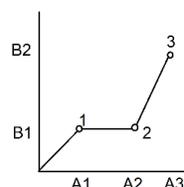
5. Para la elaboración de 1 litro de limonada de requieren de 6 limones. Si deseo preparar 2 litros y medio de limonada el número de limones requeridos son:

- a. 18  
b. 12  
c. 15  
d. 17

6. Una mezcla X contiene un 20% del elemento A y un 80% del elemento B. En 3000g de la mezcla X se puede afirmar que:

- a. hay 200 g de A      b. hay 2000 g de B  
c. hay 650 g de A      d. hay 2400 g de B

Responda las preguntas 7 y 8 teniendo en cuenta el siguiente gráfico:



7. Del punto 1 al punto 2 se puede afirmar que:

- a. B se mantuvo constante  
b. A y B estuvieron constantes  
c. A se mantuvo constante  
d. B aumentó

8. Del punto 2 al punto 3 es correcto decir que:

- a. A se mantuvo constante  
b. A y B estuvieron constantes  
c. B aumentó su valor  
d. A aumentó y B disminuyó

9. Una cucharada raza equivale a 10 g. Para preparar 1 vaso de una bebida en polvo se utilizan 2 cucharadas razas, una cucharada de azúcar y 3 cucharadas y media de leche en polvo. Para preparar 5 vasos de esa bebida debo agregar:

- a. 100 g de bebida en polvo y 175 g de azúcar  
b. 50 g de bebida en polvo y 500 g de leche en polvo  
c. 100 g de bebida en polvo y 50 g de azúcar  
d. 20 g de bebida en polvo y 35 de leche en polvo

10. El comportamiento de un fenómeno es explicado por la siguiente ecuación matemática:

$$A = \sqrt{\frac{B}{C}} + DE$$

La fórmula para obtener el valor de B es:

- a.  $B = (\sqrt{A - DE}) * C$       b.  $B = (A + DE)^2 * C$   
c.  $B = \frac{(A - DE)^2}{C}$       d.  $B = (A - DE)^2 * C$

FORMULARIO PARA VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS	
NOMBRE	Jaidier Torres C.
CARGO	Docente.
INSTITUCIÓN	Universidad Francisco de Paula Santander
INSTRUMENTO A VALIDAR	COMPETENCIAS MATEMÁTICAS

PREGUNTA	Claridad en la redacción		Coherencia interna		Inducción a la respuesta (sesgo)		Lenguaje adecuado		Mide lo que pretende		OBSERVACION (Si debe eliminarse o modificarse)
	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	
1	X		X			X	X		X		
2	X		X			X	X		X		
3	X		X			X	X		X		
4	X		X			X	X		X		
5	X		X			X	X		X		
6	X		X			X	X		X		
7	X		X			X	X		X		
8	X		X			X	X		X		
9	X		X			X	X		X		
10	X		X			X	X		X		

ASPECTOS GENERALES	SI	NO
El cuestionario contiene instrucciones claras y precisas para responder el cuestionario	X	
Los ítems permiten el logro del objetivo de la investigación	X	
Los ítems están distribuidos en forma lógica y secuencial	X	
El número de ítems es suficiente para recoger la información	X	
Los ítems están libres de errores ortográficos.	X	

APLICABILIDAD	SI	NO
¿Considera que el instrumento está listo para ser aplicado?	X	

Firma: Jaidier Torres C.  
 C.C. 15.772.130, Uper

FORMULARIO PARA VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS	
NOMBRE	Daniel Villamizar Jaimes.
CARGO	Director de Departamento.
INSTITUCIÓN	Universidad Francisco de Paula Santander.
INSTRUMENTO A VALIDAR	COMPETENCIAS MATEMÁTICAS

PREGUNTA	Claridad en la redacción		Coherencia interna		Inducción a la respuesta (sesgo)		Lenguaje adecuado		Mide lo que pretende		OBSERVACION (Si debe eliminarse o modificarse)
	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	
1	✓		✓			✓	✓		✓		
2	✓		✓			✓	✓		✓		
3	✓		✓			✓	✓		✓		
4	✓		✓			✓	✓		✓		
5	✓		✓			✓	✓		✓		
6	✓		✓			✓	✓		✓		
7	✓		✓			✓	✓		✓		
8	✓		✓			✓	✓		✓		
9	✓		✓			✓	✓		✓		
10	✓		✓			✓	✓		✓		

ASPECTOS GENERALES	SI	NO
El cuestionario contiene instrucciones claras y precisas para responder el cuestionario	✓	
Los ítems permiten el logro del objetivo de la investigación	✓	
Los ítems están distribuidos en forma lógica y secuencial	✓	
El número de ítems es suficiente para recoger la información	✓	
Los ítems están libres de errores ortográficos.	✓	

APLICABILIDAD	SI	NO
¿Considera que el instrumento está listo para ser aplicado?	✓	

Firma: Daniel Villamizar Jaimes  
 C.C.: 13353702 P/ma



FORMULARIO PARA VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS	
NOMBRE	Jaidier Torres C.
CARGO	Docente
INSTITUCIÓN	Universidad Francisco de Paula Santander
INSTRUMENTO A VALIDAR	COMPETENCIAS LINGÜÍSTICAS ASOCIADAS A LA QUÍMICA

PREGUNTA	Claridad en la redacción		Coherencia interna		Inducción a la respuesta (sesgo)		Lenguaje adecuado		Mide lo que pretende		OBSERVACION (Si debe eliminarse o modificarse)
	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	
1	X		X			X	X		X		
2	X		X			X	X		X		
3	X		X			X	X		X		
4	X		X			X	X		X		
5	X		X			X	X		X		
6	X		X			X	X		X		
7	X		X			X	X		X		
8	X		X			X	X		X		
9	X		X			X	X		X		
10	X		X			X	X		X		

ASPECTOS GENERALES	SI	NO
El cuestionario contiene instrucciones claras y precisas para responder el cuestionario	X	
Los ítems permiten el logro del objetivo de la investigación	X	
Los ítems están distribuidos en forma lógica y secuencial	X	
El número de ítems es suficiente para recoger la información	X	
Los ítems están libres de errores ortográficos.	X	

APLICABILIDAD	SI	NO
¿Considera que el instrumento está listo para ser aplicado?	X	

Firma: Jaidier Torres C.  
 C.C.: 15.172.130 Vper

FORMULARIO PARA VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS	
NOMBRE	Daniel Villamizar Jaimes
CARGO	Director de Departamento
INSTITUCIÓN	Universidad Francisco de Paula Santander
INSTRUMENTO A VALIDAR	COMPETENCIAS LINGÜÍSTICAS ASOCIADAS A LA QUÍMICA

PREGUNTA	Claridad en la redacción		Coherencia interna		Inducción a la respuesta (sesgo)		Lenguaje adecuado		Mide lo que pretende		OBSERVACION (Si debe eliminarse o modificarse)
	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	
1	✓		✓			✓	✓		✓		
2	✓		✓			✓	✓		✓		
3	✓		✓			✓	✓		✓		
4	✓		✓			✓	✓		✓		
5	✓		✓			✓	✓		✓		
6	✓		✓			✓	✓		✓		
7	✓		✓			✓	✓		✓		
8	✓		✓			✓	✓		✓		
9	✓		✓			✓	✓		✓		
10	✓		✓			✓	✓		✓		

ASPECTOS GENERALES	SI	NO
El cuestionario contiene instrucciones claras y precisas para responder el cuestionario	✓	
Los ítems permiten el logro del objetivo de la investigación	✓	
Los ítems están distribuidos en forma lógica y secuencial	✓	
El número de ítems es suficiente para recoger la información	✓	
Los ítems están libres de errores ortográficos.	✓	

APLICABILIDAD	SI	NO
¿Considera que el instrumento está listo para ser aplicado?	✓	

Firma:

C.C.:

D. Villamizar Jaimes  
13353702 P/ua

### Anexo 3. Emociones y actitudes de los estudiantes frente al aprendizaje de la Química.

Este cuestionario contiene una serie de preguntas relacionadas con sus emociones y actitudes frente al aprendizaje de la Química. Recuerde que no hay respuestas correctas o incorrectas. Frente a cada enunciado señale la respuesta más adecuada desde su punto de vista. Todas sus respuestas son CONFIDENCIALES, por eso, es importante que conteste con la mayor sinceridad posible. Tiene 20 minutos para realizarla. No olvide diligenciar por completo el cuestionario sin olvidar sus datos personales. De antemano, se agradece su colaboración y participación en esta investigación.

Nombre: \_\_\_\_\_ Curso: \_\_\_\_\_

Código: \_\_\_\_\_ Colegio: \_\_\_\_\_

	NUNCA	CASI NUNCA	A VECES	CASI SIEMPRE	SIEMPRE
1. La Química me parece una asignatura interesante:					
2. Mi objetivo es sólo aprobar la asignatura con el menor esfuerzo posible:					
3. Considero que aprender Química es fácil:					
4. Siento miedo o ansiedad cuando debo participar en clase:					
5. Aprender Química es útil para mi vida diaria:					
6. Investigo un poco más sobre temas nuevos e interesantes vistos en Química:					
7. Prefiero aprender las cosas de memoria antes que entenderlas:					
8. Realizo preguntas al profesor con el fin de aclarar mis dudas o profundizar en algunos temas:					
9. No encuentro motivos para aprender Química:					
10. Me gusta la Química y mi futuro profesional involucra su estudio:					
11. Prefiero no salir a exponer durante las clases:					
12. Sacar buenas notas me motiva a seguir aprendiendo Química:					
13. No me gustan las matemáticas y, por lo tanto, no me gustan los temas de Química que involucren números:					
14. Aprender nuevos conceptos es muy difícil:					
15. Me gusta participar en clase:					
16. La Química me parece muy abstracta y difícil de entender:					
17. Me gustan las prácticas de laboratorio porque podemos comprobar lo que aprendemos en clase:					
18. Las clases de Química me parecen aburridas:					
19. Me sorprende con cada tema nuevo que veo en Química:					
20. Me avergüenza participar o salir a exponer en clase:					

FORMULARIO PARA VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS	
NOMBRE	Jaidier Torres C.
CARGO	Docente.
INSTITUCIÓN	Universidad Francisco de Paula Santander
INSTRUMENTO A VALIDAR	EMOCIONES Y ACTITUDES DE LOS ESTUDIANTES FRENTE AL APRENDIZAJE DE LA QUÍMICA

PREGUNTA	Claridad en la redacción		Coherencia interna		Inducción a la respuesta (sesgo)		Lenguaje adecuado		Mide lo que pretende		OBSERVACION (Si debe eliminarse o modificarse)
	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	
1	X		X			X	X		X		
2	X		X			X	X		X		
3	X		X			X	X		X		
4	X		X			X	X		X		
5	X		X			X	X		X		
6	X		X			X	X		X		
7	X		X			X	X		X		
8	X		X			X	X		X		
9	X		X			X	X		X		
10	X		X			X	X		X		
11	X		X			X	X		X		
12	X		X			X	X		X		
13	X		X			X	X		X		
14	X		X			X	X		X		
15	X		X			X	X		X		
16	X		X			X	X		X		
17	X		X			X	X		X		
18	X		X			X	X		X		
19	X		X			X	X		X		
20	X		X			X	X		X		

ASPECTOS GENERALES	SI	NO
El cuestionario contiene instrucciones claras y precisas para responder el cuestionario	X	
Los ítems permiten el logro del objetivo de la investigación	X	
Los ítems están distribuidos en forma lógica y secuencial	X	
El número de ítems es suficiente para recoger la información	X	
Los ítems están libres de errores ortográficos.	X	

APLICABILIDAD	SI	NO
¿Considera que el instrumento está listo para ser aplicado?	X	

Firma: Jaidier Torres C.  
 C.C.: 15.172.130 Vper.

FORMULARIO PARA VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS	
NOMBRE	Daniel Villomizar Jaimes
CARGO	Director de Departamentos
INSTITUCIÓN	Universidad Francisco de Paula Santander
INSTRUMENTO A VALIDAR	EMOCIONES Y ACTITUDES DE LOS ESTUDIANTES FRENTE AL APRENDIZAJE DE LA QUÍMICA

PREGUNTA	Claridad en la redacción		Coherencia interna		Inducción a la respuesta (sesgo)		Lenguaje adecuado		Mide lo que pretende		OBSERVACION (Si debe eliminarse o modificarse)
	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	
1	✓		✓			✓	✓		✓		
2	✓		✓			✓	✓		✓		
3	✓		✓			✓	✓		✓		
4	✓		✓			✓	✓		✓		
5	✓		✓			✓	✓		✓		
6	✓		✓			✓	✓		✓		
7	✓		✓			✓	✓		✓		
8	✓		✓			✓	✓		✓		
9	✓		✓			✓	✓		✓		
10	✓		✓			✓	✓		✓		
11	✓		✓			✓	✓		✓		
12	✓		✓			✓	✓		✓		
13	✓		✓			✓	✓		✓		
14	✓		✓			✓	✓		✓		
15	✓		✓			✓	✓		✓		
16	✓		✓			✓	✓		✓		
17	✓		✓			✓	✓		✓		
18	✓		✓			✓	✓		✓		
19	✓		✓			✓	✓		✓		
20	✓		✓			✓	✓		✓		

ASPECTOS GENERALES	SI	NO
El cuestionario contiene instrucciones claras y precisas para responder el cuestionario	✓	
Los ítems permiten el logro del objetivo de la investigación	✓	
Los ítems están distribuidos en forma lógica y secuencial	✓	
El número de ítems es suficiente para recoger la información	✓	
Los ítems están libres de errores ortográficos.	✓	

APLICABILIDAD	SI	NO
¿Considera que el instrumento está listo para ser aplicado?	✓	

Firma:

c.c.:

Dallo 22  
13353702 Phm

#### Anexo 4. Cuestionario a estudiantes: Percepciones sobre la práctica pedagógica del docente de Química.

*Este cuestionario contiene una serie de preguntas relacionadas con las clases de Química y el docente que las imparte. Recuerde que no hay respuestas correctas o incorrectas. Frente a cada enunciado señale la respuesta más adecuada desde su punto de vista. Todas sus respuestas son CONFIDENCIALES, por eso, es importante que conteste con la mayor sinceridad posible. Tiene 20 minutos para realizarla. No olvide diligenciar sus datos personales. De antemano, se le agradece su colaboración y participación en esta investigación.*

Nombre: \_\_\_\_\_ Curso: \_\_\_\_\_  
 Código: \_\_\_\_\_ Colegio: \_\_\_\_\_

	NUNCA	CASI NUNCA	A VECES	CASI SIEMPRE	SIEMPRE
1. El docente se centra en copiar en el tablero o presentar diapositivas del tema:					
2. Durante el periodo se realiza al menos una práctica de laboratorio:					
3. El docente fomenta la participación de los estudiantes durante las clases:					
4. Las clases de Química son diferentes y captan mi interés:					
5. El docente motiva los trabajos en equipo:					
6. Los estudiantes manejan exposiciones durante el periodo:					
7. Se realizan prácticas a través de simuladores o de programas en el computador:					
8. Se realizan ferias científicas con temáticas de Química:					
9. El docente tiene una actitud distante con los estudiantes:					
10. El docente muestra dominio de los temas tratados en clases:					
11. El docente ha implementado estrategias lúdicas, como juegos o concursos:					
12. Las clases son aburridas y llenas de sólo conceptos y fórmulas:					
13. El docente explica los nuevos conceptos comparándolos con hechos de la vida diaria:					
14. Es fácil hablar con el docente de Química:					
15. El docente llega de mal humor a clase:					
16. Las evaluaciones corresponden a los temas estudiados en clase:					
17. El docente siempre aclara las dudas que tenemos con los temas estudiados:					
18. El docente utiliza diferentes metodologías para el desarrollo de las clases:					
19. El docente me motiva a ser un mejor estudiante y una mejor persona:					
20. No me gusta participar en clase por temor a que el docente me haga sentir avergonzado:					
21. El docente es capaz de mediar problemas presentados entre los estudiantes:					
22. Entiendo lo que el docente explica durante las clases:					
23. Siento que el docente me tiene "entre ojos":					
24. El docente le ha hecho Bullying a alguno de sus estudiantes:					
25. Siento admiración por mi docente:					

FORMULARIO PARA VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS	
NOMBRE	Daniel Ullamizar Jaimes
CARGO	Director de Departamento
INSTITUCIÓN	Universidad Francisco de Paula Santander
INSTRUMENTO A VALIDAR	CUESTIONARIO A ESTUDIANTES: PERCEPCIONES SOBRE LA PRÁCTICA PEDAGÓGICA DEL DOCENTE DE QUÍMICA

PREGUNTA	Claridad en la redacción		Coherencia interna		Inducción a la respuesta (sesgo)		Lenguaje adecuado		Mide lo que pretende		OBSERVACION (Si debe eliminarse o modificarse)
	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	
1	✓		✓			✓	✓		✓		
2	✓		✓			✓	✓		✓		
3	✓		✓			✓	✓		✓		
4	✓		✓			✓	✓		✓		
5	✓		✓			✓	✓		✓		
6	✓		✓			✓	✓		✓		
7	✓		✓			✓	✓		✓		
8	✓		✓			✓	✓		✓		
9	✓		✓			✓	✓		✓		
10	✓		✓			✓	✓		✓		
11	✓		✓			✓	✓		✓		
12	✓		✓			✓	✓		✓		
13	✓		✓			✓	✓		✓		
14	✓		✓			✓	✓		✓		
15	✓		✓			✓	✓		✓		
16	✓		✓			✓	✓		✓		
17	✓		✓			✓	✓		✓		
18	✓		✓			✓	✓		✓		
19	✓		✓			✓	✓		✓		
20	✓		✓			✓	✓		✓		
21	✓		✓			✓	✓		✓		
22	✓		✓			✓	✓		✓		
23	✓		✓			✓	✓		✓		
24	✓		✓			✓	✓		✓		
25	✓		✓			✓	✓		✓		

ASPECTOS GENERALES	SI	NO
El cuestionario contiene instrucciones claras y precisas para responder el cuestionario	✓	
Los ítems permiten el logro del objetivo de la investigación	✓	
Los ítems están distribuidos en forma lógica y secuencial	✓	
El número de ítems es suficiente para recoger la información	✓	
Los ítems están libres de errores ortográficos.	✓	

APLICABILIDAD	SI	NO
¿Considera que el instrumento está listo para ser aplicado?	✓	

Firma:

D. Ullamizar Jaimes

C.C.:

13353702 p. h. s.

FORMULARIO PARA VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS	
NOMBRE	Jaidier Torres C.
CARGO	Docente.
INSTITUCIÓN	Universidad Francisco de Paula Santander
INSTRUMENTO A VALIDAR	CUESTIONARIO A ESTUDIANTES: PERCEPCIONES SOBRE LA PRÁCTICA PEDAGÓGICA DEL DOCENTE DE QUÍMICA

PREGUNTA	Claridad en la redacción		Coherencia interna		Inducción a la respuesta (sesgo)		Lenguaje adecuado		Mide lo que pretende		OBSERVACION (Si debe eliminarse o modificarse)
	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	
1	X		X			X	X		X		
2	X		X			X	X		X		
3	X		X			X	X		X		
4	X		X			X	X		X		
5	X		X			X	X		X		
6	X		X			X	X		X		
7	X		X			X	X		X		
8	X		X			X	X		X		
9	X		X			X	X		X		
10	X		X			X	X		X		
11	X		X			X	X		X		
12	X		X			X	X		X		
13	X		X			X	X		X		
14	X		X			X	X		X		
15	X		X			X	X		X		
16	X		X			X	X		X		
17	X		X			X	X		X		
18	X		X			X	X		X		
19	X		X			X	X		X		
20	X		X			X	X		X		
21	X		X			X	X		X		
22	X		X			X	X		X		
23	X		X			X	X		X		
24	X		X			X	X		X		
25	X		X			X	X		X		

ASPECTOS GENERALES	SI	NO
El cuestionario contiene instrucciones claras y precisas para responder el cuestionario	X	
Los ítems permiten el logro del objetivo de la investigación	X	
Los ítems están distribuidos en forma lógica y secuencial	X	
El número de ítems es suficiente para recoger la información	X	
Los ítems están libres de errores ortográficos.	X	

APLICABILIDAD	SI	NO
¿Considera que el instrumento está listo para ser aplicado?	X	

Firma: Jaidier Torres C.  
 c.c.: 15.172.130 Ypar