

**EL APRENDIZAJE SIGNIFICATIVO DE CONCEPTOS QUÍMICOS, UN  
ESTUDIO EN EL CONTEXTO DE LA RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS Y  
LOS ESTILOS DE APRENDIZAJE**

Rodrigo Rodríguez Cepeda  
Químico MSc.

Universidad Pedagógica Nacional  
Doctorado Interinstitucional en Educación  
Bogotá, D.C.  
2017

**EL APRENDIZAJE SIGNIFICATIVO DE CONCEPTOS QUÍMICOS, UN  
ESTUDIO EN EL CONTEXTO DE LA RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS Y  
LOS ESTILOS DE APRENDIZAJE**

Rodrigo Rodríguez Cepeda  
Químico MSc.

Tesis Doctoral

Director  
Pedro Nel Zapata Castañeda  
Doctor en Educación

Universidad Pedagógica Nacional  
Doctorado Interinstitucional en Educación  
Bogotá, D.C.  
2017

Nota de Aceptación:

---

---

---

---

---

---

Firma del director de tesis

---

Firma del evaluador

---

Firma del evaluador

---

Firma del evaluador

Bogotá, D.C., Agosto de 2017

## **Dedicatoria**

No fácil es llegar y comunicar la  
Existencia de otras fuerzas, de otras vidas, de otros éteres.  
Vuestra admiración al cosmos y a la vida,  
ha permitido mi llegada, y por  
su puesto mi aprendizaje.

No soy el mismo éter que vosotros,  
ni soy de la misma hechura de vuestro cuerpo,  
mas si, hijo del mismo padre, y la fuerza de  
mi espíritu igual al vuestro.  
Somos espíritus, uniseres, somos viajeros del id  
y compañeros del camino  
en la unificación del éter divino.

Dedicado al padre, ser de luz que guía nuestro camino.  
A mi esposa que me acompaña en el tránsito a otros mundos

## **Agradecimientos**

Al finalizar la escritura de este trabajo doctoral, que ha sido el proyecto de mi formación académica en los últimos años, me hace ser consciente del apoyo recibido por un sin número de personas e instituciones, sin las cuales este proyecto no hubiese sido posible, razón por la cual, dejar una constancia formal de ello se presenta como una actividad tan importante como la misma investigación realizada.

Con una infinita emoción, admiración y cariño, mis agradecimientos:

A La Universidad Pedagógica Nacional, en cabeza de sus directivas, por la posibilidad de realizar este doctorado.

A la Facultad de Ciencia y Tecnología, al Departamento de Química y al programa de Doctorado en Educación de la Universidad Pedagógica Nacional, por el apoyo administrativo.

A las Universidades Pedagógica y Tecnológica de Colombia y la Universidad de Costa Rica por facilitar la realización de las pasantías.

Al Doctor Pedro Nel Zapata, director de mi tesis doctoral, por su permanente estímulo, sabiduría y conocimiento.

A los profesores Dr. José Joaquín García, Dra. Ángela Camargo y Dr. Adrián Villalta, evaluadores de este trabajo doctoral, por sus oportunas observaciones.


A los estudiantes del Departamento de Química quienes sin su colaboración no hubiese sido una realidad esta investigación.

A Sandra Ximena Ibáñez quien con su amistad y consejos siempre me impulsó a seguir adelante en los momentos difíciles.

A todos mis amigos por compartir momentos alegres y palabras de ánimo.

A toda la familia por su apoyo y confianza.

Finalmente, el más importante de los agradecimientos para mi esposa Yanet, por su comprensión, apoyo, y soporte en esta aventura.

 UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL <small>Resolución de 2012</small>	<b>FORMATO</b>	
	<b>RESUMEN ANALÍTICO EN EDUCACIÓN - RAE</b>	
<b>Código: FOR020GIB</b>	<b>Versión: 01</b>	
<b>Fecha de Aprobación: 10-10-2012</b>	<b>Página 6 de 352</b>	

<b>1. Información General</b>	
<b>Tipo de documento</b>	Tesis de grado de doctorado
<b>Acceso al documento</b>	Universidad Pedagógica Nacional. Biblioteca Central
<b>Título del documento</b>	El aprendizaje significativo de conceptos químicos, un estudio en el contexto de la resolución de problemas y los estilos de aprendizaje
<b>Autor(es)</b>	Rodríguez Cepeda, Rodrigo
<b>Director</b>	Zapata Castañeda, Pedro Nel
<b>Publicación</b>	Bogotá. Universidad Pedagógica Nacional, 2017, 351p.
<b>Unidad Patrocinante</b>	Universidad Pedagógica Nacional
<b>Palabras Claves</b>	ENSEÑANZA DE LA QUÍMICA, ESTILOS DE APRENDIZAJE, RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS, APRENDIZAJE SIGNIFICATIVO.

<b>2. Descripción</b>
<p>Tesis de grado de doctorado en la que el autor pretende identificar la influencia del modelo de resolución de problemas en el aprendizaje de conceptos químicos asociados a las proteínas, glúcidos y lípidos, en función de los estilos de aprendizaje propuestos por Honey y Mumford, de los estudiantes de licenciatura en química. Para tal fin se realiza una revisión bibliográfica y del estado del arte a profundidad, sobre los aspectos más relevantes de los ejes centrales de investigación, se diseña una investigación pre-experimental sin grupo control, la cual incluye el uso del Cuestionario Honey Alonso de Estilos de Aprendizaje (CHAEA), con el fin de categorizar los estilos de aprendizaje de los estudiantes objeto de estudio, igualmente, se diseñaron y validaron instrumentos y actividades en clase enfocadas al aprendizaje significativo, enmarcadas en el modelo de resolución de problemas, contextualizados en los problemas de desórdenes alimenticios y las dietas, como resultado se observa que existe una fuerte relación entre la resolución de problemas y el aprendizaje significativo, altamente influenciados por los estilos de aprendizaje, con algunas excepciones, sobre las cuales el autor propone evaluar otras variables que pueden llevar a un “Modelo cuántico del aprendizaje”.</p>

<b>3. Fuentes</b>
<p>Acevedo, D., Cavadia, S., y Alvis, A. (2015). Estilos de Aprendizaje de los Estudiantes de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Cartagena (Colombia). <i>Formación</i></p>

*Universitaria*, 8(4), 15-22.

Adán, M. (2008). Los Estilos de Aprendizaje en la Orientación y Tutoría de Bachillerato. *Revista Complutense de Educación*, 19(1), 59 - 76.

Aguilar, L., Cid, I., y Cid, Y. (2013). Propuesta de Productos de Aprendizaje para la Unidad de Aprendizaje Carbohidratos con Enfoque Basado en Competencias. *Educación Química*, 24, 467-470.

Aguilar, S. (2008). Alimentando a la Nación: Género y Nutrición en México (1940-1960). *Revista de Estudios Sociales*, 28-40.

Alducin, J., y Vázquez, A. (2016). Autoevaluación de Conocimientos Previos y Rendimiento según Estilos de Aprendizaje en un Grado Universitario de Edificación. *Formación Universitaria*, 9(2), 29-40.

Alonso, C. (1992). *Estilos de Aprendizaje: Análisis y Diagnóstico en Estudiantes Universitarios*. Madrid: Universidad Complutense.

Alonso, C., Gallego, D., y Honey, P. (1997). *Los estilos de Aprendizaje. Procedimientos de Diagnóstico y Mejora*. España: Ediciones mensajero.

Araya, N. (2014). Las Habilidades del Pensamiento y el Aprendizaje significativo en Matemática, de Escolares de Quinto Grado en Costa Rica. *Revista Actualidades Investigativas en Educación*, 14(2), 1-30.

Ausubel, D. (1968). *Educational Psychology: A cognitive View*. New York: Rinehart y Winston.

Ausubel, D. (2002). *Adquisición y Retención del Conocimiento: Una Perspectiva Cognitiva*. Barcelona: Ediciones Paidós Ibérica S.A.

Ayesha, N., Salem, R., Hamdan, N., y Ashour, N. (2013). Gender Differences in Learner Styles and Academic Performance of Medical Students in Saudi Arabia. *Medical Teacher*, 35(s1), s78-s82.

Bahamón, M., Vianchá, M., Alarcón, L., y Bohórquez, C. (2013). Estilos y Estrategias de Aprendizaje Relacionados con Logro Académico en Estudiantes Universitarios. *Pensamiento Psicológico*, 11(1), 115-129.

Baldwin, B., Reckers, P., y Kolb, D. (1984). Exploring the Role of Learning Style Research in Accounting Education Policy. *Journal of Accounting Education*, 63.

Becker, K. (2001). *Principles and Practice of Endocrinology and Metabolism* (Tercera ed.). Philadelphia: Lippincott Williams y Wilkins.

Berg, C., Bergendahl, C., Lundberg, B., y Tibell, L. (2003). Benefiting from an Open-Ended

- experiment? A Comparison of Attitudes to, and Outcomes of, an Expository Versus an Open-inquiry Version of the Same Experiment. *International Journal of Science Education*, 25(3), 351-372.
- Bertran, A. A. (12 de Febrero de 2015). *Enciclopediasalud.com*. Recuperado el 27 de Febrero de 2016, de <http://www.enciclopediasalud.com/definiciones/proteina>
- Blanco, M., Hedrera, M., Dal Maso, M., y Orelli, L. (2008). Una Nueva Propuesta Didáctica para la Enseñanza Universitaria de Química Orgánica. *Formación Universitaria*, 1(3), 21-26.
- Blumen, S., Rivero, C., y Guerrero, D. (2011). Universitarios en Educación a Distancia: Estilos de Aprendizaje y Rendimiento Académico. *Revista de Psicología*, 29(2), 227-243.
- Bolívar, J., y Rojas, F. (2008). Los Estilos de Aprendizaje y el Locus de Control en Estudiantes que Inician Estudios Superiores y su Vinculación con el Rendimiento Académico. *Investigación y Postgrado*, 23(3), 199-215.
- Bruna, C., Madrid, V., López, V., Bordón, D., Chiang, M., y Cabanillas, A. (2014). Potencialidades y Proyecciones de la Implementación del Mapa Conceptual como Estrategia de Enseñanza - Aprendizaje en Bioquímica. *Educación Médica Superior*, 28(3), 482-497.
- Business and Economics--Banking and Finance (Notas Financieras). (02 de Febrero de 2005). Opinión - Debilidades Colombianas Frente a la competencia global; [Source: Portafolio]. *Noticias Financieras*.
- Busquets, T., Silva, M., y Larrosa, P. (2016). Reflexiones sobre el Aprendizaje de las Ciencias Naturales. Nuevas Aproximaciones y Desafíos. *Estudios Pedagógicos*, 117-135.
- Calixto, R., y García, M. (2011). Concepciones Alternativas de los Profesores de Biología. Una Aproximación desde la Investigación Educativa. *Revista Educación y Desarrollo Social*, 5(1), 13-23.
- Calvo, S. (1992). *Educación para la Salud en la Escuela*. Madrid: Diaz Santos.
- Camarero, F., Martín, F., y Herrero, J. (2000). Estilos y estrategias de Aprendizaje en Estudiantes Universitarios. *Psicothema*, 12(4), 615-622.
- Campanario, J., y Moya, A. (1999). ¿Como enseñar ciencias? Principales tendencias y propuestas. *Enseñanza de las ciencias*, 17(2), 179-192.
- Campos, A. (2005). *Mapas Conceptuales, Mapas Mentales: y Otras Formas de Representación del Conocimiento*. Bogotá: Cooperativa Editorial Magisterio.
- Cañal, P., y Porlan, R. (1987). Investigando la realidad próxima: un modelo didáctico alternativo. *Enseñanza de las ciencias*, 5(2), 89-96.



- Capella, R., y Coloma, M. (2003). *Estilos de aprendizaje*. Lima, Perú: Fondo editorial Pontificia Universidad Católica.
- Cárdenas, F., y Montealegre, R. (2001). Miniprojects: an alternative to improve general chemistry teaching in higher education. *Journal of science education*, 2(2), 100-102.
- Castillo, A., Ramírez, M., y González, M. (2013). El Aprendizaje Significativo de la Química: Condiciones para Lograrlo. *Omnia*, 19(2), 11-24.
- Cea, M., Hernández, D., Salazar, M., Soto, I., y Matuz, D. (2014). El Uso de Escenarios Clínicos y el Aprendizaje de la Bioquímica en Alumnos de Primer Año de la Carrera de Medicina. *Investigación en Educación Médica*, 3(12), 187-192.
- Chrismar, A. (2005). *Identificación de los Estilos de Aprendizaje y Propuesta de Orientación Pedagógica para Estudiantes de la Universidad Austral de Chile*. Universidad Austral de Chile, Facultad de Ciencias de la Ingeniería. Valdivia: Universidad Austral de Chile.
- Cid, A., y Pérez, A. (2013). Las prácticas de enseñanza realizadas/observadas de los "mejores profesores" de la Universidad de Vigo. *Educación XXI*, 16(2), 265-296.
- Cisneros, A., Gómez, L., y García, E. (2004). *Manual de estilos de Aprendizaje*. Mexico: Secretaría de Educación Pública.
- Cope, C. (2006). *Beneath the Surface: The experience of Learning About Information Systems*. Santa Rosa, California: Informing Science Press.
- Coronel, M., y Curotto, M. (2008). La Resolución de Problemas como Estrategia de Enseñanza y Aprendizaje. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 7(2), 463-479.
- Cruz, D. (2001). *Enseñanza y aprendizaje en la educación superior: Un reto para el siglo XXI*. Universidad de Puerto Rico. Humacao: Universidad de Puerto Rico.
- Dönmez, N., y Ültay, N. (2016). Prospective Chemistry Teacher's Abilities of Creating Concept Maps: Hydrocarbons Example. *Journal of Baltic Science Education*, 15(1), 58-67.
- Duarte, J., y Valbuena, E. (2014). Referentes de la formación de profesores en educación ambiental. Revisión de antecedentes 2000-2012. *Uni-pluri/versidad*, 14(2), 27-36.
- Dukan, P. (2007). *Dieta Dukan*. Recuperado el Febrero de 2015, de [www.dietadukan.es](http://www.dietadukan.es)
- Elboj, C., Puigdellivol, I., Soler, M., y Valls, R. (2006). *Comunidades de aprendizaje, transformar la educación* (Quinta edición ed.). Barcelona: Editorial graó.
- Escurra, L. (2011). Análisis Psicométrico del Cuestionario de Honey y Alonso de Estilos de Aprendizaje (CHAEA) con los Modelos de la Teoría Clásica de los Test y de Rash.

- (Ulima, Ed.) *Persona*(14), 71-109.
- Eylon, B. S., y Linn, M. C. (1988). Learning and Instruction: An Examination of Four Research Perspectives in Science Education. *Review of Educational Research*, 58(3), 251-301.
- Felder, R., y Silverman, L. (1988). Learning and teaching style in engineering education. *Engineering Education*, 78(7), 674-681.
- Fernández, V., y Beligoy, M. (2015). Estilos de Aprendizaje y su Relación con la Necesidad de Reestructuración de las Estrategias de Aprendizaje de los Estudiantes Universitarios de Primer Año. *Revista de la Fundación Educación Médica*, 18(5), 361-366.
- Freedman, R., y Stumof, S. (1980). Learning Style Theory: Less than Meets The Eye . *The Academy of Management Review*, 5(3), 445-447.
- Gaete, R. (2011). El Juego de Roles como Estrategia de Evaluación de Aprendizajes Universitarios. *Educación y Educadores* , 14(2), 289-307.
- Galagovsky, L. (2004). Del aprendizaje Significativo al Aprendizaje Sustentable. *Enseñanza de las Ciencias*, 22(2), 229-240.
- Gallet, C. (1998). Problem-solving Teaching in the Chemistry Laboratory: Leaving the Cooks. *Journal of Chemical Education* , 75(1), 72-77.
- García, J. (2003). *Didáctica de las Ciencias: Resolución de Problemas y Desarrollo de la Creatividad*. Bogotá: Cooperativa Editorial del Magisterio.
- García, J., y Rentería, E. (2011). Modelización de Problemas para Desarrollar Habilidades de Experimentación. *Tecné, Episteme y Didaxis*(29), 44-64.
- García, R., y Villalonga, M. (2006). Estrategia para la Resolución de Problemas en Estudiantes de Ingeniería Química. *Revista Cubana de Química*, 18(2), 28.
- Garófalo, S., Galagovsky, L., y Alonso, M. (2014). Dificultades en el Aprendizaje del Metabolismo de los Carbohidratos. Un Estudio Transversal. *Química Viva*, 13(1), 31-55.
- Gené, A. (1991). Cambio conceptual y metodológico en la enseñanza y el aprendizaje de la evolución de los seres vivos. Un ejemplo concreto. *Enseñanza de las ciencias*, 9(1), 22-27.
- Gil, A. (2010). *Tratado de Nutrición, Bases Fisiológicas y Bioquímicas de la Nutrición*. Madrid: Editorial Panamericana.
- Gil, D., y Martínez, J. (1983). A model for problem solving in accordance with scientific methodology. *European Journal of Science Education*, 5(4), 447-455.
- Gil, D., Dumas, A., Caillot, M., Martínez, J., y Ramirez, L. (1988). La Resolución de Problemas

- de Lápiz y Papel como Actividad de Investigación. *Investigación en la Escuela*(6), 3-20.
- Gil, D., Furió, C., Valdés, P., Salinas, J., Martínez, J., Guisasola, J., y otros. (1999). ¿Tiene sentido seguir distinguiendo entre aprendizaje de conceptos, resolución de problemas de lápiz y papel y realización de prácticas de laboratorio? *Enseñanza de las Ciencias*, 17(2), 311-320.
- Gok, T. (2014). Peer Instruction in the Physics Classroom: Effects on Gender Difference Performance, Conceptual Learning, and Problem Soling. *Journal of Baltic Science Education*, 13(6), 776 - 788.
- Gómez , D., Oviedo, R., Gómez, A., y López, H. (2012). Estilos de Aprendizaje en los Estudiantes Universitarios con base en el Modelo de Hemisferios Cerebrales. *Revista Académica de Investigación*, 1-23.
- Gómez, E., Jaimes, J., y Severiche, C. (2017). Estilos de Aprendizaje en Universitarios, Modalidad de Educación a Distancia. *Revista Virtual Universidad Católica del Norte*(50), 384-393.
- Gómez, L., Aduna, A., García, E., Cisneros, A., y Padilla, J. (2004). *Manual de Estilos de Aprendizaje*. México: Secretaría de Educación Pública.
- González, A. (2001). *Los estilos de aprendizaje de los estudiantes y los estilos de enseñanza de los profesores: Hacia un modelo de concienciación*. Universidad de Puerto Rico, Departamento de estudios graduados. Rio piedras: Bell y Hollel Information and learning company .
- González, F. (1991). *Nomenclatura de Química Orgánica*. Murcia: Universidad de Murcia.
- Grasha, A. (2002). The dynamics of one - on -one teaching. *College teaching*, 50(4), 139-146.
- Guanipa, M., y Mogollón, E. (2006). Estilos de aprendizaje y estrategias cognitivas en estudiantes de ingeniería. *Revista ciencias de la educación*, 1(27), 11-27.
- Guirado, A., Mazzitelli, C., y Maturano, C. (2013). La Resolución de Problemas en la Formación del profesorado en Ciencias: Análisis de las Opiniones y Estrategias de los Estudiantes. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 10, 821 - 835.
- Günter, T., y Alpat, S. (2017). The Effects of Problem Based Learning (PBL) on the Academic Achievement of Students Studying "Electrochemistry". *Chemistry Education Research and Practice*, 18, 78-98.
- Hay, D. B. (2007). Using Concept Maps to Measure deep, Surface and Non - Learning Outcomes. *Studies in Higher Education*, 1(32), 39-57.
- Hernández, A., Jauregui, U., y Avilés, E. (2016). Uso de Mapas Conceptuales en la Química Analítica de la Ingeniería Metalúrgica. *Pedagogía Profesional*, 14(1), 1-8.

- Hernández, B. (2001). *Técnicas Estadísticas de Investigación Social*. Madrid: Díaz de Santos S.A.
- Hernández, R. (2013). *Los Errores Conceptuales de los Alumnos de Secundaria sobre la Nutrición Humana*. Tecnológico de Monterrey, Escuela de Graduados en Educación. Toluca: Tecnológico de Monterrey.
- Hernández, R., Fernández, C., y Baptista, P. (2014). *Metodología de la Investigación* (Sexta ed.). México: MacGraw Hill.
- Herrera, M. (2010). *Estudio Correlacional de los Estilos de Aprendizaje de Estudiantes con Modalidad en Ciencias*. Tesis de Maestría en Docencia de la Química, Universidad Pedagógica Nacional, Departamento de Química, Bogotá.
- Hewett, F. M. (1963). The Psychology of Meaningful Verbal learning. *California Medicine*, 99(6), 434.
- Hewson, P. (1990). La enseñanza de "Fuerza y movimiento" como cambio conceptual. *Enseñanza de las ciencias*, 8(2), 157-171.
- Honey, P., y Mumford, A. (1986). *The Manual of Learning Styles*. Maindehead: Peter Honey.
- Jonassen, D. (2000). Toward a Design Theory of Problem Solving. *Educational Technology Research and Development*, 48(4), 63 - 85.
- Juárez, C., Rodríguez, G., y Luna, E. (2012). El Cuestionario de Estilos de Aprendizaje CHAEA y la Escala de Estrategias de Aprendizaje ACRA como Herramienta Potencial para la Tutoría Académica. *Revista Estilos de Aprendizaje*, 10(10), 1-31.
- Juarez, C. (2014). Propiedades Psicométricas del Cuestionarios Honey - Alonso de Estilos de Aprendizaje (CHAEA) en una Muestra Mexicana. *Revista de Estilos de Aprendizaje*, 7(2013), 136-154.
- Kolb, D., Rubin, I., y McIntyre, J. (1977). *Psicología de las Organizaciones: Problemas Contemporáneos*. México: Prentice-Hall Hispanoamericana.
- Kolb, D., Rubin, I., McIntyre, J., James, M., y Brignardello, L. (1974). *Psicología de las Organizaciones: Experiencias*. Mexico: Prentice Hall Hispanoamericana.
- Landau, L., Ricchi, G., y Torres, N. (2014). Disoluciones: ¿Contribuye la Experimentación a un Aprendizaje significativo? *Educación Química*, 25(1), 21 - 29.
- Landau, L., Ricchi, G., y Torres, N. (2014). Disoluciones: ¿Contribuye la Experimentación a un Aprendizaje Significativo? *Educación Química*, 25(1), 21-29.
- Lavaggi, L., Couto, M., Rios, N., Ingolg, M., Croce, F., Álvarez, G., y otros. (2015). Uso de

- Seminarios Experimentales como Apoyo al Primer Curso Teórico de Química Orgánica. *Educación Química*, 26(3), 202 - 211.
- Legorreta, B. (2000). *Fundamentos teórico - Metodológicos de la Educación a Distancia: Estilos de Aprendizaje*. Estado de Hidalgo: Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo.
- Lizano, C., Arias, F., Cordero , E., y Ortiz, A. (2015). Relación entre Estilo de Aprendizaje y rendimiento Académico en Estudiantes de Farmacia de la Universidad de Costa Rica. *Revista Digital de Investigación en Docencia Universitaria*, 9(2), 49-63.
- López, A., y Morales, K. (2014). Estilos de Aprendizaje y su Transformación a lo largo de la Trayectoria Escolar. *Enseñanza e Investigación en Psicología*, 19(2).
- López, A., y Tamayo, O. (2012). Las Prácticas de Laboratorio en la Enseñanza de las Ciencias Naturales . *Revista Latinoamericana de Estudios Educativos* , 8(1), 145-166.
- López, J. (2013). *Atención a la Diversidad y Práctica Educativa en Educación Secundaria Obligatoria: una Contribución a la Identificación de los Estilos de Aprendizaje en Función de las Capacidades y Aptitudes Cognitivas, Motivación, Destrezas de Aprendizaje* . Universidad de Murcia. Murcia: Universidad de Murcia, Facultad de Psicología.
- Lopez, R. F. (1989). Dependencia-Independencia de Campo y Educación Científica. *Revista de Educación*(289), 235-259.
- Luengo, R., y González, J. (2005). Relación entre los estilos de aprendizaje, el rendimiento en matemáticas y la elección de asignaturas optativas en alumnos de E.S.O. *Revista electrónica de investigación y evaluación educativa*, 11(2), 147-165.
- Manav, B., y Eceoglu, A. (2014). An Analysis and Evaluation on Adopting Kolb's Learning Theory To Interior Design Studiowork. 6(5), 153-158.
- Marín, N. (2003). Visión constructivista dinámica para la enseñanza de las ciencias. *Enseñanza de las ciencias*(Número extra), 43-55.
- Marín, N., y Cárdenas, F. (2011). Valoración de los modelos más usados en la enseñanza de las ciencias basados en la analogía "el alumno como científico". *Enseñanza de las ciencias*, 29(1), 35-45.
- Marín, T., y Alarcón, H. (2010). Influence of Learning Styles on Conceptual Learning of Physics. *Physics Educational Research Conference*, 217-220.
- Martínez , M., y Ibáñez, M. (2006). Resolver Situaciones Problemáticas en Genética para Modificar las Actitudes Relacionadas con la Ciencia. *Enseñanza de las Ciencias* , 24(2), 193-206.
- Martínez, P. (2008). Estilos de aprendizaje: pautas metodológicas para trabajar en el aula. *Revista*

*Complutense de Educación*, 19(1), 77-94.

Mativo, J., Hill, R., y Godfrey, P. (2013). Effects of Human Factors in Engineering and Design for Teaching Mathematics: A Comparison Study of Online and Face-to-Face at a Technical College. *Journal of STEM Education: Innovations and Research*, 14(4), 36 - 44.

Meneses, H., y Jiménez, M. (2013). *Estilos de Aprendizaje y el Desempeño Académico de los Estudiantes Afrocolombianos*. Universidad de Sucre. Sincelejo: Universidad de Sucre.

Mora, G., y Barrera, M. (2005). Dieta y Enfermedad Coronaria. (F. d. Colombia, Ed.) *La Opinión del Experto*, 53(2), 98-116.

Moreira, M. (2000). *Aprendizaje Significativo: Teoría y Práctica*. Madrid: Visor.

Moreira, M. (2005). Aprendizaje Significativo Crítico. *Indivisa, Boletín de Estudios e Investigación*(6), 83-101.

Moreira, M., y Greca, I. (2003). Cambio conceptual: análisis crítico y propuestas a la luz de la teoría del aprendizaje significativo. *Ciencia y Educación* , 9(2), 301-315.

Moya, M. (2008). *La Utilización de los Foros en la Enseñanza de la Matemática Mediada por Tecnología Digital*. Universidad Nacional de la Plata. Buenos Aires: Universidad Nacional de la Plata.

Mukhopadhyay, R. (2013). Problem Solving in Science Learning - Some Important Considerations of a Teacher. *Journal of Humanities and Social Science* , 8(6), 21-25.

Muñoz, B., y Sánchez, L. (2001). *Los Estilos de Aprender: El Portafolio de Dimensiones Educativas y sus Variables de Acción*. Universidad de Navarra. Barcelona: IESE PUBLISHING.

Muñoz, B., y Silva, C. (September de 2003). Four Dimensions to Induce Learning: The Challenge Profile. (U. d. Navarra, Ed.) *IESE Business School*, 2-19.

Novak, J. D. (1987). *Proceedings of the Second International Seminar of the Misconceptions and Educational Strategies in Science and Mathematics*. Cornell University. Ithaca: Cornell University.

Novak, J. D. (1988). *Learning, Creating and Using Knowledge*. New Jersey. EUA: Lawrence Erlbaum Associates.

Novak, J., y Gowin, D. (1984). *Learning How to Learn*. Cambridge: Cambridge University Press.

Ocampo, F., Guzmán, A., Camarena, P., y De Luna, R. (2014). Identificación de Estilos de Aprendizaje en Estudiantes de Ingeniería. *Revista Mexicana de Investigación Educativa*, 19(61), 401 - 429.

- Ornelas, D. (Noviembre de 2007). El Uso del Foro de Discusión Virtual en la Enseñanza. (OEI, Ed.) *Revista Iberoamericana de Educación*(44), 4-10.
- Ouasri, A. (2017). A Study of Moroccan Pupils' Difficulties at Second Baccalaureat Year in Solving Chemistry Problems Relating to the Reactivity of Ethanoate ions and to Copper - Aluminium Cells . *Chemistry Education Research and Practice*.
- Oviedo, P., Cárdenas, F., Zapata, P., Rendón, M., Rojas, Y., y Figueroa, L. (2010). Estilos de Enseñanza y Estilos de Aprendizaje: Implicaciones para la Educación por Ciclos. *Revista Actualidades Pedagógicas*(55), 31-43.
- Palacios, J., y Carretero, M. (1982). Implicaciones Educativas de los Estilos Cognitivos. *Infancia y Aprendizaje*(18), 83-106.
- Perales, F. (1993). La resolución de problemas: Una revisión estructurada. *Enseñanza de las ciencias*, 11(2), 170-178.
- Perales, F., y Cañal, P. (2000). *Didáctica de las ciencias experimentales*. España: Editorial Marfil.
- Pérez, A. (2010). Aprender a Educar. Nuevos Desafíos para la Formación de Docentes. *Revista Interuniversitaria de Formación del Profesorado* (68), 37-60.
- Polanco, M. (2011). Resolución de Situaciones Problemas en la Enseñanza de las Ciencias: Un Estudio de Análisis. *Revista EDUCyT*, 4, 123-138.
- Pozo, J. (1989). *Teorías Cognitivas del Aprendizaje*. Madrid: Morata.
- Pozo, J. (1999). *Aprendices y maestros*. Madrid: Alianza.
- Pozo, J., Pérez, M., Domínguez, J., Gómez, M., y Postigo, Y. (1994). *La Solución de Problemas*. Madrid: Santillana.
- Quintanal, F. (2012). Relación entre Estilos de Aprendizaje y Rendimiento Escolar en Física y Química de secundaria. *Vivat Academia*(117), 678 - 695.
- Ramírez, E. (2013). El Modelo de Resolución de Problemas en una Perspectiva de Investigación como Práctica Social Normada. *Tecná, Episteme y Didaxis*(34), 91-102.
- Randles, C., y Overton, T. (2015). Expert vs. Novice: Approaches Used by Chemists when Solving Open - ended Problems. *Chemistry Education Research and Practice* (16), 811-823.
- Repice, M., Keith, R., Hoglebe, M., Brown, P., Luesse, S., Gealy, D., y otros. (2016). Talking Through the Problems: a Study of Discourse in Peer-led Small Groups. *Chemistry Education Research and Practice*(17), 555-568.

- Rey, F. (2008). *Utilización de los Mapas Conceptuales como Herramienta Evaluadora del Aprendizaje Significativo del Alumno Universitario en Ciencias con Independencia de su Conocimiento de la Metodología*. Universitat Ramon Llull. Barcelona: Universitat Ramon Llull.
- Rios, R., y Maldonado, E. (2017). Relación entre los Estilos de Aprendizaje y las Teorías de Enseñanza. *Retos*(32), 7-13.
- Rodríguez, L., Aguirre, I., Granados, J., y Valdez, O. (2010). Un Modelo Pedagógico para la Enseñanza y Aprendizaje de Física Experimental Básica. *Revista Cubana de Física*, 27(2A), 163-166.
- Rodríguez, P. M. (2004). *La teoría del Aprendizaje Significativo. En Concepts maps: Theory, methodology, Technology. Proc. of the Firts International Conference on Concept Mapping*. (J. N. A.J Cañas, Ed.) Pamplona, España: Eds. Pamplona.
- Ross, P., Tronson, D., y Ritchie, R. (March de 2008). Increasing Conceptual Understanding of Glycolysis y The Krebs Cycle Using Role - Play. *The American Biology Teacher*, 70(3), 163-168.
- Ruiz, C. (2004). *Creatividad y Estilos de Aprendizaje*. Universidad de Málaga, Departamento de Métodos de Investigación e Innovación Educativa. Málaga: Universidad de Málaga.
- Sánchez, I., Moreira, M., y Caballero, C. (2009). Implementación de una propuesta de aprendizaje significativo de la cinemática a través de la resolución de problemas. *Igeniare, Revista Chilena de Ingeniería*, 17(1), 27-41.
- Sepúlveda, M., López, M., Torres, P., Luengo, J., Montero, E., y Contreras, E. (2011). Diferencias de Género en el Rendimiento Académico y en el Perfil de los Estilos y de Estrategias de Aprendizaje en Estudiantes de Química y Farmacia de la Universidad de Concepción . *Revista Estilos de Aprendizaje*, 4(7).
- Sigüenza, A., y Sáez, M. (1990). Análisis de la Resolución de Problemas como Estrategia de Enseñanza de la Biología. *Enseñanza de las Ciencias*, 8(3), 223-230.
- Silva, R. (2011). *Aprendizaje Significativo y Cooperativo en Blended Learning* . Universidad de Burgos, Departamento de Didácticas Específicas. Burgos: Universidad de Burgos.
- Simón, V. (2011). Diversidad de Estilos de Aprendizaje en el Aula de Música de ESO. *Ensayos*, 179-195.
- Steinmann, A., Bosch, B., y Aiassa, D. (2013). Motivación y Expectativas de los Estudiantes por Aprender Ciencias en la Universidad. *Revista Mexicana de Investigación Educativa*, 18(57), 585 - 598.



- Stevens, S., Shin, N., y Peek, D. (2013). Learning Progressions as a Guide for Developing meaningful Science Learning: A New Framework for Old Ideas. *Educación Química*, 381 - 390.
- Surapaneni, K., y Tekian, A. (2013). Concept Mapping Enhances Learning of Biochemistry. *Medical Education Online*(18), 1-4.
- Swimmer, J., y Brooks, D. (Dirección). (2008). *NatGeo Ciencia de la Obesidad* [Película].
- Teijón, J., Garrido, A., Blanco, D., Villaverde, C., Mendoza, C., y Ramírez, J. (2009). *Fundamentos de Bioquímica Metabólica* (Tercera ed.). Madrid: Tébar.
- Tena, M., y Jorrín, J. V. (s.f. ). *Estudio cinético de la actividad invertasa de levadura de panadería*. Cordoba: Departamento de Bioquímica y Biología Molecular, Campus Universitario de Rabanales.
- Trujillo, J., y Auduriz, A. (2002). El modelo de aprendizaje de Ausubel como soporte teórico para conceptualizar la teletutorización. *Journal of Science Education*, 3(2), 87-90.
- UNAD. (2011). *Bioquímica*. Recuperado el 26 de Febrero de 2016, de [http://datateca.unad.edu.co/contenidos/201103/201103/leccin\\_10\\_clasificacin\\_y\\_\\_propiedades\\_fisicoquimicas.html](http://datateca.unad.edu.co/contenidos/201103/201103/leccin_10_clasificacin_y__propiedades_fisicoquimicas.html)
- Universidad Pedagógica Nacional, Departamento de Química. (2000). *Proyecto Curricular Experimental para la Formación de Licenciados en Química*". Universidad Pedagógica Nacional. Bogotá: Universidad Pedagógica Nacional.
- Valle, A., y Barca, A. (1993). Aprendizaje significativo y enfoques del aprendizaje: el papel del alumno en el proceso de construcción de conocimientos. *Revista Ciencias de la Educación*(156), 481-502.
- Varela, M. (2014). *Relación entre los Estilos de Aprendizaje y los Niveles de Creatividad Motriz en los Estudiantes de la Institución Educativa las Delicias del Municipio de El Bagre*. Universidad de Antioquía. Cauca: Universidad de Antioquía .
- Varela, M. (2002). *La Resolución de Problemas en la Enseñanza de las Ciencias. Aspectos Didácticos y Cognitivos*. Universidad Complutense de Madrid, Departamento de Didáctica y Organización Escolar. Madrid: Universidad Complutense de Madrid.
- Varela, M. P., y Martínez, M. M. (1997). Investigar y Aprender Resolviendo Problemas de Física. *Revista Española de Física*, 11(2), 32-37.
- Voet, D., Voet, J., y Pratt, C. (2009). *Fundamentos de Bioquímica*. Madrid: panamericana.
- Vullo, D. (2014). El Desafío de Enseñar y Aprender Metabolismo en Cursos de Grado. *Química Viva*, 18-30.

Williams, B., Brown, T., y Etherington, J. (2012). Learning Styles of Undergraduate Nutrition and Dietetics Students. *Journal Allied Health*, 41(4), 170 -176.

Yuh-Shiow, L., Wen-Pin, Y., Ching-Fang, L., Sue-Hevi, S., y Bao-Huan, Y. (2014). An Exploratory Study of the Relationship Between Learning Styles and Academic Performance Among Students in Different Nursing Programs. *Contemporary Nurse*, 48(2), 229-239.

Yuriev, E., Naidu, S., Schembri, L., y Short, J. (6 de Mayo de 2017). Scaffolding the Development of Problem Solving Skills in Chemistry : Guiding Novice Students out of Dead Ends and False Starts. *Chemistry Education Research and Practice*.

Zapata, C. P. (2010). Estilos Cognitivos, de Aprendizaje y de Enseñanza: unas Relaciones Controvertidas. *Revista Actualidades Pedagógicas*(55), 45-58.

#### 4. Contenidos

**Antecedentes:** Se presenta una recopilación de trabajos de investigación realizados en el campo de la resolución de problemas, el aprendizaje significativo y las características individuales del aprendizaje, enmarcadas en los estilos de aprendizaje.

**Marco Conceptual:** En este capítulo se presenta el marco conceptual general sobre los tres tópicos principales de la investigación: aprendizaje significativo, resolución de problemas y estilos de aprendizaje, se resalta las diferentes miradas de los investigadores, la evolución que han tenido, así como las críticas a estos modelos, se incluye una revisión conceptual de los mapas conceptuales como herramienta para evaluar el aprendizaje significativo.

**Metodología:** Se presenta detalladamente la metodología de investigación pre-experimental utilizada en este trabajo, se incluye: diseño metodológico, etapas de investigación, población, instrumentos de recolección de información y los criterios de análisis.

**Resultados:** Los resultados de la investigación se presentan de forma secuencial según las etapas planteadas en la metodología, por lo que inicialmente se observa la distribución de los estilos de aprendizaje en la población objeto de estudio, luego un análisis cualitativo y cuantitativo del mapa conceptual inicial, las actividades en el aula, los resultados del mapa conceptual final o pos-test, con la respectiva evaluación del aprendizaje significativo logrado, la relación con la resolución de problemas y la influencia de los estilos de aprendizaje, utilizando herramientas estadísticas.

**Conclusiones y Proyecciones:** En este capítulo se presentan las consideraciones finales del trabajo de investigación, en las que se resalta la relación existente entre la resolución de problemas, el aprendizaje significativo de conceptos químicos y la influencia de los estilos de aprendizaje, igualmente, se resalta la necesidad de ampliar las categorías de los estilos de aprendizaje propuestos por Honey y Mumford, así como la propuesta de un modelo de aprendizaje cuantizado; por otro lado se plantean unas proyecciones de investigación enfocados a ampliar la investigación realizada.

### 5. Metodología

Se plantea un modelo pre-experimental sin grupo control, la población objeto de estudio se circunscribió a 102 estudiantes del programa de Licenciatura en Química, registrados en el ciclo de profundización, se utilizan instrumentos previamente validados y estandarizados como son el cuestionario CHAEA para identificar estilos de aprendizaje, mapas conceptuales, matriz de evaluación de mapas conceptuales.

Para el análisis de la información se emplearon los paquetes estadísticos Atlasti, SPSS y el programa Cmaptools para elaborar mapas conceptuales, se determinan algunos indicadores estadísticos como el alfa de Cronbach, los coeficientes  $\rho$  de Spearman,  $\tau$  de Kendall, medidas de tendencia central y medidas de correlación multivariada.

La investigación se desarrolla en una serie de etapas que permiten organizar los procedimientos investigativos planteados, dichas etapas son:

Etapas 1: Identificación de los estilos de aprendizaje y conceptos iniciales: es esta etapa se utiliza el cuestionario CHAEA para identificar los estilos de aprendizaje de los estudiantes, así como la elaboración de un mapa conceptual inicial.

Etapas 2 : Aplicación de la estrategia: en esta etapa se desarrolla la intervención en el aula donde se utilizan actividades enmarcadas en el modelo de resolución de problemas, se incluyen: indagación, clases magistrales, trabajos de laboratorio, foros y elaboración de mapas conceptuales.

Etapas 3: Evaluativa, en la cual se recolectan los datos, se sistematizan y son analizados mediante los paquetes estadísticos correspondientes.

### 6. Conclusiones

Los coeficientes de correlación  $\tau$  de Kendall y  $\rho$  de Spearman, permiten identificar una fuerte correlación entre el aprendizaje significativo y los estilos de aprendizaje, siendo el grupo de estudiantes con estilo de aprendizaje multiestilo y reflexivo quienes logran los mejores resultados.

El análisis estadístico de regresión curvilínea propone una ecuación matemática de orden cúbica que representa la correlación entre el estilo de aprendizaje y el nivel de aprendizaje significativo, esta ecuación matemática debe ser estudiada con mayor profundidad afinando la correlación de características individuales de los estudiantes con el aprendizaje significativo.

La aplicación del cuestionario CHAEA para identificar los estilos de aprendizaje muestra que el 64 % de los estudiantes no cuentan con un estilo de aprendizaje claramente definido en alguno de las cuatro categorías establecidas por Honey y Mumford, por lo que se propone una nueva categoría denominada multiestilo.

En este sentido, los resultados analizados en el capítulo anterior, muestran que las actividades diseñadas, el material de trabajo, la clase magistral, las prácticas de laboratorio, los foros virtuales de discusión, los mapas conceptuales, el pre-test y pos-test, son apropiados para el

logro de los objetivos propuestos en la investigación, evidenciado en el aprendizaje significativo de conceptos asociados a las proteínas, lípidos y glúcidos.
--

<b>Elaborado por:</b>	Rodrigo Rodríguez Cepeda
<b>Revisado por:</b>	Dr. Pedro Nel Zapata Castañeda

<b>Fecha de elaboración del Resumen:</b>	18	08	2017
--	----	----	------

## Tabla de Contenido

Índice de Tablas .....	24
Índice de figuras.....	27
Índice de anexos.....	31
Introducción .....	32
1. Justificación.....	38
<b>1.1. De los estilos de aprendizaje</b> .....	39
<b>1.2. De la resolución de problemas</b> .....	41
<b>1.3. El aprendizaje significativo</b> .....	41
2. Formulación del problema y objetivos de investigación .....	45
<b>OBJETIVOS</b> .....	49
<b>Objetivo General</b> .....	49
<b>Objetivos Específicos</b> .....	49
3. Antecedentes.....	51
<b>3.1. Estilos de aprendizaje</b> .....	51
<b>3.2. Del aprendizaje significativo</b> .....	57
<b>3.3. De la resolución de problemas</b> .....	61
4. Marco conceptual .....	68
<b>4.1. Estilos de aprendizaje</b> .....	68
<b>4.2. Resolución de problemas</b> .....	77
<b>4.2.1. ¿Cómo se define problema?</b> .....	77
<b>4.2.2. ¿Cómo se soluciona un problema?.</b> .....	79
<b>4.2.3. Tipos de problemas.</b> .....	81
<b>4.3. Aprendizaje significativo</b> .....	83
<b>4.3.1. Evaluación del aprendizaje significativo.</b> .....	90
<b>4.3.2. Los mapas conceptuales.</b> .....	91
<b>4.4. Reflexión final</b> .....	92
5. Metodología.....	95
<b>5.1. Diseño metodológico de la investigación</b> .....	96
<b>5.2. Etapas de la Investigación</b> .....	97

5.3. Población.....	103
5.4. Instrumentos de recolección de la información.....	103
5.4.1. Cuestionario CHAEA para identificar estilos de aprendizaje.....	104
5.4.2. Mapas conceptuales.....	106
5.5. Criterios de análisis.....	107
5.5.1. Criterios de análisis de los estilos de aprendizaje.....	108
5.5.2. Criterios de análisis: Aprendizaje significativo y resolución de problemas.....	108
6. Resultados.....	114
6.1. Estilos de aprendizaje.....	114
6.1.1. Análisis descriptivo para el estilo de aprendizaje activo.....	119
6.1.2. Análisis descriptivo para el estilo de aprendizaje reflexivo.....	120
6.1.3. Análisis descriptivo para el estilo de aprendizaje teórico.....	121
6.1.4. Análisis descriptivo para el estilo de aprendizaje pragmático.....	122
6.1.5. Análisis descriptivo para el estilo de aprendizaje multiestilo.....	124
6.1.6. Análisis descriptivo de los resultados del cuestionario CHAEA.....	133
6.2. Intervención en el aula.....	135
6.2.1. Proteínas.....	137
6.2.1.1. <i>Ejercicio de indagación.</i> .....	137
6.2.1.2. <i>Clase magistral.</i> .....	139
6.2.1.3. <i>Prácticas de laboratorio.</i> .....	139
6.2.1.4. <i>Foro virtual.</i> .....	149
6.2.1.5. <i>Mapa conceptual.</i> .....	157
6.2.2. Glúcidos.....	162
6.2.2.1. <i>Ejercicio de indagación.</i> .....	162
6.2.2.2. <i>Clase magistral.</i> .....	164
6.2.2.3. <i>Prácticas de laboratorio.</i> .....	164
6.2.2.4. <i>Foro virtual.</i> .....	173
6.2.2.5. <i>Mapa conceptual.</i> .....	181
6.2.3. Lípidos.....	191
6.2.3.1. <i>Ejercicio de indagación.</i> .....	191
6.2.3.2. <i>Clase magistral.</i> .....	193
6.2.3.3. <i>Prácticas de laboratorio.</i> .....	193
6.2.3.4. <i>Foro virtual.</i> .....	200
6.2.3.5. <i>Mapa conceptual.</i> .....	208
6.3. Consideraciones generales sobre las actividades desarrolladas en el aula.....	216
6.4. Análisis del pre-test, mapa conceptual inicial.....	219
6.4.1. Validación de la matriz evaluativa.....	221
6.4.2. Análisis cualitativo del mapa conceptual inicial pre-test.....	222
6.4.3. Análisis cuantitativo del mapa conceptual inicial pre-test.....	225
6.5. Análisis del pos-test, mapa conceptual final.....	234
6.5.1. Análisis cualitativo del mapa conceptual final pos-test.....	234
6.5.2. Análisis descriptivo.....	253
6.5.3. Análisis correlacional.....	256
6.5.3.1. <i>Estimación del aprendizaje significativo.</i> .....	257

6.5.3.2. <i>Influencia de los estilos de aprendizaje</i> .....	272
7. Conclusiones y proyecciones.....	283
7.1. Desde el problema y los objetivos .....	284
7.2. De los estilos de aprendizaje .....	286
7.3. De la metodología .....	287
7.4. De la resolución de problemas.....	289
7.5. Proyecciones investigativas.....	293
Referencias.....	295

## Índice de Tablas

Tabla 1: Clasificación de estilos de aprendizaje .....	70
Tabla 2: Tipos de percepción y procesamiento de la información según Kolb .....	72
Tabla 3: Características de los estilos de aprendizaje de Honey y Alonso (1992) .....	74
Tabla 4: Coeficiente de confiabilidad alpha de Cronbach .....	105
Tabla 5: Criterios de análisis para estilos de aprendizaje .....	108
Tabla 6: Criterios de análisis del aprendizaje significativo .....	109
Tabla 7: Criterios de análisis para la resolución de problemas.....	113
Tabla 8: Baremo para interpretar los resultados del cuestionario CHAEA .....	115
Tabla 9: Resultados de la aplicación del cuestionario CHAEA .....	115
Tabla 10: Perfil Estilístico General, Estudiantes Mustiestilo .....	125
Tabla 11: Consolidado moda estadística por estilo de aprendizaje para estudiantes multiestilo	129
Tabla 12 Actividades Propuestas para Abordar el Problema General .....	136
Tabla 13: Funciones de las proteínas, indagación de los estudiantes .....	137
Tabla 14: Códigos o temas relacionados con las proteínas en los informes de laboratorio obtenidos en el análisis con ATLAS.ti .....	141
Tabla 15: Análisis de resultados realizados por los estudiantes en el informe de laboratorio....	143
Tabla 16: Análisis de resultados del laboratorio donde se incluye la relación proteínas y alimentos .....	143
Tabla 17: Análisis de resultados donde se incluyen los códigos : Aminoácidos esenciales e importancia estructural.....	144
Tabla 18: Códigos/temas relacionados con las proteínas en el foro virtual.....	150
Tabla 19: Familias de códigos .....	153



Tabla 20: Conceptos propuestos para el mapa conceptual .....	157
Tabla 21: Función de los glúcidos, indagación de los estudiantes .....	162
Tabla 22: Códigos/temas relacionados con los glúcidos utilizados en los informes de laboratorio .....	166
Tabla 23 : Análisis de resultados informe glúcidos, realizados por los estudiantes .....	168
Tabla 24: Análisis de resultados informe glúcidos, donde se incluye el tema de "Composición en alimentos" .....	169
Tabla 25: Temas relacionados con los glúcidos en el foro virtual.....	174
Tabla 26: Familias de temas, Foro virtual glúcidos .....	176
Tabla 27: Conceptos propuestos para el mapa conceptual .....	181
Tabla 28 : Función de los lípidos, indagación de los estudiantes .....	192
Tabla 29: Temas relacionados con los lípidos utilizados en los informes de laboratorio.....	195
Tabla 30: Análisis de resultados informe lípidos, realizados por los estudiantes.....	197
Tabla 31: Temas relacionados con los lípidos en el foro virtual. ....	201
Tabla 32: Familias de temas, Foro virtual lípidos.....	204
Tabla 33: Conceptos propuestos para el mapa conceptual .....	209
Tabla 34: Matriz Evaluativa del Mapa Conceptual .....	219
Tabla 35: Nota holística del mapa conceptual .....	220
Tabla 36: Categorización valoración (V) a valor asignado (VA).....	220
Tabla 37: Tabla de datos valor asignado (VA) para cálculo de fiabilidad.....	221
Tabla 38: Estadístico de fiabilidad alfa de Cronbach .....	222
Tabla 39: Ejemplos valoración del mapa conceptual pre-test .....	226
Tabla 40 : Codificación de los Estilos de Aprendizaje para el Análisis Correlacional. ....	228
Tabla 41 : Resumen de los Datos Analizados.....	229

Tabla 42 : Ajuste Estadístico de los Modelos, Coeficiente Chi-cuadrado.....	229
Tabla 43 : Correlación No Paramétrica Estilo de Aprendizaje vs. Valor Evaluativo del mapa Conceptual Inicial. ....	230
Tabla 44 : Correlación de Pearson Estilo de Aprendizaje vs. Valor Evaluativo del Mapa Conceptual Inicial. ....	231
Tabla 45 : Coeficiente de Wilcoxon, Grado de Asociación Etilos de Aprendizaje - Conceptos Iniciales, según Mapa Conceptual Inicial. ....	232
Tabla 46: Ejemplos valoración del mapa conceptual final, postest .....	253
Tabla 47: Comparación de la valoración numérica pre-test vs pos-test, estudiantes Multiestilo	257
Tabla 48: Comparación de la valoración numérica pre-test vs post-test, estudiantes Reflexivos .....	259
Tabla 49: Comparación de la valoración numérica pre-test vs. post-test, estudiantes Teóricos	259
Tabla 50: Comparación de la valoración numérica pre-test vs. post-test, estudiantes Pragmáticos .....	260
Tabla 51: Comparación de la valoración numérica pre-test vs. post-test, estudiantes Activos ..	260
Tabla 52: correlación bivariada Tau- b de Kendall .....	262
Tabla 53: Correlación bivariada rho de Spearman .....	264
Tabla 54: Valor asignado a los estilos de aprendizaje .....	273
Tabla 55: Datos estilo de aprendizaje y aprendizaje significativo para análisis estadístico .....	273
Tabla 56: Correlación bivariada Tau b de Kendall y Rho de Spearman (Estilos - Aprendizaje significativo) .....	274
Tabla 57: Datos Fiabilidad instrumento y aprendizaje significativo .....	277
Tabla 58: Correlación bivariada: Fiabilidad instrumento y CE .....	277
Tabla 59: Regresión curvilínea tipo lineal .....	278
Tabla 60: Regresión curvilínea tipo cuadrática .....	279
Tabla 61: Regresión curvilínea tipo cúbica .....	279

## Índice de figuras

Figura 1: Modelo de aprendizaje según Kolb .....	71
Figura 2: Matriz de cuatro cuadrantes, estilos de aprendizaje de Kolb .....	72
Figura 3: Propuesta metodológica .....	102
Figura 4: Frecuencia Estilo Activo .....	119
Figura 5: Número de Respuestas Positivas, Cuestionario CHAEA Estilo Activo .....	120
Figura 6: Frecuencia Estilo Reflexivo .....	121
Figura 7: Número de Respuestas Positivas Cuestionario CHAEA, Estilo Reflexivo.....	121
Figura 8: Frecuencia Estilo Teórico.....	122
Figura 9: Número de Respuestas Positivas, Cuestionario CHAEA Estilo teórico .....	122
Figura 10: Frecuencia Estilo Pragmático .....	123
Figura 11: Número de Respuestas Positivas, Cuestionario CHAEA, Estilo Pragmático .....	123
Figura 12: Distribución de Respuestas en el Estilo Activo para Estudiantes Multiestilo.....	127
Figura 13: Distribución de respuestas en el Estilo Reflexivo para Estudiantes Multiestilo .....	128
Figura 14: Distribución de Respuestas en el Estilo Teórico para Estudiantes Multiestilo .....	128
Figura 15: Distribución de Respuestas en el Estilo Pragmático para Estudiantes Multiestilo ...	129
Figura 16: Perfil Estilístico para los Estudiantes Multiestilo.....	130
Figura 17: Consolidado Estilos de Aprendizaje.....	134
Figura 18: Uso de los códigos en los informes de laboratorio.....	142
Figura 19: Red de códigos, Estudiantes 40, 43 y 68.....	146
Figura 20: Red de códigos, Estudiantes 36 y 39 .....	147
Figura 21: Red de códigos, Estudiantes 30 y 38.....	148
Figura 22: Participación en foro virtual .....	149

Figura 23: Uso de los códigos durante el foro .....	152
Figura 24: Red de códigos relacionados con la familia Salud .....	155
Figura 25: Red de códigos relacionados entre cultura, sociedad y salud.....	157
Figura 26: Mapa conceptual sobre proteínas, estudiante reflexivo.....	158
Figura 27: Mapa conceptual sobre proteínas, estudiante teórico.....	160
Figura 28: Uso de los temas asociados a los glúcidos en los informes.....	167
Figura 29: Red de temas, informe laboratorio glúcidos Estudiantes 05 y 17 .....	170
Figura 30: Red de temas, informe laboratorio glúcidos Estudiantes 19, 24 y 14 .....	171
Figura 31: Red de temas, informe laboratorio glúcidos Estudiantes 03, 10,70 .....	172
Figura 32: Participación en foro virtual .....	173
Figura 33: Uso de temas durante el foro .....	176
Figura 34: Red de relaciones entre temas del foro sobre carbohidratos .....	178
Figura 35: Red de temas asociados con la sociedad .....	179
Figura 36: Red de temas asociados con la salud.....	180
Figura 37: Red de temas asociados con bioquímica .....	181
Figura 38: Mapa conceptual glúcidos, estudiante 97, estilo de aprendizaje activo .....	183
Figura 39: Mapa conceptual glúcidos, estudiante 37, estilo de aprendizaje pragmático .....	185
Figura 40: Mapa conceptual glúcidos, estudiante 43, estilo de aprendizaje reflexivo .....	186
Figura 41: Mapa conceptual glúcidos, estudiante 27, estilo de aprendizaje teórico.....	188
Figura 42: Mapa conceptual glúcidos, estudiante 06, multiestilo de aprendizaje .....	190
Figura 43: Uso de los temas asociados a los lípidos en los informes .....	196
Figura 44: Red de temas, informe laboratorio lípidos Estudiantes 51 y 55 .....	198
Figura 45: Red de temas, informe laboratorio lípidos, Estudiantes 27, 72 y 92.....	199

Figura 46: Foro virtual, tema Lípidos .....	200
Figura 47: Uso de temas durante el foro virtual .....	203
Figura 48: Red de relaciones entre temas del foro sobre lípidos .....	205
Figura 49: Red de temas asociados con los conceptos en bioquímica.....	206
Figura 50: Red de temas asociados a los lípidos y la salud .....	208
Figura 51: Mapa conceptual lípidos, estudiante 35, estilo de aprendizaje activo.....	210
Figura 52: Mapa conceptual lípidos, estudiante 65, estilo de aprendizaje pragmático.....	211
Figura 53: Mapa conceptual lípidos, estudiante 98 reflexivo .....	213
Figura 54: Mapa conceptual lípidos, estudiante 30, estilo de aprendizaje teórico .....	214
Figura 55: Mapa conceptual lípidos, estudiante 100, multiestilo de aprendizaje .....	215
Figura 56: Mapa Conceptual Inicial del Estudiante 100, con Estilo de Aprendizaje Multiestilo	223
Figura 57: Mapa Conceptual Inicial del Estudiante No 96, con Estilo de Aprendizaje Activo .	224
Figura 58: Distribución Porcentual de la Evaluación, Mapa Conceptual Inicial.....	227
Figura 59: Evaluación General del Mapa Conceptual Inicial, Frecuencia-Estilo de Aprendizaje - Valoración.....	227
Figura 60: Mapa conceptual final del estudiante 100, estilo de aprendizaje multiestilo .....	236
Figura 61: Mapa conceptual inicial del estudiante 100, con estilo de aprendizaje multiestilo...	238
Figura 62: Mapa conceptual final del estudiante 96, con estilo de aprendizaje activo.....	239
Figura 63: Mapa conceptual inicial del estudiante 96, con estilo de aprendizaje activo .....	240
Figura 64: Mapa conceptual final del estudiante 27, estilo de aprendizaje teórico .....	243
Figura 65: Mapa conceptual inicial del estudiante 27, con estilo de aprendizaje teórico.....	244
Figura 66: Mapa conceptual final del estudiante 98, estilo de aprendizaje reflexivo.....	247
Figura 67: Mapa conceptual inicial del estudiante 98, con estilo de aprendizaje reflexivo .....	248

Figura 68: Mapa conceptual final del estudiante 90, estilo de aprendizaje pragmático ..... 249

Figura 69: Mapa conceptual inicial del estudiante 90, con estilo de aprendizaje pragmático .... 251

Figura 70: Distribución de la Evaluación del Mapa conceptual, comparación pre-test y pos-test  
..... 254

Figura 71: Evaluación general del mapa conceptual pretest-postet, frecuencia, estilo de  
aprendizaje, valoración ..... 255

Figura 72: Histograma Nivel de aprendizaje significativo (CE) para estudiantes multiestilo.... 266

Figura 73: Histograma Nivel de aprendizaje significativo (CE) para estudiantes reflexivos..... 267

Figura 74: Histograma Nivel de aprendizaje significativo (CE) para estudiantes Teóricos..... 268

Figura 75: Histograma Nivel de aprendizaje significativo (CE) para estudiantes pragmáticos . 268

Figura 76: Histograma Nivel de aprendizaje significativo (CE) para estudiantes Activos ..... 270

Figura 77: Gráfica de regresión, modelo cúbico..... 280

## Índice de anexos

Anexo I. Cuestionario CHAEA .....	307
Anexo 2. Pre-test y pos-test .....	312
Anexo 3. Mapas conceptuales.....	313
Anexo 4. Actividades en el aula .....	318
Anexo 5. Prácticas de laboratorio .....	326
Anexo 6. Valoración mapas conceptuales .....	345
Anexo 7. Tablas estadísticas .....	351

## **Introducción**

Al realizar una revisión de los procesos de enseñanza – aprendizaje se resalta la preocupación de los investigadores en didáctica por cambiar los modelos tradicionales centrados en el aprendizaje memorístico y en la transmisión – recepción de la información, sin embargo, los modelos propuestos aún no han sido eficaces, ya que algunos estudiantes no logran los objetivos esperados en su proceso de aprendizaje, donde la desmotivación y actitudes negativas, especialmente hacia las ciencias, son los aspectos colaterales del proceso fallido.

Por otra parte, aun cuando los profesores aceptan las diferencias individuales de los estudiantes en aspectos tales como: la personalidad, los gustos, intereses, motivaciones, estrategias y ritmos de aprendizaje, lo cierto es que, en los procesos educativos poco se tienen en cuenta estas diferencias a la hora de planear y llevar a cabo diversas estrategias de enseñanza en el aula.

En este contexto, la presente investigación examina la posible influencia que tiene el estilo de aprendizaje, sobre el aprendizaje significativo que alcanzan los estudiantes cuando trabajan desde un modelo de resolución de problemas. Desde esta perspectiva, la revisión bibliográfica muestra que los estudios sobre estilos de aprendizaje se han llevado al margen de las experiencias de enseñanza y aprendizaje en el aula, en su mayoría han sido enfocados en el diagnóstico de las diferencias en los ritmos y estrategias de aprendizaje, y son deficientes los estudios sistemáticos dirigidos a identificar su real influencia en los niveles de aprendizaje logrados por los estudiantes, cuando se enfrentan a estrategias didácticas suficientemente controladas.



¿Es adecuada la resolución de problemas como estrategia didáctica para el aprendizaje de las ciencias en todos los estudiantes?, ¿Alcanzan los estudiantes los mismos niveles de aprendizaje cuando trabajan en un modelo de resolución de problemas? ¿Puede el estilo de aprendizaje de cada estudiante explicar su desempeño en un modelo de resolución de problemas? Sin duda alguna, estas preguntas pretenden abrir una discusión en torno a la creencia generalizada de que las estrategias didácticas pueden servir de igual manera a todos los estudiantes sin tener en cuenta las diferencias individuales, máxime cuando los profesores de ciencias han descuidado los aportes de la psicología diferencial al campo de la enseñanza de las ciencias.

La presente tesis doctoral es un intento de integrar tres campos importantes de conocimiento, a saber: en primer lugar los avances en el campo de la resolución de problemas como estrategia de enseñanza de las ciencias, la cual, tuvo mucho auge en la década de los años 1980 y 1990, posteriormente cedió terreno debido quizás, a la influencia de otros modelos, pero las perspectivas de enseñanza centradas en el uso de las TIC, como un nuevo paradigma en la educación, han impulsado nuevamente el interés investigativo en este modelo.

En segundo lugar, el campo de la psicología del aprendizaje la cual, aunque también se ha orientado hacia los estudios sobre el aprendizaje en ambientes computacionales, sigue siendo importante para cualquier investigador que se preocupe por los efectos de las estrategias de enseñanza en el aula, sin duda alguna, los niveles de aprendizaje que alcanzan los estudiantes en el aula siguen siendo un tema de importancia y discusión, máxime cuando la calidad educativa, evaluada a través de pruebas estandarizadas como PISA, resalta la importancia de aprendizajes significativos y duraderos.

En tercer lugar, el campo de las diferencias individuales, que en esta investigación se circunscribe a los estudios sobre los estilos de aprendizaje, como factor importante en la explicación de los niveles de aprendizaje logrados por los estudiantes en las aulas.

De acuerdo con lo anterior, en el primer capítulo se presenta una justificación de la investigación, se plantea la importancia del estudio a partir de tres aspectos clave, a saber: en primer lugar, el estudio de los estilos de aprendizaje en contextos de enseñanza de las ciencias, particularmente desde el modelo de Honey y Mumford (1986); en segundo lugar, la resolución de problemas como estrategia de enseñanza-aprendizaje de las ciencias y, en tercer lugar, la teoría del aprendizaje significativo, como referente para explicar los procesos de retención y asimilación de conceptos en la estructura cognitiva del que aprende.

En el segundo capítulo se presenta una descripción y formulación del problema de investigación, se presentan los diversos argumentos del campo problemático en el que se inscribe la investigación junto con los objetivos que se esperan alcanzar.

En el tercer capítulo se presenta una revisión de los antecedentes, los cuales exponen algunos de los resultados obtenidos por diversos investigadores en el campo de los estilos de aprendizaje, la resolución de problemas y el aprendizaje significativo, destacando el hecho que no se han encontrado estudios integradores de estos tres campos del conocimiento. Así pues, se muestra un panorama general del estado actual del tema de investigación tanto en el ámbito internacional como nacional, que abarca trabajos realizados desde 1974 hasta 2016, dando cuenta de los diversos aportes realizados.

El cuarto capítulo presenta el marco conceptual en el que se fundamenta la investigación, se parte de los estudios sobre los estilos de aprendizaje y particularmente el modelo de Honey y Mumford (1986), se destacan en este apartado también los trabajos de Felder y Silverman

(1988), Fleming y Mills (1987), y Grasha (1974), se hace énfasis en el trabajo desarrollado por Honey y Mumford, así como las posteriores investigaciones realizadas por Honey y Alonso (1992) quienes caracterizan cada estilo de aprendizaje propuesto y elaboran un instrumento para identificarlos.

Por otra parte, se realiza una contextualización de la resolución de problemas como estrategia de enseñanza de las ciencias dentro del denominado “paradigma constructivista” y, finalmente, se presenta un panorama conceptual alrededor de los desarrollos recientes de la teoría del aprendizaje significativo propuesta por Ausubel (2002) y las investigaciones que han llevado a plantear algunas variantes como el aprendizaje significativo crítico propuesto por Moreira (2005).

En el capítulo quinto se plantea la metodología investigativa, su base epistemológica, las etapas de la investigación, el diseño, la descripción de la población objeto de estudio, el empleo de la estrategia de resolución de problemas y las técnicas de recolección de información.

En el capítulo sexto, se presentan los resultados obtenidos en la investigación y su respectivo análisis, empezando por el cuestionario CHAEA (Alonso, 1992) para identificar los estilos de aprendizaje, la información pertinente de las actividades en el aula articuladas a la resolución de problemas y se identifica la relación entre el aprendizaje significativo, la estrategia didáctica y los estilos de aprendizaje mediante el uso de herramientas estadísticas.

En el capítulo de conclusiones y proyecciones se realiza una reflexión alrededor de los resultados obtenidos, La metodología, los estilos de aprendizaje, el modelo de resolución de problemas y unas conclusiones generales, destacándose la necesidad de ampliar los estilos de aprendizaje propuestos por Honey y Mumford (1986), las dificultades que se presenta en la

aplicación del modelo de resolución de problemas, la evaluación del aprendizaje significativo todos ellos enfocados en dar respuesta a los objetivos investigativos propuestos.

Finalmente, sobre la base de las conclusiones se plantean algunas perspectivas investigativas derivadas de los resultados obtenidos en la investigación, entre otras, se plantea estudiar otras variables que pueden influir en el aprendizaje significativo, igualmente se propone flexibilizar las categorías de los estilos de aprendizaje con lo que podría, en un momento dado, plantear una nueva teoría del aprendizaje.

Para el desarrollo de esta investigación se trabaja con estudiantes del programa de Licenciatura en Química, y particularmente con los estudiantes de Licenciatura en química de la Universidad Pedagógica Nacional registrados en el ciclo de profundización, esta muestra poblacional se seleccionada porque en la estructura del “Proyecto Curricular Experimental para la Formación de Licenciados en Química” (Universidad Pedagógica Nacional, Departamento de Química, 2000), a partir de quinto semestre, se debe hacer énfasis en el trabajo autónomo, ámbito en el que la resolución de problemas ha sido estudiado por diversos investigadores.

La investigación sustenta las características individuales de los estudiantes mediante el uso del Cuestionario Honey-Alonso de Estilos de Aprendizaje CHAEA (Alonso, 1992) para identificar los estilos de aprendizaje, las actividades en el aula se plantean desde el modelo de resolución de problemas y el grado de aprendizaje se sustenta desde la teoría del aprendizaje significativo de Ausubel.

En general, se utilizan fuentes primarias y secundarias, los datos se recolectan mediante instrumentos que permiten obtener datos cualitativos y cuantitativos, a fin de identificar las posibles relaciones entre la estrategia constructivista de resolución de problemas y el aprendizaje

significativo de conceptos químicos, involucrando los estilos de aprendizaje como un factor interviniente.

## 1. Justificación

Los procesos de enseñanza – aprendizaje en la educación universitaria son complejos, ya que por su naturaleza multicultural, multiétnica, integradora, interdisciplinaria, de pensamiento pluralista y que promueve la autonomía personal, es posible encontrar diferentes variables que los afecta, entre otras, se pueden mencionar las características propias de los estudiantes (personalidad, intereses, actitudes, estilos y estrategias de aprendizaje, entorno, etc.), y las características propias de los profesores (personalidad, intereses, actitudes, competencias profesionales, estilos de enseñanza, etc.).

La influencia de las variables antes mencionadas en los procesos de enseñanza y aprendizaje, son la fuente de diversas investigaciones enfocadas a definir el éxito o el fracaso en el proceso de aprendizaje, investigadores como Davis y Schroeder (1982), Myers (1980) y Cross (1987), citados por González, (2001) argumentan que los conflictos y los posibles factores de riesgo para el fracaso se aumentan, debido a las particularidades de cada estudiante como ser único.

Por otra parte, se resaltan las investigaciones encaminadas a desarrollar estrategias didácticas tendientes a medir el impacto de las variables que afectan el aprendizaje, así como aquellas enfocadas a proponer teorías al respecto, sin la ejecución de actividades rigurosamente planeadas para determinar su efectividad, al respecto, Marín (2003) menciona: “contrasta la alta incidencia del constructivismo para orientar los problemas de la enseñanza de las ciencias, con el hecho de que cualquier trabajo que declare su afiliación con esta posición, sin más detalles, solo permite suponer cierto compromiso con la afirmación: *el alumno construye su conocimiento*” ,

en este comentario, el autor muestra la perspectiva de muchos trabajos donde solamente llegan a declarar su enfoque constructivista, sin que en realidad se aplique al desarrollo de sus investigaciones.

Estos hechos abren la puerta para investigar diversas propuestas didácticas estructuradas bajo principios epistemológicos claros y coherentes, que sean la base para determinar el impacto de algunos de los factores intervinientes en el proceso de enseñanza–aprendizaje, especialmente en aquellos estudiantes con un bajo desempeño académico, logrado a pesar de los esfuerzos durante la intervención en el aula.

### **1.1. De los estilos de aprendizaje**

Los estudios sobre las diferencias individuales en el aprendizaje comenzaron en la década de 1970, pero es en la década de 1980 cuando despiertan gran interés entre los investigadores, es así como Lopez, (1989) señala: “ la cuestión de las diferencias individuales se ha ido definiendo como un factor a considerar en las investigaciones sobre la enseñanza y el aprendizaje científicos”, de igual manera, Lopez (1989) , refiriéndose a los estudios sobre los estilos cognitivos menciona: “a pesar de la consolidación de la dependencia-independencia de campo como constructo psicológico, con frecuencia es ignorada en investigaciones sobre la enseñanza y el aprendizaje científicos en las que, por su propia naturaleza, debería ser tomada en consideración”, por su parte Palacios y Carretero, (1982) han señalado que:

“... es necesario que las diferencias individuales en la cognición sean conocidas en los ambientes profesionales de la psicología y la educación- que no lo son en absoluto o lo son solo suficientemente- y, sobre todo, que se desarrolle entre nosotros la investigación empírica en torno a los problemas asociados con dichas diferencias, que es la forma más efectiva de hacerles frente, aunque no sea la más directa ( p.103)”

En este contexto, los estilos de aprendizaje, al igual que los estilos cognitivos, son un factor importante a tener en cuenta en los estudios sobre los procesos de aprendizaje en el aula, quizás, cierta aversión hacia la psicología del aprendizaje por parte del profesorado, no ha hecho más que descuidar el aporte de este campo del conocimiento a los estudios en didáctica de las ciencias.

La investigación que aquí se presenta pretende, precisamente convertirse en un aporte en el sentido señalado por Palacios y Carretero (1982), al ofrecer evidencias en torno al papel que cumplen los estilos de aprendizaje en la explicación de los niveles de aprendizaje logrados por los estudiantes en las ciencias.

Aunque si bien es cierto, existen diversas discusiones acerca de la naturaleza de los estilos cognitivos, los estilos de aprendizaje y sus posibles relaciones (Zapata, 2010), lo cierto es que en esta investigación se ha asumido el concepto de estilo de aprendizaje, por considerarlo más pertinente para explicar el tipo de objetivos y de procesos cognitivos que se ponen en ejecución durante la actividad educativa.

Por otra parte, para el caso de los estilos de aprendizaje, se destaca la existencia de diversos trabajos de investigación que plantean posiciones y propuestas de diferentes vías para categorizar y clasificar los estilos de aprendizaje, dificultando la elección de instrumentos, sin embargo, teniendo en cuenta el interés por aplicar un instrumento previamente validado y fiable para un entorno universitario, se adoptó el modelo de estilos de aprendizaje propuesto por Honey y Mumford (1986) y el instrumento desarrollado por Honey y Alonso (1992) para identificar los estilos de aprendizaje, este instrumento cumple con las condiciones de validez y fiabilidad que le ha permitido ser utilizado en diversas investigaciones.



## **1.2. De la resolución de problemas**

Es claro que existen diversos modelos constructivistas utilizados como estrategias encaminadas a lograr un aprendizaje de conceptos, para efectos de esta investigación se circunscribe en la resolución de problemas como estrategia constructivista para el aprendizaje significativo de conceptos químicos, toda vez que la química está fuertemente asociada a las problemáticas del mundo que nos rodea y cuenta con un alto nivel de desarrollo práctico.

En otras investigaciones se ha reconocido algunas dificultades que tienen los estudiantes al intentar relacionar las teorías científicas con el entorno extraescolar, ámbito en el que la resolución de problemas se acepta como una actividad apropiada para integrar actividades relacionadas con los individuos, el currículo, la evaluación escolar y el entorno. Varela y Martínez, (1997), han señalado que: “La resolución de problemas es reconocida como una actividad esencial, encontrándose integrada en todos los currículos académicos y considerándose, además, instrumento indispensable para la evaluación de los resultados obtenidos por los estudiantes”.

Igualmente, algunos investigadores enfocados en la enseñanza de las ciencias, consideran que la resolución de problemas tiene la ventaja de contar con un conocimiento bien estructurado, incluyendo teorías y principios, sin mencionar procedimientos bien organizados para solucionar problemas, especialmente relacionados con el mundo real (Eylon y Linn, 1988), justificando su uso como vía para el aprendizaje significativo de conceptos químicos.

## **1.3. El aprendizaje significativo**

El auge de las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) en la educación, han tenido una enorme influencia en los últimos años, impulsando el desarrollo de propuestas para explicar la naturaleza de los aprendizajes que se producen en los ambientes mediados por

las TIC, algunas de ellas basadas en los modelos constructivistas y otras basadas en nuevos modelos de enseñanza-aprendizaje, sin embargo, lo cierto es que la teoría del aprendizaje significativo aún cuenta con gran interés investigativo incluyendo su aplicación en ambientes virtuales de aprendizaje, gracias a las posibilidades para explicar los diversos efectos que tienen las herramientas didácticas aplicadas en las aulas.

En el ambiente universitario, donde el aprendizaje de conceptos reviste una especial importancia, la teoría del aprendizaje significativo ha sido estudiada, demostrando su aplicabilidad y beneficios, pero igualmente ha recibido distintas críticas (Pozo J. , 1989), se han propuesto diversas alternativas y nuevos aportes al modelo (Rodríguez P. M., 2004).

Rodríguez P. M., (2004) señala: “supuestamente al amparo de la teoría del aprendizaje significativo se han planificado muchas programaciones escolares y programas curriculares y en el fondo no sabemos muy bien cuáles son sus aspectos más destacados”, desde esta perspectiva, se considera que la propia evolución de la teoría del aprendizaje significativo, gracias a los trabajos de Novak J. D., (1988) y Moreira (2000), entre otros, permite comprender la naturaleza de los procesos del aprendizaje de las ciencias en el contexto educativo.

Las anteriores reflexiones han permitido ampliar las posibilidades para que los investigadores enfoquen sus trabajos en diversas propuestas didácticas estructuradas bajo principios epistemológicos claros, coherentes y rigurosos, permitiendo así determinar el impacto de algunos factores que intervienen en el proceso de enseñanza – aprendizaje.

A la luz de las exigencias de la sociedad actual, es necesario que los profesionales estén en la capacidad de relacionar la teoría y la práctica, contar con pensamiento práctico, resolver problemas en la era de la información y la incertidumbre, exigiendo una gran capacidad de adaptarse al cambio (Pérez, 2010), en este sentido, el aprendizaje significativo de conceptos

puede contribuir en el cumplimiento de estas nuevas exigencias, al permitir la aplicación efectiva del conocimiento adquirido en la formación universitaria.

En este contexto, la población objeto de estudio son estudiantes del programa de Licenciatura en Química de la Universidad Pedagógica Nacional registrados en el ciclo de profundización, quienes deben construir conocimiento, profundizar en él y desarrollar competencias investigativas, es claro que los estudiantes de los programas de Licenciatura en general, y por lo tanto de Licenciatura en Química, están llamados a tener una alta formación conceptual propia de su disciplina específica, integrada a los aspectos culturales y sociales, por lo que son pertinentes los trabajos investigativos que aporten en este sentido.

Por su parte, la presente investigación, se enfoca en la construcción de conceptos químicos, y aporta en la identificación de los estilos de aprendizaje más representativos de la población objeto de estudio, además en ella se hace una reflexión sobre la aplicabilidad de la resolución de problemas en aspectos actuales como es la salud.

Así pues, el objetivo de esta investigación se centra en conocer la relación entre el aprendizaje significativo de conceptos químicos y la resolución de problemas, introduciendo los estilos de aprendizaje como un factor que puede incidir en el aprendizaje significativo, se crea un sistema tridimensional de investigación con el fin de generar propuestas para desarrollar actividades en el aula, que cubran las expectativas del programa de Licenciatura en química.

Con los argumentos anteriores se espera lograr un acercamiento a la identificación de relaciones entre el aprendizaje significativo de conceptos químicos asociados a las proteínas, glúcidos y lípidos, entendidos como tópicos centrales de la bioquímica, la resolución de problemas como modelo constructivista, en el que se plantean estrategias didácticas y la

influencia de los estilos de aprendizaje de los estudiantes, aspecto asociado a las características individuales que marcan intereses e incluso formas de actuar.

De esta manera, la presente investigación aporta en identificar la real influencia de las diferencias individuales en los procesos de aprendizaje, apartándose de la idea generalizada de que las estrategias didácticas son válidas para todas las personas, lo cual ha generado deserción, desinterés, desmotivación, probablemente malas actitudes y apatía de la población escolar por aprender ciencias.

Adicionalmente, la metodología propuesta pretende incentivar la investigación en el área de las individualidades de los estudiantes, generadoras de una alta incertidumbre, diseñando estrategias didácticas en la enseñanza de la química, promotoras de un aprendizaje significativo, modificador de la estructura cognitiva, duradero en el tiempo, dinámico y articulado con el entorno cambiante del futuro profesional.

## 2. Formulación del problema y objetivos de investigación

La sociedad actual se caracteriza por su complejidad y diversidad, donde las denominadas “nuevas tecnologías de la información y la comunicación” hacen que las personas tengan la posibilidad de estar en contacto con el mundo de manera rápida, influyendo en los grandes cambios culturales, educativos y comunicativos. En este sentido Halper (1994) citado en Cruz, (2001), menciona: “más que en ningún otro segmento de la sociedad, es en los recintos universitarios donde los cambios son más notables”, razón por la cual es necesario que los futuros profesionales en educación se preparen para un mundo cambiante, donde el desarrollo de destrezas, actitudes y habilidades se convierten en objetivos importantes para enfrentar dichos cambios en un mundo cada vez mas competitivo, y dinámico.

En el contexto anterior y reconociendo las dificultades de todo proceso educativo, en la relación profesor-estudiante, derivadas de situaciones tales como: las expectativas de aprendizaje que tiene el profesor de sus alumnos, los estilos de aprendizaje, el entorno social del estudiante, estilos de enseñanza de los profesores, el entorno político, etc. (Felder y Silverman, 1988), es factible reconocer la importancia del docente, quien debe identificar estas problemáticas y plantear formas de solucionarlas, es así como, la vida universitaria se convierte en el escenario propicio para investigar estas variables, así, los jóvenes que se están formando como docentes deben ser preparados para afrontar los retos sociales, con la capacidad de identificar las tensiones profesor–estudiante, buscar soluciones para armonizar los procesos de enseñanza–aprendizaje, evitar problemas de atención, aburrimiento, malos resultados en los exámenes y en muchas ocasiones la deserción.

En este sentido, los procesos de formación universitaria requieren actividades diseñadas para el aprendizaje de conceptos propios de cada disciplina, pero unidas al desarrollo de algunas habilidades que le permitan al futuro profesional responder a las exigencias de la sociedad, esta necesidad queda claramente expresada cuando el Business and Economics--Banking and Finance (Notas Financieras), (2005) realiza una crítica a los profesionales colombianos mencionando que:

*“Los profesionales colombianos confían demasiado en su intuición, en sus habilidades para negociar, y en su malicia indígena, mientras que los profesionales de otras latitudes hacen bien la tarea – estudiando las opciones, evaluando con rigor las propuestas y preparando exhaustivamente los cursos de acción”.*

Atendiendo estas inquietudes, algunos investigadores han realizado trabajos encaminados a la formación de individuos con un pensamiento reflexivo del mundo, y una visión crítica propia de sus saberes, sin embargo, los esfuerzos efectuados no han sido totalmente satisfactorios a pesar de que los individuos contemporáneos crecen y viven rodeados de información, como consecuencia, se ha planteado la necesidad de una formación transformadora de la información disponible, en un conocimiento organizado, con proposiciones que ayuden a comprender mejor la realidad (Pérez, 2010).

Por consiguiente, la presente investigación pretende aportar en este campo, para lo cual se plantea una integración entre la resolución de problemas, el aprendizaje significativo y los estilos de aprendizaje. Se espera transformar la información existente en el área de la salud, a una explicación desde la química de las proteínas, glúcidos y lípidos, mediante el uso de la estrategia didáctica en el cumplimiento de los objetivos académicos del grupo de docentes y alumnos.

Por otra parte, durante varios años se ha trabajado en estrategias didácticas que tratan de dar respuesta a diversas preguntas, en las que aún cabe desarrollar investigaciones, entre otras se

resaltan: ¿cómo es la interacción entre el conocimiento previo y un nuevo conocimiento aparentemente incompatible?; ¿A través de qué proceso las personas construyen nuevo conocimiento aceptado en el contexto científico? (Moreira y Greca, 2003), es pertinente considerar que la relación aprendizaje significativo – resolución de problemas y estilos de aprendizaje, puede aportar algunos elementos para dar respuesta a estas preguntas, mediante el seguimiento del aprendizaje que se pueda realizar durante una intervención en el aula, bajo la mirada de estas tres categorías.

Dentro del constructivismo han surgido diferentes teorías sobre la forma como las personas construyen conocimiento. Investigadores como Posner (1982) y Carey (1985, 1991) citados por Moreira y Greca (2003), mencionan como condición para la construcción de conceptos, la insatisfacción con la concepción que las personas tienen de un concepto nuevo. Sin embargo, en la actualidad y a pesar de diversas investigaciones, muchos de los conceptos construidos se encuentran aislados en la estructura cognitiva de los individuos, y no cuentan con relaciones entre ellos, como consecuencia se identifica la baja perdurabilidad del aprendizaje, dificultando la solución de los desafíos a enfrentar por parte de un profesional.

En este contexto, se abre la posibilidad de continuar desarrollando investigaciones enfocadas a determinar las causas y proponer soluciones. La presente investigación espera aportar en proponer otra vía para lograr la construcción de conceptos a partir del diseño de estrategias didácticas en función de los estilos de aprendizaje.

Cruz, (2001) establece que el proceso interactivo de enseñanza aprendizaje comienza en el salón de clases, escenario donde surgen diferentes actividades básicas para el proceso de transformación de los estudiantes y de los profesores, donde las actividades, elemento fundamental del proceso de aprendizaje, demuestran una variación amplia entre los patrones, los

estilos y la calidad de lo que se enseña, en consecuencia, es importante establecer la relación de lo que se enseña y cómo lo aprenden los estudiantes (contenido vs. proceso), para lo cual, es imprescindible identificar las características individuales de los estudiantes mediante metodologías como el análisis de los estilos de aprendizaje, para definir las estrategias de enseñanza y la incidencia en el aprendizaje (Fernández y Beligoy, 2015).

En el contexto anterior, el propósito fundamental de este trabajo de investigación es valorar la importancia de los estilos de aprendizaje a la luz de los planteamientos teóricos constructivistas, con el fin de contribuir a identificar las posibles relaciones entre el aprendizaje significativo de conceptos químicos por parte de los estudiantes de Licenciatura en Química y la resolución de problemas como estrategia didáctica, de esta manera, la pregunta orientadora de la investigación es:

**¿Qué influencia tiene la resolución de problemas en el aprendizaje significativo de conceptos químicos en función de los estilos de aprendizaje, en estudiantes universitarios de Licenciatura en Química?**

El planteamiento de esta pregunta no pretende desconocer otras variables que afectan los procesos de enseñanza – aprendizaje, que han sido planteadas, estudiadas y socializadas por diferentes investigadores, por el contrario, la investigación aquí desarrollada pretende aportar otros argumentos que identifiquen aspectos claves de la educación en ciencias y especialmente de la educación en química, es por eso que se plantean algunos objetivos fundamentales, sobre los cuales se construye la investigación.



## OBJETIVOS

### **Objetivo General:**

Identificar la influencia de la estrategia didáctica constructivista de resolución de problemas en el aprendizaje significativo de conceptos químicos asociados a las proteínas, lípidos, glúcidos, en función de los estilos de aprendizaje de los estudiantes de Licenciatura en Química.

Para ello se hace necesario realizar una revisión bibliográfica existente y un análisis cuidadoso de las investigaciones consideradas relevantes, así como una aplicación empírica de algunos instrumentos y actividades didácticas que lleven a identificar relaciones entre estas variables propuestas.

### **Objetivos Específicos:**

- Identificar los estilos de aprendizaje de algunos estudiantes de Licenciatura en Química, por medio del instrumento Cuestionario Honey-Alonso de Estilos de Aprendizaje (CHAEA).
- Identificar los conceptos iniciales de los estudiantes frente a la temática propuesta mediante un pre-test.
- Diseñar y aplicar un conjunto de actividades basadas en el modelo de resolución de problemas para la enseñanza de los conceptos químicos relacionados con las proteínas, glúcidos y lípidos.
- Evaluar el aprendizaje significativo de conceptos químicos asociados a las proteínas, glúcidos y lípidos por medio de un pos-test.

- Establecer la relación entre la resolución de problemas y el aprendizaje significativo de los conceptos químicos, en función de los estilos de aprendizaje según el modelo de Honey y Mumford, por medio de la utilización de mapas conceptuales.

### **3. Antecedentes**

Los avances en la comprensión del aprendizaje han llevado al posicionamiento del constructivismo como modelo aceptado por la comunidad científica, centrandó la enseñanza en la comprensión de conceptos, alejándose de los modelos memorísticos, es así como nace un panorama de enseñanza-aprendizaje en donde el centro es el individuo que aprende, en este sentido, a lo largo de las últimas décadas se han desarrollado trabajos de investigación que aportan en los procesos de enseñanza aprendizaje basados en el constructivismo.

La resolución de problemas, el aprendizaje significativo y los estilos de aprendizaje son tres factores propuestos y trabajados por los investigadores en el marco del constructivismo, y atendiendo la finalidad del presente trabajo doctoral en estos tres aspectos, los siguientes antecedentes muestran un panorama general del estado investigativo actual, dejando clara la importancia y el gran interés de los investigadores por estas áreas, encaminadas a conocer las variables individuales que afectan el aprendizaje, proponer estrategias didácticas y fomentar la construcción de conocimiento perdurable en el tiempo.

#### **3.1. Estilos de aprendizaje**

Aceptando que el aprendizaje tiene lugar cuando una idea novedosa es asimilada en una estructura cognitiva existente, gracias a que una variable influye en el aprendizaje y retención de conceptos y por la disponibilidad en la estructura cognitiva de re-anclar las ideas relevantes (Ausubel, 1968), se debe considerar el hecho que cada persona ve, entiende y asimila las cosas de forma diferente, y en el campo educativo esta característica se percibe en diferentes aspectos, especialmente en la forma de aprender por parte de los estudiantes, algunos prefieren imágenes, otros actividades manuales, lecturas, algunos conferencias magistrales, etc., por tanto, considerar

una variable de corte cognitivo como evidencia de un proceso de aprendizaje es importante en el planteamiento y desarrollo de algunas investigaciones en este campo, razón por la cual los estilos de aprendizaje surgen como la opción adecuada.

Las implicaciones de los estilos de aprendizaje han sido estudiada por diversos investigadores, quienes vinculan algunos problemas relacionados con las dificultades en el aprendizaje de conceptos y los estilos de aprendizaje, David Kolb es uno de los investigadores pioneros, quien definió la percepción y el procesamiento como dimensiones del aprendizaje. En este sentido, el aprendizaje se logrará según se perciban las cosas y luego como se procesan, condicionado a la experiencia vivida, así pues, el proceso consta de cuatro etapas que incluyen: la experiencia concreta, una observación reflexiva, la conceptualización abstracta y una experimentación activa (Kolb, Rubin, y McIntyre, 1977).

Peter Honey y Alan Mumford (1986) complementan el modelo de Kolb proponiendo un modelo de estilos de aprendizaje que incluye las actitudes y comportamientos determinantes de las formas preferidas de aprendizaje por parte de un individuo, le dan un carácter actitudinal, a los estilos de aprendizaje, considera que esta característica puede ser cambiante en el tiempo cuando se realizan actividades encaminadas a transformarlas.

Posteriormente, y aceptando que cada persona cuenta con un estilo de aprendizaje diferente, los investigadores empiezan a plantearse problemas asociados a los estilos de aprendizaje, entre otros, las relaciones entre los estilos de aprendizaje y el profesor, Felder y Silverman (1988) realizaron un trabajo donde identificaron los estilos de aprendizaje en estudiantes de ingeniería y su relación con los estilos de enseñanza de los profesores, encontrado fenómenos de incompatibilidad entre ellos que afectan el rendimiento de los estudiantes, por tanto, este trabajo rescata el papel del profesor frente a la actividad en el aula, quien debe

reconocer sus características en el momento de enseñar y las individualidades de sus estudiantes, con el fin de reducir las tensiones que surgen.

Por su parte, Grasha (2002) menciona la importancia de lograr un equilibrio entre los estilos de aprendizaje y los de enseñanza, para mejorar el trabajo en aula, y reducir los problemas que afectan el proceso de aprendizaje en los estudiantes, disminuyendo así los niveles de deserción, este planteamiento hace evidente la necesidad de armonizar estrategias didácticas con los estilos de aprendizaje (Cisneros, Gómez, y García, 2004; Guanipa y Mogollón, 2006).

Otra problemática que surge en el contexto de los estilos de aprendizaje es la relación con el rendimiento académico, algunas investigaciones se han centrado en el estudiante, así, Luengo y González (2005), mediante una investigación pre-experimental, determinaron la relación entre los estilos de aprendizaje y el rendimiento académico en matemáticas, encontrando que los estudiantes con mejores resultados tenían estilos de aprendizaje reflexivo o teórico, y destacaron la importancia de identificar los estilos de aprendizaje como primer paso para mejorar la labor docente.

En el área del aprendizaje de la física, se encuentran trabajos en los que se reporta una fuerte dependencia entre los estudiantes con estilo de aprendizaje activo y un buen rendimiento académico (Marín y Alarcón, 2010), existen trabajos en los cuales se proponen estrategias para la aplicación de la Pedagogía Dialogante a fin de mejorar los resultados de la enseñanza aprendizaje en las actividades de la física experimental, a través de los estilos de aprendizaje (Rodríguez, Aguirre, Granados, y Valdez, 2010).

La preocupación por el rendimiento académico y su relación con los estilos de aprendizaje también ha estado presente en el área de las ciencias médicas, algunos trabajos dan cuenta de los mejores rendimientos académicos logrados por estudiantes que no tenían un estilo

de aprendizaje claramente definido, a los que llamaron estudiantes con estilo de aprendizaje múltiple (Ayesha, Salem, Hamdan, y Ashour, 2013).

En otro estudio, aplicado a 285 estudiantes de enfermería, se encontró una alta correlación entre los estilos de aprendizaje y el rendimiento académico ( $p < 0,05$ ,  $df = 15$ ), lo cual conduce a ubicar en un plano importante las necesidades individuales de los estudiantes, en el momento de desarrollar estrategias en el aula de clase, tendientes a lograr un proceso de aprendizaje eficaz (Yuh-Shiow, Wen-Pin, Ching-Fang, Sue-Hevi, y Bao-Huan, 2014).

Otro aspecto de interés para los investigadores es el uso de los estilos de aprendizaje en los procesos evaluativos, para lo cual se ha propuesto un modelo de enseñanza tutorial, donde la relación del profesor (tutor) y el estudiante debe lograr cierto grado de autonomía en el alumno mediante actividades que favorezcan el desarrollo equilibrado del aprendizaje, estas actividades, junto con el entorno escolar permiten fomentar el desarrollo de habilidades como la autonomía, reflexión y autoorientación, igualmente, cambia el paradigma de la relación profesor-estudiante, y promueve el mejoramiento de la práctica educativa dentro de un contexto de alta diversidad (Adán, 2008 ; López, 2013).

En este sentido, el profesor cuenta con un amplio panorama para proponer formas de evaluar un proceso de aprendizaje bajo la perspectiva de un aprendizaje experiencial, reflexivo, teorizante, y con acciones sobre la teoría propuesta (Kolb, Rubin, McIntyre, James, y Brignardello, 1974), teniendo en cuenta la posibilidad de reflexionar, asimilar, transformar y teorizar conceptos abstractos con las implicaciones dadas por la acción (Manav y Eceoglu, 2014), así, la evaluación estaría encaminada a la construcción y re-construcción de conceptos, así como en la identificación de las relaciones entre ellos, surgidas durante el proceso cíclico del aprendizaje.

Los estilos de aprendizaje propuestos por Honey y Mumford, han tenido una amplia aplicación en el contexto hispanoamericano en diferentes áreas del conocimiento. En la química en particular, se destacan trabajos enfocados a identificar el perfil estilístico presente en los estudiantes de las carreras de bioquímica, química y farmacia, de la Universidad Austral de Chile. En este trabajo, se destaca el predominio de los estilos activo y teórico, presumiendo que los estudiantes inician su aprendizaje desde experiencias concretas (Activos), o bien desde experiencias abstractas (Teóricos), aspecto a tener en cuenta por parte del profesor (Chrismar, 2005).

Para el caso de Colombia, se han determinado los perfiles de estilos de aprendizaje en estudiantes de ingeniería química de la Universidad de Cartagena mediante la aplicación del Cuestionario Honey-Alonso de Estilos de Aprendizaje (CHAEA), encontrándose que los hombres tienen una marcada preferencia de los estilos activo, pragmático y combinaciones de estilos, a los cuales denominaron como multimodal, por otra parte las mujeres presentan una mayor preferencia por los estilos teórico y pragmático (Acevedo, Cavadia, y Alvis, 2015).

Otros trabajos en el área de química se han enfocado en identificar las diferencias de género en el rendimiento académico y su relación con el perfil de estilos de aprendizaje. En este aspecto, se destaca el desarrollado por Sepúlveda, López, Torres, Luengo, Montero, y Contreras (2011). En este trabajo se identifica la existencia de diferencias en el rendimiento, estilos y estrategias de aprendizaje en función del género, las mujeres tienen mayor rendimiento académico, usan un mayor número de estrategias cognitivas, por otra parte, el análisis de los estilos de aprendizaje muestra preferencias moderadas, en muchos casos algunos estudiantes presentaron características de diversos estilos.

La combinación de estilos de aprendizaje ha podido ser identificada en diversas poblaciones, es el caso de un estudio realizado con estudiantes de Licenciatura en Farmacia de la Universidad de Costa Rica, en el cual, muchos estudiantes no presentaron un estilo de aprendizaje puro, razón por la cual, se les atribuye la mejor adaptación a los requerimientos de los cursos. Por otra parte, se evidencia que el género no es una variable que influya significativamente en el rendimiento (Lizano, Arias, Cordero , y Ortiz, 2015)

Los trabajos antes mencionados muestran la importancia de proponer y desarrollar estudios que aporten en identificar las implicaciones de los estilos de aprendizaje sobre los procesos de enseñanza – aprendizaje, es así como, en el campo de la educación en ciencias naturales, los estilos de aprendizaje han demostrado las preferencias de los estudiantes frente a las actividades realizadas en el aula, en el momento de abordar una situación relacionada con su campo de aprendizaje, las cuales determinan su rendimiento académico.

No obstante, se debe tener cuidado en el momento de la puesta en operación de los estilos de aprendizaje, pues se han identificado tres problemas: confusión en las definiciones, debilidad en la validez y confiabilidad de los instrumentos de valoración, así como la identificación de características específicas con su consecuente establecimiento de sugerencias para el diseño de actividades didácticas (Ocampo, Guzmán, Camarena, y De Luna, 2014).

Las dificultades antes mencionadas, han llevado a plantear críticas frente al hecho de considerar solamente los estilos de aprendizaje como variable importante en el proceso de aprendizaje, desconociendo otras como el contexto social, la estructura familiar, la cultura, el ambiente escolar y los estilos de enseñanza, las cuales surgen como una propuesta más para acercarse al conocimiento de las características particulares de los estudiantes, permitiendo al profesor contar con una herramienta extra en la planeación de actividades acordes a estas



particularidades, aceptando la tendencia a desarrollar preferencias y estrategias de aprendizaje con rasgos cognitivos, afectivos y fisiológicos particulares a cada individuo, los cuales definen los estilos de aprendizaje (Gómez , Oviedo, Gómez, y López, 2012; Gómez, Aduna, García, Cisneros, y Padilla, 2004).

Frente a la diversidad de propuestas de estilos de aprendizaje surge el interés, por parte de algunos investigadores, en determinar las posibles correlaciones entre los estilos de aprendizaje propuestos por diferentes autores, con el fin de llegar a algunos consensos al respecto, tendientes a unificar las clasificaciones propuestas, es así como, en un estudio realizado con 208 estudiantes de educación media en la ciudad de Bogotá, registrados en la modalidad técnica de educación o énfasis en ciencias naturales, se pretendió identificar las posibles correlaciones entre los estilos de aprendizaje propuestos por Honey –Gallego - Alonso, Kolb y los propuestos por Grasha - Reichmann, los resultados estadísticos muestran índices de correlación estadística muy bajos, por tanto, no existe correlación entre las categorías propuestas, probablemente por los diferentes enfoques que cada autor propone al caracterizar cada categoría de estilo de aprendizaje (Herrera, 2010).

### **3.2. Del aprendizaje significativo**

Bajo el supuesto que los individuos aprenden de forma diferente y por ello cuentan con preferencias y estrategias propias en el momento de aprender conceptos, es pertinente considerar que dichas características podrían condicionar el aprendizaje, de esta manera, se cataloga como una variable indicadora de la efectividad en un proceso educativo, sin embargo, a pesar de la importancia, no ha sido fácil definir aprendizaje por la falta de consenso entre los investigadores.

En la década de los años sesenta del siglo pasado, Ausubel (1968) propone la teoría de la asimilación del aprendizaje enfatizando en el aprendizaje significativo, considerado como una

teoría psicológica del aprendizaje en el aula, en ella se presenta un marco teórico que pretende explicar los mecanismos de asimilación y retención de significados centrados en el individuo que aprende.

La teoría del aprendizaje significativo incluye todos los factores, condiciones y elementos que favorecen la adquisición de significados, por tanto exige realismo y viabilidad, con un constante monitoreo de las variables que inciden en el proceso, es así como, frente a las estrategias didácticas utilizadas para lograr un aprendizaje significativo, se encuentran trabajos de investigación donde han utilizado mapas conceptuales, talleres de resolución de problemas y foros de discusión, como herramientas para favorecer el aprendizaje significativo, encontrando que el aprendizaje se logra por cooperación entre compañeros de estudio y el profesor, y donde las herramientas empleadas juegan un papel importante en el aprendizaje de los conceptos como el de Ondas en física (Silva, 2011).

Otra estrategia utilizada para fomentar el aprendizaje significativo es el juego de roles. Gaete (2011) utilizó el estudio de caso con estudiantes de tercer año de programas de pregrado en administración pública, de empresas y trabajo social en la Universidad de Antofagasta Chile, con la cual obtuvo buenos desempeños académicos por parte de los estudiantes.

En el campo de la enseñanza de la química, se han realizado algunos trabajos enfocados a poner en práctica diversas estrategias para diversos ambientes de enseñanza, por ejemplo, estudios con alumnos universitarios de ingenierías, quienes presentan dificultades en el aprendizaje de conceptos como disoluciones, densidad, soluto, concentración, se emplearon estrategias como trabajos de laboratorio próximos a la realidad de los estudiantes, en consecuencia se observó un favorecimiento en el aprendizaje de estos conceptos (Landau, Ricchi, y Torres, 2014).

Otra estrategia didáctica estudiada es el uso de los seminarios experimentales, en los cuales se realizan experimentos sencillos y atractivos, con el fin de lograr el aprendizaje significativo de conceptos en química orgánica, especialmente los conceptos de grupos funcionales, propiedades fisicoquímicas y síntesis, las pruebas realizadas para evaluar mostraron una mejoría en el aprendizaje, comparando con otros cursos similares anteriores que no emplearon esta estrategia (Lavaggi, 2015).

Los trabajos anteriores muestran la importancia de la estructura cognitiva, la cual debe ser observada constantemente y manipulada correctamente, para integrar en ella elementos o conceptos nuevos y promover la interrelación entre ellos, para lo cual se crean procesos de organización secuencial, con el ánimo de identificar los conceptos esenciales y luego mediante un trabajo progresivo e integrador, lograr una significancia (Silva, 2011).

La teoría del aprendizaje significativo ha sido cuestionada por diversos autores, se destaca Galagovsky,(2004) quien propone un nuevo modelo, denominado aprendizaje cognitivo consciente sustentable, el cual acepta que los sujetos relacionan la nueva información con aquella que ya posee, pero hace claridad sobre la diferencia entre información y conocimiento, circunscrita a lo que cada sujeto guarda en su mente, de esta manera, la información al integrarse en su estructura cognitiva, se convierte en un aprendizaje sustentable, por el contrario si la información no logra vincularse con éxito a la estructura cognitiva, se produce un aprendizaje aislado mediante un mecanismo memorístico y puede olvidarse parcial o totalmente, en su trabajo cuestiona el papel del profesor, quien en el aprendizaje significativo debe proponer un discurso bien organizado para evitar el aburrimento de sus estudiantes, sin embargo, no es claro quién decide o cómo se entiende un discurso organizado, por lo tanto Galagovsky lo considera reduccionista.

Igualmente, se ha criticado el hecho de confundir el concepto aprendizaje significativo con contenido significativo o motivante para el estudiante, el aprendizaje significativo es mucho más que motivacional, se cuestiona la correlación aprendizaje significativo y aprendizaje correcto, la equiparación entre aprendizaje significativo y contenido potencialmente significativo o incluso material lógicamente significativo (Galagovsky, 2004; Silva, 2011).

La evaluación del aprendizaje significativo ha sido otro de los campos investigados, debido a la necesidad de identificar claramente si el alumno incluyó los nuevos conceptos en su red concognitiva, así como las relaciones con los conceptos iniciales, una de las herramientas estudiadas es el mapa conceptual, el cual parece contar con gran validez y fiabilidad, debido a que permite ver la estructura jerárquica de conceptos, estableciendo enlaces y etiquetas de enlace entre ellos, esta característica permite asignar una nota holística, valorando la jerarquía de conceptos y los enlaces válidos (Rey, 2008).

Frente al currículo, se ha trabajado en el desarrollo de progresiones de aprendizaje significativo, como estrategia para generar marcos curriculares coherentes enfocados a obtener buenos resultados en las pruebas internacionales sobre conocimientos científicos y tecnológicos, en los que estudiantes de educación secundaria logran construir conocimientos más sofisticados sobre la estructura, propiedades y comportamiento de la materia, resolviendo problemas (Stevens, Shin, y Peek, 2013).

Es evidente el interés de los investigadores por seguir aportando en la búsqueda de formas de enseñanza a fin de propiciar un proceso de aprendizaje acorde con las necesidades del estudiante, es así como en las últimas dos décadas, se ha trabajado en función del aprendizaje significativo de las ciencias, utilizando estrategias centradas en el estudiante, ya sea mediante el uso de mapas conceptuales o mediante la experimentación, propiciando ambientes de aprendizaje

donde el alumno se involucra activamente en la construcción de sus significados (Bruna, Madrid, López, Bordón, Chiang, y Cabanillas, 2014).

A pesar de las limitaciones, el aprendizaje significativo en ciencias requiere, no solo de la práctica de laboratorio sino de un trabajo simultáneo de ejercitación, experimentación y metacognición, orientado por el docente (Landau, Ricchi, y Torres, 2014), en este sentido, el aprendizaje significativo rescata su importancia para las investigaciones actuales en educación, entendiendo que el aprendizaje significativo no es una acumulación de información o de actividades para ejercitar habilidades, ante todo es un proceso de construcción y reconstrucción del conocimiento en colaboración con otros (Araya, 2014).

### **3.3. De la resolución de problemas**

Una de las primeras dificultades a afrontar por parte de los investigadores es definir el concepto de problema, sobre el que existen diversas posturas y no hay aún consenso entre los investigadores, sin embargo, se han desarrollado sendos trabajos de investigación en este campo, lo cual muestra la importancia de esta estrategia didáctica en los procesos de enseñanza aprendizaje, Gil, Dumas, Caillot, Martínez, y Ramirez, (1988), rescatan el estatus complejo dentro de la enseñanza de las ciencias naturales, particularmente en la física y la química, considerando la resolución de problemas como un elemento esencial en la evaluación y como medio de aprendizaje, se recomienda una aplicación cuidadosa, evitando el tratamiento puramente operativo, mediante el cual, difícilmente se puede llegar a un aprendizaje significativo, la resolución de problemas aplicada como actividad de investigación en forma coherente, organizada y con un objetivo claro, puede integrar conceptos nuevos y ser muy útil en cualquier proceso académico.

Al iniciar el siglo XXI las investigaciones realizadas entorno a la resolución de problemas se enfocan en varios temas de interés, uno de ellos es determinar la importancia de la resolución de problemas como actividad cognitiva en la vida profesional, pero se cuestiona lo poco que se enseña a resolver problemas en la educación formal debido al escaso conocimiento sobre el tema, en primer lugar es importante conocer las diferentes clases de problemas y su naturaleza, incluyendo los problemas lógicos, problemas algorítmicos, problemas de toma de decisiones, problemas de diagnóstico, metaproblemas y de desempeño estratégico entre otros, así será posible la construcción de un espacio donde se represente claramente las características del problema para dar la solución mas adecuada (Jonassen, 2000).

Otro tema de interés se enfoca en resaltar la importancia en el mejoramiento de la calidad del trabajo docente mediante la resolución de problemas como estrategia, desde la cual se promueve tanto el trabajo independiente en los estudiantes, como el trabajo colectivo, resaltándose el carácter organizado, dirigido y controlado por el profesor, requerido en el modelo de resolución de problemas. En este sentido, inicialmente se plantea un problema, se comprende, se propone un plan de solución, posteriormente se ejecuta, verifica el procedimiento y finalmente se comprueban los resultados, esta metodología permite generar el interés de los estudiantes, con una mejora significativa en el rendimiento académico (García y Villalonga, 2006).

En el campo de la experimentación en el laboratorio, los estudiantes de ciencias se han encontrado con dificultades a la hora de realizar prácticas de laboratorio, debido, entre otras razones, a la falta de desarrollo de habilidades de experimentación, pero la aplicación de la resolución de problemas como medio para mejorar dichas habilidades ha demostrado sus ventajas, García y Rentería, (2011) mencionan que al utilizar la resolución de problemas prácticos contextualizados, en un grupo de estudiantes de undécimo grado, se observa una

mejoría en las habilidades de experimentación, comparados con los estudiantes de un grupo control, quienes utilizaron problemas sin contextualizar, cerrados y cuya solución se soporta en el uso de algoritmos.

En la enseñanza de la física se ha demostrado la persistencia de conceptos erróneos al finalizar los cursos, pero al emplear la resolución de problemas se encuentra un efecto positivo en el aprendizaje de conceptos, al parecer la metodología permite una mayor interacción entre el estudiante y el profesor, la indagación y el trabajo colectivo, favoreciendo los resultados finales (Gok, 2014).

En el campo de la formación de profesores de ciencias, la resolución de problemas ha permitido involucrar diversos aspectos, aparentemente diferentes, relacionados entre la disciplina específica y la didáctica, emergiendo como aspecto vinculante de los procedimientos propios de la disciplina y al mismo tiempo como recurso didáctico que influye en el hacer profesional.

Sobre este aspecto, Guirado, Mazzitelli, y Maturano,( 2013) recopilaron opiniones en relación con la resolución de problemas, para este fin trabajaron con estudiantes en formación inicial de profesores del área de química y física adscritos a la Universidad Nacional de San Juan (Argentina), encontrando que en general el concepto de problema se restringe a situaciones que no constituyen un verdadero desafío, los estudiantes solo resuelven problemas de lápiz y papel, valoran el proceso desde el esfuerzo por la dificultad para dar una solución, intentan la repetición de los procedimientos expuestos por el profesor y realizan una verificación sencilla de la adecuación de las respuestas a ciertos resultados cuantitativos. Con estos resultados se concluye que el concepto de problema y los objetivos educativos están bastante alejados de lo propuesto por el modelo de resolución de problemas.

Los trabajos antes mencionados muestran la importancia de la resolución de problemas en la enseñanza de las ciencias, modelo que ha contado con grandes dificultades en su aplicación especialmente por la falta de comprensión correcta de sus características y objetivos, limitando a los estudiantes al uso repetido de pasos que impiden la comprensión de fenómenos químicos, físicos o científicos en general. Como consecuencia, no se fomenta el conflicto cognitivo y para muchos profesores no es una cuestión importante en clase, esta problemática genera limitaciones en las respuestas dadas por los estudiantes, las cuales se soportan solamente en ecuaciones y fórmulas, sin lograr una comprensión de los fenómenos (Coronel y Curotto, 2008).

Frente a las dificultades antes mencionadas, Coronel y Curotto (2008) identifican la necesidad de realizar un cambio en las actividades de clase, donde el profesor debe realizar un cambio profundo en la concepción de enseñar, ofreciendo alternativas para propiciar elementos y proponer herramientas para el desarrollo de estrategias de aprendizaje y elementos metacognitivos que ayuden a aprender ciencias.

La resolución de problemas ha permitido cambiar la concepción de la química como ciencia a-problemática y descontextualizada, mediante la generación de diversas actividades y herramientas que ayudan a la construcción del conocimiento, fortaleciendo habilidades como el pensamiento hipotético-deductivo, acercando el aprendizaje a la actividad propia de hacer ciencia. Por tal razón, el problema planteado dentro del modelo, debe permitir el proceso de indagación, investigación y comprobación de hipótesis, apartando el aprendizaje de la química de la simple revisión bibliográfica y utilización de operaciones algorítmicas, propias de los modelos de enseñanza de las ciencias memorísticas (Polanco, 2011), (Martínez e Ibáñez, 2006).

En este sentido, dentro del contexto de la resolución de problemas, el papel del profesor de ciencias cambia drásticamente, ya que el aprendizaje de los estudiantes no puede ser medido



únicamente por la solución del problema, por el contrario, debe promover y tener en cuenta los diferentes pasos que sigue el estudiante para resolverlo, debe ayudar, mediante el aporte de hechos e información, a promover el desarrollo de habilidades para que el estudiante procese la información en función de la construcción de su conocimiento (Mukhopadhyay, 2013).

Algunas investigaciones han determinado que la resolución de problemas, desde el punto de vista del estudiante, permite el cambio a actitudes más positivas, críticas y motivadoras al momento de aprender química, especialmente cuando se utilizan problemas abiertos que involucran experimentación, tal es así que los estudiantes demuestran mejor actitud para el autoaprendizaje (Berg, Bergendahl, Lundberg, y Tibell, 2003; Martínez e Ibáñez, 2006; Gallet, 1998).

En una investigación realizada por Günter y Alpat, (2017), en la que aplica el modelo de aprendizaje basado en problemas, muestra que los estudiantes logran una mayor comprensión de la temática de electroquímica cuando trabajan con problemas de preguntas abiertas, evidenciando las bondades del modelo de resolución de problemas.

Otro impacto del modelo de resolución de problemas en la enseñanza de las ciencias en general y de la química en particular, puede verse reflejado en el uso de situaciones cotidianas integradoras de conocimientos interdisciplinarios, aspecto que lleva a repensar el currículo y basarlo en objetivos de aprendizaje contextualizados, motivadores y centrados en el estudiante, fomentando el trabajo en grupos, la auto-evaluación y la co-evaluación. La aplicación de este modelo permite el desarrollo de estrategias de enseñanza y aprendizaje, el pensamiento crítico y de la metacognición (Busquets, Silva, y Larrosa, 2016).

Una de las grandes críticas del modelo, utilizado en la enseñanza de las ciencias aplicadas como la química, es la dificultad operativa debido a la gran demanda de tiempo y dedicación por

parte de los profesores y estudiantes, la resistencia a la innovación, espacios, recursos, y en el planteamiento mismo del problema, el cual debe constituir un desafío para el estudiante (Guirado, Mazzitelli, y Maturano, 2013, Busquets, Silva, y Larrosa, 2016).

Por otro lado, se han identificado dificultades en los estudiantes de química cuando se enfrentan a la resolución de problemas, especialmente por falta de conocimiento en la materia específica, la presencia de conceptos erróneos o alternativos, enfoques y estrategias deficientes para resolver problemas enfocadas al uso de algoritmos previamente memorizados sin entender si es o no el más adecuado. Algunos autores han atribuido estas problemáticas a la falta de motivación por abordar conceptualmente el problema, o la sobre carga cognitiva, lo cual genera la tendencia de los estudiantes a utilizar la memorización de conceptos y el uso indiscriminado de algoritmos (Yuriev, Naidu, Schembri, y Short, 2017)

Como se observa, la resolución de problemas es un factor de interés investigativo actual, es así como algunos grupos de investigación en Colombia presentan avances y nuevas propuestas investigativas al respecto, en ellas se ha revisado la naturaleza y coherencia de la metodología desde la perspectiva de la investigación, ratificándose el carácter dinámico, sistémico y flexible del modelo, posibilitando investigaciones organizadas en fases de planeación, diseño de actividades, experimentación y evaluación (Ramírez, 2013).

Los antecedentes antes mencionados permiten vislumbrar que las investigaciones en ciencias, han sido planteadas con el objetivo de identificar relaciones entre variables tales como estilos de aprendizaje y el rendimiento académico, estilos de aprendizaje y programas académicos, o estilos de aprendizaje y la preferencia por cursos optativos, pero no se encuentran investigaciones donde se intente identificar los factores que influyen en el aprendizaje de

conceptos, al utilizar el modelo de resolución de problemas y especialmente desde el paradigma del aprendizaje significativo.

De esta manera, la presente investigación pretende aportar en el estudio de la relación entre aprendizaje significativo de conceptos químicos y la resolución de problemas en el área de bioquímica, utilizando problemas contextualizados como lo propone García y Rentería (2011), igualmente se incluye los estilos de aprendizaje basados en el modelo de Honey y Mumford (1986) y ampliado por Honey y Alonso (1992), como un factor a considerar dentro de la caracterización individual de los estudiantes, y que permite proponer argumentos para responder a la pregunta : ¿Por qué no todos los estudiantes logran el mismo nivel de aprendizaje significativo, cuando se trabaja en un modelo constructivista como la resolución de problemas?.

## **4. Marco conceptual**

El propósito fundamental de este capítulo es presentar un marco conceptual desde los principios constructivistas sobre las posibles variables que pueden afectar la construcción de conceptos en química, específicamente el aprendizaje significativo, la resolución de problemas y los estilos de aprendizaje, variables presumiblemente indicadoras de éxito o fracaso académico en estudiantes de Licenciatura en química.

De esta manera, se reconoce que el proceso de enseñanza – aprendizaje proporciona continuamente oportunidades para mejorar la relación profesor – estudiante, por lo que el trabajo en el aula debe convertirse en un ejercicio continuo de investigación, donde la experiencia es única y casi irreplicable gracias a las condiciones para implementar nuevas formas de enseñar.

### **4.1. Estilos de aprendizaje**

La enseñanza de las ciencias en general y de la química en particular, se ha limitado a la transmisión memorística de conceptos, al desarrollo de actividades tradicionales como la solución de ejercicios, guías de trabajo y desarrollo de prácticas en el laboratorio basadas en el seguimiento de una serie de pasos predeterminados que no permiten discusión alguna, razón por la cual los estudiantes proponen soluciones netamente mecánicas sin una construcción efectiva de conceptos, no obstante, la enseñanza de las ciencias debería promover en el estudiante el desarrollo de habilidades como: interpretación, descripción y construcción de conocimientos, mediante nuevas situaciones, a través de la comprensión de lo que se realiza. (Sánchez, Moreira, y Caballero, 2009)

Lograr un cambio en las dinámicas de enseñanza-aprendizaje requiere de cambios en los paradigmas de los profesores y estudiantes frente al aprendizaje de conceptos y la forma de

enseñar, sin embargo, abordar el concepto de aprendizaje requiere el reconocimiento de la diversidad de posturas al respecto, por lo que aún no se ha llegado a un consenso frente a su definición, investigadores como Alonso (1997), citado por Capella y Coloma, (2003), definen: “Aprendizaje es el proceso de adquisición de una disposición, relativamente duradera, para cambiar la percepción o la conducta como resultado de una experiencia”, esta definición es coherente al constructivismo, asume que los conceptos aprendidos son duraderos, generan cambios en la forma de ver las cosas, la experiencia es una vía para mejorar el aprendizaje y que la conducta frente a diversas situaciones puede cambiar gracias a la construcción de conocimiento.

De acuerdo con lo anterior, se acepta que la forma de aprender no es igual en todas las personas, donde las diferencias individuales pueden influir en las actitudes, motivación y deseo de aprender, por tanto, aceptar estas diferencias conduce a la creación de herramientas didácticas enfocadas a mejorar el proceso de aprendizaje en los estudiantes (Quintanal, 2012).

Esta afirmación permite aproximarse al concepto de estilo de aprendizaje, frente al cual existen diversas posturas por parte de los investigadores, la mayoría coincide en que es la forma como la mente procesa la información o como es influida por las percepciones de cada individuo (Steinmann, Bosch, y Aiassa, 2013; Mativo, Hill, y Godfrey, 2013; Baldwin, Reckers, y Kolb, 1984; Williams, Brown, y Etherington, 2012).

Kolb (1984), lo describe como: “algunas capacidades de aprender que se destacan por encima de otras como resultado del aparato hereditario, de las experiencias vitales propias y de las exigencias del medio ambiente actual”, citado por Capella y Coloma (2003), esta definición involucra aspectos biológicos como parte importante dentro de los estilos de aprendizaje, el

factor genético (hereditario) condiciona las capacidades de aprender, pero también lo condiciona el entorno del individuo y sus vivencias.

Asociado a esta variedad de definiciones se encuentran diferentes clasificaciones de estilos de aprendizaje, entre ellos se destacan los siguientes:

**Tabla 1: Clasificación de estilos de aprendizaje**

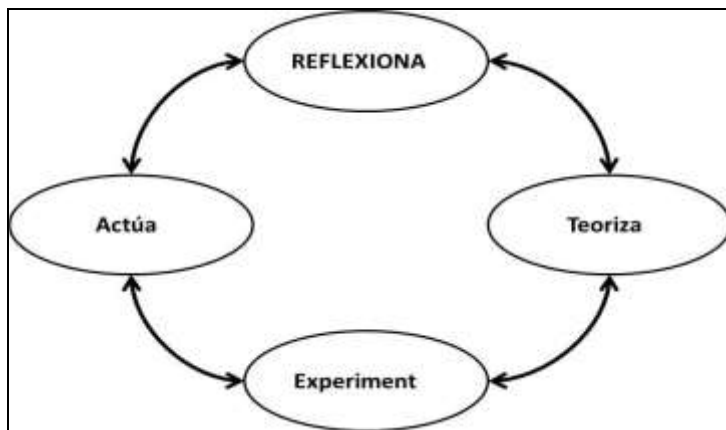
AUTOR	ESTILO DE APRENDIZAJE
Felder y Silverman (1988)	Información percibida: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Sensitivos</li> <li>• Intuitivos</li> </ul> Percepción sensitiva: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Visuales</li> <li>• Verbales</li> </ul> Organización de la información <ul style="list-style-type: none"> <li>• Inductivos</li> <li>• Deductivos</li> </ul> Comprensión de la información <ul style="list-style-type: none"> <li>• Secuenciales</li> <li>• Globales</li> </ul> Forma de trabajar la información <ul style="list-style-type: none"> <li>• Activos</li> <li>• Reflexivos</li> </ul>
Fleming y Mills (1987)	Visual Auditivo Lector/Escritor Quinestésico
Honey y Mumford (1986)	Reflexivo Teórico Pragmático Activo
Grasha Anthony (1974)	Competitivo Colaborativo Participativo Dependiente Independiente Evitante

Fuente: autor

El aspecto común, que relaciona los trabajos de estos investigadores, es el hecho de aceptar las características individuales que influyen en el proceso de aprendizaje cuando una persona afronta el ejercicio de aprender, es decir, cada persona aprende diferente, por lo tanto,

los estudiantes llevan al aula una complicada configuración de rasgos personales, orientaciones específicas hacia la vida y del mundo que les rodea, así como un conjunto particular de destrezas y actitudes educativas (González, 2001).

Para explicar la propuesta de Honey y Mumford es necesario referirse al modelo propuesto por Kolb como el punto de partida. En la década de los 70's David Kolb consideró que la experiencia se refiere a toda la serie de actividades que permiten aprender (Kolb, Rubin, McIntyre, James, y Brignardello, 1974), y que el aprendizaje está condicionado a la experiencia vivida, y consta de cuatro etapas que incluyen: la experiencia concreta, una observación reflexiva, la conceptualización abstracta y una experimentación activa, por tanto, un aprendizaje óptimo se logra en cuatro etapas que podrían resumirse en la Figura 1



**Figura 1: Modelo de aprendizaje según Kolb**

Fuente: Kolb, Rubin, y McIntyre, Psicología de las Organizaciones: Problemas Contemporáneos, 1977

Sin embargo en la práctica, las personas prefieren alguno o algunos de los cuatro aspectos planteados en la Figura 1, llevando al desarrollo de estrategias personales para el aprendizaje, las cuales incluyen la preferencia por actividades que se acoplen a dicha especificidad, y por tanto un rechazo por aquellas que no lo sean.

Con esta perspectiva, Kolb y sus colaboradores definieron la percepción y el procesamiento como dimensiones del aprendizaje, por tanto, el aprendizaje se logra según se perciban las cosas y luego como se procesan (Kolb, Rubin, McIntyre, James, y Brignardello, 1974), bajo estas dimensiones se describen dos tipos de percepción y dos formas de procesamiento de la información así:

**Tabla 2: Tipos de percepción y procesamiento de la información según Kolb**

DIMENSIONES DEL APRENDIZAJE	
Percepción de la información	Procesamiento de la información
Por experiencias concretas	Por experiencias activas
Por conceptualización abstracta	Por observación reflexiva

Fuente: autor

Este planteamiento permite proponer un modelo de cuatro cuadrantes (Figura 2), que explica las diferentes formas como las personas aprenden, dando origen a la descripción de los estilos de aprendizaje (Kolb, Rubin, McIntyre, James, y Brignardello, 1974; Gómez , Oviedo, Gómez, y López, 2012; Freedman y Stumof, 1980).



**Figura 2: Matriz de cuatro cuadrantes, estilos de aprendizaje de Kolb**

Fuente: Kolb, Rubin, y McIntyre, Psicología de las Organizaciones: Problemas Contempóranos, 1977



Posteriormente, y tomando como base el trabajo de Kolb, Honey y Mumford (1986) se incluyen en los estilos de aprendizaje las actitudes y los comportamientos como aspectos determinantes de las formas de aprender, tomados como base en diversas investigaciones, cuyos resultados han permitido ampliar los aspectos característicos de cada uno de los estilos de aprendizaje.

Honey y Alonso (1992) diseñaron, validaron y aplicaron el “Cuestionario Honey-Alonso de Estilos de Aprendizaje (CHAEA)”, el cual permite diagnosticar el estilo de aprendizaje de cada individuo con un nivel más técnico y objetivo que la simple observación asistemática, ofrece datos acerca de cómo prefieren aprender los alumnos, si necesitan mas o menos dirección y estructura, con lo que los docentes pueden contar con una información interesante para tomar decisiones acerca de la selección de materiales educativos, como presentar la información, creación de grupos y subgrupos de trabajo, procedimientos de evaluación, etc. (Capella y Coloma, 2003).

De acuerdo con la anterior propuesta, se puede observar como Honey y Mumford le dan un carácter actitudinal a los estilos de aprendizaje y por tanto variable, ya que en las personas esta característica puede ser cambiante en el tiempo cuando se realizan actividades encaminadas a transformarlas, igualmente, se puede decir del comportamiento, el cual puede ser alterado muy rápidamente por influencia de factores externos a los que esté sometido el individuo.

El modelo propone que el proceso de aprendizaje es continuo y se logra en cuatro etapas todas ellas necesarias y no excluyentes, estas etapas son:

- a. **Experiencial:** el aprendizaje empieza cuando un individuo tiene una experiencia acerca del objeto de aprendizaje.
- b. **Revisión de la experiencia:** El individuo realiza un análisis de la experiencia.

- c. Concluyendo desde la experiencia:** Una vez analiza la experiencia, se elaboran conclusiones.
- d. Planeación:** Con las conclusiones el individuo planea el siguiente paso, y retoma una experiencia para repetir nuevamente el ciclo.

En este ciclo de aprendizaje, lo ideal es que las personas puedan experimentar, reflexionar, proponer hipótesis y planear acciones, pero lo cierto es que los individuos desarrollan preferencias y actúan mejor entanto se favorezcan algunos de estos aspectos (Legorreta, 2000).

De acuerdo con lo anterior, el presente trabajo de investigación asume el modelo experiencial de aprendizaje propuesto por Honey y Mumford (1986), y las características de los estilos de aprendizaje propuestos por Honey y Alonso (1992), las cuales se describen en la Tabla 3.

**Tabla 3: Características de los estilos de aprendizaje de Honey y Alonso (1992)**

Características	Activo	Reflexivo	Teórico	Pragmático
Principales	Animador Improvisador Descubridor Arriesgado Espontáneo	Ponderado Concienczudo Receptivo Analítico Exhaustivo	Metódico Lógico Objetivo Crítico Estructurado	Experimentador Práctico Directo Eficaz Realista
Otras	Creativo Novedoso Aventurero Renovador Inventor Vital Innovador Conversador Líder Chocante Participativo Competitivo	Observador Recopilador Paciente Cuidadoso Detallista Estudioso Investigador Asimilador Distante Prudente Sondeador Inquisidor	Disciplinado Planificado Sistemático Ordenado Sintético Razonador Pensador Perfeccionista Generalizador Relacionador Explorador	Técnico Útil Rápido Decidido Planificador Positivo Concreto Objetivo Claro Seguro de sí Organizador

Fuente: Capella y Coloma, 2003

El estudio de los rasgos particulares de cada estilo de aprendizaje ha permitido proponer características que los identifica, siendo un aspecto de oportunidad en la planeación de actividades en el aula, así, para el caso de los estilos de aprendizaje propuestos por Honey y Mumford, las principales características son:

**Estilo Activo:** Las personas con una preferencia por este estilo de aprendizaje se vinculan fácilmente a nuevas experiencias, discuten, aplican conocimientos, prueban las cosas para determinar su funcionamiento y trabajan en grupo, (Guanipa y Mogollón, 2006); esta descripción y las características presentadas en la Tabla 3 son la base para la planeación de actividades en el aula, se recomiendan aquellas que mantengan el interés del estudiante mediante nuevos retos, se deben evitar actividades donde el estudiante cumpla un rol pasivo, como las teóricas o individuales, es preferible proponer lluvia de ideas, solución de problemas y discusión en grupo (Gómez, Aduna, García, Cisneros, y Padilla, 2004), estas características muestran que las clases netamente magistrales no les favorecerá, llevándolos seguramente a un bajo rendimiento académico.

**Estilo Reflexivo:** Las personas con estilo de aprendizaje reflexivo, les gusta considerar las experiencias y observarlas desde diferentes perspectivas antes de tomar una acción, prefieren trabajar solos, se inclinan por aprender de materiales presentados ordenadamente a través de libros, conferencias y presentaciones (Guanipa y Mogollón, 2006), cuentan con la cualidad de escuchar y observar a los demás, realizar entrevistas puede ser una actividad favorable, igualmente, necesitan de diversas fuentes que respalden las cosas antes de decir algo, aspecto que puede llevarlos a dilatar el proceso de proponer conclusiones por no tener los suficientes puntos de vista, bajo estas características, el profesor debe orientarlos para acelerar la toma de decisiones o el proceso de aprendizaje se puede prolongar, por esta razón, no les gusta las

actividades que impliquen presión del tiempo, o donde tengan que actuar como líderes (Muñoz y Silva, 2003).

**Estilo Teórico:** Son personas que integran observaciones dentro de teorías lógicas, enfocan los problemas de forma vertical, escalonada, por etapas lógicas, tienden a ser perfeccionistas, analizan y sintetizan, para ellos si es lógico es bueno (Capella y Coloma, 2003). Las personas con este estilo necesitan modelos con conceptos y hechos ordenados, las actividades sistematizadas y lógicas les permite organizar su aprendizaje, tienden a ser perfeccionistas, no se sienten cómodos con actividades ambiguas, no les gusta hacer cosas que involucren las emociones, por estas razones el profesor debería planear actividades donde los conceptos partan de teorías y se promueva la organización de pasos lógicos para llegar a conclusiones, por ejemplo empleando datos estadísticos, buscar antecedentes, realizar indagaciones y plantear modelos (Gómez, Aduna, García, Cisneros, y Padilla, 2004).

**Estilo Pragmático:** Prefieren la aplicación práctica de las ideas, descubren el aspecto positivo de las nuevas ideas y aprovechan la primera oportunidad para experimentarlas, actúan rápidamente y con seguridad, son impacientes con personas que teorizan. (Capella y Coloma, 2003), el proceso de aprendizaje lo logran mejor si aplican los conceptos, por lo que el estudio de caso, la resolución de problemas y las discusiones sobre la aplicación real, serán actividades que les favorece en su proceso de aprendizaje, por el contrario, actividades poco aplicables a la vida real y sin una finalidad podría generarles grandes dificultades (Muñoz y Silva, 2003).

Por lo anterior, el estudio de los estilos de aprendizaje permite conocer mejor a los estudiantes, de tal manera que las actividades desarrolladas en el aula pueden ser diseñadas basadas en ellos, y reviste gran importancia cuando los estudiantes presentan dificultades en la

construcción de los conceptos, esto presume que es posible plantear dichas actividades desde el constructivismo y determinar el impacto que tienen sobre el aprendizaje.

#### **4.2. Resolución de problemas**

Basados en los modelos constructivistas, diversos autores han trabajado en estrategias didácticas con la finalidad de favorecer el aprendizaje, entre las que se destaca la resolución de problemas, Dúmas y Carré 1987, (citados en Perales, 1993), hacen un intento por definir resolución de problemas, asumen que en la vida ordinaria se resuelve un problema para obtener un resultado, y en el contexto escolar el resultado importa poco puesto que a menudo es conocido.

Proponer una definición concreta es difícil debido a que el modelo reúne diversas actividades y elementos de los cuales existen diversos puntos de vista, por lo tanto, la mejor forma de explicar la resolución de problemas es analizando cada una de sus partes, es decir, definir problema y luego hablar de la solución del problema.

##### **4.2.1. ¿Cómo se define problema?**

Un problema puede ser definido desde diversos puntos de vista por ejemplo desde su grado de dificultad, en donde una situación se podría considerar como problema cuando corresponda a una situación estimulante para el estudiante y que no tiene respuesta, esto implica que la situación no es familiar para el estudiante pero es novedosa, genera tensión en el pensamiento productivo del individuo impulsando la búsqueda de nuevo conocimiento. (García, 2003). Según Krulik y Rudnik (1980) (citados por Gil, Dumas, Caillot, Martínez, y Ramirez, 1988) un problema es una situación cuantitativa o cualitativa, que pide una solución, para la cual los individuos implicados no conocen medios o caminos evidentes para obtenerla.

Desde la psicología cognitiva diversos autores han propuesto algunas definiciones entre otras la aportada por H.A. Simon (1978), citado por (Varela M. , 2002) “Una persona se enfrenta a un problema cuando acepta una tarea pero no sabe de antemano como realizarla. Aceptar una tarea implica poseer algún criterio que pueda aplicarse para determinar cuándo se ha terminado la tarea con éxito”.

Desde la didáctica de las ciencias se destaca la definición propuesta por García (2003), “Un problema es una situación que presenta una oportunidad de poner en juego esquemas de conocimiento, que exige una solución que aún no se tiene y en la cual se deben hallar interrelaciones expresas y tácitas entre un grupo de factores o variables, búsqueda que implica la reflexión cualitativa, el cuestionamiento de las ideas propias, la construcción de nuevas relaciones, esquemas y modelos mentales”.

Para otros investigadores de la didáctica, parece ser preferible una definición con un enfoque investigativo en la que el problema no cuente con una solución evidente, por ende requiere desarrollar un proceso de investigación, igualmente la concepción de problema por los estudiantes puede ser diferente e inclusive puede ser confundido con las tareas propias del contexto escolar.

Independientemente de la postura asumida, es claro que un problema cuenta con variables, por tanto con un relativo nivel de incertidumbre, el cual requiere ser solucionado mediante la aplicación del conocimiento establecido en la estructura cognitiva de cada individuo, puede generar reacomodamientos, reestructuración y asimilación de conceptos al intentar solucionarlo.

#### 4.2.2. ¿Cómo se soluciona un problema?.

Intentar plantear soluciones a un problema haciendo uso de las variables que lo acompañan, permite aproximarse a la definición de resolución de problemas, en este sentido, aceptando que un problema es una situación en la cual se requiere un tratamiento distinto a la aplicación rutinaria de fórmulas, surgen como aspectos importantes para el análisis de las variables, la capacidad de identificar y comprobar hipótesis que conduzcan a su resolución, gracias al razonamiento autónomo que permite deliberar acerca del problema (García, 2003).

Es relevante entender e identificar la forma como se resuelve un problema, para usarlo como elemento dentro de una estrategia de enseñanza, para ello, debe definirse en sí mismo gracias a las etapas que comprende su solución, y no por la complejidad que presente para la persona que afronta la situación, por esta razón, un problema será una “situación cuya solución requiere que el sujeto analice unos hechos y desarrolle razonablemente una estrategia que le permita obtener unos datos, procesarlos (relacionarlos entre sí y con los hechos), interpretarlos y llegar a una conclusión” (Sigüenza y Sáez, 1990).

En consecuencia responder a la pregunta, ¿qué es resolver problemas?, algunos autores consideran la resolución de problemas como el proceso mediante el cual una situación incierta es clarificada e implica en mayor o menor medida la aplicación de conocimientos y procedimientos por parte del solucionador, así como la reorganización de la información almacenada en la estructura cognitiva, es decir, un aprendizaje (Gagné 1995; Ashmore et al. 1979; Novak 1977, citados por Perales, 1993).

Por su parte, la palabra resolución se ha utilizado para definir actividades encaminadas a generar una respuesta a un problema planteado desde la lectura misma del enunciado, autores como Dumas–Carré 1987, (citado por (Perales, 1993), afirman que durante la resolución de un

problema, puede establecerse una distinción entre el tratamiento lógico matemático y la propia actividad de resolución, analizada en términos de encadenamiento de procesos , y la solución o respuesta.

Autores como Pozo, Pérez, Domínguez, Gómez, y Postigo, (1994); Perales, (1993); Campanario y Moya (1999); Cañal y Porlan (1987), asumen la resolución de problemas como estrategia didáctica basada en las concepciones constructivistas, y han llegado a una conclusión desde la implicación investigativa, en la cual, la resolución de problemas más que una propuesta de trabajo y experimentación es asumida como un campo de investigación profunda.

Bich (1996) citado por Campanario y Moya (1999), afirma que entre los diversos aspectos del aprendizaje al emplear problemas, que todavía no son bien comprendidos, se puede lograr constructos organizados y coherentes relacionados con factores personales propios del alumno, como se puede ver, se involucran las individualidades como factor importante para resolver un problema.

Algunos investigadores asumen la resolución de problemas como un proceso que reproduce procedimientos de la investigación científica, promoviendo las aplicaciones prácticas y la transferencia de los conocimientos a lo cotidiano (Gil y Martínez, 1983; Gil, y otros, 1999), por lo tanto, el éxito de la resolución de problemas depende de distintas variables que afectan la solución del problema, al estudiante, al profesor y al contexto de la resolución (Perales y Cañal, 2000).

Desde el punto de vista histórico-sicológico es posible considerar los aportes desde el paradigma asociacionista y desde la psicología de Gestalt como aportes en el origen de la resolución de problemas, y por tanto en su definición.



En el paradigma asocianista, la resolución de problemas se define como un tratamiento para dar solución a un problema, en el cual se enfatiza en las conductas del ensayo y error, los hábitos y las cadenas de asociación, algunos investigadores lo consideran superficial y confuso sin avances significativos para ser aceptado como un camino para resolver problemas (Varela M. , 2002).

Desde la psicología de Gestalt, la resolución de problemas no se limita a la utilización mecánica de experiencias anteriores, circunscritas al ensayo-error, por el contrario supone la génesis de algo nuevo no mimético (pensamiento productivo), por lo tanto la resolución de problemas realiza una comprensión estructural del problema y relaciona todos los aspectos que influyen en la solución del problema, e implica una reorganización de elementos propios de la situación planteada como problema (Varela M. , 2002).

#### **4.2.3. Tipos de problemas.**

Desde el ámbito de la didáctica de las ciencias, la resolución de problemas circunscrita al contexto escolar ha requerido un trabajo para proponer una clasificación de problemas de acuerdo con sus características, lo cual ha permitido afinar la metodología para resolver problemas que realmente impliquen un reto cognitivo y no se circunscriba a la aplicación netamente algorítmica.

Dependiendo del objetivo, ámbito de aplicación y de la forma de solucionar los problemas, estos podrían clasificarse de diversas formas, es así como, Frazer (1982), citado por Sigüenza y Sáez, (1990), los clasifica como artificiales o reales. El problema artificial se caracteriza porque la solución es conocida por la persona que lo plantea y a su vez, dependiendo de la forma como se solucione se puede subdividir en:

- a) Problema cerrado: Es aquel que tiene una única solución.

- b) Problema abierto: Es el que cuenta con un número variable de soluciones.

Los problemas reales se caracterizan por que no se conoce la solución, e inclusive se acepta la posibilidad de no lograr resolverlos, se dividen en:

- a) Con objetivo dirigido: Cuando se plantea para resolver algún aspecto particular de interés científico, social o tecnológico.
- b) Sin objetivo: en este caso no se plantea un objetivo definido.

Gil y Martínez (1983), citados por García (2003), clasifican los problemas en las siguientes categorías:

- a) Ejercicios de reconocimiento: Son ejercicios y por tanto no son verdaderos problemas y se utilizan para que el estudiante desarrolle la capacidad de representar datos y acontecimientos presentados en un contexto abierto, de forma cualitativa o cuantitativa.
- b) Ejercicios algorítmicos: No son verdaderos problemas y se presentan al estudiante con el fin promover la mecanización de procedimientos y patrones de resolución para problemas numéricos.
- c) Problemas de aplicación: Son situaciones que se pueden resolver con los conocimientos ya elaborados por el alumno, implica la utilización de su capacidad de transferencia de los conocimientos asimilados a situaciones nuevas.
- d) Problemas de búsqueda: Estos son considerados como verdaderos problemas, en los cuales existe la posibilidad de no ser resueltos con el conocimiento que posee el individuo, aún cuando requieren de su utilización, su objetivo es la construcción de conocimiento por parte del alumno.
- e) Situaciones problemáticas: son situaciones donde se plantean dificultades intelectuales provocando preguntas y la necesidad de dar respuesta a ellas, las situaciones

problemáticas se caracterizan por la necesidad de interpretar situaciones reales, creando, modificando y adaptando modelos para seleccionar, organizar e interpretar la información a partir de la situación para llegar a la resolución del problema.

#### **4.3. Aprendizaje significativo**

Existe el consenso que el concepto más importante de la teoría de Ausubel, propuesta en 1963, es el aprendizaje significativo, en el cual expone la forma como el aprendizaje sucede cuando una nueva información se enlaza con ideas pertinentes existentes en la estructura cognitiva de quien aprende, requiriéndose un proceso que involucra una interacción entre la información nueva y una estructura específica del conocimiento previamente apropiada por parte de la persona que aprende, esta estructura se le denomina concepto integrador (Hewett, 1963; Silva, 2011).

Esta teoría asume el aprendizaje de conceptos y proposiciones mediante la creación de estructuras cognitivas nuevas o ampliadas, como resultado de la asimilación de los nuevos conceptos en la organización preexistente, razón por la cual se le conoce como la “Teoría de la Asimilación del Aprendizaje”, de hecho, Ausubel menciona como aspecto importante, como vía para el logro del aprendizaje, la necesidad de identificar lo que el alumno ya sabe y enseñar en consecuencia (Ausubel, 1968; Rey, 2008).

Ausubel ve el aprendizaje como un proceso altamente organizado, en el cual se crea una jerarquía conceptual, donde los elementos específicos se anclan a conocimientos más generales que les permite ser asimilados, definiendo una estructura cognoscitiva jerárquica como producto de la experiencia del individuo (Silva, 2011).

La teoría de Ausubel incluye tres ideas relevantes del aprendizaje: la inclusión, la diferenciación progresiva y la reconciliación integradora, donde los conceptos que permiten la inclusión en la estructura cognitiva preexistente son importantes para lograr los objetivos de aprendizaje, estos conceptos inclusores sufren un refinamiento cuando el individuo aprende mediante la inclusión de nuevas proposiciones y nuevos conceptos, lo cual genera una diferenciación progresiva, amplía la estructura cognitiva, y en la medida que el proceso de aprendizaje continúa aparece la reconciliación integradora, cuando el individuo logra articular o re-combina los nuevos conceptos en la estructura cognitiva, evidenciado en la creación de nuevas interrelaciones, por tanto, acepta nuevos significados en una nueva estructura cognitiva mejorada.

Hablar de aprendizaje, desde la propuesta de Ausubel (1968), es aceptar un proceso donde una idea novedosa es asimilada en una estructura cognitiva existente gracias a la disponibilidad de retención en la estructura cognitiva, mediante anclaje a conceptos preexistentes, esto solo es posible si el estudiante cuenta con una actitud abierta y predispuesta a aprender, y un material de trabajo en el aula potencialmente significativo, para ayudar a relacionar las nuevas ideas de una manera razonable, no aleatoria y no lineal, con una estructura cognitiva apropiada, de esta manera Ausubel (2002) propone tres tipos de aprendizaje significativo basado en la forma de recibir la información.

**Aprendizaje Representacional:** Es un aprendizaje parecido al memorístico y sucede cuando el significado de unos símbolos, aparentemente arbitrarios, se igualan con sus referentes es decir con objetos, eventos o conceptos, este aprendizaje se puede considerar como significativo porque los símbolos y sus referentes pueden estar relacionados en forma lógica a

manera de ejemplos con una generalización presente en la estructura cognitiva, relacionando así significados con un objeto, evento o concepto.

**Aprendizaje de Conceptos:** Ausubel asume los conceptos como objetos, eventos, situaciones o propiedades, los cuales cuentan con algunos atributos comunes que los caracteriza y están designados por el mismo signo o símbolo, estos conceptos se aprenden mediante la formación de los mismos (es la forma como aprenden los niños en sus primeros años), teniendo en cuenta que no están preexistentes en la estructura cognitiva, los atributos de los conceptos se adquieren mediante la experiencia o por la asimilación de ellos, es posible, definir los atributos de los nuevos conceptos mediante su uso en nuevas combinaciones de referentes preexistentes y disponibles en la estructura cognitiva.

**Aprendizaje de Proposiciones:** Este tipo de aprendizaje hace referencia al aprendizaje significativo de proposiciones verbales, relacionándolas e interactuando con ideas ya existentes en la estructura cognitiva, como consecuencia aparecen nuevos significados, este aprendizaje es mucho más complejo que el de aprender significados de palabras, debido a las posibilidades de involucrar una idea compuesta expresada verbalmente con las relaciones existentes entre las palabras, estas relaciones comprenden interacciones de manera concreta con el contenido de ideas pertinentes ya establecidas en la estructura cognitiva y puede ser:

- a. **Subordinada:** cuando una proposición se relaciona con unas otras de orden superior en la estructura cognitiva ejemplo: cuando un material de aprendizaje ejemplifica una idea ya existente en la estructura cognitiva, o si el material es una extensión, una modificación o una matización de proposiciones previamente aprendidas.

- b. De orden superior:** Cuando una proposición nueva se enlaza con ideas subordinadas de la estructura cognitiva o con un amplio fondo de ideas pertinentes de la estructura cognitiva.
- c. Combinatorio:** El aprendizaje combinatorio se da cuando una proposición no es enlazable con ideas específicas subordinadas o de orden superior pero si con una combinación de contenidos pertinentes generales de la estructura cognitiva.

Investigaciones más recientes indican que las estrategias de enseñanza – aprendizaje deben estar diseñadas sobre una base donde se acepte la relatividad, probabilidad, incertidumbre y casualidad de los conceptos, a fin de formar un individuo flexible, creativo, innovador, tolerante, y en general con unas características útiles para enfrentar la ambigüedad sin perderse, y construir nuevos significados que le permitan hacer frente a los constantes cambios ambientales, de esta manera el aprendizaje significativo se transforma en un **aprendizaje significativo crítico**. (Moreira, 2005).

**Aprendizaje Significativo Crítico:** Moreira (2003) asume una postura crítica frente al aprendizaje significativo y postula el aprendizaje significativo crítico como la perspectiva que le permite al individuo formar parte de su cultura y al mismo tiempo estar fuera de ella, evitando la subyugación cultural, así, la persona puede enfrentarse de forma constructiva al cambio sin dejarse dominar por él, manejar la información sin sentirse impotente frente a la velocidad de flujo, beneficiarse de la tecnología, permitirle trabajar con la incertidumbre, la relatividad, la no casulaida y la probabilidad, siendo para ello necesario:

- a) Aprender-enseñar preguntas y no respuestas.
- b) Aprender a partir de diferentes materiales educativos
- c) Aprender que somos perceptores y representantes del mundo

- d) Aprender que el lenguaje está totalmente involucrado en todos los intentos humanos de percibir la realidad
- e) Aprender que el significado está en las personas y no en las palabras
- f) Aprender que se aprende corrigiendo los errores.
- g) Aprender a desaprender.
- h) Aprender que las preguntas son instrumentos de percepción y que las definiciones y metáforas son instrumentos para pensar.
- i) Aprender a partir de diferentes estrategias de enseñanza.

De acuerdo con lo anterior, se reconoce la existencia de una relación entre aprendizaje significativo y el constructivismo, donde el individuo transforma sus esquemas de conocimiento desequilibrando y reequilibrando sus constructos o esquemas cognitivos.

Desde esta perspectiva, los supuestos que direccionan estos cambios cognitivos, son los siguientes:

1. Aprender es una actividad compleja, donde se ponen en juego diversos factores que dependen de las características personales del alumnado y del contexto del aprendizaje (Valle y Barca, 1993).
2. Aprender es una actividad individual, nadie puede aprender por otro, y están implicadas todas las dimensiones de la personalidad, desde las afectivas a las cognitivas pasando por las sensoriales, motrices y culturales, entre otras (Martínez, 2008).
3. El proceso de enseñanza contribuye al cambio de estructuras del conocimiento. Es por tanto, un enfoque desarrollado dentro de la fundamentación cognitiva del aprender (Pozo, 1999).

4. Las interacciones profesor-alumno; alumno-alumno, son igualmente importantes, el trabajo cooperativo es un marco conveniente para su desarrollo.
5. Los debates, el diálogo, el clima de compromiso por ambas partes, así como la continua elaboración de materiales y la facilidad de acceso a recursos variados son elementos esenciales (Martínez, 2008).

Estos supuestos presuponen un aprendizaje significativo exitoso durante el proceso de enseñanza, este modelo instruccional propone desarrollar secuencialmente varios procesos complejos, como consecuencia se logra un aprendizaje profundo, duradero y transferible, el proceso se resume así:

- a. **Elicitación:** Se parte de un diagnóstico inicial del conocimiento que tiene el alumno sobre la información que ha de ser asimilada.
- b. **Intervención:** Con base en el resultado del diagnóstico inicial, se organiza el tratamiento de la información y la situación de enseñanza, adecuándolas al alumnado, la intervención mediada está directamente relacionada con la naturaleza de la información obtenida en la primera fase.
- c. **Regulación:** Se realiza una evaluación continuada sobre el desarrollo de la acción.
- d. **Retroalimentación:** Se verifican los aspectos no aprendidos o pendientes y se inicia una nueva secuencia (Trujillo y Auduriz, 2002).

En la mayoría de los casos, las ideas pertinentes existentes en una estructura cognitiva son muy generales y difícilmente actúan como ideas ancla de nuevos conceptos, razón por la cual, la secuencia anterior emerge como vía para recortar la distancia entre lo que ya sabe el individuo y lo que necesita saber para asimilar una nueva idea, de hecho, como parte integral de



la secuencia, los materiales utilizados para la intervención juegan un papel importante en la mediación de relacionar pertinentemente la idea particular y las de anclaje (Ausubel, 2002).

La mediación y el anclaje de las nuevas ideas requieren de una evaluación del proceso para determinar si la organización cognitiva fue eficaz, es así como los mapas conceptuales se han posicionado como una ayuda para hacer seguimiento y evaluar el aprendizaje, estos diagramas jerárquicos reflejan la organización conceptual de algún tema, convirtiéndose en una herramienta pertinente para el estudiante en el proceso del aprendizaje significativo, y para la organización de los materiales y actividades en el aula por parte del profesor (Novak y Gowin, 1984).

En la actualidad, algunos investigadores recomiendan, dentro del aprendizaje significativo, la importancia de relacionar los conceptos a enseñar con la estructura cognitiva del aprendiz, lo cual implica un conocimiento previo de la estructura cognitiva de partida y el diseño de actividades y materiales acordes a esta estructura (Elboj, Puigdemívol, Soler y Valls, 2006).

En general, se sabe que en la mayoría de los casos, los docentes en formación y en ejercicio son conscientes de la necesidad de hacer cambios en los procesos tradicionales de enseñanza, donde se integren actividades y teorías reflexivas como las constructivistas (Duarte y Valbuena, 2014), pero aún en la práctica subsiste la metodología memorística basada en las prácticas magistrales puramente transmisionistas (Cid y Pérez, 2013), prácticas que evalúan el cumplimiento de unos objetivos sin dar valor real a la calidad de lo aprendido, es decir, no se evalúa la construcción significativa de conceptos en un contexto actual.

En consonancia con el planteamiento anterior, se hace necesario concientizar a los profesores de la importancia en renovar las actividades de enseñanza–aprendizaje, así como la forma de actuar en la relación profesor–estudiante, aspectos con gran influencia en el aprendizaje

significativo, igualmente, concientizar a los profesores y estudiantes del hecho que el aprendizaje significativo se logra cuando la nueva información puede relacionarse en forma sustantiva (no al pie de la letra) y no arbitraria, a la estructura cognitiva del alumno, es decir, cuando el nuevo conocimiento establece una conexión perdurable en la estructura cognitiva (Sánchez, Moreira y Caballero, 2009).

La calidad del proceso se hace evidente cuando el alumno relaciona naturalmente el conocimiento recién aprendido con el previo y cuando esté en capacidad de proyectar el nuevo conocimiento hacia otros contenidos potencialmente aprendidos, por tanto, cada nuevo aprendizaje debe pasar por tres fases: inclusión, diferenciación progresiva y reconciliación integradora, reconociendo la evolución de las interrelaciones verbalizadas en proposiciones identificadas en la estructura cognitiva del estudiante (Novak y Gowin, 1984), a diferencia de un aprendizaje memorístico o mecánico, se espera que las proposiciones sean perdurables en el tiempo.

En consecuencia, el aprendizaje significativo permite la retención de los conceptos aprendidos, no obstante, puede darse el olvido en el aprendizaje significativo, pero al estar los conceptos incrustados en la estructura cognitiva, estos no se pierden, efecto que Ausubel y Novak denominan la “inclusión objetiva” (Ausubel, 1968; Novak y Gowin, 1984).

#### **4.3.1. Evaluación del aprendizaje significativo.**

Aceptando que el aprendizaje significativo genera una evolución de la estructura cognitiva del individuo, es necesario diseñar actividades evaluativas durante el proceso de enseñanza – aprendizaje con el objetivo de observar la evolución en la estructura cognitiva, en este sentido Rey, (2008) afirma:

“En cuanto al proceso evaluativo podemos distinguir dos aplicaciones: la que observa una evolución y la que constata una estructura cognitiva final. La primera tiene por objeto detectar las modificaciones en la estructura cognitiva del sujeto, tras el proceso de formación para poner de relieve un aprendizaje. Esta evaluación requiere como mínimo dos medidas: una previa al proceso de aprendizaje y una posterior, y puede optarse por una valoración cualitativa o una cuantitativa. La segunda aplicación, pretende comprobar que el alumno ha alcanzado los objetivos de la asignatura, por tanto bastará con una sola medida final y suele atribuírsele una valoración cuantitativa”.

#### **4.3.2. Los mapas conceptuales.**

Evaluar el aprendizaje significativo es un proceso que requiere unas pruebas válidas y fiables, deben dar cuenta de la inclusión de nuevos conocimientos y su integración a la estructura cognitiva, en este sentido, los mapas conceptuales surgen como un instrumento que ha demostrado validez y fiabilidad, a pesar de las dificultades para su valoración.

Un mapa conceptual es una representación gráfica jerárquica de la estructura cognitiva, sus elementos básicos son los conceptos y sus interrelaciones, los mapas conceptuales consideran tres aspectos básicos (Campos, 2005):

- **Conceptos:** consideradas como abstracciones, imágenes mentales o características comunes de un grupo de objetos o acontecimientos.
- **Proposiciones:** son unidades semánticas formadas por dos o mas conceptos unidos por palabras apropiadas que le dan un significado.
- **Palabras enlace:** Son palabras que unen conceptos para formar una unidad de significado.

Estos mapas conceptuales permiten observar la construcción de nuevas relaciones entre conceptos nuevos y conceptos previamente aprendidos, sin una relación lógica, por otra parte, los mapas conceptuales muestran explícitamente las relaciones entre conceptos y proposiciones que cada persona tiene acerca de un tema, y a su vez pueden ayudar a los profesores y estudiantes para intercambiar puntos de vista sobre una conexión particular y definir si es válida o si existen correlaciones erróneas entre conceptos (Novak y Gowin, 1984).

Los mapas conceptuales presentan unos elementos importantes, entre ellos los conceptos y enlaces con sus etiquetas, los conceptos se organizan jerárquicamente, el superior se denomina supra-ordenado, del cual se derivan otros conceptos enlazados denominados subordinados, el mapa se puede ramificar cuando existen conceptos que se incluyen y alimentan la estructura cognitiva refinando el mapa conceptual, estas ramificaciones pueden surgir del elemento supraordenado y llega a un extremo final, entre conceptos de diferentes ramas pueden surgir enlaces denominados enlaces cruzados.

Se considera dinámica la evolución de las estructuras cognitivas, siempre y cuando se acepte el carácter no finalizado del aprendizaje, por tanto, entre mas compleja la estructura cognitiva, incluyendo proposiciones validas, relaciones entre conceptos, enlaces cruzados e inclusión de conceptos multidisciplinarios válidos y aplicables, se puede considerar el logro de un aprendizaje significativo y duradero.

#### **4.4. Reflexión final**

Como se observa en esta revisión conceptual, en la actualidad los tres ejes centrales del presente trabajo doctoral (estilos de aprendizaje, aprendizaje significativo y resolución de problemas) son de interés investigativo, existe el interés de identificar y entender las razones por

las cuales un individuo aprende, incluyendo las dimensiones que afectan dicho aprendizaje, por lo tanto, las formas estratégicas para mejorar los desempeños académicos.

En este sentido, se han propuesto actividades de resolución de problemas como vía para lograr un aprendizaje significativo, en estos intentos, se reconocen algunos logros importantes que han cambiado el viejo aprendizaje memorístico por un aprendizaje más estructurado, en el sentido de integrar ideas nuevas en una estructura cognitiva jerárquica incluyendo relaciones entre varias ideas.

Igualmente, los investigadores continúan interesados en evaluar los factores que pueden afectar el proceso de aprendizaje, es el caso de las características individuales de las personas como aspecto orientador de las estrategias, preferencias por ciertas actividades en el aula e inclusive la relación con el profesor, es así como los estudios en el campo de los estilos de aprendizaje, provenientes de la psicología, se ha convertido en una herramienta para identificar algunas individualidades de los estudiantes, con el propósito de planear actividades facilitadoras del aprendizaje en el ámbito escolar.

Como es normal, estos tres ejes, sobre los que se soporta el presente trabajo doctoral, han presentado críticas frente a su concepción, operatividad y pertinencia, lo cual, como ya se analizó en los capítulos anteriores, ha llevado a una evolución, en la cual se plantean aportes encaminados a mejorar la actividad de enseñanza– aprendizaje y se proponen nuevos interrogantes como base para nuevas investigaciones.

En este sentido, la presente propuesta doctoral pretende continuar aportando en el estudio de estos ejes y, considera que los estilos de aprendizaje se consolidan como un factor importante para proponer respuestas frente a las dificultades que tienen los estudiantes en el aprendizaje de conceptos químicos.

Por otra parte, la resolución de problemas y el aprendizaje significativo surgen como factores para identificar las probables relaciones existentes entre ellos, incluyendo la influencia que tienen las características individuales definidas por estilos de aprendizaje, elementos que en la enseñanza de las ciencias en general y de la química en particular no parecen haber sido estudiadas simultáneamente, de esta manera, la característica tridimensional de la presente propuesta doctoral aporta en la búsqueda de vías para mejorar el aprendizaje de los estudiantes y la labor de enseñanza del profesor.

## 5. Metodología

El problema de investigación planteado, pretende hacer un esfuerzo por integrar tres dimensiones que afectan los procesos de enseñanza-aprendizaje de la química, en particular sobre los conceptos bioquímicos asociados a las proteínas, glúcidos y lípidos. Este trabajo tiene como objetivo identificar la influencia de la resolución de problemas en el aprendizaje significativo de los conceptos antes mencionados, en función de los estilos de aprendizaje de los estudiantes de Licenciatura en Química.

Como la propuesta se soporta en el paradigma constructivista, es lógico analizar la evolución del aprendizaje en relación con las actividades a desarrollar, de esta manera, la propuesta se fundamenta en un modelo de investigación mixto, por lo que para la recolección de datos se consideran instrumentos y actividades que permiten generar datos cualitativos y cuantitativos, los cuales se analizan utilizando herramientas estadísticas.

Un trabajo de investigación se construye sobre una serie de actividades bien elaboradas como procedimientos, objetivos, hipótesis, instrumentos, etc., sobre los cuales se proponen diferentes metodologías investigativas, algunos autores consideran que la metodología de investigar se caracteriza por (Ruiz, 2004):

- Atender problemas que surgen de la teoría o la bibliografía.
- Se investiga sobre una muestra representativa seleccionada estadísticamente.
- Se utilizan instrumentos válidos y fiables.
- Se utilizan herramientas estadísticas como apoyo en el análisis de resultados

Basados en estas características, el presente trabajo de doctorado incluye una selección de los factores a investigar, un análisis de los efectos que se producen al manipular los factores, y una identificación de las posibles relaciones existentes entre factores, por lo que es posible plantear el diseño de investigación más apropiado

### **5.1. Diseño metodológico de la investigación**

La presente investigación emplea un diseño pre-experimental pre test - post test, sin grupo control. Además, se utilizan procesos de recolección de datos mixtos (cualitativos y cuantitativos) mediante cuestionarios, mapas conceptuales e informes de actividades en el aula.

En el diseño pre-experimental no es posible controlar todos los factores que intervienen en un problema de investigación, solamente se seleccionan algunos de ellos y se determina el efecto logrado sobre un factor dependiente. Las principales características del diseño pre-experimental son:

- a. La utilización de escenarios naturales, con variables independientes no manipuladas y una intervención mínima del investigador.
- b. Carencia de control experimental total.
- c. Utilización en contextos sociales en los que se intenta respetar las estructuras y relaciones de los escenarios de la investigación, así como las consecuencias éticas derivadas de la participación o no en los procesos de investigación (Ruiz, 2004).

La finalidad de este trabajo es investigar la relación entre la resolución de problemas, el aprendizaje significativo y la influencia que tienen los estilos de aprendizaje en los estudiantes del programa de Licenciatura en Química, por lo que, según Cólás y Buendía (1992), citados por Ruiz,(2004), las principales características de una metodología pre-experimental correlacional utilizadas en la presenta investigación son:



- a. Se trabaja en marcos naturales establecidos y en funcionamiento.
- b. No existe la manipulación previa de las variables con las que se trabaja.
- c. Buscan correlaciones que permitan corroborar o controvertir teorías
- d. Intentan hallar explicaciones mediante el estudio de las relaciones entre las variables.

De esta manera, para dar respuesta al problema planteado en este trabajo doctoral, se requiere un diseño metodológico que permita identificar con mayor profundidad el uso y la formación de relaciones entre conceptos nuevos, articulados coherentemente con los conceptos preexistentes de los estudiantes.

Teniendo en cuenta que la presente investigación cuenta con un proceso en el que se recolectan, analizan y vinculan los datos cuantitativos y cualitativos en el mismo estudio, inclusive, involucra la conversión de datos cuantitativos en cualitativos y viceversa, (Hernández, Fernández, y Baptista, 2014) Es válido enmarcar la presente propuesta en el contexto de la investigación mixta, y se espera lograr una percepción mas integral del problema investigativo.

## **5.2. Etapas de la Investigación**

Para organizar la ejecución de la metodología de investigación, se plantean varias etapas sistemáticas, en las que se aplican los instrumentos correspondientes y recolectan datos, dichas etapas se presentan bajo una serie de prioridades o criterios.

- a. Identificar las características generales de la población, desde sus estilos de aprendizaje, hasta identificar los conceptos químicos que tienen en los tópicos de proteínas, glúcidos y lípidos.
- b. Aplicar la estrategia didáctica de la resolución de problemas.
- c. Aplicar una evaluación final que permita dar cuenta de la construcción de conceptos químicos, y comparar con los datos obtenidos antes de la aplicación de la estrategia.

**Etapa 1: Identificación de los estilos de aprendizaje y conceptos iniciales.**

En esta primera etapa de investigación se identifican dos objetivos principales, por una parte, se pretende identificar algunas características particulares de los estudiantes en función de los estilos de aprendizaje propuestos por Honey y Mumford (1986), por lo cual se utiliza cuestionario Honey–Alonso de Estilos de Aprendizaje (CHAEA) (anexo 1). Este instrumento fue desarrollado en la Universidad Complutense de Madrid por Catalina Alonso y Peter Honey en 1992, consta de ochenta (80) preguntas donde se indaga en aspectos particulares de la forma como aprenden los estudiantes, para agruparlos en alguno de los cuatro estilos de aprendizaje (Activo, Reflexivo, Pragmático, Teórico), mediante un baremo en puntuaciones de percentíles.

La fiabilidad del instrumento ha sido medida empíricamente mediante el uso del estadístico Alpha de Combrach, encontrándose en su orden descendente de fiabilidad el estilo reflexivo, activo, teórico y pragmático, la validez del instrumento fue obtenida por un análisis de contenido, análisis de ítems, análisis factorial de las ochenta preguntas y un análisis factorial de las 20 preguntas que caracterizan cada estilo de aprendizaje (Alonso, 1992), una descripción mas detallada se encuentra en la sección 5.4.

Por otra parte, en esta etapa se identifican los conceptos iniciales de los estudiantes en torno a los temas de proteínas, lípidos y glúcidos, mediante un pre-test constituido por la construcción de un mapa conceptual (Anexo 2), sobre la base de 21 conceptos relacionados con los temas propuestos, una breve explicación de que es un mapa conceptual y su utilización.

**Etapa 2: Aplicación de la Estrategia.**

En función de los resultados obtenidos en la primera etapa, se plantea una serie de actividades basadas en la resolución de problemas (Anexo 3), las cuales cuentan con las siguientes características:

1. Planteamiento de un problema general integrador que abarque todos los temas propuestos, con la suficiente capacidad para estructurar las actividades de aula en torno a él, el tema general propuesto se enmarca en los desórdenes alimentarios actuales como el sobrepeso y su relación con la alimentación, el cual no tendrá una solución pero permite hacer uso de los conceptos asociados a las proteínas, glúcidos y lípidos para entenderlo y proponer soluciones.
2. Planteamiento de problemas específicos en proteínas, lípidos y glúcidos, derivados del problema integrador, estos son menos complejos e independientes entre sí, pero que aportan a la solución del problema integrador.

Los modelos, hechos, conceptos, principios e hipótesis se construyen mediante diversas actividades acordadas con los estudiantes y que se exponen a continuación:

- a) En la primera semana del semestre académico y luego de la aplicación del cuestionario CHAEA y la elaboración del mapa conceptual inicial (pre-test), se presenta el problema integrador y el primer problema específico con algunas lecturas recomendadas (anexo 3).
- b) Posteriormente, los estudiantes, con la orientación del profesor, proponen actividades con el fin de llegar a la solución del problema, entre otros se llega al consenso de realizar las siguientes:

**Clases magistrales**, las cuales, enmarcadas en el modelo de resolución de problemas, tienen como objetivo la aclaración de inquietudes surgidas luego de la indagación en fuentes bibliográficas hechas por los estudiantes, por lo que la clase magistral opera como consulta a un experto.

**Trabajos de laboratorio**, enfocados a cuantificar proteínas, lípidos y glúcidos, así como determinación de la actividad enzimática y la extracción de proteínas en algunos alimentos para relacionarlos con los problemas alimentarios.

**Foros virtuales**, su objetivo es propiciar las condiciones para debatir temas específicos alrededor de la salud, las proteínas, lípidos y glúcidos, e incentivar el intercambio de conocimientos, la aclaración de dudas conceptuales y la construcción de conceptos gracias al trabajo grupal.

**Elaboración de mapas conceptuales:** atendiendo la recomendación del modelo de resolución de problemas frente a la evaluación continua, se decide elaborar un mapa conceptual al finalizar cada tema y otro general al finalizar las actividades, el cual sirve como pos-test, elemento útil para determinar el nivel de aprendizaje significativo logrado por cada estudiante.

- c) Se recolectan, tabulan, sistematizan y se analizan los datos obtenidos incluyendo las observaciones de los estudiantes realizadas en cada temática.

Con estas actividades enmarcadas en el modelo de resolución de problemas, se pretende promover un ejercicio de construcción de conceptos basados en problemáticas actuales y de mucho interés para la sociedad, con una alta relación con los temas químicos propuestos.

### **Etapa 3: Etapa evaluativa.**

Si bien la fase evaluativa se realiza a lo largo de la aplicación de las actividades, el punto central es verificar el aprendizaje significativo logrado por los estudiantes, para ello se realizan las siguientes actividades:

- a) Determinar el nivel de aprendizaje significativo logrado por el grupo de estudiantes, mediante el análisis de los mapas conceptuales pre-test y pos-test, incluyendo aspectos estructurales, conceptuales y la elaboración de proposiciones válidas. Igualmente se realiza una evaluación cuantitativa usando una matriz evaluativa, mediante la comparación entre los mapas conceptuales elaborados por los estudiantes y un mapa conceptual esperado, elaborado por el profesor (anexo 2).
- b) Emplear paquetes estadísticos como SPSS y Atlasti para realizar el análisis de los datos cualitativos y cuantitativos, los cuales soportan las conclusiones y proyecciones de investigación.

Con el propósito de facilitar la evaluación de los mapas conceptuales pre-test y pos-test, los conceptos utilizados para su elaboración son los mismos y se pueden ver en el anexo 2.

Por otra parte, es importante recordar que el aprendizaje significativo presenta como diferencia del aprendizaje memorístico su resistencia al olvido, de tal forma que cualquier valoración realizada, debe incluir esta condición.

Diferentes autores (Novak y Gowin, 1984; Novak J. D., 1987; Rey, 2008) proponen tiempos entre 15 y 60 días para que se produzca un posible olvido de lo aprendido, por lo que la aplicación del mapa conceptual pos-test se realiza teniendo en cuenta esta recomendación.

En la figura 3 se presenta un diagrama que resume la estrategia didáctica desarrollada en el aula.

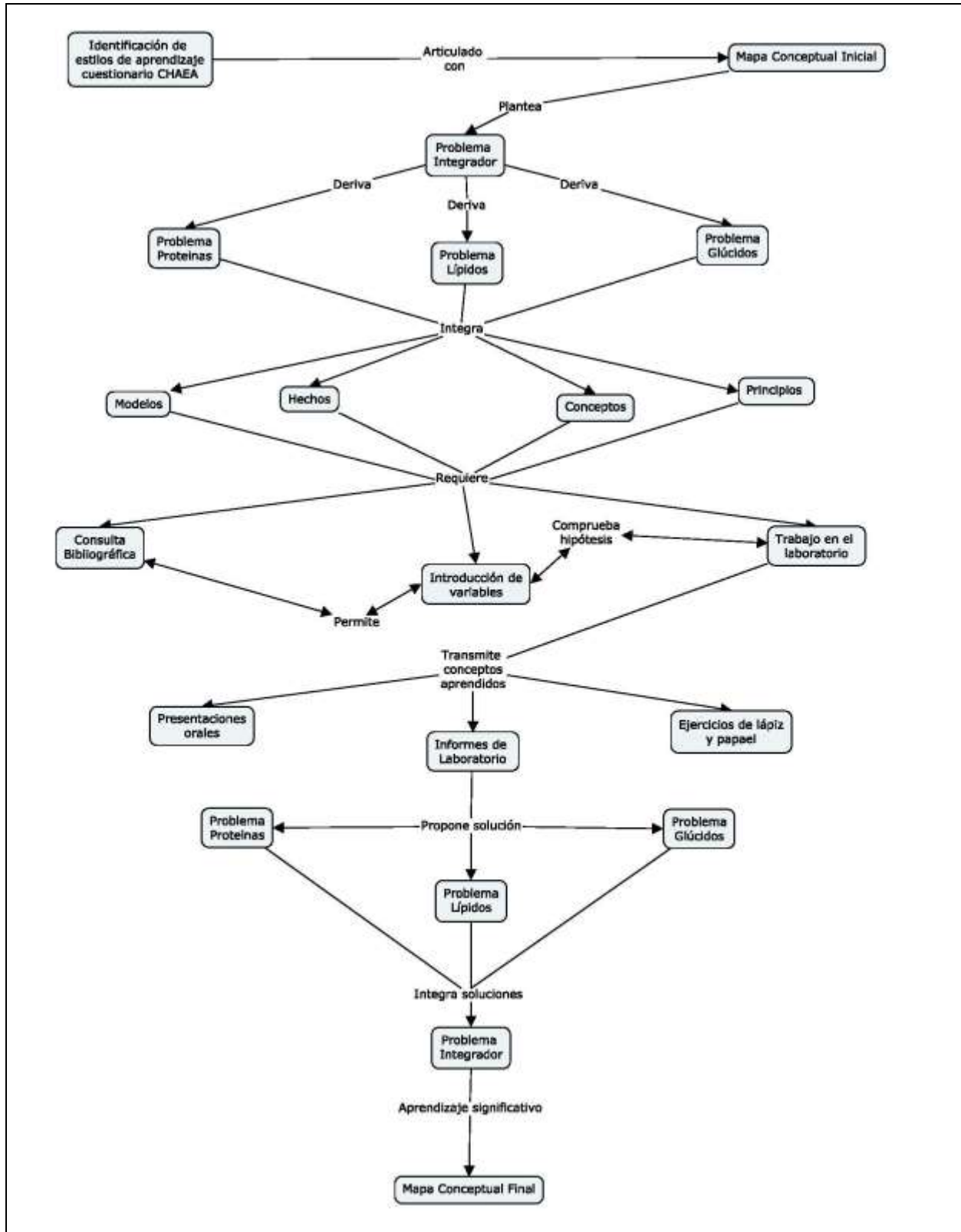


Figura 3: Propuesta metodológica

### **5.3. Población**

La Universidad Pedagógica Nacional es el escenario donde se lleva a cabo la investigación, su carácter público y su misión como formadora de profesores, hace que sea el ambiente propicio para realizar las reflexiones en torno a la pregunta problema. En la universidad, la facultad de Ciencia y Tecnología cuenta con el objetivo de formar profesores en las áreas de física, biología, química, matemáticas y tecnología, constituyendo así cada uno de los respectivos departamentos, los cuales cuentan con una estructura administrativa y cuerpo docente propio.

La población objeto de estudio está conformada por ciento dos (102) estudiantes del programa de Licenciatura en Química de la Universidad Pedagógica Nacional, registrados en el ciclo de profundización, integrado por setenta y seis (76) mujeres y veintiséis (26) hombres, con edades entre los veinte (20) y veinticuatro (24) años.

### **5.4. Instrumentos de recolección de la información**

Sin duda alguna, uno de los elementos más importantes del trabajo de investigación es la recolección de datos, por lo que los instrumentos a utilizar se convierten en pieza fundamental, en este sentido, se establecieron algunos criterios básicos para su selección y diseño:

- a) Instrumentos contrastados que ofrezcan confiabilidad.
- b) Instrumentos diseñados sobre una base conceptual acorde a las necesidades de seguimiento y valoración definidas en los objetivos investigativos.
- c) Instrumentos utilizados en experiencias con características similares a la presente investigación.

Bajo estos criterios, los instrumentos utilizados en la investigación se pueden describir de la siguiente manera:

#### **5.4.1. Cuestionario CHAEA para identificar estilos de aprendizaje.**

La teoría de asimilación del aprendizaje, propuesta por Honey y Mumford, es el modelo utilizado en la presente investigación, por lo tanto, para identificar los estilos de aprendizaje se utiliza el cuestionario CHAEA (Anexo 1), el cuál fue desarrollado en la Universidad Complutense de Madrid por Catalina Alonso y Peter Honey. Este instrumento consta de ochenta (80) preguntas donde se indaga en aspectos particulares de la forma como aprenden los estudiantes, y permite tipificar a los estudiantes en alguno de los cuatro estilos de aprendizaje propuestos por el modelo, mediante un baremo en puntuaciones centíles.

La fiabilidad del instrumento ha sido medida empíricamente mediante el uso del estadístico Alpha de Cronbach, el cual permite identificar la consistencia interna de una escala. Esta consistencia ha sido medida en un sin número de trabajos de investigación, es el caso del realizado por Alonso (1992), quien pudo determinar que la fiabilidad más alta es para el estilo Reflexivo, con un resultado alpha de Cronbach de 0,6272, y el más bajo para el estilo Pragmático con 0,5854, por lo que estadísticamente, el cuestionario CHAEA cuenta con una buena confiabilidad para ser utilizado.

De igual manera, la validez del instrumento ha sido estudiada mediante análisis de contenido, análisis de ítems, análisis factorial de las ochenta preguntas, análisis factorial de las 20 preguntas que caracterizan cada estilo de aprendizaje, entre otros (Alonso, 1992).

Así mismo, en diversos estudios realizados con el objetivo de validar el cuestionario CHAEA, se ha encontrado que al calcular el coeficiente de Kuder-Richardson se obtienen valores que fluctúan entre 0,78 para el estilo teórico y 0,83 para el activo. Por otro lado, al calcular los



intervalos de correlaciones ítem-test corregidos se logran valores superiores a 0,20, superando el criterio de aceptación de Kline.

Los hallazgos anteriores corroboran el requisito de puntajes confiables para la medida psicométrica de la Teoría Clásica de los Test (TCT). Por otro lado, el coeficiente de ajuste Chi-cuadrado con un valor de 2,83, muestra que el modelo es adecuado para identificar los estilos de aprendizaje, estos criterios de validación y sus resultados fueron obtenidos en un estudio que incluyó 830 estudiantes universitarios de Lima (Escrura, 2011).

De igual manera, Juárez , Rodríguez, y Luna, (2012), en un estudio realizado con 794 estudiantes de una universidad pública del Estado de México, lograron determinar la confiabilidad del instrumento CHAEA en cuatro cohortes de estudiantes diferentes y compararon el alfa de Cronbach con el obtenido por Alonso (1997), los resultados se observan en la Tabla 4.

**Tabla 4: Coeficiente de confiabilidad alpha de Cronbach**

Estilos de aprendizaje	Alonso (1997)	Cohorte 2012	Cohorte 2011	Cohorte 2010	Cohorte 2009
Activo	0,62	0,75	0,74	0,78	0,73
Reflexivo	0,72	0,71	0,77	0,78	0,77
Teórico	0,65	0,74	0,77	0,74	0,79
Pragmático	0,58	0,75	0,73	0,77	0,74

**Fuente:** Juárez , Rodríguez, y Luna (2012)

En Colombia se han realizado algunos estudios de validez del instrumento CHAEA, se resalta el realizado con una población integrada por estudiantes de una institución educativa ubicada en el municipio del Bagre – Antioquia, los resultados muestran un valor de Alpha de Cronbach igual a 0,8155, el cual es apropiado para asumir resultados confiables. Sin embargo, se recomienda ajustar nueve preguntas, las cuales presentan indicadores estadísticos que hacen suponer cierto grado de dificultad en el momento de emitir una respuesta, especialmente en poblaciones conformadas por adolescentes (Varela, 2014).

Otro estudio realizado con 666 estudiantes de la Universidad Autónoma de Nuevo León, demostró la fiabilidad del instrumento mediante el coeficiente Alpha de Cronbach, logrando valores entre 0,50 para el estilo pragmático y 0,60 para el reflexivo y activo, resultado con el que se propone reducir el número de items en el instrumento para mejorar su fiabilidad (Rios y Maldonado, 2017).

En la Universidad de Cartagena Colombia se validó el instrumento con una muestra de 60 estudiantes en modalidad de educación a distancia, logrando valores del coeficiente Alpha de cronbach entre 0,69 y 0,85, corroborando la fiabilidad del instrumento para identificar los estilos de aprendizaje, igualmente, este estudio hace referencia a Ventura (2012) , y a Ortiz y Canto (2013), quienes reportan valores de Alpha de Cronbach entre 0,60 y 0,70 (Gómez, Jaimes, y Severiche, 2017).

Teniendo en cuenta los antecedentes anteriores frente a la validación del instrumento en ambientes de educación media y universitaria, aplicados en diversos países iberoamericanos incluyendo Colombia, y sobre la base que todos los resultados estadísticos psicométricos demuestran la suficiente fiabilidad del cuestionario CHAEA, la presente investigación acepta el instrumento como fiable para ser utilizado sin un previo análisis de validez con la población objeto de estudio.

#### **5.4.2. Mapas conceptuales.**

Los mapas conceptuales son aceptados como una herramienta para evaluar el aprendizaje significativo gracias a su estructura jerárquica, la cual permite observar la inclusión de conceptos y sus relaciones en la estructura cognitiva de la persona que aprende, es esta la razón por la cual se adopta esta herramienta para la identificación de las relaciones entre los conceptos asociados a proteínas, glúcidos y lípidos en este trabajo de investigación.

Igualmente, se pretende identificar la influencia de las actividades enmarcadas en la resolución de problemas, realizadas durante la intervención sobre el aprendizaje significativo de los conceptos asociados a proteínas, lípidos y glúcidos, mediante la identificación de nuevas relaciones entre las nuevas ideas con las que contaba el estudiante en su estructura cognitiva.

Se presume que actividades tales como: lecturas de artículos, indagación a expertos desarrollado en esta investigación como clase magistral, trabajo en el laboratorio y elaboración de informes, complementan la asimilación de conceptos y la formación de proposiciones válidas, razón por la cual se realiza un análisis cualitativo-descriptivo, haciendo uso del paquete Atlasti.

Con los datos obtenidos se analizan las relaciones entre el aprendizaje significativo de los conceptos planteados y la resolución de problemas, así como la influencia de los estilos de aprendizaje.

### **5.5. Criterios de análisis**

Teniendo en cuenta la pregunta problema, el objetivo general y los específicos de la investigación, se establecen tres factores principales que guían la investigación.

- a) Los estilos de aprendizaje en estudiantes universitarios del programa de Licenciatura en Química.
- b) La influencia de la estrategia didáctica de resolución de problemas en el aprendizaje significativo, en torno a los conceptos químicos asociados a las proteínas, lípidos y glúcidos.
- c) El efecto de los estilos de aprendizaje en la relación entre la resolución de problemas y el aprendizaje significativo.

Estos factores permiten definir los criterios de análisis, que incluyen: la forma de sistematizar, seleccionar la herramienta estadística y analizar los resultados.

### 5.5.1. Criterios de análisis de los estilos de aprendizaje.

Para identificar los estilos de aprendizaje propuestos por Honey y Mumford (1986), se utiliza el cuestionario estandarizado CHAEA, el cual permite organizar y clasificar los estilos de aprendizaje (Anexo 1), el cuestionario consta de ochenta afirmaciones, veinte ítems referentes a cada uno de los cuatro estilos de aprendizaje, cuya respuesta muestra el grado de acuerdo o desacuerdo frente a cada afirmación, posteriormente, mediante el uso de un baremo, el resultado permite ubicar a cada estudiante en su estilo de aprendizaje, gracias a las categorías que van desde muy baja a muy alta preferencia. En la Tabla 5 se presenta con mayor claridad los criterios de análisis para este factor:

**Tabla 5: Criterios de análisis para estilos de aprendizaje**

Dimensión	Categorías	Subindicador (preferencia)	Fuente de Información
Estilos de aprendizaje	Activo Reflexivo Pragmático Teórico	Muy Alta	Análisis del Baremo por estudiante
		Alta	
		Moderada	
		Baja	
		Muy Baja	

Fuente: autor

Una vez identificados los estilos de aprendizaje en los estudiantes del programa de Licenciatura en Química, los estudiantes, con la asesoría del profesor, proponen actividades para solucionar el problema integrador y los específicos, a fin de favorecer el aprendizaje de los conceptos químicos propuestos.

### 5.5.2. Criterios de análisis: Aprendizaje significativo y resolución de problemas.

Esta propuesta de investigación pretende identificar la posible influencia del modelo de resolución de problemas sobre el aprendizaje significativo de conceptos asociados a las proteínas, lípidos y glúcidos, por lo que el análisis de resultados se realiza teniendo en cuenta los criterios básicos enumerados en las Tablas 6 y 7.

**Tabla 6: Criterios de análisis del aprendizaje significativo**

Dimensión	Indicador	Subindicador	Pregunta o actividad	Fuente de Información
Aprendizaje Significativo	Aprendizaje proposicional subordinado	Número de relaciones de proposiciones nuevas con otras superiores preexistentes	Elaborar relaciones de los conceptos que considere importantes en cada una de las temáticas	Informes de laboratorio. Presentaciones orales Mapas conceptuales
	Aprendizaje proposicional de orden superior	Número de relaciones de proposiciones nuevas con otras preexistentes subordinadas	Elaborar relaciones de los conceptos que considere importantes en cada una de las temáticas	Informes de laboratorio. Presentaciones orales Mapas conceptuales
	Aprendizaje proposicional combinatorio	Número de proposiciones nuevas que se enlazan con contenidos generales preexistentes	Elaborar relaciones cruzadas de los conceptos que considere importantes en cada una de las temáticas	Informes de laboratorio. Presentaciones orales Mapas conceptuales

Fuente: Autor

Los criterios definidos en la Tabla 5 son visualizados claramente en los mapas conceptuales pre-test y pos-test, por tanto es necesario establecer un sistema de puntuación para facilitar la evaluación, sin olvidar el análisis descriptivo.

Para la evaluación cualitativa, se compara el mapa conceptual inicial (pre-test) con el final (pos-test), se analizan los conceptos utilizados, los conceptos nuevos que aparecen en el mapa conceptual final, el tipo de relaciones utilizadas, el contenido semántico y la estructura organizativa, entre otros aspectos (Rey, 2008).

La evaluación cuantitativa requiere un mayor detalle, por lo que se admite dos metodologías: una valoración holística para evaluar la información que presenta el mapa conceptual en su conjunto y otra puntuación basada en los diferentes elementos que constituyen el mapa, mediante una combinación lineal de dichos elementos (Novak y Gowin, 1984; Rey, 2008; Hernández, Jauregui, y Avilés, 2016; Dönmez y Ültay, 2016).

La presente investigación toma como modelo el propuesto por Novak y Gowin (1984), quienes sugieren el uso de una Tabla de puntos para los diferentes elementos del mapa, donde el recuento de los elementos presentes permite una suma ponderada y por tanto una calificación del mapa, en esta propuesta cada relación cruzada cuenta con el mayor valor asignado de diez (10), los niveles jerárquicos se valoran con cinco (5) y cada proposición se valoró con uno (1), la puntuación total se obtiene por la sumatoria de todos ellos y se normaliza mediante la comparación con un mapa conceptual referencia, que puede ser elaborado por el profesor, facilitando establecer una proporción.

La propuesta de Novak y Gowin adaptada, validada y determinada su fiabilidad por Rey (2008) se adopta en el presente trabajo, para efectos de la evaluación del pre-test y pos-test, por lo cual se define una matriz evaluativa que consta de los siguientes aspectos:

- a) El número de conceptos propuestos utilizados (NCPU), hace referencia a los 21 conceptos entregados en el instrumento inicial (Anexo 2), multiplicado por dos, que es un valor relativamente subjetivo de acuerdo con el grado de importancia dado a esta característica en el mapa conceptual.
- b) El número de conceptos propuestos válidos (NCPV), hace referencia a la ubicación acertada en la estructura jerárquica, indicadora de un conocimiento aceptable por parte

del estudiante, por tal razón el factor por el cual se multiplica es el más alto (cuatro), indicando el grado de importancia.

- c) Valoración jerárquica (VJ). Indirectamente hace referencia a la elaboración correcta del mapa conceptual, su estructura jerárquica y el uso de conectores entre conceptos es indicador de ello, sin embargo, el valor por el cual se multiplica es uno debido a que no es un parámetro tan crucial, él depende de la experiencia que tiene el alumno en elaborar mapas conceptuales y no necesariamente el nivel de conocimiento en el tema central sobre el cual versa el mapa, para este caso el valor máximo posible es cinco.
- d) La verbalización del conocimiento es un fuerte indicador del conocimiento en algún tema, es por ello que en un mapa conceptual se refleja en la estructuración correcta de proposiciones, con conceptos relacionados mediante conectores, esta condición hace que el número de proposiciones válidas (NPV) se multipliquen por cuatro, a fin de asignarles un peso importante en la valoración total.
- e) La complejidad de un mapa conceptual implica una mayor elaboración del conocimiento, y se ve reflejada en las relaciones cruzadas entre proposiciones, es así como el número de relaciones cruzadas válidas (NRCV) se multiplican por cuatro para asignarles una valoración alta en el puntaje total final.
- f) En las indicaciones dadas para la elaboración del mapa conceptual se da libertad para que el estudiante incluya otros conceptos diferentes a los propuestos, con el fin de determinar lo que el estudiante sabe del tema, si bien esta no es una característica menor, se asigna una importancia media, por esta razón al número de conceptos nuevos válidos (NCNV) se multiplica por dos.

- g) Así como las proposiciones válidas y las relaciones cruzadas válidas son de gran importancia al valorar el mapa conceptual, el hecho de elaborar una proposición mal es un indicativo de un conocimiento o aprendizaje erróneo, hecho que debe reflejarse en la valoración final, es así como el número de proposiciones erradas (NPE) se multiplica por cuatro pero se resta al puntaje total final.
- h) El puntaje total (PT) es la sumatoria de todos los valores anteriores, con lo que se consolida el resultado.
- i) El puntaje total referencia (PTR) es el valor obtenido por un mapa conceptual de referencia, para efectos de esta investigación se utiliza el elaborado por el profesor, como lo recomienda Novak y Gowin (1984), y se utiliza para normalización del valor asignado.
- j) La valoración (V) es la asignación numérica normalizada que se le asigna al mapa conceptual y puede tomar valores ente 0 y 10.
- k) Valoración asignada (VA) según rango es el valor asignado que vincula la evaluación holística con otra parametrizada (Rey, 2008)

En el capítulo de resultados, se presenta la matriz evaluativa, la Tabla de valoración holística y la Tabla de categorización de la valoración (V) a valor asignado (VA), así como una explicación mas detallada del cálculo realizado.

A pesar de ser una adopción del trabajo de Rey (2008), se realiza un análisis de fiabilidad mediante el cálculo del coeficiente alfa de Conbrach, para lo cual se seleccionan 10 mapas conceptuales, 9 elaborados por los estudiantes y el de referencia, se somenten a evaluación por parte de seis expertos, quienes emiten la valoración empleando la matriz propuesta.



Los expertos son profesores de área de la química, un profesor de la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, cinco de la Universidad de Costa Rica, sus evaluaciones se trabajan mediante el paquete estadístico SPSS para obtener el coeficiente.

**Tabla 7: Criterios de análisis para la resolución de problemas**

<b>Dimensión</b>	<b>Indicador</b>	<b>Subindicador</b>	<b>Pregunta o actividad</b>	<b>Fuente de Información</b>
Resolución de Problemas en conceptos Bioquímicos	Análisis y Síntesis de la Información	Capacidad de buscar, resumir y organizar información	Lectura del problema planteado, búsqueda y análisis de información	Resúmenes,
	Procesamiento de la Información	Capacidad de relacionar, abstraer y comprender contenidos aprendidos	Introducción de variables, síntesis de información	Informes de laboratorio.
	Socialización de la Información	Capacidad de transferir y comunicar información	Transferencia y contrastación de conceptos entre estudiantes y profesor.	Informes de laboratorio. Presentaciones orales

Fuente: autor

## 6. Resultados

En este capítulo se presentan los resultados obtenidos durante la aplicación de la metodología presentada en el capítulo anterior, se realiza un análisis desde sus características como investigación mixta, por lo tanto se utilizan las técnicas estadísticas correspondientes.

Algunos datos se analizan mediante el programa SPSS, con técnicas estadísticas descriptivas, inferenciales y multivalentes, adaptadas a las variables y objetivos de la investigación. De esta manera, se realiza análisis de frecuencias, descriptivo de medidas de tendencia central, de dispersión, pruebas paramétricas, no paramétricas y análisis discriminante para identificar algunas relaciones entre variables que permiten describir mejor a los individuos que hacen parte de la investigación.

Por otra parte, el programa Atlasti se usa para hacer análisis documental de los informes de laboratorio y foros, se determinan redes de códigos, y temas centrales de discusión, lo cual permite identificar el proceso de construcción de conceptos, basados en el discurso utilizado.

Finalmente, a lo largo del capítulo y en la medida que los resultados lo justifican, se presentan gráficas y Tablas para facilitar la explicación, su análisis, proponer conclusiones y proyecciones de investigación.

### 6.1. Estilos de aprendizaje

Los estilos de aprendizaje, entendidos como una variable que puede influir en las relaciones entre el aprendizaje significativo y la resolución de problemas, se identifican empleando el cuestionario CHAEA a 102 estudiantes, los resultados obtenidos se analizan mediante el baremo propuesto por Alonso, Gallego y Honey (1997), el cual permite dar un significado a la puntuación obtenida (Tabla 8), es importante resaltar que un valor numérico idéntico obtenido

para un estilo u otro no significa lo mismo, por ejemplo, una puntuación de 16 indicaría una preferencia muy alta para el estilo activo, mientras que para el reflexivo corresponde a una preferencia moderada.

**Tabla 8: Baremo para interpretar los resultados del cuestionario CHAEA**

Estilo de Aprendizaje	Preferencia Muy Baja	Preferencia Baja	Preferencia Moderada	Preferencia Alta	Preferencia Muy Alta
<b>Activo</b>	0 – 6	7 – 8	9 -11	12 - 14	15 - 20
<b>Reflexivo</b>	0 – 10	11 – 13	14 - 16	17 - 19	20
<b>Teórico</b>	0 – 6	7 – 9	10 - 13	14 - 15	16 - 20
<b>Pragmático</b>	0 – 8	9 – 10	11 - 13	14 - 15	16 - 20

Fuente: Alonso, Gallego, y Honey, 1997

De acuerdo con la Tabla anterior, los datos recolectados de los 102 estudiantes se tabulan, sistematizan y se resumen en la Tabla 9, por facilidad se presenta en diversas columnas, la primera columna hace referencia al código asignado a cada estudiante, entre 1 y 102, las siguiente columna muestra el resultado del número de respuestas seleccionadas para el estilo Activo, posteriormente, se presenta el grado de preferencia de acuerdo con el baremo establecido (Tabla 8), las siguientes seis columnas tienen la misma secuencia para cada estilo de aprendizaje, finalmente, se presenta el consolidado indicando el estilo de aprendizaje preferido por el estudiante.

**Tabla 9: Resultados de la aplicación del cuestionario CHAEA**

CÓDIGO DEL ESTUDIANTE	Activo	Baremo	Reflexivo	Baremo	Teórico	Baremo	Pragmático	Baremo	Estilo preferido
Estudiante 10	16	Muy Alto	13	Bajo	8	Bajo	14	Alto	<b>Activo</b>
Estudiante 11	13	Alto	10	Muy Bajo	6	Muy Bajo	13	Moderado	<b>Activo</b>
Estudiante 34	13	Alto	12	Bajo	10	Moderado	12	Moderado	<b>Activo</b>
Estudiante 35	14	Alto	14	Moderado	9	Bajo	9	Bajo	<b>Activo</b>
Estudiante 41	12	Alto	16	Moderado	10	Moderado	8	Muy Bajo	<b>Activo</b>
Estudiante 45	12	Alto	12	Bajo	10	Moderado	11	Bajo	<b>Activo</b>
Estudiante 46	12	Alto	10	Muy Bajo	12	Moderado	12	Moderado	<b>Activo</b>

Estudiante 87	14	Alto	11	Bajo	11	Moderado	9	Bajo	Activo
Estudiante 96	16	Muy Alto	15	Moderado	12	Moderado	14	Alto	Activo
Estudiante 97	16	Muy Alto	18	Alto	14	Alto	15	Alto	Activo
Estudiante 01	7	Bajo	13	Bajo	10	Moderado	5	Muy Bajo	Multiestilo
Estudiante 02	4	Muy Bajo	7	Muy Bajo	9	Bajo	5	Muy Bajo	Multiestilo
Estudiante 03	0	Muy Bajo	12	Bajo	10	Moderado	3	Muy Bajo	Multiestilo
Estudiante 04	6	Muy Bajo	7	Muy Bajo	11	Moderado	5	Muy Bajo	Multiestilo
Estudiante 05	6	Muy Bajo	8	Muy Bajo	9	Bajo	7	Muy Bajo	Multiestilo
Estudiante 06	6	Muy Bajo	12	Bajo	9	Bajo	7	Muy Bajo	Multiestilo
Estudiante 07	6	Muy Bajo	9	Muy Bajo	10	Moderado	10	Bajo	Multiestilo
Estudiante 08	11	Moderado	10	Muy Bajo	10	Moderado	8	Muy Bajo	Multiestilo
Estudiante 09	3	Muy Bajo	8	Muy Bajo	7	Bajo	4	Muy Bajo	Multiestilo
Estudiante 12	9	Moderado	4	Muy Bajo	8	Bajo	7	Muy Bajo	Multiestilo
Estudiante 13	9	Moderado	9	Muy Bajo	4	Muy Bajo	4	Muy Bajo	Multiestilo
Estudiante 15	6	Muy Bajo	15	Moderado	9	Bajo	6	Muy Bajo	Multiestilo
Estudiante 16	7	Bajo	3	Muy Bajo	6	Muy Bajo	7	Muy Bajo	Multiestilo
Estudiante 17	8	Bajo	9	Muy Bajo	8	Bajo	8	Muy Bajo	Multiestilo
Estudiante 18	6	Muy Bajo	14	Moderado	12	Moderado	4	Muy Bajo	Multiestilo
Estudiante 19	5	Muy Bajo	11	Bajo	9	Bajo	13	Moderado	Multiestilo
Estudiante 20	5	Muy Bajo	7	Muy Bajo	8	Bajo	8	Muy Bajo	Multiestilo
Estudiante 21	6	Muy Bajo	12	Bajo	7	Bajo	6	Muy Bajo	Multiestilo
Estudiante 22	8	Bajo	14	Moderado	12	Moderado	10	Muy Bajo	Multiestilo
Estudiante 23	7	Bajo	14	Moderado	13	Moderado	6	Muy Bajo	Multiestilo
Estudiante 24	9	Moderado	16	Moderado	10	Moderado	11	Moderado	Multiestilo
Estudiante 25	10	Moderado	19	Alto	15	Alto	7	Muy Bajo	Multiestilo
Estudiante 40	11	Moderado	15	Moderado	11	Moderado	9	Bajo	Multiestilo
Estudiante 42	4	Muy Bajo	20	Muy Alto	17	Muy Alto	13	Moderado	Multiestilo
Estudiante 44	8	Bajo	20	Muy Alto	18	Muy Alto	9	Bajo	Multiestilo
Estudiante 47	11	Moderado	8	Muy Bajo	11	Moderado	13	Moderado	Multiestilo
Estudiante 48	5	Muy Bajo	15	Moderado	13	Moderado	6	Muy Bajo	Multiestilo
Estudiante 49	9	Moderado	16	Moderado	12	Moderado	12	Moderado	Multiestilo
Estudiante 50	9	Moderado	15	Moderado	9	Bajo	11	Moderado	Multiestilo
Estudiante 51	9	Moderado	19	Alto	15	Alto	12	Moderado	Multiestilo
Estudiante 52	11	Moderado	15	Moderado	7	Bajo	10	Bajo	Multiestilo
Estudiante 56	5	Muy Bajo	9	Muy Bajo	13	Moderado	9	Bajo	Multiestilo
Estudiante 57	8	Bajo	11	Bajo	11	Moderado	8	Muy Bajo	Multiestilo
Estudiante 58	7	Bajo	5	Muy Bajo	9	Bajo	7	Muy Bajo	Multiestilo
Estudiante 59	7	Bajo	13	Bajo	9	Bajo	3	Muy Bajo	Multiestilo
Estudiante 60	7	Bajo	11	Bajo	10	Moderado	7	Muy Bajo	Multiestilo
Estudiante 61	9	Moderado	11	Bajo	5	Muy Bajo	9	Bajo	Multiestilo

Estudiante 62	9	Moderado	12	Bajo	6	Muy Bajo	9	Bajo	<b>Multiestilo</b>
Estudiante 63	11	Moderado	10	Muy Bajo	7	Bajo	11	Moderado	<b>Multiestilo</b>
Estudiante 64	12	Moderado	13	Bajo	6	Muy Bajo	7	Muy Bajo	<b>Multiestilo</b>
Estudiante 66	4	Muy Bajo	15	Moderado	9	Bajo	9	Bajo	<b>Multiestilo</b>
Estudiante 67	4	Muy Bajo	14	Moderado	7	Bajo	3	Muy Bajo	<b>Multiestilo</b>
Estudiante 69	6	Muy Bajo	7	Muy Bajo	6	Muy Bajo	8	Muy Bajo	<b>Multiestilo</b>
Estudiante 70	9	Moderado	10	Muy Bajo	12	Moderado	7	Muy Bajo	<b>Multiestilo</b>
Estudiante 71	5	Muy Bajo	6	Muy Bajo	7	Bajo	6	Muy Bajo	<b>Multiestilo</b>
Estudiante 72	9	Moderado	19	Alto	14	Alto	15	Alto	<b>Multiestilo</b>
Estudiante 73	6	Muy Bajo	16	Moderado	10	Moderado	12	Moderado	<b>Multiestilo</b>
Estudiante 74	12	Moderado	13	Bajo	9	Bajo	11	Moderado	<b>Multiestilo</b>
Estudiante 75	9	Moderado	14	Moderado	8	Bajo	13	Moderado	<b>Multiestilo</b>
Estudiante 76	7	Bajo	12	Bajo	8	Bajo	8	Muy Bajo	<b>Multiestilo</b>
Estudiante 77	6	Muy Bajo	11	Bajo	7	Bajo	7	Muy Bajo	<b>Multiestilo</b>
Estudiante 78	8	Bajo	17	Moderado	10	Moderado	5	Muy Bajo	<b>Multiestilo</b>
Estudiante 79	12	Moderado	17	Moderado	9	Bajo	8	Muy Bajo	<b>Multiestilo</b>
Estudiante 82	8	Bajo	16	Moderado	13	Moderado	11	Moderado	<b>Multiestilo</b>
Estudiante 83	8	Bajo	17	Moderado	10	Moderado	5	Muy Bajo	<b>Multiestilo</b>
Estudiante 84	12	Moderado	15	Moderado	15	Alto	15	Alto	<b>Multiestilo</b>
Estudiante 85	8	Bajo	16	Moderado	13	Moderado	11	Moderado	<b>Multiestilo</b>
Estudiante 88	3	Muy Bajo	17	Moderado	12	Moderado	6	Muy Bajo	<b>Multiestilo</b>
Estudiante 89	9	Moderado	9	Muy Bajo	5	Muy Bajo	5	Muy Bajo	<b>Multiestilo</b>
Estudiante 91	8	Bajo	20	Muy Alto	16	Muy Alto	15	Alto	<b>Multiestilo</b>
Estudiante 92	7	Bajo	17	Moderado	13	Moderado	11	Moderado	<b>Multiestilo</b>
Estudiante 93	4	Muy Bajo	10	Muy Bajo	6	Muy Bajo	4	Muy Bajo	<b>Multiestilo</b>
Estudiante 95	11	Moderado	16	Moderado	11	Moderado	10	Bajo	<b>Multiestilo</b>
Estudiante 100	10	Moderado	15	Moderado	13	Moderado	12	Moderado	<b>Multiestilo</b>
Estudiante 101	9	Moderado	14	Moderado	14	Alto	15	Alto	<b>Multiestilo</b>
Estudiante 36	14	Alto	12	Bajo	15	Alto	16	Muy Alto	<b>Pragmático</b>
Estudiante 37	10	Moderado	15	Moderado	13	Moderado	15	Alto	<b>Pragmático</b>
Estudiante 65	10	Moderado	11	Bajo	10	Moderado	15	Alto	<b>Pragmático</b>
Estudiante 81	11	Moderado	12	Bajo	14	Alto	16	Muy Alto	<b>Pragmático</b>
Estudiante 90	12	Moderado	16	Moderado	13	Moderado	16	Muy Alto	<b>Pragmático</b>
Estudiante 14	11	Moderado	20	Muy Alto	14	Alto	10	Bajo	<b>Reflexivo</b>
Estudiante 38	6	Muy Bajo	20	Muy Alto	14	Alto	13	Moderado	<b>Reflexivo</b>
Estudiante 39	5	Muy Bajo	17	Alto	9	Bajo	9	Bajo	<b>Reflexivo</b>
Estudiante 43	10	Moderado	17	Alto	13	Moderado	12	Moderado	<b>Reflexivo</b>
Estudiante 68	8	Bajo	18	Alto	11	Moderado	12	Moderado	<b>Reflexivo</b>
Estudiante 98	9	Moderado	19	Alto	10	Moderado	13	Moderado	<b>Reflexivo</b>
Estudiante 26	10	Moderado	19	Alto	16	Muy Alto	13	Alto	<b>Teórico</b>

Estudiante 27	13	Alto	18	Alto	16	Muy Alto	11	Moderado	Teórico
Estudiante 28	7	Bajo	16	Moderado	17	Muy Alto	13	Moderado	Teórico
Estudiante 29	12	Moderado	16	Moderado	16	Muy Alto	11	Moderado	Teórico
Estudiante 30	5	Muy Bajo	18	Alto	18	Muy Alto	9	Bajo	Teórico
Estudiante 31	10	Moderado	13	Bajo	16	Muy Alto	14	Alto	Teórico
Estudiante 32	12	Moderado	11	Bajo	14	Alto	13	Moderado	Teórico
Estudiante 33	7	Bajo	14	Moderado	15	Alto	13	Moderado	Teórico
Estudiante 53	6	Muy Bajo	17	Moderado	18	Muy Alto	10	Bajo	Teórico
Estudiante 54	10	Moderado	12	Bajo	15	Alto	6	Muy Bajo	Teórico
Estudiante 55	8	Bajo	11	Bajo	15	Alto	10	Bajo	Teórico
Estudiante 80	7	Bajo	17	Moderado	15	Alto	11	Moderado	Teórico
Estudiante 86	9	Moderado	17	Moderado	18	Muy Alto	13	Moderado	Teórico
Estudiante 94	7	Bajo	15	Moderado	14	Alto	12	Moderado	Teórico
Estudiante 99	9	Moderado	17	Moderado	15	Alto	11	Moderado	Teórico
Estudiante 102	9	Moderado	16	Moderado	17	Muy Alto	13	Moderado	Teórico

Fuente: autor

Como se puede observar, la Tabla 9 se organiza por grupos de estudiantes según su estilo de aprendizaje, lo cual facilita el análisis de los resultados individuales y las tendencias grupales.

Los resultados muestran claramente la gran diversidad en las respuestas dadas por el grupo de estudiantes a las preguntas del cuestionario, generando algunas dificultades para ubicar los estudiantes en las categorías de los estilos de aprendizaje propuestos por Honey y Mumford, en consecuencia, se propone una nueva categoría denominada multiestilo, en la cual se encuentra la mayoría de los estudiantes que integran la población objeto de estudio, se caracterizan por contar con aspectos mixtos de los diferentes estilos de aprendizaje sin que alguna de ellas predomine sobre las otras, un análisis más profundo al respecto se realiza en el apartado “**6.1.5. Análisis descriptivo para el estilo de aprendizaje multiestilo**”, donde se presentan algunas referencias con resultados similares en otras investigaciones.

### 6.1.1. Análisis descriptivo para el estilo de aprendizaje activo.

Los resultados del cuestionario muestran claramente una gran diversidad en los perfiles de preferencia en el estilo de aprendizaje activo, de los diez estudiantes clasificados en este estilo de aprendizaje siete se clasificaron en una preferencia alta, en tanto tres se ubicaron en una preferencia muy alta (Figura 4), el análisis estadístico descriptivo muestra que de las 20 preguntas del cuestionario correspondientes a este estilo de aprendizaje, 16 respuestas afirmativas se convierten como la moda estadística, se resalta que tres estudiantes con 12 respuestas calificadas como preferidas, se ubican en el límite entre alto y moderado y ningún estudiante obtuvo 20 respuestas positivas (Figura 5).



**Figura 4: Frecuencia Estilo Activo**



Figura 5: Número de Respuestas Positivas, Cuestionario CHAEA Estilo Activo

### 6.1.2. Análisis descriptivo para el estilo de aprendizaje reflexivo.

De acuerdo con los resultados obtenidos, solo seis estudiantes de ciento dos cuentan con un estilo de aprendizaje reflexivo, de los cuales dos obtuvieron las veinte respuestas marcadas como de acuerdo, por otro lado, dos estudiantes se ubicaron en el extremo inferior del baremo (Figura 6), . Es de resaltar que la moda estadística para este estilo de aprendizaje se ubica en 20 respuestas como de acuerdo (figura 7).





Figura 6: Frecuencia Estilo Reflexivo



Figura 7: Número de Respuestas Positivas Cuestionario CHAEA, Estilo Reflexivo

### 6.1.3. Análisis descriptivo para el estilo de aprendizaje teórico.

Solamente dieciséis estudiantes cuentan claramente definido su estilo de aprendizaje teórico ubicándose en un rango entre alto y muy alto, de ellos siete están en el rango de alto y nueve en muy alto (Figura 8), por otro lado, quince es la moda estadística del número de respuestas marcadas como de acuerdo, sin embargo, se puede considerar que la distribución fue muy equitativa con una leve tendencia a la preferencia muy alta, en la Figura 9 se observa la

distribución estadística y se resalta que ningún estudiante respondió positivamente las veinte preguntas correspondientes a este estilo de aprendizaje.



Figura 8: Frecuencia Estilo Teórico



Figura 9: Número de Respuestas Positivas, Cuestionario CHAEA Estilo teórico

#### 6.1.4. Análisis descriptivo para el estilo de aprendizaje pragmático.

Solamente cinco (5) estudiantes cuentan con este estilo de aprendizaje en un nivel de preferencia entre alto y muy alto, de los cinco (5) estudiantes, tres (3) se encuentran ubicados en una preferencia muy alta (Figura 10), por otra parte, la moda estadística muestra el dieciséis (16)

como el número de respuestas marcadas como de acuerdo en este grupo de estudiantes (Figura 11), se resalta que ningún estudiante respondió las veinte (20) preguntas correspondientes a este estilo de aprendizaje.



Figura 10: Frecuencia Estilo Pragmático



Figura 11: Número de Respuestas Positivas, Cuestionario CHAEA, Estilo Pragmático

### **6.1.5. Análisis descriptivo para el estilo de aprendizaje multiestilo.**

Reconociendo que en el contexto de los estilos de aprendizaje de Honey y Mumford (1986), todas las personas cuentan con unas características que determinan la forma de aprender, las cuales pueden ser agrupadas y organizadas en cuatro estilos de aprendizaje, y mediante el cuestionario CHAEA es posible identificar el estilo de aprendizaje preferido por los individuos, en el presente trabajo se identificaron estudiantes con características mixtas, por lo que se propone una nueva categoría denominada multiestilo, esta tendencia ha sido reportada por otros investigadores, quienes los definieron como individuos con características mixtas en sus preferencias de aprendizaje (Rodríguez, Aguirre, Granados, y Valdez, 2010).

En este contexto, los resultados de la aplicación del cuestionario CHAEA muestran sesenta y cinco (65) estudiantes con características mixtas de estilos de aprendizaje, los cuales se agrupan como los “multiestilo”, en la Tabla 10 se presenta la distribución de respuestas marcadas como de acuerdo, se especifica por cada estudiantes y el resultado de cada estilo de aprendizaje que forma el perfil multiestilo, las respuestas muestran claramente la gran diversidad de posibles cruces entre estilos de aprendizaje.

En las diferentes combinaciones de estilos de aprendizaje encontradas, se resaltan combinaciones como: preferencia baja, baja, baja, muy baja para los estilos Activo, Reflexivo, Teórico y pragmático respectivamente para el estudiante 59, o combinaciones como preferencia moderada para los cuatro estilos de aprendizaje en el estudiante 100, estas combinaciones muestran la diversidad de perfiles estilísticos en los estudiantes, y probablemente existen otras variables determinantes en la forma como las personas abordan el aprendizaje de conceptos, que aún no han sido estudiadas a profundidad, haciendo aún más complejo y con mayor incertidumbre los procesos de aprendizaje.

**Tabla 10: Perfil Estilístico General, Estudiantes Multiestilo**

<b>ESTUDIANTE</b>	<b>ACTIVO</b>	<b>REFLEXIVO</b>	<b>TEÓRICO</b>	<b>PRAGMÁTICO</b>
<b>Identificación</b>	<b>Respuestas positivas</b>	<b>Respuestas positivas</b>	<b>Respuestas positivas</b>	<b>Respuestas positivas</b>
Estudiante 01	7	13	10	5
Estudiante 02	4	7	9	5
Estudiante 03	0	12	10	3
Estudiante 04	6	7	11	5
Estudiante 05	6	8	9	7
Estudiante 06	6	12	9	7
Estudiante 07	6	9	10	10
Estudiante 08	11	10	10	8
Estudiante 09	3	8	7	4
Estudiante 12	9	4	8	7
Estudiante 13	9	9	4	4
Estudiante 15	6	15	9	6
Estudiante 16	7	3	6	7
Estudiante 17	8	9	8	8
Estudiante 18	6	14	12	4
Estudiante 19	5	11	9	13
Estudiante 20	5	7	8	8
Estudiante 21	6	12	7	6
Estudiante 22	8	14	12	10
Estudiante 23	7	14	13	6
Estudiante 24	9	16	10	11
Estudiante 25	10	19	15	7
Estudiante 40	11	15	11	9
Estudiante 42	4	20	17	13
Estudiante 44	8	20	18	9
Estudiante 47	11	8	11	13
Estudiante 48	5	15	13	6
Estudiante 49	9	16	12	12
Estudiante 50	9	15	9	11
Estudiante 51	9	19	15	12
Estudiante 52	11	15	7	10
Estudiante 56	5	9	13	9
Estudiante 57	8	11	11	8
Estudiante 58	7	5	9	7
Estudiante 59	7	13	9	3

Estudiante 60	7	11	10	7
Estudiante 61	9	11	5	9
Estudiante 62	9	12	6	9
Estudiante 63	11	10	7	11
Estudiante 64	12	13	6	7
Estudiante 66	4	15	9	9
Estudiante 67	4	14	7	3
Estudiante 69	6	7	6	8
Estudiante 70	9	10	12	7
Estudiante 71	5	6	7	6
Estudiante 72	9	19	14	15
Estudiante 73	6	16	10	12
Estudiante 74	12	13	9	11
Estudiante 75	9	14	8	13
Estudiante 76	7	12	8	8
Estudiante 77	6	11	7	7
Estudiante 78	8	17	10	5
Estudiante 79	12	17	9	8
Estudiante 82	8	16	13	11
Estudiante 83	8	17	10	5
Estudiante 84	12	15	15	15
Estudiante 85	8	16	13	11
Estudiante 88	3	17	12	6
Estudiante 89	9	9	5	5
Estudiante 91	8	20	16	15
Estudiante 92	7	17	13	11
Estudiante 93	4	10	6	4
Estudiante 95	11	16	11	10
Estudiante 100	10	15	13	12
Estudiante 101	9	14	14	15
<b>MODA</b>	<b>9</b>	<b>15</b>	<b>9</b>	<b>7</b>

Fuente: autor

En este sentido, y con el ánimo de identificar un perfil estilístico, se determina la moda estadística por cada estilo de aprendizaje para definir una tendencia, sin pretender desconocer las características individuales de cada estudiante.

La Figura 12 muestra la distribución de respuestas marcadas como de acuerdo en el componente estilo activo, resaltándose que el número de respuestas positivas que más se repite es nueve (9), valor de la moda, igualmente se resalta que el estudiante 3 no presentó respuestas marcadas como de acuerdo en este estilo de aprendizaje, lo cual indicara que este estudiante no es improvisador, no le gusta el riesgo, no es espontáneo, ni líder, que son las características propuestas por Honey y Alonso (1992) (Tabla 3).



**Figura 12: Distribución de Respuestas en el Estilo Activo para Estudiantes Multiestilo**

En la Figura 13 se presenta la distribución de respuestas en el componente estilo de aprendizaje reflexivo, resaltándose que el número de respuestas marcadas como de acuerdo más repetidas es quince (15), convirtiéndose así en la moda estadística, igualmente se observa en los estudiantes 42, 44 y 91 respuestas marcadas como de acuerdo las veinte preguntas de este estilo de aprendizaje ubicándolos con una preferencia muy alta, sin embargo fueron catalogados como multiestilo debido a la misma preferencia en el estilo teórico (Figura 14).





es siete (7), siendo esta la moda estadística, los estudiantes 72, 84,91 y 101 presentaron 15 de las 20 respuestas marcadas como de acuerdo, catalogándolos en una preferencia alta, sin embargo, presentan una preferencia igualmente alta para los estilos reflexivo y teórico; teórico; reflexivo y teórico; teórico, respectivamente.





**Figura 16: Perfil Estilístico para los Estudiantes Multiestilo**

Estos resultados justifican incluir a los estudiantes multiestilo como otra categoría de los estilos de aprendizaje, aportando al estudio de las preferencias individuales en un proceso de aprendizaje, de hecho, si se realiza un estudio más amplio, con el apoyo de una herramienta estadística, se puedan identificar otras categorías.

La propuesta de incluir la categoría multiestilo no desvirtúa el concepto de estilo de aprendizaje, por el contrario, pretende aportar con una mirada más amplia, especialmente cuando el origen del concepto de estilos de aprendizaje está fuertemente ligado con las características individuales, que incluyen actitudes y comportamientos, de la persona que afronta el ejercicio de aprender. En consecuencia, no necesariamente los individuos cuentan con un estilo de aprendizaje puro, por el contrario todos los individuos tienen características de diversos estilos de aprendizaje, solamente que en muchas ocasiones prevalecen unas lo cual permite categorizar a los individuos en alguno de los estilos de aprendizaje planteados por Honey y Mumford .

Recordando que Honey y Mumford (1986) le dan un carácter actitudinal y variable a los estilos de aprendizaje, y que pueden ser cambiantes cuando se realizan actividades encaminadas

a transformarlas, es válido suponer que existe una especie de flexibilidad estilística en los individuos. En este sentido, se han desarrollado trabajos que dan cuenta de las transformaciones en los estilos de aprendizaje a lo largo del tiempo, influenciados por los diversos procesos educativos (López y Morales, 2014).

De la misma manera, un estudio realizado con diferentes estudiantes a quienes se les aplicó el cuestionario CHAEA, fue posible encontrar puntuaciones parecidas en más de un estilo de aprendizaje, por lo que fue necesario clasificarlos en dos estilos si se encontraban en un nivel alto se clasificaba (Bolívar y Rojas, 2008), estos resultados sugieren que algunas personas pueden contar con características propias de más de un estilo de aprendizaje, igualmente, se ha propuesto que los cambios en los estilos de aprendizaje surgen como respuesta al logro académico.

En el trabajo realizado por Oviedo, Cárdenas, Zapata, Rendón, Rojas, y Figueroa, (2010), donde se realiza una investigación con 90 profesores y 1136 estudiantes de los grados 10° y 11° de siete instituciones educativas de Bogotá D.C., y cuyo objetivo era examinar la relación entre los estilos de enseñanza y los estilos de aprendizaje, logran concluir que no se encuentra un estilo de aprendizaje predominante, por el contrario, se observan diversas combinaciones de características que no pueden ser enmarcar en una de las categorías de estilo de aprendizaje, haciendo suponer que existen diversas categorías de estilos.

Otro estudio realizado con 80 estudiantes españoles de educación secundaria, a quienes les aplicaron el cuestionario CHAEA para identificar sus estilos de aprendizaje, reporta dos alumnos con mezcla de los estilos Activo y Teórico, un alumno con características de Activo y Reflexivo, un alumno Reflexivo y Teórico, un alumno Teórico y Pragmático, uno Activo y

Pragmático, y uno Reflexivo y Pragmático, demostrando así que pueden existir diferentes tendencias estilísticas (Simón, 2011).

En este mismo sentido, un estudio realizado con 400 estudiantes universitarios en Lima – Perú, muestra que al utilizar el instrumento CHAEA se encuentra que los estudiantes de pregrado tienen una preferencia por estilo Teórico y Activo, en tanto que los estudiantes de posgrado no tienen una tendencia clara por algún estilo de aprendizaje (Blumen, Rivero, y Guerrero, 2011), resultados similares a obtenidos por Barrio y Gutierrez (2000); Cano García (1993); García y Rodríguez (2003); Gómez del Valle (2003), citados por Blumen, Rivero, y Guerrero, (2011). Los resultados anteriores son un indicativo de cambio en las preferencias de estilo de aprendizaje con la edad y con el nivel de estudios, debido a que las personas tienden a exhibir múltiples estilos de aprendizaje según la experiencia y la situación que deban enfrentar, de esta manera se puede considerar como un indicador de aproximación a la nueva categoría (multiestilo) propuesta en esta investigación.

En esta línea de trabajo, se resalta la realizada con una población de estudiantes Afrocolombianos, en cual se encontró que el 13,15% presenta una preferencia por una mezcla de los estilos teórico-pragmático-reflexivo, 7,89% por activo – reflexivo, 5,16% por teórico-reflexivo y 2,63% por activo- teórico-pragmático- reflexivo, (Meneses y Jiménez, 2013). A este respecto, Valenzuela, Maya y González (2011), establecieron que el 19,9 % de los estudiantes tienen afinidad hacia dos o más estilos de aprendizaje, denominándolos como estilo de aprendizaje mixto.

Igualmente, el análisis de los estilos de aprendizaje realizado en estudiantes de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Cartagena-Colombia, empleando un análisis de varianza bifactorial y con una correlación de Pearson ( $p \leq 0,05$ ), mostró que los estudiantes de

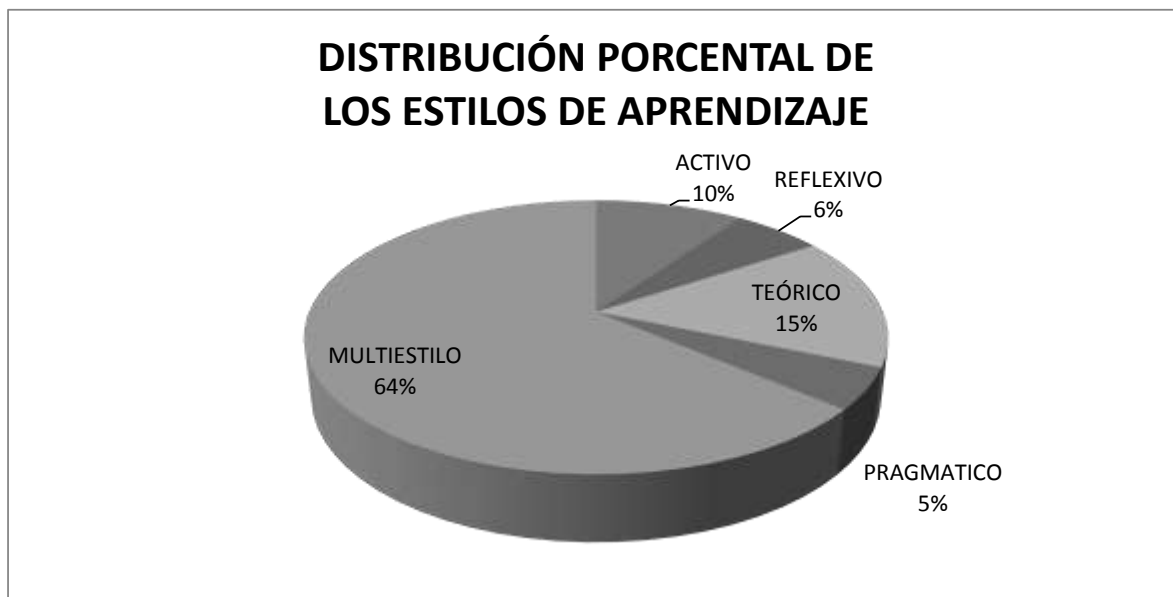
Ingeniería Química tienen una preferencia por el estilo de aprendizaje activo y pragmático en 61,09%, pero igualmente persistieron una preferencia a la que denominaron multimodal, la cual cuenta con características de diversos estilos de aprendizaje (Acevedo, Cavadia, y Alvis, 2015). Un resultado similar se logró con 312 estudiantes de la Universidad de Boyacá (Colombia), quienes, en su gran mayoría, no cuentan con un estilo de aprendizaje puro (Bahamón, Vianchá, Alarcón, y Bohórquez, 2013). Igualmente, en un trabajo realizado con estudiantes de la carrera de Licenciatura en Farmacia de la Universidad de Costa Rica, se determinó que los estudiantes cuentan con combinaciones de estilos de aprendizaje (Lizano, Arias, Cordero, y Ortiz, 2015).

Finalmente, en un trabajo realizado con estudiantes de la Universidad de Sevilla (España), y cuyo objetivo era identificar los estilos de aprendizaje propuestos por Honey y Mumford, en los estudiantes registrados para el primer curso del grado de Edificación, mostró que hay alumnos con combinación de estilos, los cuales fueron denominados multiestilo (Alducin y Vázquez, 2016).

Los trabajos antes mencionados y los resultados obtenidos en esta investigación, abren la puerta para futuras investigaciones encaminadas a determinar si es válido o no, ampliar las categorías de estilos de aprendizaje propuestas por Honey y Mumford, sin embargo y para efectos de dar respuesta a la pregunta problema planteada, es válido considerar que una buena parte de los estudiantes de la población estudiada cuenta con unas actitudes y comportamientos que definen un estilo de aprendizaje no categorizado en el modelo, el cual puede definirse transitoriamente como multiestilo, sin que afecte la definición de estilo de aprendizaje dada en el modelo, pero que debe ser estudiado a profundidad.

#### **6.1.6. Análisis descriptivo de los resultados del cuestionario CHAEA.**

Para el análisis descriptivo de los resultados, es fundamental recordar que en la Tabla 8 se presenta el baremo propuesto por Alonso, Gallego y Honey (1997), en el cual, la puntuación obtenida identifica que el 64 % de la población cuenta con características multiestilo, el 15% es teórico, 10 % activo, 6 % reflexivo y solamente el 5% es pragmático, de esta manera, los estudiantes con características multiestilo se consolidan como los estudiantes que posiblemente se pueden acomodar a cualquier tipo de actividad académica planteada, en la Figura 17 se presenta esta distribución porcentual que caracteriza la muestra poblacional objeto de estudio.



**Figura 17: Consolidado Estilos de Aprendizaje**

Este resultado presenta cierta similitud con otras investigaciones, en las cuales, al comparar los estilos de aprendizaje y tipo de estudios (Ciencias de la educación, Ciencias, Estudios Experimentales y Técnicos, Humanidades y Jurídicos). Los estudiantes de ciencias de la educación presentan diferencias significativas con los estudiantes de ciencias experimentales quienes tienen mayor orientación al estilo de aprendizaje teórico, y con los de humanidades quienes tienen una mayor orientación al estilo reflexivo. Igualmente, se encuentra que los

estudiantes de educación no cuentan con un estilo de aprendizaje claramente definido (Martín y Rodríguez, 2003).

Por otra parte, se presume que la mayoría de estudiantes van a lograr buenos resultados en la aplicación del modelo de resolución de problemas, teniendo en cuenta que el 64 % de ellos tienen una orientación multiestilo, por lo tanto, pueden adaptarse con mayor facilidad a cualquier actividad planeada en un proceso de enseñanza-aprendizaje. Tomando como base recientes postulados de la teoría de aprendizaje experiencial, se presume el logro de un aprendizaje más eficiente cuando se tiene un uso equilibrado de los estilos de aprendizaje (Mainemelis, Boyatzis, y Kolb, 2002). Por otra parte, otros investigadores han encontrado que alumnos con resultados buenos o sobresalientes no contaban con un estilo definido (Martín y Rodríguez, 2003).

Por las razones antes mencionadas, se presume que las actividades centradas en la resolución de problemas, permitirán involucrar todos los estilos de aprendizaje siguiendo los principios planteados en la teoría experiencial de Kolb (Kolb, Rubin, y McIntyre, 1977; Kolb, Rubin, McIntyre, James, y Brignardello, 1974).

## **6.2. Intervención en el aula**

Teniendo en cuenta los objetivos de investigación articulados en el modelo de resolución de problemas, la estrategia parte de un problema integrador relacionado con el sobrepeso, obesidad y dietas, tópicos alrededor de los cuales se construyen relaciones entre los conceptos iniciales, nuevos conceptos en bioquímica, y relaciones cognitivas con situaciones cotidianas, en el Anexo 4 se presenta el instrumento que plantea el problema integrador, en el cual se abordan temáticas actuales como desórdenes alimenticios y sus consecuencias, se incluyen datos de la Sociedad Colombiana de Endocrinología sobre el porcentaje de la población mundial con problemas de sobre peso y obesidad, se plantea el tema de las dietas e invita a resolver el

problema desde las implicaciones bioquímicas que tienen estas dietas basadas en los nutrientes que aportan calorías. El problema planteado es:

“¿Cuál es la implicación de las dietas alimenticias en los procesos bioquímicos?”

Los estudiantes proponen analizar una dieta para reducir peso y determinar los efectos en la bioquímica, la dieta Dukan (Dukan, 2007) se plantea como el escenario propicio para desarrollar el análisis de los efectos bioquímicos, igualmente se propone un video en referencia al problema de obesidad (Swimmer y Brooks, 2008). Los estudiantes, basados en este material, proponen actividades para resolver el problema, y con la asesoría del profesor se llega al consenso de trabajar con las expuestas en la Tabla 12.

**Tabla 12 Actividades Propuestas para Abordar el Problema General**

ACTIVIDAD	OBJETIVO
Ejercicios de Indagación	Realizar búsquedas bibliográficas, incluidos artículos, que permitan proporcionar un marco conceptual.
Clase Magistral	En el marco de la resolución de problemas, los estudiantes plantean la necesidad de consultar con un experto quien les presenta una introducción a los conceptos básicos y resolver dudas.
Foros	Presentar un intercambio de opiniones sobre los conceptos asociados a la problemática de las dietas en la bioquímica, a fin de construir conceptos y plantear problemas integradores, implica indagación bibliográfica
Trabajo en el laboratorio	Determinación del contenido de proteína, lípidos, glúcidos y actividad enzimática
Elaboración de mapas conceptuales	Permite observar la forma como los estudiantes integran los conceptos en su estructura cognitiva.

Fuente: autor

Luego de la lectura del problema, el acercamiento a la dieta Dukan y al video, por cada temática (proteínas, glúcidos y lípidos) se realiza una clase magistral a manera de consulta a un experto, quien presenta una introducción del origen de la bioquímica, la importancia de sus desarrollos especialmente en el área médica, así como la importancia de la química del agua en la bioquímica, pH, soluciones reguladoras y equilibrio químico los cuales surgen como conceptos necesarios para entender la bioquímica de las proteínas, lípidos y glúcidos.



### 6.2.1. Proteínas.

Se reflexiona en torno a la problemática “relación pobreza y consumo de proteínas”, abordada en las décadas de los 40 y 50’s por los gobiernos de los países latinoamericanos, de esta forma se planteó como problema: “¿Cuáles son las funciones relevantes de las proteínas en la bioquímica humana? Y ¿cómo se explican?” ver Anexo 4.

#### 6.2.1.1. Ejercicio de indagación.

Para dar respuesta al problema planteado, los estudiantes realizan un ejercicio de indagación utilizando diversas fuentes bibliográficas, posteriormente entregan un escrito resumiendo sus propuestas y se socializa grupalmente, en la Tabla 13, se presenta un resumen del trabajo presentado por los estudiantes.

**Tabla 13: Funciones de las proteínas, indagación de los estudiantes**

Estudiante/Estilo de aprendizaje	Cuáles son las funciones relevantes de las proteínas en la bioquímica humana?	¿Cómo se explican?
Estudiante 98 / Reflexivo	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Transporte.</li> <li>- Funcionamiento del sistema inmunológico</li> <li>- Crecimiento</li> <li>- Síntesis de Enzimas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Transporte de oxígeno</li> <li>- Funcionamiento del organismo</li> </ul>
Estudiante 68 / Reflexivo	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Resistencia y estructural</li> <li>- Enzimas</li> <li>- Hormonal</li> <li>- Inmunológica</li> <li>- Transporte</li> <li>- Reserva</li> <li>- Reguladoras</li> <li>- Contráctil</li> <li>- Homeostática</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Forman tejidos</li> <li>- Biocatalizadores, aceleran las reacciones</li> <li>- Hormona del crecimiento</li> <li>- Anticuerpos</li> <li>- Transporte de oxígeno</li> <li>- Regula división celular</li> <li>- Movimiento de músculos</li> <li>- Regulan el equilibrio osmótico</li> </ul>
Estudiante 26 / Teórico	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Catalizadores (Enzimas)</li> <li>- Función estructural</li> <li>- Transporte y reserva</li> <li>- Función inmunológica</li> <li>- Contráctil</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Hidrólisis ATP</li> <li>- Tejidos y órganos</li> <li>- Recepción de hormonas</li> <li>- Rechazo de trasplantes</li> <li>- Movimiento de músculos</li> </ul>
Estudiante 37 / Pragmático	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Estructurales</li> <li>- Transporte</li> <li>- Enzimas</li> <li>- Hormonal</li> <li>- Inmunológica</li> <li>- Equilibrio ácido base</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Constituyente de células</li> <li>- Transporte de colesterol</li> <li>- Regular procesos fisiológicos</li> <li>- Hormonas reguladoras de glucosa.</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Equilibrio de líquidos</li> <li>- Energética</li> <li>- Contráctil</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Forman anticuerpos</li> <li>- Reguladores de pH en la sangre</li> <li>- Regulan el equilibrio osmótico</li> <li>- Proporcionan energía</li> <li>- Movimiento de músculos</li> </ul>
Estudiante 97 / Activo	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Defensa</li> <li>- Energética</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Vitalidad en el cuerpo</li> <li>- Reducción de enfermedades</li> </ul>
Estudiante 100 / Multiestilo	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Enzimas</li> <li>- Estructurales</li> <li>- Almacenamiento</li> <li>- Transporte</li> <li>- Motores moleculares</li> <li>- Reguladores</li> <li>- Defensa</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Catálisis de reacciones</li> <li>- Membranas celulares</li> <li>- Aporte calórico</li> <li>- Transporte de oxígeno</li> <li>- Movimiento celular</li> <li>- Control genético</li> <li>- Sistema inmune</li> </ul>
Estudiante 66 / Multiestilo	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Actividades cotidianas</li> <li>- Protección de enfermedades</li> <li>- Reacciones consistentes del cuerpo</li> <li>- Regeneración de tejidos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- No describe</li> </ul>
Estudiante 101 / Multiestilo	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Enzimas</li> <li>- Estructural</li> <li>- Hormonal</li> <li>- Defensa</li> <li>- Transporte</li> <li>- Reserva</li> <li>- Reguladoras</li> <li>- Contráctil</li> <li>- Homeostática</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Aceleran reacciones de metabolización</li> <li>- Epidermis</li> <li>- Hormonas reguladoras de glucosa</li> <li>- Anticuerpos</li> <li>- Transporte de lipoproteínas</li> <li>- Aporte calórico</li> <li>- Regulan la expresión genética</li> <li>- Equilibrio osmótico</li> </ul>

Fuente: autor

Como se evidencia, los estudiantes logran identificar las funciones relevantes de las proteínas resaltándose su función como enzimas, estructura de tejidos, como parte de anticuerpos, moléculas transportadoras de oxígeno o como aportante energético. Igualmente, ellos plantean diversas formas de evidenciar dichas funciones como la vulnerabilidad a algunas enfermedades. Sin embargo, se presentan algunas dificultades al intentar proponer dichas evidencias, un ejemplo claro es del estudiante 66, quien cuenta con un estilo de aprendizaje multiestilo, y solamente enumeró las funciones.

Si bien no es muy claro, debido a que no es visiblemente expresado, en general los estudiantes asumen el efecto catalítico de las enzimas como acelerador de reacciones, desconociendo algunos papeles clave como los efectos de inhibición para regular las reacciones, este hecho, merece un trabajo más profundo.

#### **6.2.1.2. Clase magistral.**

Recordando que la clase magistral se plantea como un ejercicio de indagación con un experto, en el cual se intercambian opiniones, se aclaran dudas y se da respuesta a interrogantes. Para el tema de proteínas se trataron diversos temas pertinentes, desde los aminoácidos estudiados como las unidades monoméricas de las proteínas, su estructura química, propiedades químicas, funciones reguladoras de cargas, punto isoeléctrico, curvas de distribución de carga, los péptidos como moléculas poliméricas previas a las proteínas, sus propiedades químicas y físicas. Además, se tratan los temas referidos a las proteínas y sus funciones como moléculas transportadoras, formadoras de estructuras, enzimas y estudios cinéticos, moléculas aportantes de energía, todas ellas relacionadas con los problemas de salud.

#### **6.2.1.3. Prácticas de laboratorio.**

La secuencia de actividades propuesta y acordada con el profesor se complementa con trabajos experimentales en el laboratorio, en los cuales se invita a los estudiantes a extraer, cuantificar y determinar el aporte calórico de las proteínas presentes en un alimento, la determinación de la actividad enzimática, así como las características de las proteínas que pueden marcar la diferencia en los problemas asociados con desórdenes alimentarios. Para el desarrollo de esta actividad se acuerda la siguiente secuencia:

1. Con la orientación del profesor, los estudiantes definen la temática de trabajo en el laboratorio, articulado a las temáticas abordadas en clase y con el objetivo de aportar herramientas para resolver el problema específico sobre proteínas.
2. Los estudiantes se organizaron en grupos, para ello se da libertad para su integración.
3. Todos los grupos hacen una indagación bibliográfica previa para detallar el trabajo en el laboratorio.
4. Se selecciona un grupo de estudiantes a quienes se le asigna la tarea de liderar la práctica de laboratorio, junto con el profesor definen los detalles como material, reactivos, equipos y procedimiento, se socializa y se desarrolla en el laboratorio.
5. Los grupos entregan un informe final de laboratorio, el cual incluye título, objetivos, resultados, análisis de resultados, conclusiones y bibliografía, esta estructura fue acordada entre profesor y estudiantes.

En el Anexo 5 se pueden observar los laboratorios diseñados en los que se utilizan productos alimenticios como material para análisis, a los cuales se extrae y cuantifican las proteínas mediante diferentes técnicas analíticas. Posteriormente, en un segundo laboratorio, se realiza la extracción de la ureasa, proteína con función enzimática, se cuantifica y se realiza un estudio cinético. Finalmente, se evalúan los informes entregados por los estudiantes.

Empleando el programa ATLAS.ti se realiza un análisis de los documentos entregados por los estudiantes, en general se identifican 14 códigos o temas alrededor de los cuales los estudiantes centraron su atención en el análisis, indagación y conclusiones de sus respectivos trabajos en el laboratorio, en la Tabla 14 se presentan descritos los respectivos códigos.

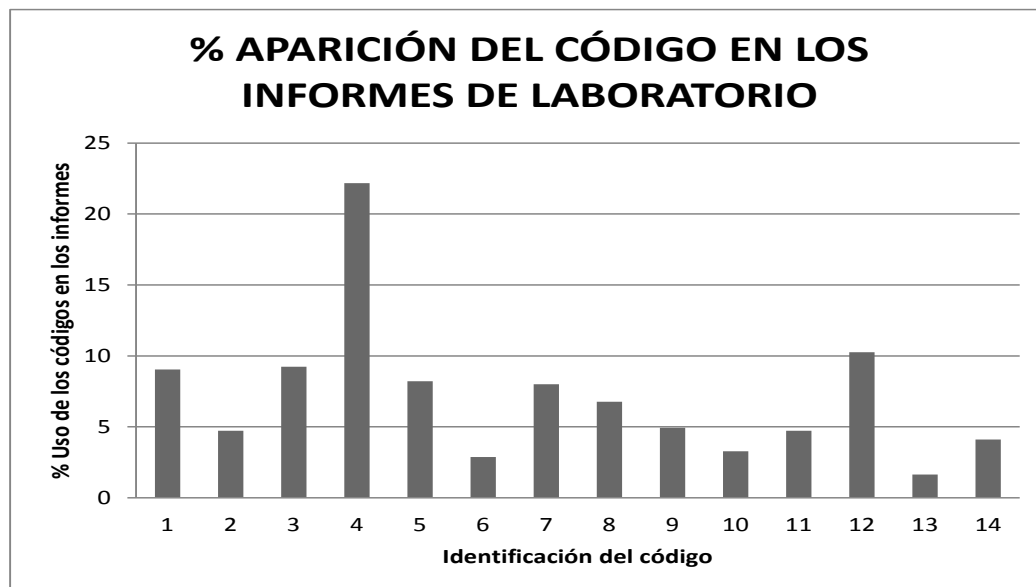
**Tabla 14: Códigos o temas relacionados con las proteínas en los informes de laboratorio obtenidos en el análisis con ATLAS.ti**

CÓDIGO/TEMA (Atlas.ti)	Descripción
1. Aminoácidos esenciales	Identifican los monómeros que conforman las proteínas, su importancia y sus características ácidas o básicas.
2. Energía	Consideración de la proteína como molécula aportante de energía
3. Importancia estructural	Se refiere a la importancia del ordenamiento de los aminoácidos en la estructura, sus grupos ácidos y el nitrógeno presente
4. Métodos de análisis y proteínas	Involucran los métodos analíticos para identificar y cuantificar proteínas en alimentos.
5. Molécula ácida y básica (propiedades químicas)	Consideración de las propiedades ácidas, básicas y de cargas eléctricas por parte de la molécula
6. Péptidos	Se refieren a la secuencia de aminoácidos que conforman un eslabón previo a las proteínas.
7. Proteínas y función nutricional	La molécula y su importancia nutricional
8. Proteína funcional	La molécula y su importancia en diversas funciones.
9. Regulador de procesos en el organismo	La proteína y su importancia en la bioquímica del organismo (enzimas)
10. Relación proteína y metabolismo	Se identifica la relación entre las proteínas y los procesos metabólicos.
11. Relación proteínas, grasa y glúcidos	Hace referencia a la relación entre proteínas, glúcidos y lípidos en función del aporte calórico (energía).
12. Relación proteínas y alimentos	Plantea una clasificación de los alimentos desde la cuantificación de la proteína, entre ricos en proteínas o en bajo contenido de proteína.
13. Valor biológico de la proteína	Hace referencia a la identificación del valor real de aprovechamiento de la proteína en los procesos bioquímicos.
14. Calidad de proteína	Se refiere al valor nutricional, incluyendo el valor químico proteico.

Fuente: autor

Estos códigos muestran un avance en la identificación de diversas funciones relacionadas con las proteínas, como por ejemplo el valor nutricional como molécula aportante de calorías, el valor químico, y la cinética química, entre otros. Se observa también una fuerte tendencia a discutir el problema de la técnica analítica y sus posibles errores.

Una vez analizados los informes entregados por los estudiantes, se elaboró la Figura 18, donde se muestra el porcentaje en el uso de los códigos mencionados en la Tabla 14.



**Figura 18:** Uso de los códigos en los informes de laboratorio

De acuerdo con la figura anterior, los estudiantes realizan un énfasis en el tópico que corresponde al código o tema 4, los “métodos de análisis y proteínas” (Tabla 14), en él se discute sobre las diversas metodologías de análisis para identificar y cuantificar las proteínas, este tema se presenta en 22%, lo cual implica una tendencia a proponer explicaciones de los resultados obtenidos en el laboratorio centrados en las ventajas y desventajas de los diversos métodos analíticos (Kjeldahl, Colorimétricos como Biuret, o el uso de la región Ultravioleta), la conveniencia de utilizar un instrumento de medida sobre otro, el detalle metodológico, desde la extracción hasta la cuantificación, las características de solubilidad de las proteínas en diversos solventes (Solución salina, agua, alcohol, solución y básica) y el cálculo de aporte energético, como se puede ver en la Tabla 15 donde se presentan algunos de los comentarios presentados por los grupos, frente a los resultados obtenidos en el laboratorio.

**Tabla 15: Análisis de resultados realizados por los estudiantes en el informe de laboratorio**

INTEGRANTES DEL GRUPO	COMENTARIO
Estudiante 36 Estudiante 39	El método se basa en la determinación de la cantidad de Nitrógeno orgánico contenido en productos alimentarios, compromete dos pasos consecutivos: La descomposición de la materia orgánica bajo calentamiento en presencia de ácido sulfúrico concentrado. El registro de la cantidad de amoníaco obtenida de la muestra
Estudiante 95 Estudiante 73	Luego de separar las proteínas de acuerdo a su naturaleza, se procedió a cuantificar las proteínas por los métodos Biuret, Ultravioleta y Kjeldahl (este último para proteínas totales), y así determinar la eficiencia de los métodos
Estudiante 97 Estudiante 66 Estudiante 37	La extracción de proteínas fue realizada empleando la técnica de Osborne y Mendel aunque no se obtuvieron los valores que permitieran arrojar porcentajes cercanos a la propuesto por Tablas de composición alimenticia probablemente producto de la separación mecánica la cual puede no haberse efectuado con totalidad, más sin embargo es importante utilizar los solventes específicos que permitan obtener la mayor cantidad de extracto proteico.

Fuente: autor

Por otra parte, el código 12 “Relación proteínas y alimentos” es el segundo más utilizado en el momento de analizar los resultados obtenidos en el laboratorio, alcanzando un 10 % del total de usos de los códigos, mostrando así un esfuerzo por parte de los estudiantes de relacionar el concepto proteínas con los alimentos, ofreciéndoles herramientas para dar respuesta al problema planteado, en este caso mencionan aspectos como la importancia de la proteína en un alimento, especialmente por su característica de molécula aportante de calorías, la clasificación de los alimentos según el contenido de proteínas y la presencia de aminoácidos esenciales como parámetro para definir la importancia nutricional de un alimento, en la Tabla 16 se muestran algunos ejemplos que dimensionan, en las palabras de los estudiantes, estas consideraciones.

**Tabla 16: Análisis de resultados del laboratorio donde se incluye la relación proteínas y alimentos**

INTEGRANTES DEL GRUPO	COMENTARIO
Estudiante 83 Estudiante 04	La soya es la única legumbre que tiene todos los aminoácidos esenciales para el cuerpo, por lo que se digiere con facilidad y previene ciertas enfermedades. Lo más importante es que contiene lecitina, una sustancia que, entre otras cuestiones, evita problemas cardíacos y ayuda a mantener las arterias limpias

Estudiante 25 Estudiante 14	En cuanto al Chocolate instantáneo, la concentración de Proteína (64,93 %), lo enmarca como fuente procesada altamente proteica y energética con base en sus aminoácidos
Estudiante 100 Estudiante 92 Estudiante 72	La concentración de proteínas en la harina de trigo y sus propiedades funcionales, juegan un papel importante en la industria de la panificación. El método UV permitió calcular el porcentaje de Albúminas (4,48 %) y Globulinas (3,02 %) presentes en la muestra. Con la información obtenida se puede inferir que el tipo de harina empleada en el análisis es de baja calidad puesto que el porcentaje de estas dos proteínas se encuentra por debajo del porcentaje teórico (15 %) sobre el total

Fuente: autor

Es importante resaltar las explicaciones realizadas por los estudiantes desde los aminoácidos esenciales como moléculas que conforman la estructura primaria de la proteína y por tanto su importancia estructural, de esta manera parece indicar que se aproximan a la construcción del concepto estructura primaria (Códigos 1 y 3 respectivamente), estos códigos o temas, con el 9 % de uso en los informes, muestran el esfuerzo por emplear los fenómenos bioquímicos en el análisis de los resultados obtenidos en el laboratorio, en la Tabla 17 se observan algunos de los comentarios realizados por los estudiantes frente a estos aspectos.

**Tabla 17: Análisis de resultados donde se incluyen los códigos : Aminoácidos esenciales e importancia estructural**

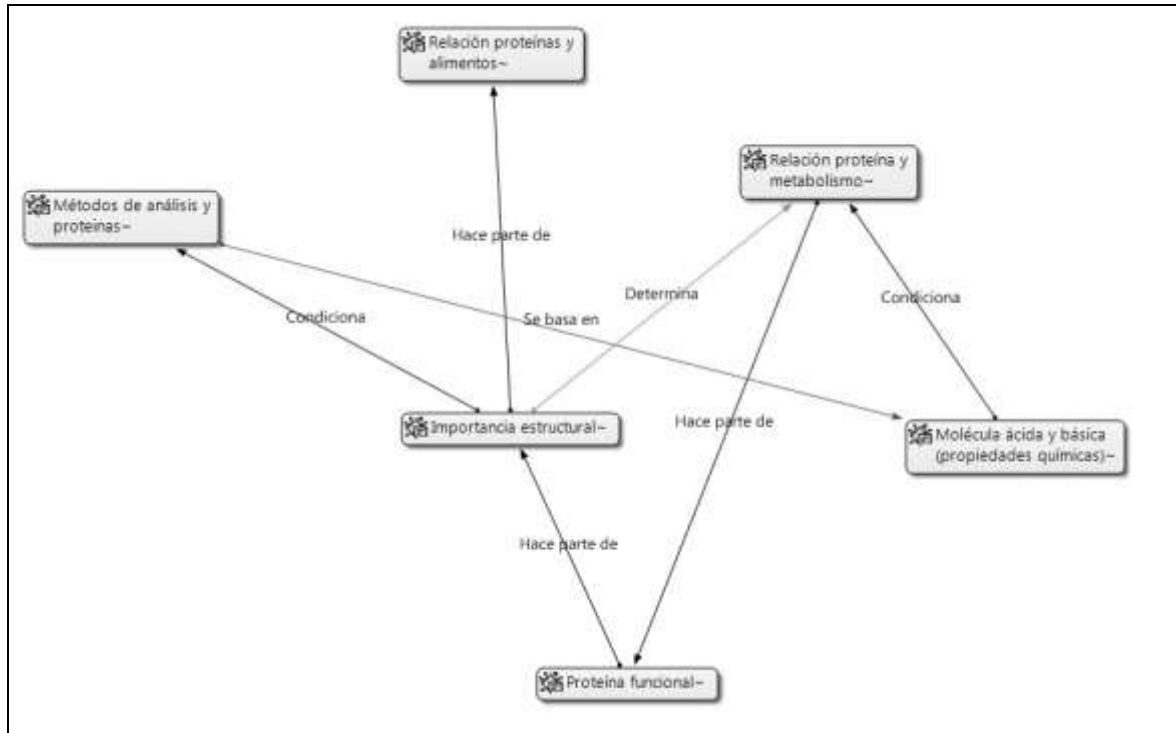
INTEGRANTES DEL GRUPO	COMENTARIO
Estudiante 43 Estudiante 40 Estudiante 68	Los polipéptidos absorben fuertemente en la región ultravioleta (UV) del espectro ( $\lambda=200$ a $400\text{nm}$ ) sobre todo debido a que sus cadenas laterales aromáticas (las de Phe, Trp, Try) tiene coeficientes de extinción molar altos en esta región del espectro (en el rango de unas decenas de miles)
Estudiante 03 Estudiante 27	Hablando en términos bioquímicos, la ingestión usual de proteínas en la dieta diaria, permite un suministro de aminoácidos esenciales, es decir que el cuerpo no puede sintetizar para llevar a cabo las funciones vitales del organismo
Estudiante 101 Estudiante 26	El método UV se basa en la absorción (a $280\text{ nm}$ ) que presentan algunas proteínas en la luz ultravioleta, según el tipo de electrones que puedan ser excitados. Los electrones que absorben menos energía son los ubicados en los anillos aromáticos de algunos aminoácidos (triptófano, tirosina y fenilalanina). Tanto la estructura secundaria como la terciaria pueden influir en el espectro de absorción de la proteína.

Fuente: autor



Estos resultados muestran que el trabajo en el laboratorio puede servir como una herramienta para la construcción de conceptos en química, siempre y cuando cumplan algunas condiciones como por ejemplo: deben proveer las condiciones propicias para posibilitar la elaboración de relaciones con conceptos de otras áreas del conocimiento, deben ser de interés para los estudiantes, propiciar una participación activa de los estudiantes con apoyo del profesor, deben permitir un aprendizaje de conceptos a partir de temáticas actuales y de interés, pues motiva a confrontar saberes con la realidad, contrastar conocimientos iniciales y a desarrollar estrategias para construir conceptos, mejorar los existentes y crear relaciones entre ellos, (López y Tamayo, 2012; Gil, y otros, 1999), razón por la cual se presume que los trabajos de laboratorio juegan un papel importante en el aprendizaje significativo, teniendo en cuenta las particularidades de los estudiantes.

La riqueza del trabajo en el laboratorio, incluido el informe final, permite no solamente identificar códigos alrededor de los cuales se promueven explicaciones conceptuales de algunos hechos observados durante la práctica de laboratorio, si no que también permite la construcción de algunas relaciones entre estos códigos, definiendo un panorama cercano de la forma como los estudiantes están relacionandolos, así, mediante el paquete Atlasti se diseña una red de códigos según lo observado durante el análisis de los informes, en la Figura 19 se observa un ejemplo claro de estas relaciones.



**Figura 19:** Red de códigos, Estudiantes 40, 43 y 68

Las relaciones entre códigos muestran cómo los estudiantes están interpretando los conceptos y contrastan los saberes, en este caso, se destaca la importancia estructural de las proteínas como el centro de la explicación, se vinculan características como por ejemplo, las funciones de las proteínas, donde las estructuras primaria, secundaria, terciaria y cuaternaria, presumiblemente están siendo entendidas como parte fundamental para definir funciones tales como: construcción de tejido, molécula aportante de energía, molécula con función enzimática y en procesos de transporte, se destaca el vínculo de la importancia estructural con los alimentos, así como el papel fundamental que tienen las proteínas del gluten en la harina de trigo y su comportamiento en la producción de pan.

Por otro lado, un grupo formado por un estudiante pragmático y otro reflexivo, condicionan la relación proteína y metabolismo con las propiedades químicas, e indirectamente condicionan las funciones de las proteínas a la relación con el metabolismo, finalmente aparece

el tema de los métodos de análisis y las proteínas en el que, al parecer, los estudiantes consideran que las propiedades químicas y la estructura de las proteínas definen el método de análisis a emplear.

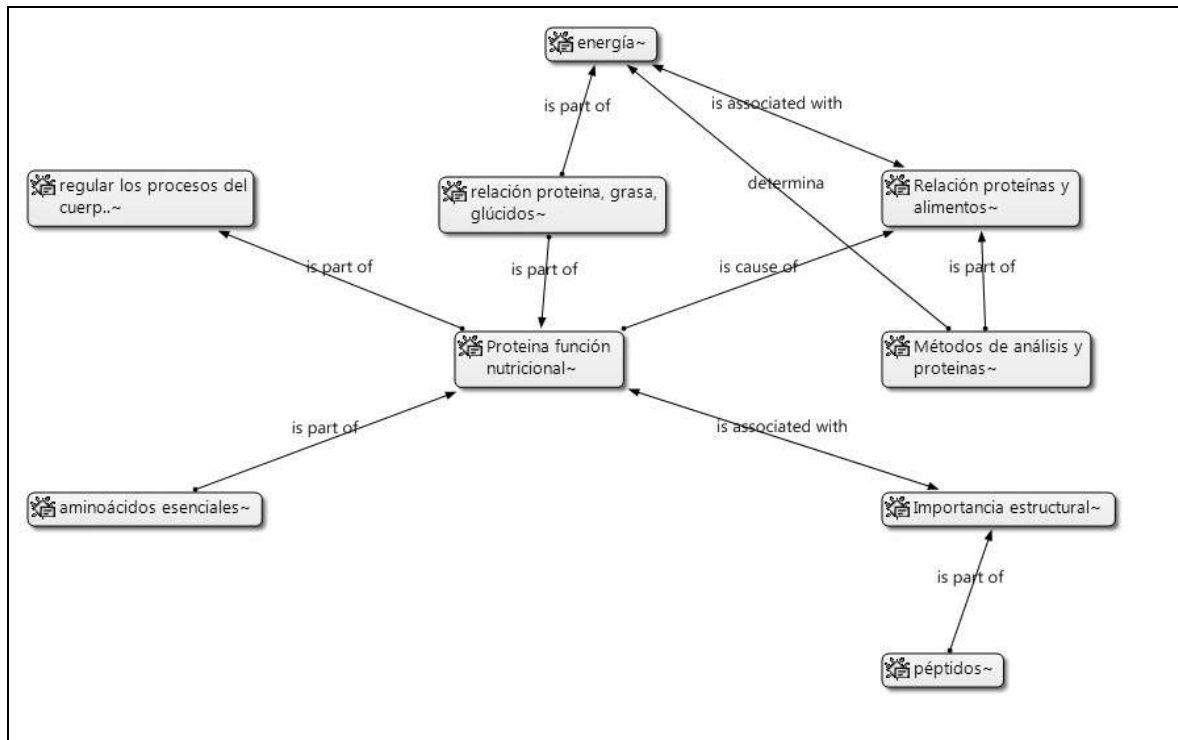
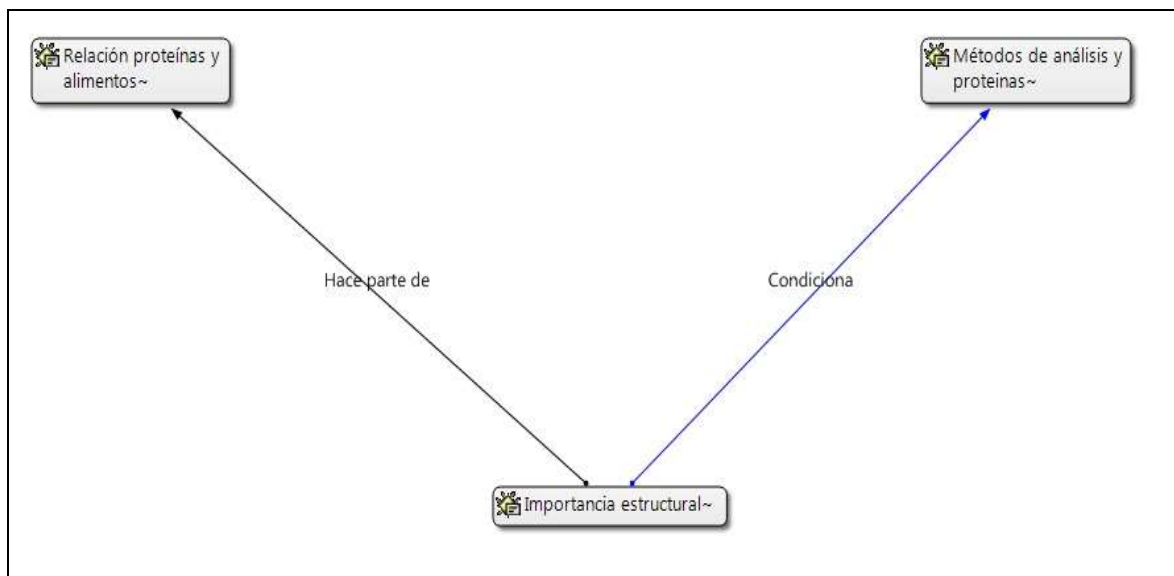


Figura 20: Red de códigos, Estudiantes 36 y 39

La Figura 20 muestra otra red de códigos donde el grupo formado por un estudiante pragmático y otro reflexivo, centran su análisis alrededor de las características funcionales de las proteínas, la importancia estructural, los procesos metabólicos, los aminoácidos esenciales y la relación proteína, grasa y glúcidos como parte de las características funcionales.

En esta red se destaca la inclusión de la relación proteínas, grasa y glúcidos, como moléculas que aportan energía, asociados a los alimentos y a los métodos de análisis, acercándose al propósito de explicar los problemas de desórdenes alimenticios planteados en el problema general.

A pesar del papel importante que juega las prácticas de laboratorio, se encuentra que debido a las características particulares de los estudiantes, no siempre es la herramienta didáctica más adecuada, debido a condiciones no controladas, es el caso del grupo formado por un estudiante con estilo de aprendizaje teórico y otro con estilo de aprendizaje reflexivo, se observa el poco uso de códigos para hacer el análisis de resultados y por tanto las relaciones presentadas en la red no evidencian cierto grado de complejidad indicadoras de una discusión profunda del tema, en la Figura 21, se observa la red construida a partir del análisis realizado al informe de laboratorio por parte de estos estudiantes.



**Figura 21: Red de códigos, Estudiantes 30 y 38**

Esta red muestra que los estudiantes utilizaron solamente tres códigos, los cuales son relacionados con la importancia estructural de las proteínas como elemento importante para seleccionar el método de análisis, y por otro lado, consideran la estructura de las proteínas como parte de la relación proteínas y alimentos, se presume entonces que el trabajo de laboratorio no

es la mejor herramienta para estos dos estudiantes debido a la tendencia netamente algorítmica del análisis de resultados.

#### 6.2.1.4. *Foro virtual.*

Es indudable que en los últimos años las Tecnologías de la Información y la Comunicación TIC se han convertido en una herramienta ampliamente utilizada en los procesos educativos, son numerosos los estudios realizados alrededor de ellas en los cuales se han desarrollado plataformas como moodle o blackboard, las cuales ofrecen muchas alternativas para facilitar el trabajo de profesores y alumnos, a tal punto que herramientas como chat, correo electrónico, redes sociales y foros de discusión, son una necesidad en las relaciones interpersonales del mundo actual, razón por la cual, en común acuerdo con los estudiantes se plantea un foro de discusión alrededor de la temática de proteínas, para lo cual un grupo de estudiantes lidera la discusión, en la Figura 22 se observa un ejemplo del ejercicio realizado.

Quiero iniciar preguntando lo siguiente: si Sr Wylie Dufresne habla de la relación cocción y desnaturalización de proteínas, en qué sentido plantea esta relación? y que importancia creen ustedes que puede tener con las estructuras de las proteínas?

Promedio de calificaciones: - [Mostrar mensaje anterior](#) | [Editar](#) | [Patre](#) | [Borrar](#) | [Responder](#)

**Re: Proteínas, cocina y nutrición**  
de Cesar Eduardo Cortes Aguilar - viernes, 18 de marzo de 2016, 10:34

La importancia que cita este profesor es que las proteínas tienen unas temperaturas en las cuales son estables, debido a esto nuestro cuerpo mantiene una temperatura con el fin de mantenerlas estables, como también habla de algunos factores que vuelven las proteínas inestables, factores que están presentes en la cocción de los alimentos.

Promedio de calificaciones: 30 (1) 30 [Mostrar mensaje anterior](#) | [Editar](#) | [Patre](#) | [Borrar](#) | [Responder](#)

**Re: Proteínas, cocina y nutrición**  
de Franco Rodriguez Casero - sábado, 19 de marzo de 2016, 20:02

Crear, cuales son esos factores y como los explica desde la química?, que implicación tendrías estos factores en una dieta rica en proteínas, como es el caso de la dieta Dukán?

Promedio de calificaciones: - [Mostrar mensaje anterior](#) | [Editar](#) | [Patre](#) | [Borrar](#) | [Responder](#)

**Re: Proteínas, cocina y nutrición**  
de Jean-Louis Ramon Dupardin - domingo, 20 de marzo de 2016, 22:31

El señor Wylie Dufresne se basa en creaciones culinarias para centrarse en las transformaciones físicas de los alimentos y las propiedades que estos poseen, todo esto en torno al uso de la enzima Transglutaminasa, o el famoso pegamento de carne, al cual, facilita la reacción entre dos aminoácidos que aparecen en muchas proteínas como la glutamina y la lisina, la creación de un enlace covalente entre los dos, es decir "pegados" o juntos, para el caso de la relación cocción y desnaturalización de proteínas el menciona que cuando la temperatura es muy baja, no habrá suficiente energía para efectuar la reacción (es decir, la enzima no efectúa la unión entre las proteínas, para que esta reacción sea más efectiva), y ya cuando es muy alta la temperatura, la proteína "muere", como ejemplo se refiere la desnaturalización de proteínas en la cocción del huevo, la clara del huevo está compuesta por agua y albuminas, un tipo de proteínas. Al aumentar la temperatura las proteínas de la clara del huevo se desnaturalizan, perdiendo solubilidad y la clara del huevo deja de ser líquida y transparente para ser opaca de color blanco y sólida, para que la proteína no se desnaturalice otros factores que entran en juego son el nivel de pH, la polaridad del disolvente y la fuerza iónica.

Respecto a la dieta Dukán que es a base de proteínas, es importante mencionar que en la etapa de cocción de carnes y pescados, más exactamente durante el

Figura 22: Participación en foro virtual

Fuente: <http://itaemoodle.pedagogica.edu.co/mod/forum/discuss.php?id=10023>

Mediante el paquete Atlasti se realiza el análisis de los comentarios expresados por los estudiantes, identificando algunos códigos/temas alrededor de los cuales se centró la discusión, en la Tabla 18 se presentan los resultados obtenidos.

**Tabla 18: Códigos/temas relacionados con las proteínas en el foro virtual.**

Temas de discusión	Descripción
1. Alimentos cultura y nutrición	La influencia de la cultura en la alimentación y su efecto en la nutrición por las proteínas consumidas.
2. Aminoácidos esenciales	Identifican los monómeros que conforman las proteínas, su importancia y sus características ácidas o básicas.
3. Calidad de proteína	Se refiere al valor nutricional, incluyendo el valor químico proteico.
4. Calidad del alimento	Define la calidad de un alimento desde su contenido proteico, pero especialmente desde la presencia de los aminoácidos presentes, en este sentido, un alimento será de mejor calidad cuando la proteína aporta todos los aminoácidos esenciales.
5. Energía	Consideración de la proteína como molécula aportante de energía
6. Importancia estructural	Se refiere a la importancia del ordenamiento de los aminoácidos en la estructura, sus grupos ácidos y el nitrógeno presente
7. Medioambiente	Efecto en el medioambiente por la producción de alimentos como fuente de proteínas.
8. Propiedades físicas, químicas y biológicas	Hace referencia a la importancia química, física y biológica de las proteínas de fuentes alimenticias.
9. Proteínas e industria	Importancia de las proteínas en la industria, efectos en la transformación de los alimentos y el diseño de plantas industriales
10. Proteínas y dieta	Las proteínas como nutriente principal en la dieta, su importancia y efectos.
11. Proteínas y función enzimática	Las proteínas como enzimas, funciones, cinética y su control bioquímico.
12. Proteínas y función nutricional	La molécula y su importancia nutricional
13. Proteínas y relación con fisiología	Relaciona el aprovechamiento de la proteína en el organismo con lo fisiológico, el estado de salud, y aspectos socio económico.
14. Proteínas y salud	Referencia el riesgo en la salud por el exceso o el no consumo de las proteínas.
15. Proteínas y sistema biológico	Se presenta una relación entre las fuentes de proteínas, el sistema ecológico, la correlación entre cultura, plantas, agua, insectos, como una simbiosis de un sistema biológico.
16. Proteínas y sociedad	La relación de las proteínas, la salud y las presiones de la sociedad.
17. Proteínas y toxinas	Proteínas como moléculas peligrosas para la salud, ya que las toxinas son proteínas y que pueden ser consumidas en los alimentos
18. Relación proteína y metabolismo	Se identifica la relación entre las proteínas y los procesos metabólicos.
19. Relación proteínas y alimentos	Plantea una clasificación de los alimentos desde la cuantificación de la proteína, entre ricos en proteínas o en bajo contenido de proteína.
20. Relación proteínas y	Hace referencia a la relación entre proteínas, glúcidos y lípidos en función del

---

grasa	aporte calórico (energía).
21. Valor biológico de la proteína	Hace referencia a la identificación del valor real de aprovechamiento de la proteína en los procesos bioquímicos.

---

Fuente: autor

El foro virtual de discusión, como escenario para debatir y llegar a consensos, muestra su utilidad para resolver el problema planteado y surge como un complemento importante al trabajo en el laboratorio, con el foro se observa la inclusión de nuevos puntos de reflexión que no fueron tenidos en cuenta durante la discusión de los resultados obtenidos en la práctica de laboratorio, logrando desarrollar una actividad de intercambio e interacción entre los estudiantes, en un ambiente propicio para exponer libremente las posturas frente a la problemática de salud, donde el profesor y los estudiantes tienen la posibilidad de exponer ideas, opiniones, o analizar de forma crítica los aportes de los demás, es así como (Moya, 2008) menciona que un foro académico es el más indicado para los diálogos argumentativos y pragmáticos, facilitando la orientación hacia la indagación y la reflexión sobre los conceptos en discusión.

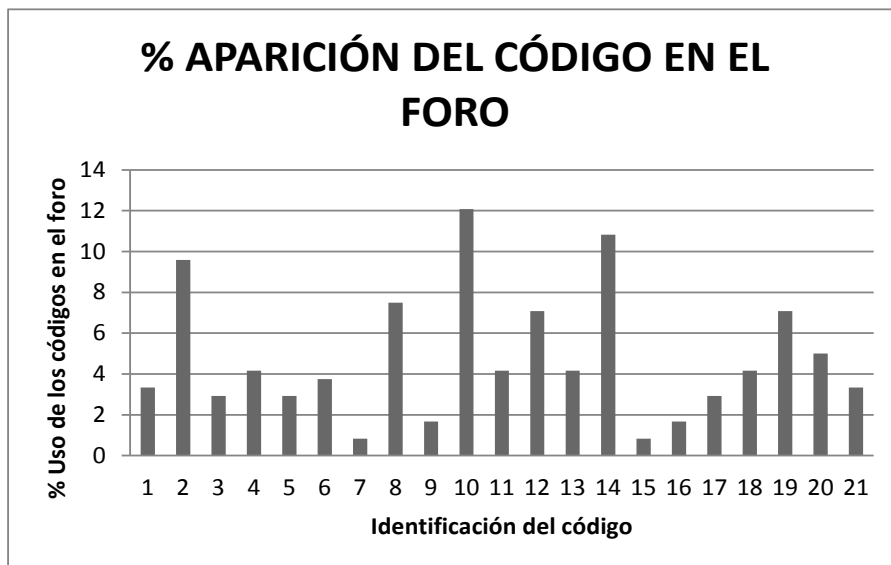
Durante el foro virtual se retoman ocho de los catorce códigos o temas trabajados en el informe de laboratorio, reforzando el carácter complementario entre las dos actividades para construir y re-construir conceptos y promover la construcción argumentada de ideas, los códigos o temas retomados son:

1. Aminoácidos esenciales.
2. Calidad de proteína.
3. Energía.
4. Importancia estructural
5. Proteínas y función nutricional
6. Relación proteína y metabolismo.

7. Relación proteínas y alimentos.
8. Valor biológico de la proteína.

Igualmente, se destaca el intento por relacionar el tema netamente bioquímico con la salud, la nutrición, lo industrial, el medioambiente y el impacto que tiene la cultura y la sociedad, mediante reflexiones, consultas y hallazgos realizados por los participantes del foro, logrando puntos de encuentro entre temas aparentemente alejados de lo científico, pero analizados en forma integral, esta característica, para desarrollar diversas habilidades mediante foros, ha sido mencionada por otros autores, quienes consideran que es posible reforzar el aprendizaje, desarrollar habilidades sociales y comunicativas (Ornelas, 2007).

En este sentido, la Figura 23 muestra el porcentaje de utilización de estos códigos durante la realización del foro.



**Figura 23: Uso de los códigos durante el foro**

Los resultados muestran claramente el protagonismo de la relación proteínas y dieta (código/tema 10), seguido de la relación con la salud (Código/tema 14) y los aminoácidos esenciales (Código/tema 2), aquí la identificación de los aminoácidos esenciales como las



unidades monoméricas de las proteínas, junto con sus características físicas y químicas son tomadas como base para explicar la problemática de los desórdenes alimentarios, especialmente el sobrepeso y la obesidad, e incluso la anorexia, vinculando así la salud y la dieta a la discusión, igualmente se destaca la inclusión de conceptos relacionados con la problemática industrial por la transformación de los alimentos, el problema de las proteínas como toxinas que pueden ser consumidas en los alimentos, así como la influencia cultural en el consumo de alimentos y el problema ambiental generado por la producción masiva de alimentos.

Dada la riqueza y la complejidad de temáticas o criterios logrados en el foro virtual de discusión, es pertinente agrupar los códigos en familias, teniendo en cuenta aspectos similares que los identifica, de esta manera se facilita el análisis de relaciones existentes entre los conceptos abordados, en la Tabla 19 se presentan las familias y los códigos que las integran.

**Tabla 19: Familias de códigos**

FAMILIA	CÓDIGOS	DESCRIPCIÓN
Salud	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Aminoácidos esenciales (2).</li> <li>- Calidad del alimento (4).</li> <li>- Proteínas y dieta (10).</li> <li>- Proteínas y función nutricional (12).</li> <li>- Proteínas y salud (14).</li> <li>- Proteínas y toxinas (17).</li> <li>- Relación proteína y metabolismo (18).</li> <li>- Relación proteínas y alimentos (19).</li> <li>- Relación proteínas y grasa (20).</li> </ul>	Las proteínas desde el punto de vista médico por su influencia en la salud.
Cultura y sociedad	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Alimentos, cultura y nutrición (1).</li> <li>- Medioambiente (7)</li> <li>- Proteínas e industria (9)</li> <li>- Proteínas y sociedad (16)</li> </ul>	Se define la idea que las proteínas vinculadas indirectamente con los alimentos consumidos se ven afectadas por las creencias culturales y lo que imponga la sociedad.
Bioquímico	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Aminoácidos esenciales (2)</li> <li>- Calidad de proteína (3).</li> <li>- Energía (5)</li> <li>- Importancia estructural (6).</li> <li>- Propiedades físicas químicas y biológicas (8).</li> <li>- Proteínas y función enzimática (11).</li> </ul>	Se analiza la implicación de las proteínas en la bioquímica, incluyendo sus características químicas, físicas, la importancia de las estructuras, su función enzimática entre otros aspectos.

- 
- Proteínas y sistema biológico (15).
  - Relación proteínas y grasa (20).
- 

Fuente: autor

El análisis de las implicaciones bioquímicas generadas por las proteínas pueden ser analizadas mediante temáticas de interés para los estudiantes, como lo demuestra el foro virtual realizado, donde la discusión se llevó al campo de la salud, pasando por la importancia de la cultura y las concepciones de la sociedad frente a los alimentos, como lo demuestra la Tabla 19.

Los códigos agrupados en las familias: Bioquímico, Salud, Cultura y Sociedad, tienen la ventaja de favorecer el análisis de las relaciones entre los conceptos, relaciones generadas durante la discusión en el foro virtual, para ello se elaboran redes de códigos y familias de códigos que muestran la complejidad de la discusión, el nivel de habilidad para expresar el conocimiento, el nivel de comprensión de la temática, la construcción colectiva de nuevos conceptos y la fundamentación teórica de los comentarios expresados por cada participante, con lo cual se espera que el proceso lleve a un aprendizaje significativo.

### **Consideraciones:**

En la Figura 24 se muestra la red de relaciones entre los códigos que conforman las familias Bioquímico, Cultura y sociedad con la familia Salud, se resalta la familia de códigos sobre la salud como eje central de la discusión, donde se vinculan relaciones directas con los códigos de aminoácidos esenciales, asumidos como las unidades monoméricas de las proteínas, las cuales le proporcionan características físicas y químicas que afectan la salud por la deficiencia de alguno de estos aminoácidos, igualmente, se resalta la importancia estructural de la proteína desde el ordenamiento de los aminoácidos, hasta la presencia de grupos funcionales

que definen su relación con sistemas biológicos, entendidos como la simbiosis entre plantas, insectos, agua, y la ecología.

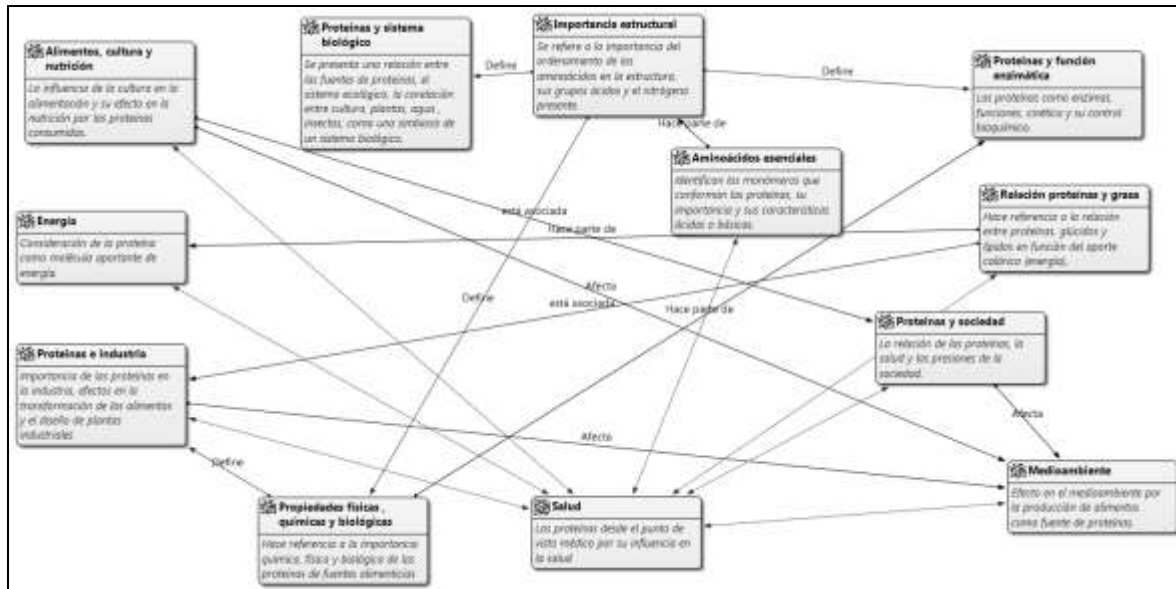


Figura 24: Red de códigos relacionados con la familia Salud

Otro aspecto importante es la forma como los estudiantes relacionan el problema de la salud con los procesos de transformación industrial de los alimentos, y por tanto, el efecto sobre las proteínas, asociando la transformación a los efectos sobre el aporte calórico de un alimento, donde los glúcidos y las grasas juegan un papel igualmente importante. Esta relación muestra como los estudiantes logran vincular la problemática industrial, del diseño de plantas de producción, y la transformación de alimentos en los efectos sobre la salud.

Otro punto destacable es la relación existente entre la problemática de la salud y los aspectos culturales, los estudiantes mencionan que la cultura determina el tipo de alimentación, por ejemplo, algunas no consumen carne de res, otras consumen insectos como fuente de proteína, aspectos culturales que definen las características industriales acordes a esos requerimientos particulares, en consecuencia el medioambiente se afecta, además de las presiones sociales, especialmente en la concepción de belleza y su influencia en la alimentación.

En conclusión, los estudiantes hacen una reflexión, desde su punto de vista y con los argumentos logrados a lo largo de las actividades, frente a la relación de los conceptos bioquímicos asociados a las proteínas con la cultura, sociedad y la salud, demuestran la riqueza de las actividades realizadas mediante el intercambio de información y conocimientos, con las cuales se construyen relaciones entre conceptos, se refuerzan o se transforman las existentes, por tanto, el uso del foro virtual emerge como una buena herramienta para debatir alrededor de un problema con el objetivo de resolverlo, proyectándose como una vía de aplicación en la resolución de problemas y el aprendizaje significativo de conceptos.

En la Figura 25 se presentan las redes de relaciones entre los códigos que conforman la familia de Cultura con sociedad y Bioquímico con la salud, en ellas se observa con mayor detalle la forma como los estudiantes conciben la relación sociedad y salud, debido a la influencia cultural y los patrones sociales.

El lenguaje científico mucho más elaborado que el utilizado en el pre-test da cuenta de la evolución cognitiva lograda hasta el momento, permitiéndoles utilizar dicho lenguaje para explicar los problemas de la salud y su relación con las proteínas.

La actividad del foro promueve la discusión argumentada frente a la influencia cultural y social sobre la salud, los conceptos principales sobre los que se centró la discusión, muestran una fuerte relación entre la cultura, sociedad y el medioambiente, por su parte los problemas industriales parecen estar asociados como una consecuencia adyacente a dichas relaciones.

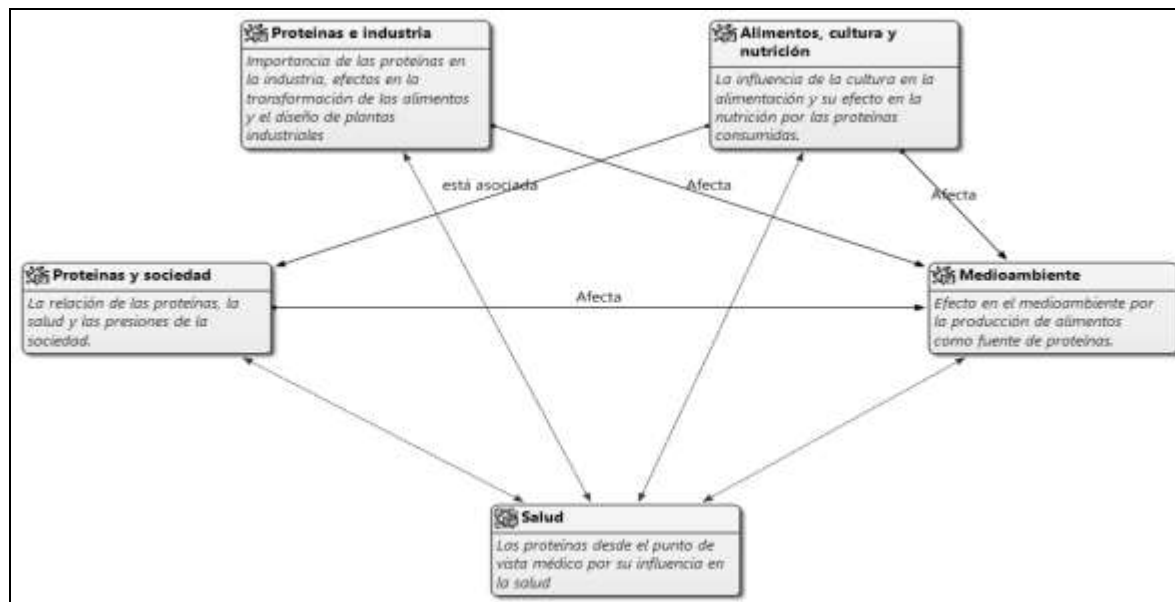


Figura 25: Red de códigos relacionados entre cultura, sociedad y salud.

### 6.2.1.5. Mapa conceptual.

Como actividad de cierre, del problema planteado alrededor de las proteínas, se elabora un mapa conceptual sobre el cual se realiza un análisis cualitativo para identificar el aprendizaje de conceptos alrededor de las proteínas.

La elaboración del mapa conceptual se utiliza un listado de 19 conceptos (Anexo 4), los estudiantes tienen la libertad de incluir otros conceptos si lo consideran pertinente, en la Tabla 20 se presentan los conceptos propuestos, organizados en tres temas.

Tabla 20: Conceptos propuestos para el mapa conceptual

Tema	Conceptos
Química	Proteínas Aminoácidos Péptidos Estructura primaria Puentes de hidrógeno
Bioquímica	Enzimas Cinética Alostérico Energía de activación

Alimentos y salud

Nutrición  
 Valor químico  
 Valor biológico  
 Agua  
 Energía  
 Huevo  
 Carne  
 Frijol  
 Cocina  
 Textura de alimentos

Fuente: autor

Con la información recolectada se puede analizar cualitativamente el aprendizaje de los estudiantes en relación a los tres temas propuestos, incluyendo los conceptos no establecidos en el listado, pero importantes para los estudiantes.

En la Figura 26 se observa un ejemplo de mapa conceptual elaborado por un estudiante con estilo de aprendizaje reflexivo, digitalizado con el programa CmapTools, en el cual se observan los conceptos propuestos por el profesor y los incluidos por el estudiante.

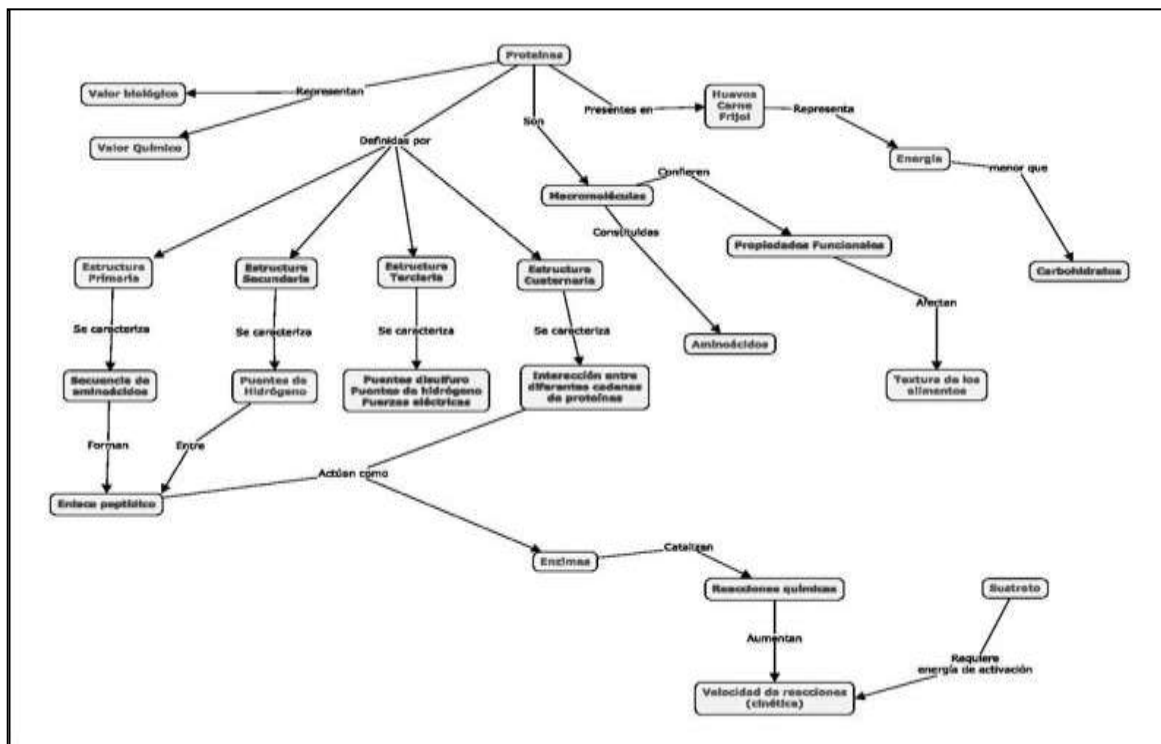


Figura 26: Mapa conceptual sobre proteínas, estudiante reflexivo

El mapa conceptual muestra claramente que el estudiante no utiliza todos los conceptos propuestos por el profesor, evidenciando algunas dificultades para relacionar con mayor detalle los conceptos científicos vinculados con el estudio bioquímico de las proteínas, reforzando este supuesto con la estructura misma del mapa conceptual, en el cuál se encuentran tres grandes líneas de discusión por parte del estudiante, ellas son:

1. Los alimentos (huevos, carne y frijol) como fuente de energía, comparada con los carbohidratos, pero no incluye un análisis más profundo de las características propias de cada fuente de proteína, teniendo en cuenta que los huevos, la carne y el frijol cuentan con proteínas diferentes como la estructura primaria, su funcionalidad, su valor químico y biológico, entre otras características.
2. Las proteínas como macromoléculas formadas por aminoácidos que confieren propiedades funcionales a los alimentos como la textura.
3. Las proteínas definidas por las estructuras primaria, secundaria, terciaria y cuaternaria, las cuales presentan algunas características físicas y químicas que definen su función como enzimas, quienes influyen en la cinética química, si bien esta línea está trabajada con un poco más de profundidad que las anteriores, se observa la falta de claridad en el concepto de enzima, la cual es asumida como un catalizador que aumenta la velocidad de reacción, desconociendo la función reguladora de reacciones.

Si bien este mapa conceptual tiene algunas falencias, es clara la evolución cognitiva lograda hasta el momento, puesto que es un mapa conceptual más elaborado y complejo que el presentado como pre-test, analizado a profundidad en capítulo siguiente, lo cual supone una buena efectividad de las actividades planteadas y acordadas entre los estudiantes y el profesor que actúa como guía.





entre las estructuras primaria, secundaria, terciaria y cuaternaria de las proteínas con las características propias de cada una de ellas.

Se resalta el uso de otros conceptos diferentes a los recomendados por el profesor, con los que complementa la explicación de las proteínas desde tres aspectos:

1. Desde su función como enzima dentro del metabolismo, como biocatalizador y como mezcla multienzimática, involucra conceptos como velocidad de reacción, energía de activación, cinética y nutrición, entre otros conceptos.
2. Desde la estructura de las proteínas, involucra el tipo de enlace formado y las características de las cuatro estructuras.
3. Finalmente desde la presencia de aminoácidos esenciales, los cuales le confieren a las proteínas un valor químico y biológico, características importantes que definen su importancia nutricional.

En este mapa conceptual como en el presentado en la Figura 26, se observa una gran dificultad por elaborar relaciones entre conceptos de orden superior y los subordinados, se muestran estructuras jerárquicas aisladas lo cual supone que los conceptos científicos aprendidos no están suficientemente anclados a la estructura cognitiva de los estudiantes.

En general, los mapas conceptuales elaborados por los estudiantes muestran una evolución cognitiva al compararlos con el pre-test, ya que son mapas conceptuales más complejos, jerárquicamente mejor elaborados, se incluyen nuevos conceptos diferentes a los propuestos inicialmente, aspecto que supone es una consecuencia de las actividades desarrolladas.

Sin embargo, también se encuentran dificultades en la elaboración de las proposiciones debido a la falta de conectores entre conceptos de orden superior y subordinados, así como la

falta de relaciones cruzadas, se esperaría que complementando el trabajo se logren cubrir estas falencias, se demuestra así la continuidad del aprendizaje, siendo este el punto de partida para trabajar sobre estas dificultades y proponer nuevas actividades.

### 6.2.2. Glúcidos.

Para desarrollar el tema de los glúcidos se parte de los retos frente a enfermedades como la hipoglicemia, hiperglicemia y diabetes, por lo que se plantea como problemática “¿Cuál es el papel que juegan los glúcidos en los procesos bioquímicos y su incidencia en estas enfermedades?, Cuál sería la recomendación de dieta para una persona con problemas de azúcar?, como lo sustentaría desde la bioquímica”(Anexo 4) .

#### 6.2.2.1. *Ejercicio de indagación.*

Con el fin de responder al problema planteado, los estudiantes realizan una búsqueda de información en diversas fuentes, seleccionadas según su criterio, posteriormente exponen las propuestas de solución a las preguntas planteadas, se socializan en clase y se entrega un resumen escrito al profesor, en la Tabla 21 se presentan algunas de las propuestas dadas por los estudiantes.

**Tabla 21: Función de los glúcidos, indagación de los estudiantes**

Estudiante/Estilo de aprendizaje	Cuál es el papel que juegan los glúcidos en los procesos bioquímicos y su incidencia en estas enfermedades?	Cuál sería la recomendación de dieta para una persona con problemas de azúcar?, como lo sustentaría desde la bioquímica
Estudiante 43 / Reflexivo	- Proporcionar energía	- Dieta rica en vegetales y baja en proteínas y almidones. - Conteo de carbohidratos según cada individuo. - No sustenta desde la bioquímica
Estudiante 30 / Teórico	- Fuente de energía - Función estructural	- Para Hipoglucémicos, dieta rica en fibra soluble - Bioquímicamente a problemas con la insulina en el páncreas.
Estudiante 41 / Activo	- Fuente de energía - Síntesis de glicógeno	- Dieta rica en fibra - No hay explicación desde la

	bioquímica	
Estudiante 81 / Pragmático	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Aporte de energía</li> <li>- Formación de ácidos nucleicos</li> <li>- Componente de glicoproteínas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Dieta baja en azúcar, para controlar el ciclo de Krebs.</li> </ul>
Estudiante 89 / Multiestilo	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Función estructural y metabólica</li> <li>- Energía</li> <li>- Glicoproteínas.</li> <li>- Parte de anticuerpos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Dieta controlada en carbohidratos</li> <li>- No presenta una explicación desde la bioquímica</li> </ul>

Fuente: autor

Las primeras indagaciones realizadas por los estudiantes, muestran la tendencia generalizada de denominar a los glúcidos como carbohidratos, término que se ajusta a lo recomendado por la IUPAC desde 1996, que equipara los dos conceptos casi como sinónimos, siendo este un buen indicador del conocimiento adecuado de la nomenclatura internacional.

Frente a la pregunta problema, los estudiantes elaboran una respuesta elemental sobre los carbohidratos y su función bioquímica, limitándola al papel que juega como molécula aportante de energía, muy pocos mencionan la importancia como parte integrante en la estructura de las glicoproteínas en el sistema inmunológico y en ningún caso hacen referencia a la relación entre la glucosa y su influencia en la memoria.

La falta de plantear puntos de relación entre la bioquímica y las enfermedades propuestas en el problema, evidencian la dificultad de vincular los conceptos científicos con el entorno, un ejemplo es cuando se indaga sobre las dietas recomendadas para las personas que sufren de enfermedades como diabetes, hipoglicemia o hiperglicemia y su explicación bioquímica, a lo cual los estudiantes no responden con argumentos válidos tomados de la bioquímica, en algunos pocos casos hacen un esfuerzo por incluir los conceptos químicos referidos a la insulina y al ciclo de Krebs pero sin profundizar.

Estas dificultades han sido identificadas en otras áreas del conocimiento, especialmente en la enseñanza de la bioquímica para profesionales del área de la salud, en las cuales, la

bioquímica es considerada como una asignatura difícil y poco aplicable en una práctica clínica. En este sentido, se ha intentado enseñar la bioquímica en el contexto de la enfermedad o de un problema clínico, con lo cual se espera facilitar el aprendizaje mediante la transferencia en el campo del tratamiento de pacientes, apelando al aprendizaje basado en problemas, el uso de mapas conceptuales y la participación activa de los alumnos (Cea, Hernández, Salazar, Soto, y Matuz, 2014; Surapaneni y Tekian, 2013).

Continuando con la metodología empleada en el tema de las proteínas, se acordó con los estudiantes realizar unas sesiones magistrales donde el profesor actúa como experto, sesiones experimentales y un foro como vías para entender y lograr proponer soluciones al problema planteado.

#### **6.2.2.2. Clase magistral.**

En esta etapa se trabajan temas relacionados con los carbohidratos, entre otros: su estructura química, clasificación según el número de átomos de carbono, nomenclatura, isomería, monosacáridos y polisacáridos, propiedades químicas, reacciones típicas. Además, en dichas clases se abordaron temas como: bioquímica de la producción de energía, relación con el sistema respiratorio, relación con las proteínas de transporte de oxígeno y las enzimas, todo ello enfocado a la bioquímica del cuerpo humano y su incidencia en la salud.

Se emplean como recursos, algunos artículos aportados por los estudiantes durante la indagación, videos, experimentos demostrativos, actividad física y otro material audiovisual. Estos materiales permiten desarrollar una actividad donde los estudiantes y profesor intercambian conceptos, opiniones y se aclaran dudas.

#### **6.2.2.3. Prácticas de laboratorio.**

Los trabajos experimentales en el laboratorio, se plantean con el fin de cuantificar los carbohidratos presentes en un alimento, definir su aporte de calorías, así como explicar sus reacciones, el orden de las actividades es:

1. Con la orientación del profesor se selecciona el trabajo experimental de las diversas propuestas presentadas por los estudiantes, entre otras se plantean la identificación y cuantificación de carbohidratos por HPLC o identificación y cuantificación de carbohidratos en alimentos mediante el método de Lane Eynon.
2. Los estudiantes se organizan en grupos a su discrecionalidad, con el fin de permitirles cierta comodidad en su trabajo.
3. Los grupos hacen una indagación previa, con el fin de detallar y soportar teóricamente el método analítico seleccionado.
4. Un grupo de estudiantes lidera la práctica de laboratorio, quienes junto con el profesor detallan las necesidades de materiales, reactivos, equipos y procedimiento.
5. El grupo líder realiza una socialización detallada del procedimiento y coordina las actividades en el laboratorio.
6. Los grupos entregan un informe final de laboratorio, el cual incluye título, objetivos, resultados y análisis, conclusiones y bibliografía, esta estructura se acuerda entre profesor y estudiantes.

En el Anexo 5 se puede observar la guía de laboratorio diseñada, en el cual se selecciona un alimento, se extraen los carbohidratos y se cuantifican mediante titulación según el método de Lane-Eynon, la reacción generada es de oxidación – reducción, al finalizar los estudiantes elaboran el informe y se evalúa utilizando el paquete estadístico Atlasti.

### Evaluación de Informes:

Mediante el uso del programa Atlas.ti se identifican 15 temas alrededor de los cuales los estudiantes centran la discusión de los resultados, la indagación bibliográfica y las conclusiones propuestas al finalizar la práctica experimental, en la Tabla 22 se presentan los temas (códigos) tratados.

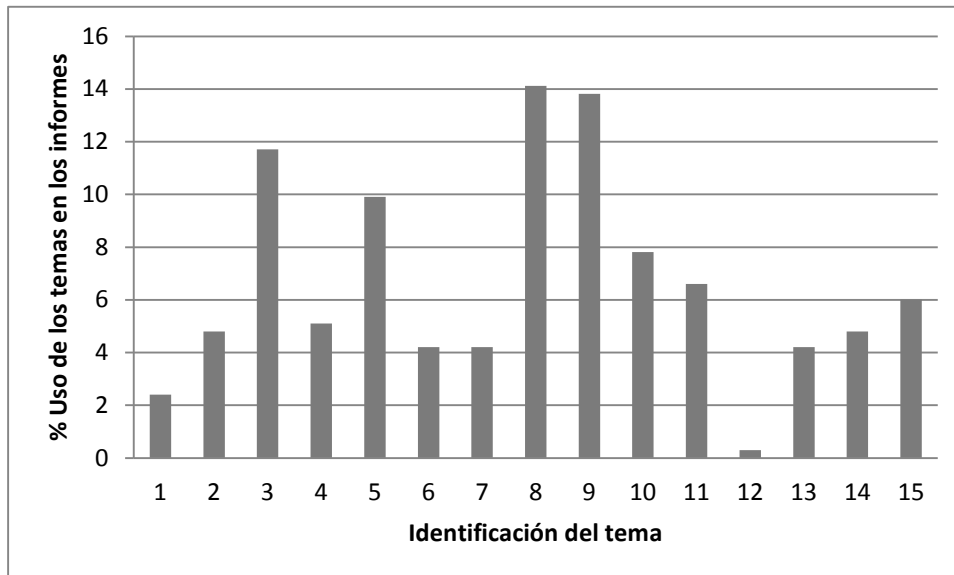
**Tabla 22: Códigos/temas relacionados con los glúcidos utilizados en los informes de laboratorio**

Temas	Descripción
1. Características estructurales	Hace relación a los grupos funcionales aldehído y cetona de los carbohidratos
2. Clasificación	Muestra la clasificación de los carbohidratos
3. Composición en alimentos	Muestra el contenido de carbohidratos que aportan calorías en los alimentos
4. Composición química de la fibra	Se refiere a la composición química de polisacáridos presentes en la fibra
5. Dieta	Relación carbohidratos y la dieta en función de los problemas de salud
6. Funcionalidad	Funcionalidad de los carbohidratos en los alimentos, quienes les confieren características sensoriales.
7. Importancia de la fibra	Papel que tiene la fibra como un polisacárido en los alimentos y en la salud
8. Importancia nutricional	Importancia nutricional de los carbohidratos como molécula que aporta energía
9. Método analítico	Muestra el método analítico para determinar carbohidratos en alimentos
10. Método analítico para fibra	Hace referencia al método analítico para determinar fibra
11. Reacciones químicas	Se refiere a las reacciones químicas propias de los carbohidratos
12. Relación con el código genético	Hace referencia a su importancia en las moléculas de los ácidos nucleicos (ADN y ARN)
13. Relación con el metabolismo	Identifica los procesos metabólicos de los carbohidratos
14. Relación con lípidos	Hace referencia a la relación de los carbohidratos con los lípidos, desde el aporte calórico y la función nutricional
15. Relación con proteínas	Muestra la relación con las proteínas por ejemplo con las enzimas.

Fuente: autor

Las temáticas empleadas por los estudiantes, evidencian el intento por relacionar los resultados obtenidos en el trabajo experimental con la problemática nutricional y sus consecuencias en la salud.

En la Figura 28 se muestra una distribución porcentual frente al uso de las temáticas presentadas en la Tabla 22



**Figura 28:** Uso de los temas asociados a los glúcidos en los informes

De acuerdo con los resultados presentados en la figura anterior, las temáticas centrales en el análisis de resultados son la importancia nutricional y el método analítico para determinar carbohidratos en alimentos (Números 8 y 9), así como su importancia en los problemas de salud, en ambos casos el porcentaje de uso, consolidando todos los informes de laboratorio, se aproxima al 14 %.

La tendencia antes descrita, muestra que, a pesar del trabajo realizado con el tema de proteínas, los estudiantes aún centran los análisis de resultados en la técnica analítica, aspectos como desviaciones de los equipos empleados, el cálculo matemático y los errores experimentales entre otros surgen como los aspectos más discutidos en los informes.

Por otra parte, se hace un intento por relacionar los resultados del laboratorio con la importancia nutricional y su efecto en la salud mediante el uso de datos teóricos, en la Tabla 23 se observa algunos de los comentarios empleados por los estudiantes.

**Tabla 23 : Análisis de resultados informe glúcidos, realizados por los estudiantes**

Integrantes del grupo	Comentario
Estudiante 91 Estudiante 83	El método volumétrico de Lane y Eynon (1923) calcula el volumen de una solución de prueba que se requiere para precipitar todo el cobre presente en una cierta cantidad de solución de Fehling de concentración conocida. En los últimos años ha habido grandes avances en lo que respecta a la comprensión de cómo influyen los carbohidratos en la nutrición y la salud diversas funciones que tienen los carbohidratos en el cuerpo y su importancia para gozar de una buena salud.
Estudiante 87 Estudiante 71 Estudiante 05	Existen 4 elementos que pueden nutrir al cuerpo humano de energía, pero de estos cuatro, solo tres le aportan nutrientes, estos son (los carbohidratos, las proteínas y las grasas. El cuarto elemento es el alcohol), que no aporta nutriente alguno excepto energía en la forma de calorías propiamente dicha. Los datos obtenidos muestran que la muestra contienen mínima cantidad de fibra, por lo cual este producto no es nutricional ya que la fibra es un componente importante en la dieta humana
Estudiante 79 Estudiante 02 Estudiante 17	En el método de Lane Eynon (1923), el almidón de la muestra se reduce a glucosa por hidrólisis ácida. Luego se hace reaccionar sulfato cúprico con el azúcar reductor en medio alcalino, formándose óxido cuproso ya que los carbohidratos son capaces de reducir elementos como el cobre (Cu+2) a Cu+1, el cual forma un precipitado rojo ladrillo. Este método utiliza azul de metileno como indicador, el cual es decolorado una vez que todo el cobre ha sido reducido, lo que indica el fin de la titulación. El alimento presenta una composición favorable para la nutrición, desarrollo y crecimiento de los consumidores, ya que al contener en menor proporción los carbohidratos, fibra y cenizas, da como resultado una formación de reservas energéticas favorables. Esto favorece la absorción de nutrientes a nivel celular para regular los mecanismos metabólicos necesarios para proporcionar una buena calidad de vida en el organismo.

Fuente: autor

Por otro lado, la “Composición en alimentos” identificado con el código 3 se destaca como otro de los temas importantes sobre el cual los estudiantes desarrollan su discusión, tal es así que al consolidar el análisis de los informes de laboratorio, se encuentra una tendencia a relacionar proteínas, lípidos y carbohidratos cuando explican los resultados desde la distribución energética con la concentración de cada uno de ellos en los alimentos, marcando una gran inquietud frente al elevado contenido de carbohidratos en algunos alimentos y los problemas de



salud, en la Tabla 24 se presentan algunos de los comentarios realizados por los estudiantes a este respecto.

**Tabla 24: Análisis de resultados informe glúcidos, donde se incluye el tema de "Composición en alimentos"**

Integrantes del grupo	Comentario
Estudiante 01 Estudiante 22	La arveja es una de las legumbres que contiene mayor cantidad de carbohidratos y proteínas, por lo que se destaca como una fuente importante de sacarosa y aminoácidos. Además, es un alimento con un contenido significativo de minerales (fósforo y hierro) y de vitaminas, especialmente B1. Como todas las leguminosas, es una importante fuente de fibra soluble e insoluble.
Estudiante 46 Estudiante 58	Dentro de los componentes nutritivos de la Solanum phureja el que se encuentra en mayor porcentaje es el agua que constituye casi un 80% del total. Le siguen los carbohidratos que constituyen el 19%.
Estudiante 05 Estudiante 17	Los biocompuestos en la fresa se encuentran presentes en bajas cantidades, ya que al analizar el fruto se obtuvieron resultados de 4.5%proteína, 5,6%carbohidrato y 3.2%grasa.

Fuente: autor

Los resultados muestran la ausencia de profundidad conceptual en bioquímica, evidenciado en la poca relación de los resultados con los efectos en los ciclos bioquímicos como el de Krebs, código genético o procesos vinculados a la memoria, solamente un grupo, realizó una mención superficial de la importancia que tienen los carbohidratos en el código genético, expresando la presencia de la ribosa y la desoxirribosa en el material genético.

Este aspecto ha sido identificado por otros autores, quienes han mencionado que el metabolismo y la respiración celular son tópicos de alta dificultad para ser entendidos por parte de los estudiantes, reconociendo tres dificultades principales en la enseñanza saber: Las concepciones erróneas, y la persistencia de las mismas debido, muy probablemente, al nivel de cognición abstracto de los estudiantes, lo cual hace que dichas concepciones erróneas permanezcan intactas a pesar de avanzar en los niveles educativos (Ross, Tronson, y Ritchie, 2008).

Mediante el paquete estadístico de Atlasti, se identifican algunas de las relaciones existentes entre los temas (códigos) trabajados por los estudiantes en los informes de laboratorio, contando así con otra herramienta para observar los avances en el aprendizaje significativo.

Los resultados obtenidos en la práctica de laboratorio, permiten elaborar una red de relación de temas, que pueden mostrar los temas principales y secundarios de discusión, en la Figura 29 se observa un ejemplo de dichas relaciones.

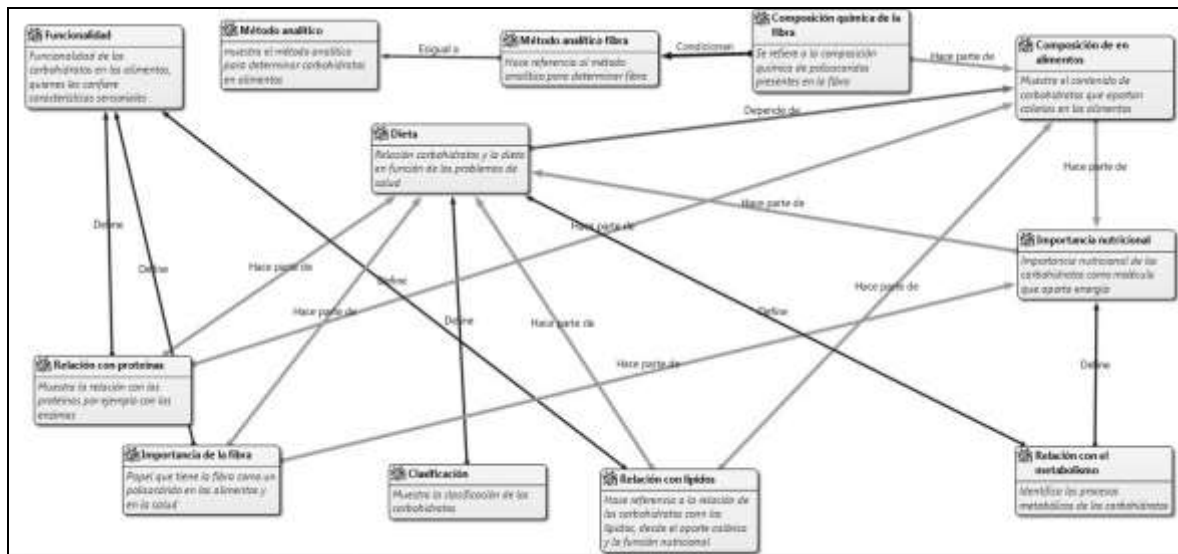
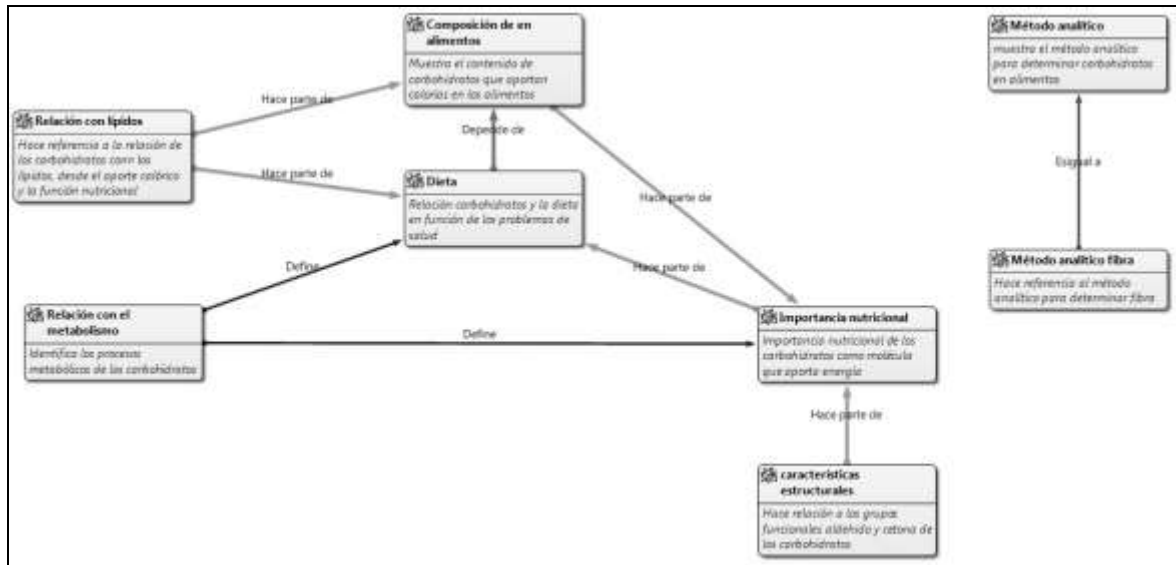


Figura 29: Red de temas, informe laboratorio glúcidos Estudiantes 05 y 17

Las relaciones entre los temas trabajados muestran como la dieta, en función de la problemática de salud, emerge como un aspecto fundamental para la discusión, se evidencia un gran número de relaciones con otros temas, probablemente para este grupo de estudiantes la dieta puede explicar aspectos como: la nutrición, definir el fenómeno de metabolismo, la forma de interactuar con los lípidos y las proteínas, e incluye la fibra como un polisacárido importante en los alimentos, así como la composición de nutrientes en los alimentos, de esta manera, se puede asumir como un tema integrador de conceptos, susceptible de utilizarse como base para la enseñanza de los conceptos asociados a los carbohidratos.



A pesar de la mayor complejidad de las redes temáticas logradas al abordar los conceptos asociados a los glúcidos, aún persisten dificultades para relacionar temas propuestos con los centrales utilizados para la discusión, por lo que simplemente son mencionados en el informe pero totalmente aislados de la discusión, Figura 31.



**Figura 31: Red de temas, informe laboratorio glúcidos Estudiantes 03, 10,70**

En esta red se hace mención de los métodos analíticos pero no los relacionan directa ni indirectamente con la dieta que es el tema principal propuesto para el análisis de resultados.

El uso de un tema central de discusión, el intento por relacionar los resultados con el problema de salud, son los aspectos que caracterizan los análisis de resultados del informe, sin embargo se repite la tendencia de preferir centrar la discusión alrededor de las dificultades netamente técnicas y algorítmicas, afectando un poco los resultados esperados con la práctica de laboratorio.

#### 6.2.2.4. *Foro virtual.*

Continuando con la mecánica acordada con los estudiantes, se plantea un foro virtual para discutir el problema planteado alrededor de los glúcidos y su incidencia en la salud, para ello, un grupo de estudiantes lidera la discusión, teniendo cuidado que fuera diferente al de la temática de proteínas, en la Figura 32 se observa un ejemplo del ejercicio realizado.



**Figura 32: Participación en foro virtual**

Fuente: <http://quimicadeagroalimentos.wordpress.com>

Utilizando el paquete estadístico Atlasti se analizan los diálogos realizados por los estudiantes durante su participación en el foro virtual, a fin de identificar los temas con los cuales los estudiantes se identificaron para realizar el debate en torno a los carbohidratos, en la Tabla 25 se presentan los resultados obtenidos.

**Tabla 25: Temas relacionados con los glúcidos en el foro virtual.**

Temas de Discusión	Descripción
1. Agricultura	Relación de la industria agrícola y los carbohidratos, donde procesos como la polinización y producción apícola permiten impulsar la industria alrededor de los carbohidratos
2. Calidad de los alimentos	Discute la calidad de los alimentos que contienen carbohidratos
3. Carbohidratos y célula	Hace relación a los carbohidratos y los organelos de la célula
4. Carbohidratos y salud	Relaciona los efectos en la salud por parte de los carbohidratos
5. Ciclo de Krebs	Transformación de los carbohidratos en dióxido de carbono y Atp dentro del ciclo del Ácido Cítrico
6. Composición de alimentos	Hace referencia a la composición nutricional de los alimentos, por lo que relaciona los carbohidratos con proteínas, lípidos, vitaminas, enzimas, minerales, pigmentos, etc.
7. Ecosistema	Efectos de la industrialización agrícola asociada a los carbohidratos sobre los ecosistemas
8. Energía	Producción de calorías por parte de los carbohidratos para las funciones bioquímicas de los organismos vivos.
9. Fibra	La fibra como un carbohidrato con características particulares, estructurales y de funcionalidad de influyen en la calidad de los alimentos y en la salud.
10. Medioambiente	Relación medioambiente y producción de alimentos con carbohidratos
11. Metabolismo	Hace referencia a la transformación metabólica de los carbohidratos a sacarosa para la producción energética
12. Respiración aerobia	Relación de los carbohidratos y la respiración aeróbica en la célula.
13. Respiración anaeróbica	Relación carbohidratos y la respiración anaeróbica de las células
14. Sociedad	El impacto en la sociedad alrededor de los carbohidratos

Fuente: autor

Teniendo en cuenta lo mencionado por Moya en 2008, sobre la versatilidad de los foros en los que es posible favorecer la habilidad argumentativa, se resalta el intento de los estudiantes para emplear argumentos en la discusión desarrollada alrededor de los catorce temas presentados en la Tabla 25, este hecho permite una reflexión sobre los conceptos asociados a los glúcidos.

Al comparar los temas trabajados durante el foro y los del informe de laboratorio se puede observar que algunos temas son comunes, entre otros se encuentran:

1. Composición en alimentos
2. Fibra
3. Metabolismo

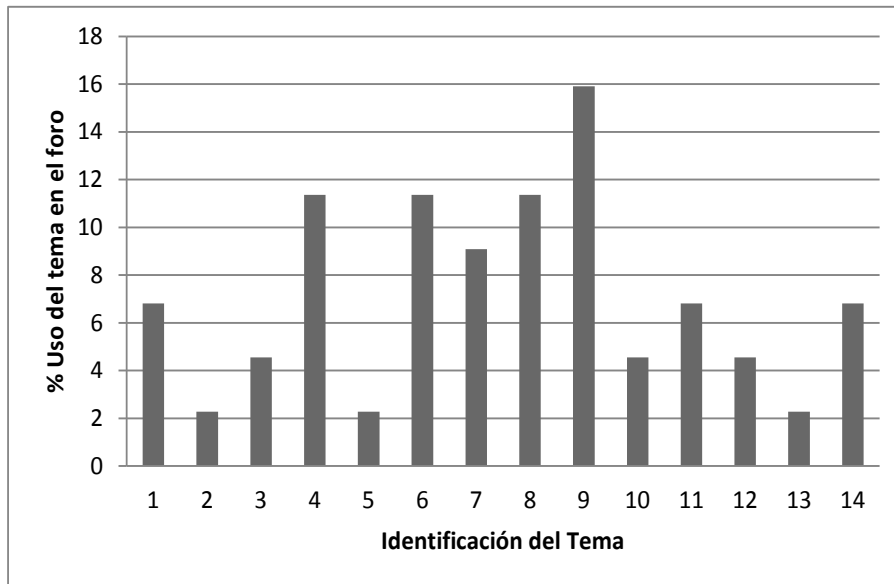
Estas temáticas comunes muestran que los estudiantes lograron ampliar la discusión mediante el uso de nuevas temáticas respecto a las del informe de laboratorio, se destaca la inclusión de conceptos más cercanos a la bioquímica como el Ciclo de Krebs, Respiración aeróbica y respiración anaeróbica.

Persisten errores conceptuales que requieren ser trabajados a profundidad, estos errores se ven evidenciados en comentarios realizados por estudiantes como el siguiente: “al degradarse los azúcares en glucosa, entra a un proceso anaeróbico para producir piruvato”, cuando en realidad se considera como respiración anaerobia la producción de lactato a partir del piruvato, también conocido como fermentación, igualmente, faltó profundizar la discusión frente a la característica reversible de la reacción, la cual regresa a piruvato en presencia de oxígeno y puede ingresar al Ciclo de Krebs (respiración aeróbica) (Teijón, Garrido, Blanco, Villaverde, Mendoza, y Ramírez, 2009).

Los errores conceptuales antes mencionados, muestran la necesidad de trabajar en la forma de planear las clases, especialmente en el diseño de material didáctico y la evaluación. Algunas investigaciones han identificado que los estudiantes de química suelen tener inconvenientes al relacionar las vías metabólicas, con la célula, los estudiantes de biología poseen inconvenientes con la interpretación química de las reacciones redox y los temas asociados con la termodinámica, en tanto que los estudiantes de medicina, enfermería o ciencias

ambientales, encuentran el tema de metabolismo alejado a sus intereses, como consecuencia los estudiantes tienden a realizar un ejercicio memorístico, que cae en el olvido una vez se cumple con la evaluación (Vullo, 2014).

En la Figura 33 se muestra el porcentaje de utilización de los temas durante la realización del foro.



**Figura 33: Uso de temas durante el foro**

Los resultados muestran que la discusión de los carbohidratos se centró en las temáticas de la fibra (tema 9), Carbohidratos y salud (tema 4), Composición de alimentos (tema 6) y energía (tema 8), ya que fueron los más utilizados a lo largo del foro, se destaca la inclusión del Ciclo de Krebs para explicar el aporte energético de los carbohidratos en una dieta, así como para tratar de explicar los problemas de salud.

Los temas trabajados por los estudiantes en el foro se agrupan en familias, teniendo en cuenta aspectos similares que los identifica y permite establecer relaciones entre ellos, en la Tabla 26 se presentan las familias y los temas que las conforman.

**Tabla 26: Familias de temas, Foro virtual glúcidos**



Familia	Temas	Descripción
Bioquímica	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Carbohidratos y célula</li> <li>- Carbohidratos y salud.</li> <li>- Ciclo de Krebs</li> <li>- Energía</li> <li>- Metabolismo</li> <li>- Respiración aeróbica</li> <li>- Respiración anaeróbica</li> </ul>	Temas relacionados con la bioquímica de los carbohidratos como metabolismo, reacciones, producción de energía, entre otros.
Salud	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Calidad de los alimentos</li> <li>- Carbohidratos y salud</li> <li>- Composición de alimentos</li> <li>- Energía</li> <li>- Fibra</li> <li>- Metabolismo</li> </ul>	Carbohidratos desde el punto de vista salud.
Sociedad	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Agricultura</li> <li>- Ecosistema</li> <li>- Medioambiente</li> <li>- Sociedad</li> </ul>	Relaciones entre sociedad y carbohidratos, incluyendo el impacto de la industrialización de los alimentos.

Fuente: autor

De la misma manera que en las proteínas, la discusión generada en el foro permite la centralización en temáticas de interés para los estudiantes, destacándose los de salud, seguramente por la necesidad de dar respuesta a los problemas propuestos, y la relación existente entre los carbohidratos y la sociedad.

Con los temas propuestos, las familias agrupadas por afinidades y la discusión planteada, se reconocen relaciones entre ellas, se forman redes de temas que identifican el nivel de complejidad desarrollado en la discusión, así como el grado de comprensión alcanzado en la construcción colectiva de conceptos y la fundamentación teórica lograda por la indagación en fuentes bibliográficas de cada participante.

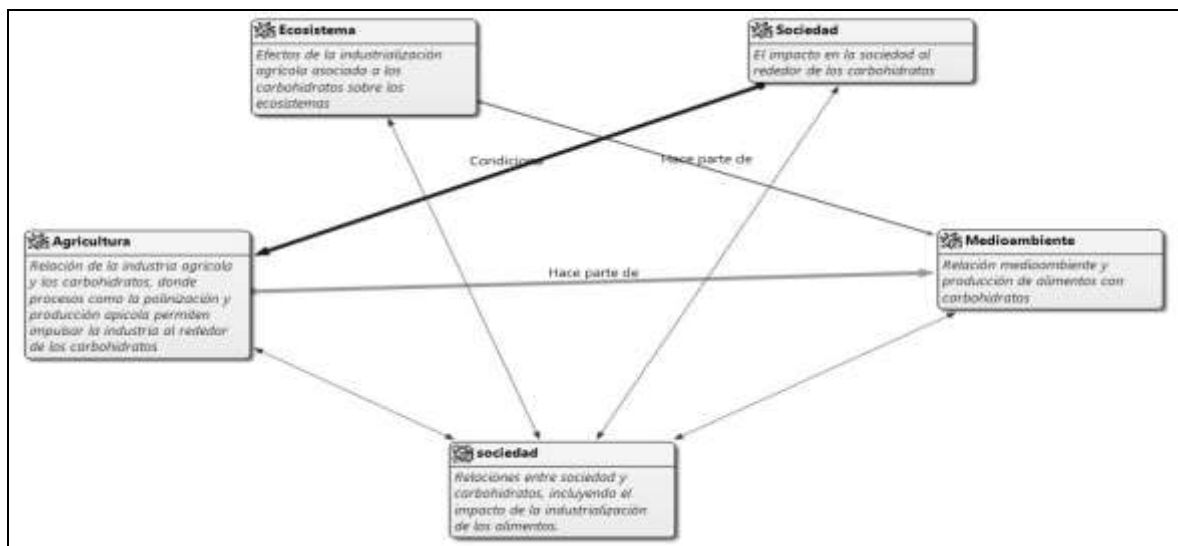
### **Consideraciones:**

En la Figura 34 se muestra la red de relaciones entre los temas trabajados por los estudiantes durante el foro.



memorístico, pero al parecer actividades como consultas en libros de texto, artículos, consultas a expertos, etc., demuestran su utilidad para mejorar habilidades como recordar, relacionar el conocimiento y comparación con otros tópicos, a diferencia de las metodologías convencionales (Ross, Tronson, y Ritchie, 2008).

La relación de conceptos bioquímicos asociados a las problemáticas sociales se vieron vinculados gracias a las temáticas de la agroindustria, especialmente la apicultura como industria desarrollada alrededor de los carbohidratos, su impacto en el ecosistema como parte del medioambiente, estas relaciones se observan en la Figura 35.



**Figura 35: Red de temas asociados con la sociedad**

Otro aspecto importante a destacar es la relación salud y carbohidratos, en la cual se integran con mayor claridad los aspectos bioquímicos con la alimentación y los aspectos de salud, por ejemplo la composición de los nutrientes en los alimentos, incluidos los carbohidratos, son considerados como un complemento de la calidad de los alimentos, condicionando el efecto de los carbohidratos en la salud, los cuales pueden afectar los procesos metabólicos, igualmente

involucran la fibra como un carbohidrato que le confiere cierta funcionalidad a los alimentos , gracias a sus características estructurales como un polisacárido.

Es interesante ver como el tema de energía, si bien es mencionado, no le hacen una relación con estos aspectos, pareciera que aún no asumen a los carbohidratos como una molécula que en su metabolismo produce ATP, estas relaciones se pueden observar en la Figura 36

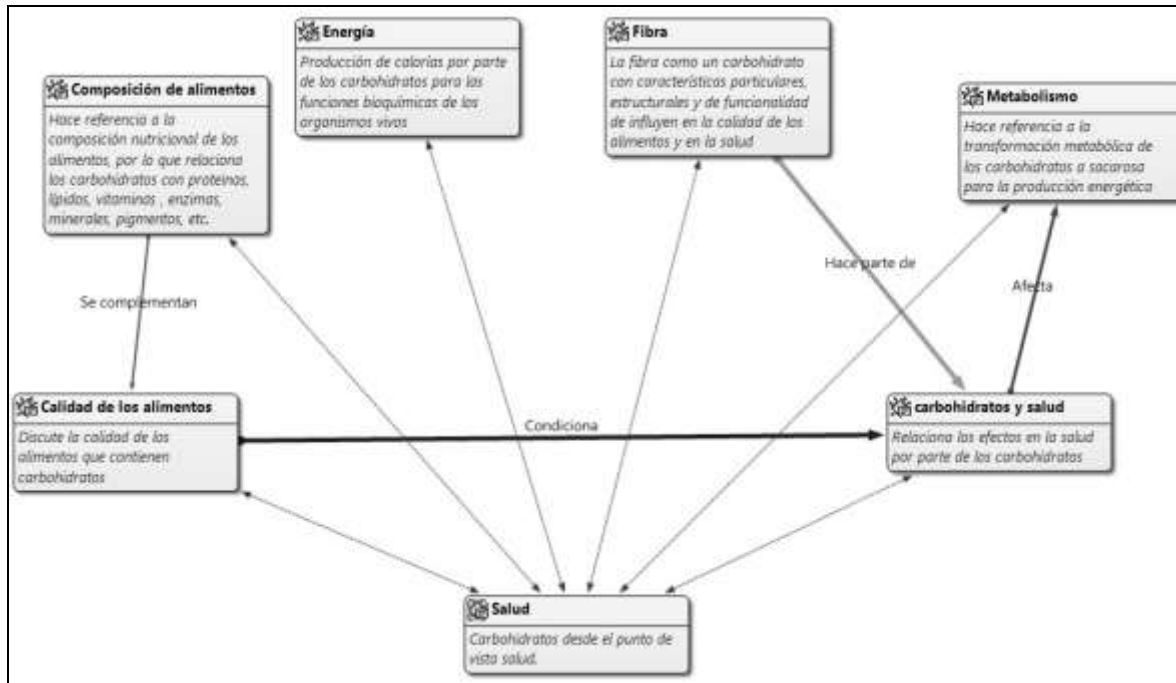


Figura 36: Red de temas asociados con la salud

Finalmente, el foro, visto desde el aspecto netamente centrado en los problemas de salud, parece favorecer la apropiación de los conceptos asociados a los carbohidratos, como es el caso del ciclo de Krebs, el cual hace parte del metabolismo de los carbohidratos pero que puede ser afectado por problemas de salud; por otra parte se vincula la respiración aeróbica y anaeróbica con la célula, las cuales condicionan las reacciones del ciclo de Krebs y por tanto la producción de energía, estas relaciones se pueden ver en la Figura 37.



---

Deporte  
Dolor Muscular  
Leche  
Endulzantes  
Sudor  
Cocina  
Textura de alimentos

---

Fuente: autor

Con la información recolectada se hace un análisis de la estructura cognitiva de los estudiantes frente a los conceptos propuestos y los adicionados, relacionados con los glúcidos.

En la Figura 38 se observa un ejemplo de mapa conceptual elaborado por un estudiante con estilo de aprendizaje activo, el estudiante incluye los problemas de salud como la diabetes y su relación con la deficiencia de insulina al consumir un exceso de carbohidratos, como un intento por resolver los problemas planteados.

Conceptos clave asociados a los carbohidratos como el ciclo de Krebs, procesos de fermentación, Respiración aerobia y anaerobia o la producción de energía, aparecen en el mapa conceptual estructurados jerárquicamente, formando proposiciones validas, como es el caso de la metabolización, en la que es relacionada con la respiración aeróbica si está presente el oxígeno, pasando al ciclo de Krebs, para producir Dióxido de carbono y energía.

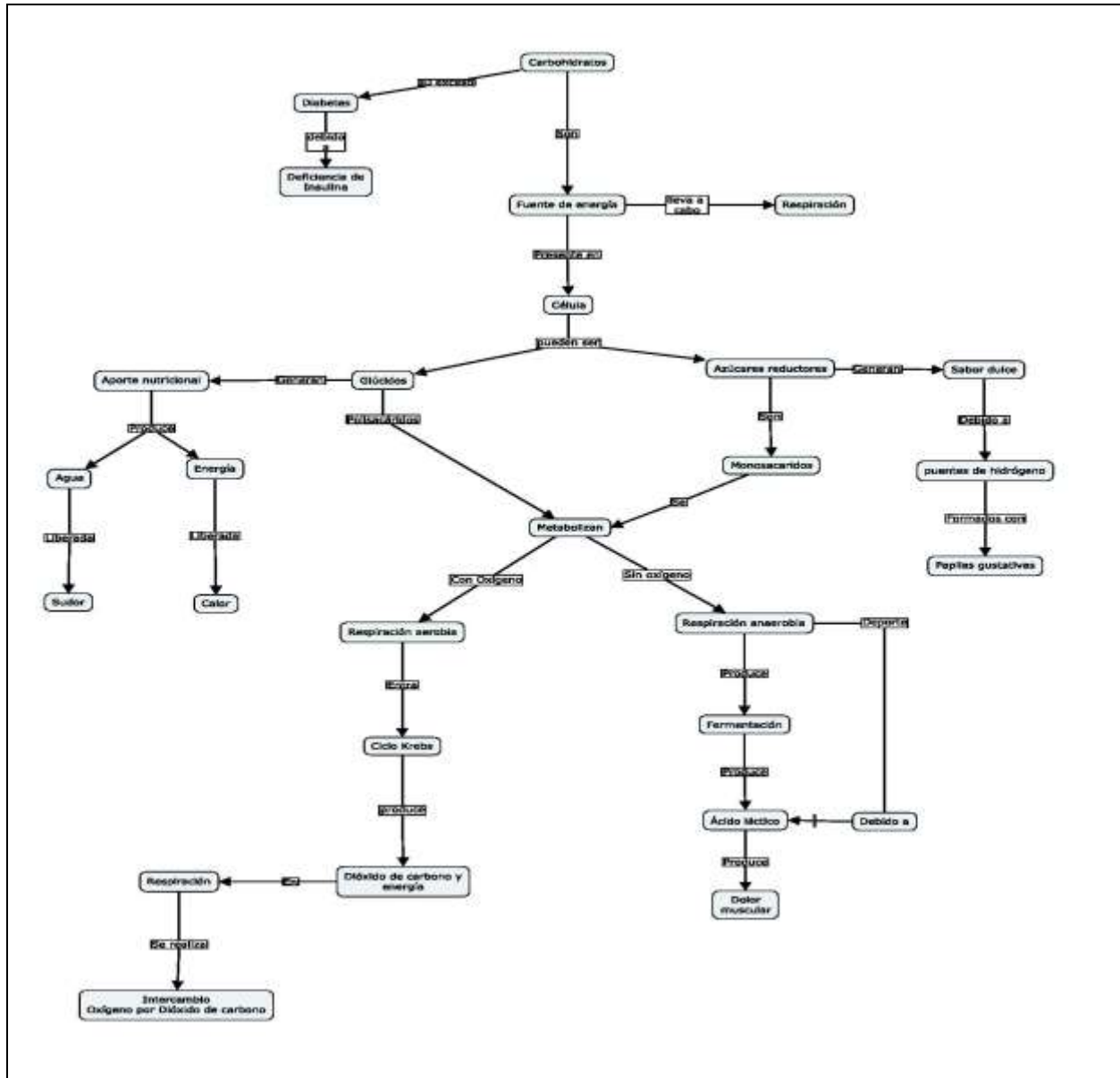


Figura 38: Mapa conceptual glúcidos, estudiante 97, estilo de aprendizaje activo

A pesar de la contar con una estructura jerárquica lógica, se observan algunas deficiencias conceptuales, por ejemplo el hecho de ubicar el concepto glúcido como subordinado de carbohidratos, cuando lo aceptado es que son iguales o que los carbohidratos, hacen parte de los glúcidos. El origen de esta confusión se debe a la forma tradicional de denominar este grupo de compuestos orgánicos, ya que en 1844 Karl Schmitd le asignó el nombre genérico de carbohidratos o hidratos de carbono debido a la composición elemental que incluye el carbono,

hidrógeno y oxígeno, con una fórmula empírica de  $C_n(H_2O)_n$ . Sin embargo, es aceptado que existen algunos compuestos que no responden exactamente a esta fórmula, ya que cuentan con otros elementos como nitrógeno o azufre, pero con propiedades físicas y químicas similares a aquellos que no los tienen, razón por la cual se prefiere utilizar el nombre genérico de glúcidos (Calvo, 1992; González F. , 1991).

Otro concepto erróneo es el asumir los azúcares reductores como generadores del sabor dulce, cuando esta no necesariamente es la condición por la que un carbohidrato genera esta condición, se rescata la proposición que realiza entre el sabor dulce y la formación de puentes de hidrógeno.

Finalmente, el mapa conceptual cuenta con conectores lógicos, pero no todas las relaciones entre conceptos son correctas, el estudiante incluye la mayoría de los conceptos propuestos por el profesor, y algunos nuevos como por ejemplo sabor a dulce, puentes de hidrógeno y papilas gustativas, los cuales forman una proposición parcialmente válida, este mapa conceptual muestra la intención del estudiante por indagar en aspectos científicos que expliquen fenómenos cotidianos.

En la Figura 39 se presenta un ejemplo de mapa conceptual elaborado por un estudiante con estilo de aprendizaje pragmático.

El uso de enlaces cruzados, y la organización jerárquica de conceptos, muestran un mapa conceptual bien organizado, complejo y lógico, emergiendo como elementos diferenciadores del aprendizaje significativo (Hay, 2007), desde este punto de vista, el mapa conceptual elaborado por el estudiante cumple con algunas de estas características, seguramente gracias a las actividades realizadas en el aula, se espera un mayor desarrollo cognitivo en la medida que se





conceptos se incluyeron memorísticamente y no en forma significativa (Novak y Gowin, 1984;Rey, 2008).

La Figura 40 muestra un mapa conceptual elaborado por un estudiante con estilo de aprendizaje reflexivo, el cual presenta una serie de conceptos estructurados jerárquicamente, algunos supraordenados, otros subordinados, elaborando proposiciones válidas, resultado que indica la eficiencia de las actividades diseñadas en función de lograr un aprendizaje significativo.

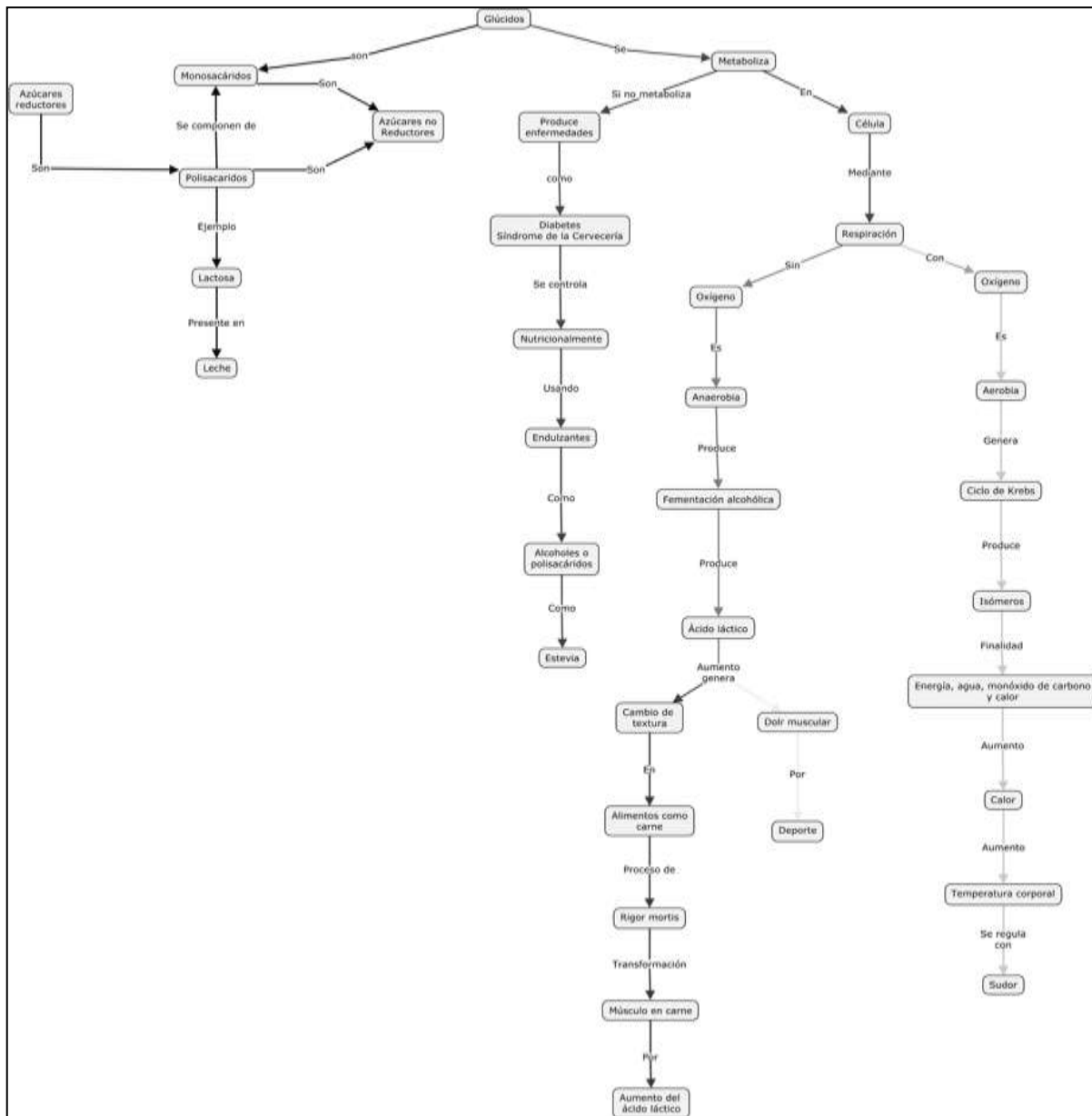


Figura 40: Mapa conceptual glúcidos, estudiante 43, estilo de aprendizaje reflexivo

Los conceptos de monosacáridos, azúcares reductores, no reductores y polisacáridos, presentan conectores erróneos llevando a proposiciones no válidas, por ejemplo el hecho de mencionar que los azúcares reductores son polisacáridos, condición que solamente se produce cuando por lo menos un carbono alfa de las unidades monoméricas se encuentra libre, estas proposiciones no válidas, dan a entender que aún falta desarrollar actividades tendientes a lograr un aprendizaje significativo para algunos conceptos, es de suponer la inclusión de estos conceptos se realiza memorísticamente, por lo que seguramente se olvidarán con el tiempo al no tener una construcción de proposiciones lógicas.

Las proposiciones elaboradas alrededor del metabolismo son válidas debido a que los conceptos están conectados correctamente, se resaltan aquellas donde se vincula el metabolismo de los carbohidratos con enfermedades como la diabetes o el síndrome de la cervecera, y el control que se puede ejercer al utilizar productos como endulzantes.

La metabolización vinculada a los procesos de respiración aerobia y anaerobia es un claro ejemplo de una proposición válida, se relaciona la presencia de oxígeno con la respiración aerobia y la producción de energía, agua y monóxido de carbono mediante el ciclo de Krebs, así como el aumento de la temperatura corporal y su regulación mediante el sudor, debido a esta respiración.

En general el estudiante realiza varias proposiciones válidas, pero se observan dificultades en la forma de clasificar los carbohidratos en monosacáridos, disacáridos y polisacáridos, así como la relación frente a la característica de ser o no reductor, conceptos que deberían tener claro antes de abordar los fenómenos bioquímicos.

En la Figura 41 se presenta un ejemplo de mapa conceptual elaborado por un estudiante con estilo de aprendizaje teórico, a diferencia de los anteriores mapas conceptuales, los

conceptos de monosacáridos y polisacáridos están bien estructurados, catalogándolos como clases de glúcidos, aclara que los monosacáridos son reductores, en tanto que los polisacáridos pueden ser reductores, de esta manera, estas proposiciones muestran un mejor manejo de estos conceptos y sugiere que el estudiante está en la capacidad de vincular estos conceptos de una manera clara a temáticas donde se requiera su uso, característica importante dentro del aprendizaje significativo.

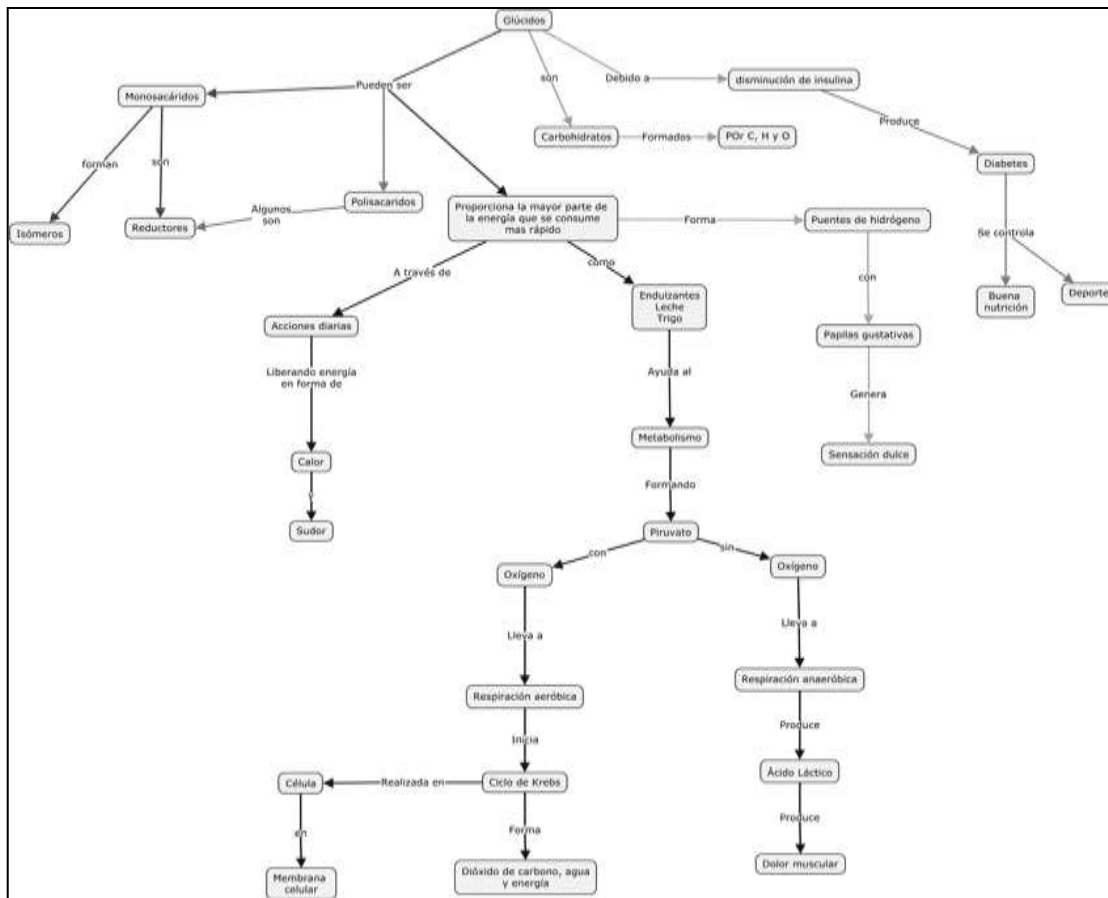


Figura 41: Mapa conceptual glúcidos, estudiante 27, estilo de aprendizaje teórico

Igualmente, se destaca el manejo dado al concepto carbohidratos, ubicándolo jerárquicamente igual a los glúcidos y lo relaciona con los elementos que conforman las moléculas, proposición igualmente válida.

Las proposiciones relacionadas con la energía y metabolismo podrían considerarse como válidas, sin embargo se observa cierta dificultad para vincularlas directamente con el concepto glúcidos, ya que el estudiante emplea un conector poco correcto y derivado de la clasificación de los carbohidratos.

Las anteriores reflexiones sugieren que este mapa conceptual, comparado con los anteriores, presenta una mayor complejidad debido al uso de enlaces cruzados, proposiciones válidas y en general su organización jerárquica, por tanto, supone que el estudiante cuenta con una buena evolución cognitiva, derivada en un aprendizaje significativo de conceptos asociados a los glúcidos.

Finalmente, en la Figura 42 se observa un ejemplo de mapa conceptual elaborado por un estudiante multiestilo, el cual está estructurado jerárquicamente bien, con la mayoría de conceptos propuestos por el profesor y con conectores lógicos.

El concepto glúcidos lo ubica como sinónimo de carbohidratos, lo cual es aceptado como consenso en la comunidad científica, esto supone que el estudiante cuenta con una concepción válida de este grupo de compuestos orgánicos.

Por otra parte, es de resaltar que el estudiante reconoce la relación entre la nutrición y los carbohidratos, elabora una proposición válida mediante un conector que expresa la posibilidad de producir enfermedades y como se ha tratado de evitar estos problemas utilizando moléculas endulzantes.

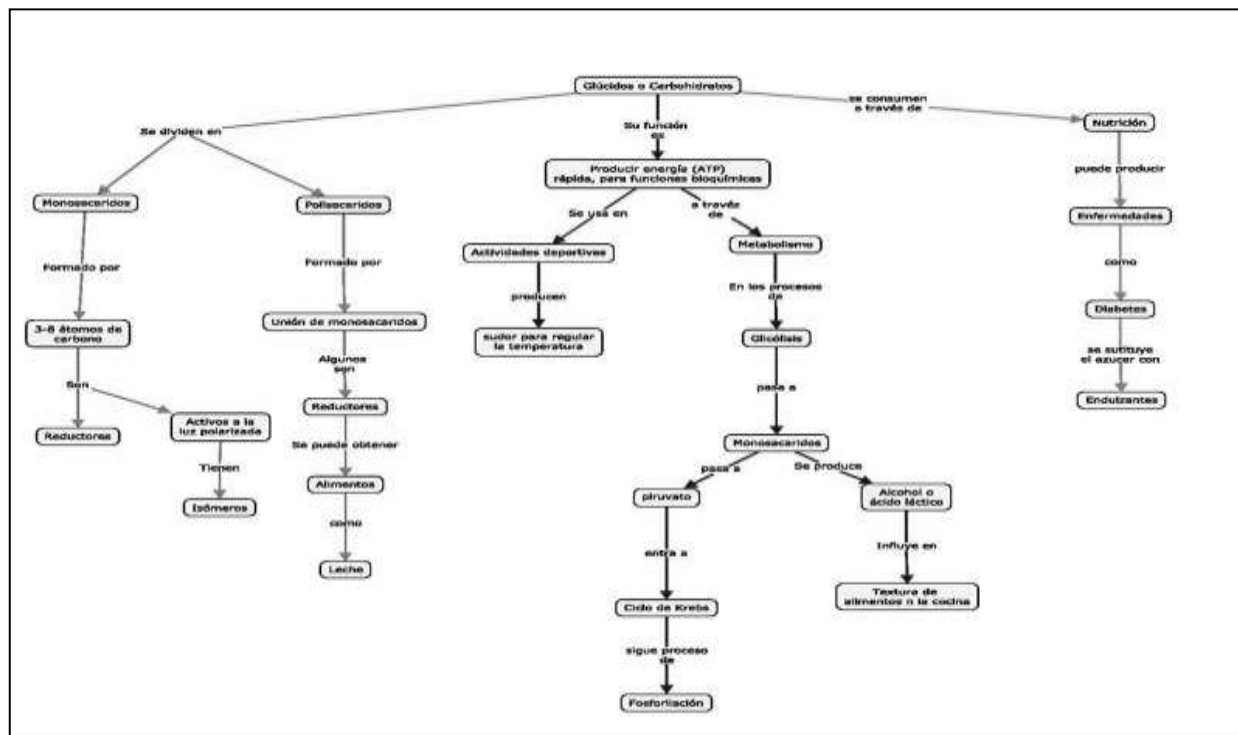


Figura 42: Mapa conceptual glúcidos, estudiante 06, estilo de aprendizaje multiestilo

En el mapa conceptual de la Figura 42, se observan diversas proposiciones válidas que permiten suponer una buena construcción conceptual con coherencia, resaltándose la clasificación de los carbohidratos en monosacáridos y polisacáridos, temática que parece tener dificultades para ser entendida y aprendidas, especialmente para los estudiantes con estilos de aprendizaje teórico, pragmático y activo.

Se destaca el uso de otros conceptos diferentes a los propuestos por el profesor, entre otros:

1. Actividad a la luz polarizada, por lo que vincula fenómenos ópticos a las características propias de algunos carbohidratos.
2. Fosforilación vinculada al ciclo de Krebs, que si bien no amplía esta proposición, queda claro que es un proceso posterior al ciclo.

En general, las actividades realizadas en el marco de la resolución de problemas, enfocadas al aprendizaje significativo, muestran que en el tópico de glúcidos existe un avance en la construcción de conceptos, se observa que en esta segunda parte la discusión desarrollada en el foro, presentó una mayor profundidad, gracias al aporte de nuevos conceptos, como consecuencia se tienen mapas conceptuales un poco más complejos que los elaborados para proteínas, sin embargo, se identifican temas aún difíciles, como los conceptos de fibra, azúcar reductor y no reductor entre otros.

### **6.2.3. Lípidos.**

Frente al tema de lípidos se tomó como problemática las enfermedades coronarias, responsables de la muerte especialmente en personas jóvenes, planteándose como problema: “¿Cuál es el papel que juegan los lípidos en los procesos bioquímicos y que incidencia real tienen en la salud?” y “¿Cuál sería la recomendación de dieta para una persona con problemas de colesterol?, como lo sustentaría desde la bioquímica?” (Anexo 4).

#### **6.2.3.1. *Ejercicio de indagación.***

Para dar respuesta al problema, se realiza la misma secuencia de actividades que en los casos anteriores, inicialmente los estudiantes realizan una búsqueda de información en varias fuentes seleccionadas según su criterio, posteriormente se exponen las propuestas de solución a cada una de las preguntas, se socializan en clase y elaboran un resumen escrito. En la Tabla 28 se presentan algunas de las propuestas extraídas de estas actividades.

**Tabla 28 : Función de los lípidos, indagación de los estudiantes**

<b>Estudiante/Estilo de aprendizaje</b>	<b>¿Cuál es el papel que juegan los lípidos en los procesos bioquímicos y su incidencia real que tienen en la salud?</b>	<b>¿Cuál sería la recomendación de dieta para una persona con problemas de colesterol?, como lo sustentaría desde la bioquímica</b>
Estudiante 39 / Reflexivo	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Mayor reserva de energía</li> <li>- Estructural en membranas</li> <li>- Aislante térmico.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Reducir el consumo de grasa animal.</li> <li>- Aumentar el consumo de vegetales y frutas.</li> <li>- Alimentos ricos en fibra.</li> <li>- Eliminar el consumo de alcohol.</li> </ul>
Estudiante 30 / Teórico	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Aislante de órganos internos.</li> <li>- Forma parte de la membrana celular.</li> <li>- Función estructural.</li> <li>- Función biocatalizadora</li> <li>- Función de transporte</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Bajo consumo de grasa animal.</li> <li>- Bajo consumo de productos de repostería industrial preparados con aceite de palma.</li> <li>- Reducir el consumo de quesos curados.</li> </ul>
Estudiante 46 / Activo	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Síntesis de estructuras celulares</li> <li>- Desarrollo de niños.</li> <li>- Fuente de energía.</li> <li>- Protectores</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Evitar el consumo de grasas saturadas.</li> <li>- Evitar el consumo de frituras</li> <li>- Aumentar el consumo de omega 8 presente en pescados como el salmón.</li> </ul>
Estudiante 37 / Pragmático	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Aporte energía</li> <li>- Transporte.</li> <li>- Estructural de membrana celular.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Equilibrar el consumo de grasas saturadas e insaturadas.</li> </ul>
Estudiante 73 / Multiestilo	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Forman vitaminas liposolubles.</li> <li>- Permiten la absorción de vitaminas</li> <li>- Estructural</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Dieta rica en fibra.</li> <li>- Consumo de grasa vegetal.</li> <li>- Consumo de pescado.</li> <li>- Reducir el consumo de grasa animal.</li> </ul>

Fuente: autor

Las indagaciones realizadas por los estudiantes, con el fin de solucionar el problema planteado frente a los lípidos, muestran un esfuerzo por proponer vías que resulten apropiadas. Sin embargo, aún se observan dificultades como en el caso del estudiante 73 multiestilo quien considera que los lípidos forman las vitaminas liposolubles, cuando lo que está aceptado es su propiedad de disolver algunas vitaminas, llamadas vitaminas liposolubles, propiedad que favorece el transporte y aprovechamiento de las mismas.



La afirmación anterior hace visible la presencia de errores conceptuales que requieren atención por parte del profesor y el estudiante, por tanto, se sugiere que el profesor asegure el claro conocimiento de los objetivos de enseñanza por parte de los estudiantes, haciendo explícito el nivel de entendimiento esperado por el profesor, y elegir el camino más adecuado para cumplirlos (Vullo, 2014). Igualmente, se ha encontrado grandes dificultades en organizar y relacionar correctamente la información, llevando a generar errores conceptuales como los ya mencionados (Surapaneni y Tekian, 2013).

Parece existir un consenso entre los estudiantes, que la función más importante de los lípidos es la producción de energía, por lo que existe una mayor discusión alrededor del catabolismo que del anabolismo de los lípidos, teniendo en cuenta lo poco que se mencionan los procesos de síntesis de moléculas como las hormonas a partir de los lípidos.

#### **6.2.3.2. Clase magistral.**

Durante la clase magistral los estudiantes plantean preguntas alrededor de la nomenclatura, estructura, clasificación, propiedades químicas, reacciones e importancia bioquímica, entre otros tópicos.

Se emplea como recursos el material bibliográfico utilizado por los estudiantes, videos y otro material audiovisual, que facilita la aclaración de dudas, se favoreció el intercambio de opiniones y un trabajo colectivo de análisis conceptual.

#### **6.2.3.3. Prácticas de laboratorio.**

Para tratar de identificar la relación entre los lípidos y las enfermedades planteadas en el problema, se considera importante realizar trabajos experimentales que den cuenta del contenido de grasa en alimentos, del método para extraer lecitina y colesterol, la presencia de colina,

fosfatos de fosfolípidos y glicerol, con lo que se puede determinar el aporte calórico y se discuten las reacciones presentes en los procesos analíticos, el orden de las actividades son:

1. Selección del trabajo experimental en consenso con los estudiantes, a partir de diversas propuestas entre las que se destacaron: extracción y cuantificación de lecitina y colesterol, identificación de fosfolípidos y glicerol, cuantificación de grasa total en alimentos para determinar el aporte calórico.
2. Los estudiantes se organizan en grupos a su discrecionalidad, lo cual les permite comodidad en el trabajo.
3. Se realiza una indagación previa para soportar teóricamente el trabajo de laboratorio, así como para detallar los métodos analíticos a desarrollar.
4. El trabajo en el laboratorio es liderado por un grupo de estudiantes, quienes con la orientación del profesor especifican las necesidades de materiales, reactivos, equipos y procedimiento analítico.
5. El grupo líder socializa detalladamente el procedimiento y coordina actividades en el laboratorio.
6. Se entrega un informe final por cada grupo de trabajo, el cual incluye título, objetivos, resultados y análisis, conclusiones y bibliografía, estructura acordada entre los estudiantes y el profesor.

El laboratorio diseñado se puede observar en el Anexo 5, en general, para el desarrollo del laboratorio se selecciona un alimento al cual se le determina el contenido de grasa total y el aporte calórico, por otro lado, a partir del huevo se realiza la extracción y cuantificación de colesterol, al finalizar se entrega y evalúa un informe.

**Evaluación de Informes:**

Se identifican 15 temas alrededor de los cuales se discuten los resultados logrados en el trabajo de laboratorio, en la Tabla 29 se presentan los temas mencionados.

**Tabla 29: Temas relacionados con los lípidos utilizados en los informes de laboratorio**

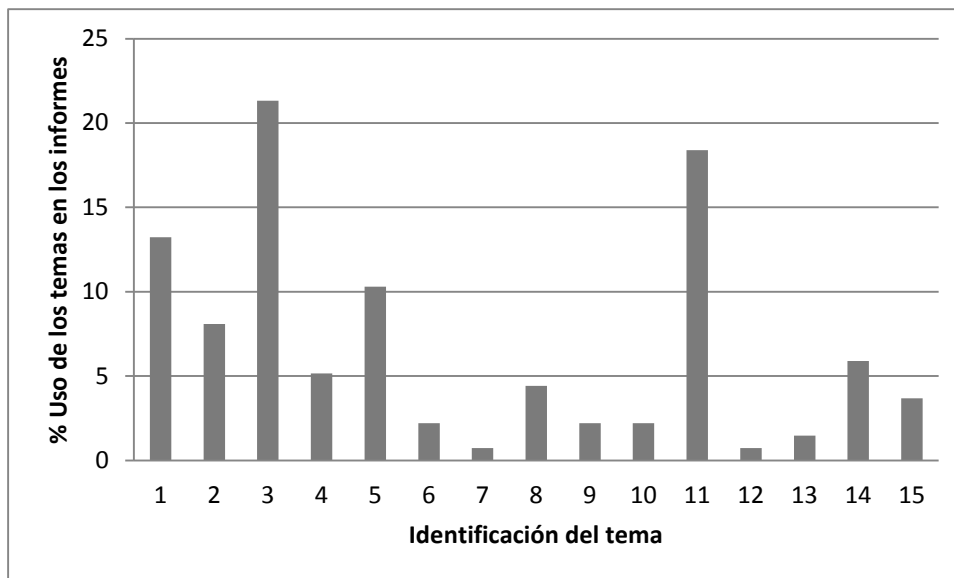
Temas	Descripción
1. Características químicas	Se refiere a las características químicas de la molécula, como reacciones, solubilidad, etc.
2. Clasificación	Diferentes formas de clasificar los lípidos dependiendo de diversos factores como: Estructura química, Función biológica, Uso industrial.
3. Composición en alimentos	Define la composición nutricional en los alimentos desde los lípidos, lo cual implica un balance nutricional.
4. Dieta	Importancia de la grasa en la dieta
5. Energía	Lípidos como molécula aportante de energía.
6. Función Estructural	Explica la función como molécula estructural de la célula, especialmente en las paredes celulares.
7. Importancia biológica	Importancia de los lípidos desde el punto de vista biológico, como son sus funciones en la célula.
8. Importancia nutricional	Hace referencia a los efectos en la nutrición humana por parte de los lípidos.
9. Industria	Aspectos relacionados entre la industria y el manejo de lípidos en los alimentos, como los procesos de transformación, empaques, equipos.
10. Metabolismo	Se refiere a la relación metabólica de los lípidos, reacciones, productos y subproductos de la transformación bioquímica.
11. Método de análisis	Hace referencia al método analítico para identificar o cuantificar lípidos en diversas matrices
12. Relación con enzimas	Hace referencia a su importancia en las moléculas de los ácidos nucleicos (ADN y ARN)
13. Relación con las vitaminas	Identifica los procesos metabólicos de los carbohidratos
14. Relación con proteínas y carbohidratos	Hace referencia a la relación de los carbohidratos con los lípidos, desde el aporte calórico y la función nutricional
15. Salud	Muestra la relación con las proteínas por ejemplo con las enzimas.

Fuente: autor

Es evidente que los temas tratados durante el análisis de resultados obtenidos en el laboratorio, tienen como característica especial una gran similitud con los utilizados en proteínas

y glúcidos, se centran en el método analítico, y el intento por relacionar la problemática de salud, nutrición y la dieta.

En la Figura 43 se muestra una distribución porcentual del uso de temas en los informes de laboratorio.



**Figura 43: Uso de los temas asociados a los lípidos en los informes**

La tendencia en el uso de temas asociados a los lípidos, muestra que la composición en alimentos y el método analítico para cuantificar lípidos, son los más preferidos por parte de los estudiantes en el momento de realizar el análisis de los resultados obtenidos en el laboratorio, con un porcentaje de uso del 21 y 18 % respectivamente.

El utilizar en menor nivel los temas relacionados con las enzimas y la importancia biológica de los lípidos con un 1 %, implica que probablemente son temáticas complejas para abordar, complicadas para el aprendizaje y por tanto, requieren de mayor tiempo para ser aprendidos.

Igualmente, los aspectos discutidos por los estudiantes muestran un constante desarrollo alrededor del método de análisis, incluyendo aspectos como desviaciones de los equipos

empleados, el cálculo matemático, etc., este aspecto tan persistente hace suponer que probablemente a lo largo de su formación, los trabajos de laboratorio se han centrado en estos aspectos, limitándose las posibilidades en la construcción de conceptos que tienen los trabajos experimentales, especialmente contextualizados, como lo menciona García (2003).

Algunos de los comentarios realizados por los estudiantes en los informes se resumen en la Tabla 30.

**Tabla 30: Análisis de resultados informe lípidos, realizados por los estudiantes**

Integrantes del grupo	Comentario
Estudiante 51 Estudiante 55	Los lípidos son un grupo de sustancias, que en general son solubles en solventes orgánicos, tales como cloroformo o éter. Las grasas, junto con las proteínas y los carbohidratos constituyen los principales componentes estructurales de los alimentos. La definición de lípidos describe un amplio grupo de sustancias que tiene las mismas características y composición estructural similar. No obstante que algunos lípidos, tales como los triacilglicéridos, son muy hidrofóbicos, otros lípidos, tales como los di y monoacilglicéridos tienen tanto partes hidrofóbicas como hidrofílicas en sus moléculas, lo que las hace relativamente solubles en solventes polares.
Estudiante 46 Estudiante 09 Estudiante 17	Las Grasas son una fuente concentrada de calor y energía a la que el cuerpo recurre cuando lo necesita, es necesario aclarar que no se debe exceder el porcentaje de grasa consumida a diario por que esto afecta el metabolismo y no cubre las necesidades energéticas necesarias, de esta manera se observa el sedentarismo en un gran número de personas en el mundo
Estudiante 97 Estudiante 66 Estudiante 98	Los lípidos son aquellas moléculas orgánicas como lo es el colesterol, lecitina y triglicéridos, que se extraen mediante solventes orgánicos como éter, cloroformo, etanol etcétera, de tejidos vegetales o animales que para este caso es la yema de huevo. (Rivera, 2005)  La separación de lípidos basada en sus diferencias de solubilidad, son desafortunadamente casi siempre, parcialmente satisfactorias, debido a que la solubilidad de los constituyentes de las mezclas de los lípidos son bastantes diferentes a las de los lípidos puros.  Para la separación de lecitinas de la solución etérea, se utilizará acetona, ya que las lecitinas, cefalinas y esfingolípidos son solubles en éter, etanol o cloroformo, pero insoluble en acetona, y por este motivo se precipitan en la solución.

Fuente: autor

Las discusiones realizadas por los estudiantes muestran un manejo básico de los conceptos asociados a los lípidos, su bioquímica, los problemas asociados a la salud y la nutrición, se abordan con poca profundidad y en algunos casos los temas mencionados se

encuentran aislados sin correlación alguna, este hecho parece ser una constante a lo largo de la presente investigación, parece que al ser temas nuevos, las actividades de indagación bibliográfica y encuentro con expertos, solamente les proporciona una serie de significados y el proceso de integrarlos a la estructura cognitiva se produce después del acercamiento experimental.

El hecho mencionado anteriormente se ve evidenciado en los diagramas de relaciones elaborados con el programa Atlasti, en la Figura 44 se observa una red de temas elaborada a partir del análisis de un informe final de laboratorio.

La red destaca a la dieta y la importancia nutricional como los temas centrales de discusión debido al mayor número de relaciones con otros temas que convergen.

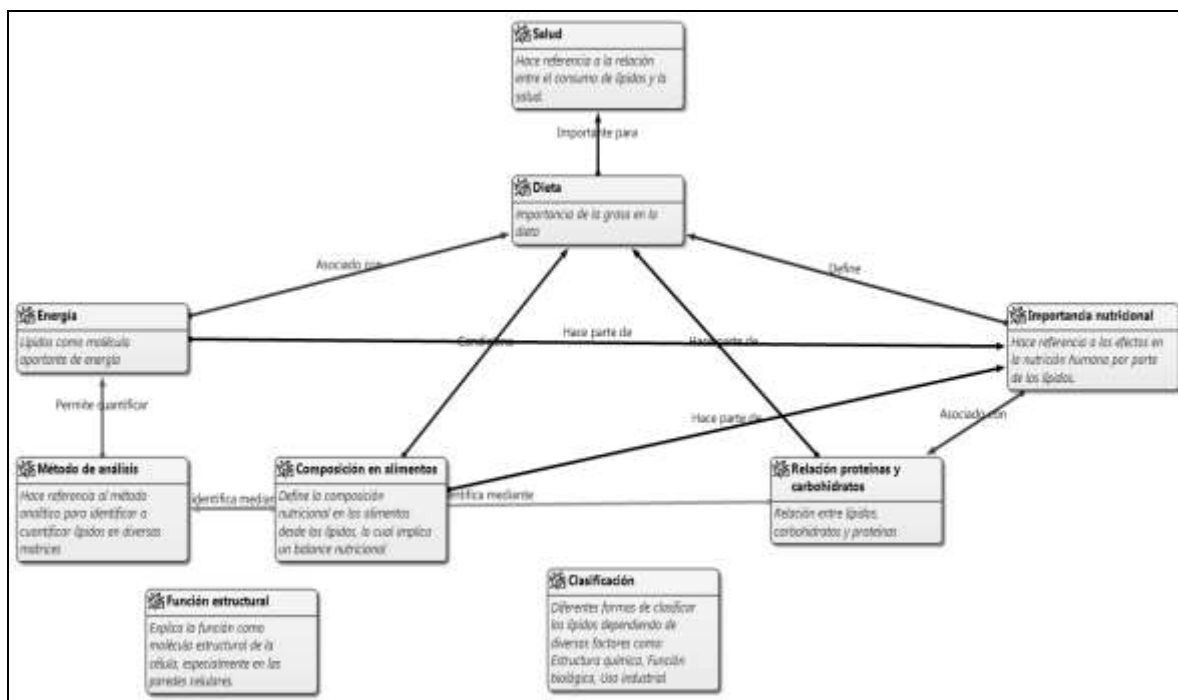


Figura 44: Red de temas, informe laboratorio lípidos Estudiantes 51 y 55

Por otro lado, los temas relacionados con la función estructural y la clasificación de los lípidos, aparecen en la discusión de resultados pero aisladamente, sin una relación con otros

temas, este hecho hace suponer que existen dificultades para vincular fenómenos netamente químicos con los temas relativos a la salud y la nutrición. Este fenómeno es repetitivo en la mayoría de los informes entregados por los estudiantes, en los cuales algunos temas son mencionados pero no correlacionados con los temas centrales de discusión.

Otra red de temas se presenta en la Figura 45, donde nuevamente la dieta es el tema central de discusión, sobre el cual se analiza la relación que tienen los lípidos con las proteínas y glúcidos, la composición nutricional de los alimentos y el efecto en la salud.

Igualmente, y en forma indirecta, se relacionan los métodos de análisis como vía para identificar las relaciones proteínas, glúcidos y lípidos, así como para determinar la composición nutricional de los alimentos.

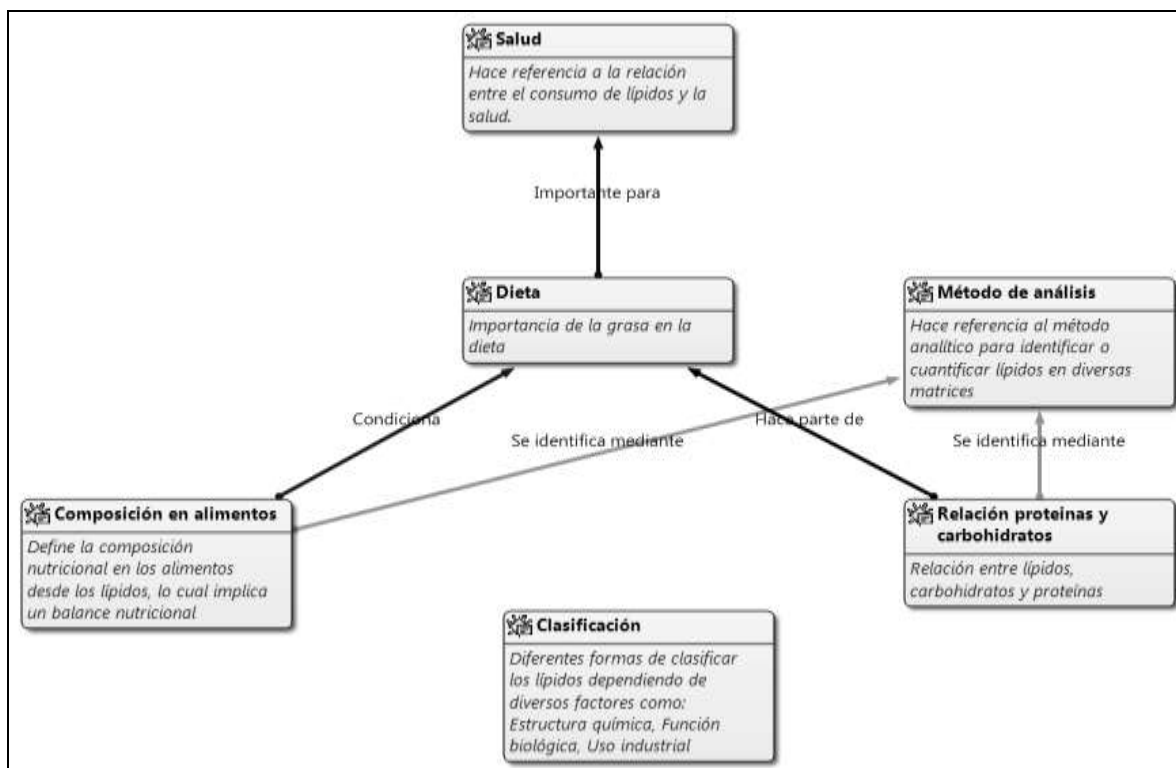


Figura 45: Red de temas, informe laboratorio lípidos, Estudiantes 27, 72 y 92

Como en el ejemplo anterior, este grupo de estudiantes hacen referencia a la clasificación como un tema a considerar en la discusión de resultados, pero queda aislado por la falta de relación con los demás temas trabajados.

Las redes elaboradas a partir de los informes de laboratorio entregados por los estudiantes, parecen mostrar que existe una gran dificultad de relacionar la química de los lípidos con temáticas contextualizadas como la salud, lo cual parece indicar que los estudiantes requieren de una mayor madurez cognitiva, o que el laboratorio es la puerta de entrada para organizar e incluir estos conceptos en la estructura cognitiva.

#### 6.2.3.4. *Foro virtual.*

Para complementar las actividades del laboratorio, se trabaja en el foro virtual, el grupo de estudiantes que lidera la actividad propone el tema de los lípidos y su relación con la obesidad, en la Figura 46 se muestra el encabezado sobre el tema a discutir y un ejemplo de la participación por parte de los estudiantes.

*Las Grasas son una fuente concentrada de calor y energía a la que el cuerpo recurre cuando lo necesita. Cada gramo de grasa provee al organismo 9 calorías, que representan más del doble de las que aportan los hidratos de carbono y las proteínas.*

*La recomendación saludable es que en la alimentación diaria no haya más de un 30% de grasas. Por lo general el consumo es superior al 40% y está dado principalmente por las grasas que aumentan el colesterol malo y el colesterol total.*

*Hay que distinguir los distintos tipos de grasas. Existen algunas imprescindibles, que tienen efectos benéficos para la salud, y otras perjudiciales.*

**TEMA DE DISCUSIÓN: Ciencia de la obesidad**

NatGeo Ciencia de la obesidad  
natgeotv.com

**Katherine Parada**  
mayo 4, 2012 a las 11:20 pm

Buenas tardes compañeros, damos inicio al debate, el grupo monitor conformado por: Lizeth Torres, Katherine Parada, Harold Lancheros y Nestor Hurtado. Empezando por discutir acerca del vídeo (apropósito muy interesante). ¿Cuáles son los principales problemas en la salud al tener problemas graves de obesidad?

**Rafael Urrego**  
mayo 8, 2012 a las 6:13 pm

Para los problemas de salud que una persona puede llegar a tener por el exceso de grasa en el organismo debemos saber que es la grasa y que problemas nos puede llegar a producir.

Las grasas son lípidos cargados de calorías. Cada gramo proporciona 9 calorías, comparado con sólo 4 calorías que nos proporciona cada gramo de carbohidratos. Las células emplean los ácidos grasos y el glicerol como fuente de energía. Cualquier exceso de grasa se almacena y deposita debajo de la piel produciendo un aumento de peso y, más tarde, obesidad. Algunos triglicéridos también llegan al hígado donde se utilizan para producir colesterol.

La obesidad aumenta el riesgo de una persona a padecer enfermedades y muerte debido a dietas, apoplejía enfermedad de la arteria coronaria., hipertensión, colesterol alto, trastornos del riñón y la vejiga. La obesidad aumenta el riesgo de desarrollo de algunos tipos de cáncer.

Para que no tengamos ese tipo de problemas lo más importante es tomar conciencia de la importancia de comer sano en cualquier momento del año y también, tenemos que evitar comer en exceso, en momentos de ansiedad y nerviosismo. Por ejemplo, muchos estudiantes confiesan que comen más en época de exámenes. Por otra parte, muchas personas se apuntan a un gimnasio con el objetivo de realizar un deporte, sin embargo, desisten a las dos semanas como consecuencia de la falta de voluntad. Lo cierto es que hoy día, el sedentarismo es una cualidad social puesto que muchas personas utilizan el carro. Lo recomendable es practicar alguna actividad deportiva y comer saludable para evitar estos problemas de salud.

Figura 46: Foro virtual, tema Lípidos

Fuente: <http://quimicadeagroalimentos.wordpress.com>



Con la participación activa de los estudiantes se identifican los temas relacionados con los lípidos utilizados como base de discusión en el debate, en la Tabla 31 se presentan los resultados obtenidos.

**Tabla 31: Temas relacionados con los lípidos en el foro virtual.**

Temas de Discusión	Descripción
1. Clasificación	Clasificación de los lípidos, entre otros en grasas saturadas, colesterol, triglicéridos.
2. Colesterol	Lípido que se puede producir en el hígado
3. Colesterol y alimentos	Relación colesterol y alimentos, identifica los alimentos que aportan colesterol en la dieta.
4. Dieta	Importancia de la dieta alimenticia en el consumo de lípidos.
5. Energía	Las grasas como molécula fuente de calorías en una dieta.
6. Lípidos como antioxidantes	Propiedad de algunos lípidos como antioxidantes, especialmente los llamados aceites esenciales.
7. Lípidos y enfermedades	Relación del consumo excesivo de lípidos y la presencia de diversas enfermedades como: hipertensión, enfermedad coronaria, trastornos de riñón, cáncer.
8. Obesidad	La obesidad como enfermedad mundial, considerada como un problema de salud pública, su relación con la dieta y especialmente con el consumo de lípidos.
9. Relación ácidos grasos y triglicéridos*	Transformación de grasa en ácidos grasos y su posterior transformación en triglicéridos en la sangre.
10. Relación con el metabolismo	Se discute el efecto de los lípidos con el metabolismo, efectos y rutas metabólicas.
11. Relación con el sedentarismo	Relación del metabolismo de los lípidos con el sedentarismo como factor importante en los problemas de obesidad.
12. Relación con enfermedades psicológicas	Relación del consumo excesivo de lípidos y la presencia de diversas enfermedades como: hipertensión, enfermedad coronaria, trastornos de riñón, cáncer.
13. Relación con la industria	Relación de los procesos industriales y la grasa, por ejemplo en el diseño de maquinaria, su uso y manejo, en la transformación de alimentos.
14. Relación con las hormonas	Los lípidos como molécula importante en la síntesis de hormonas.
15. Relación con las vitaminas	Los lípidos como solventes de vitaminas, factor que facilita el transporte y la absorción de las mismas.
16. Relación lípidos y genética	La obesidad como problema de aumento del tejido adiposo y su posible influencia por un factor genético.
17. Triglicéridos	Tipo de lípido que puede producir colesterol al ser transformado en el hígado.

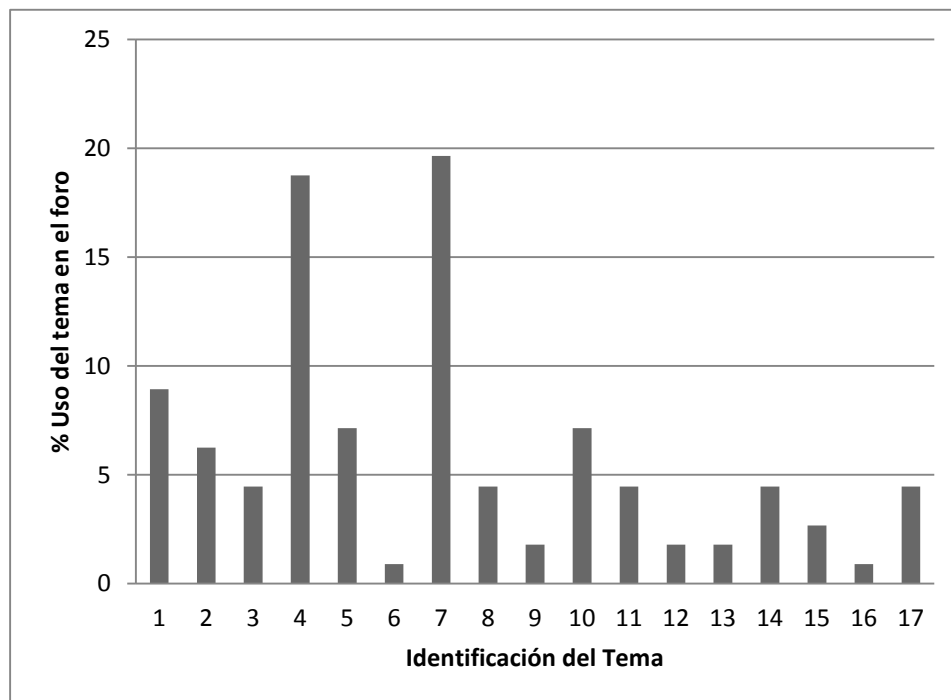
Fuente: autor

Los temas utilizados por los estudiantes en el foro virtual de discusión muestran un intento por profundizar en las diversas relaciones entre los lípidos y las enfermedades asociadas, igualmente, se resaltan algunos que no fueron tratados en las actividades anteriores como son: La relación con hormonas, vitaminas, genética, e inclusive las enfermedades psicológicas.

A pesar de la amplia y enriquecedora discusión, se observan algunos errores conceptuales especialmente la relación entre ácidos grasos y triglicéridos, en la Tabla anterior se puede observar que para esta relación, consideran una vía incorrecta de transformación de la grasa, mencionan: “Transformación de grasa en ácidos grasos y su posterior transformación en triglicéridos en la sangre”, esta expresión demuestra el desconocimiento del metabolismo, ya que la síntesis de triglicéridos se produce en el retículo endoplasmático de la célula, siendo las células parenquimatosas del hígado donde el proceso es mucho más activo.

Estos errores conceptuales, tratados superficialmente, muestran claramente las dificultades de relacionar el conocimiento químico con el biológico, específicamente con el conocimiento de las partes de la célula (Vullo, 2014), de esta manera, una posible solución es diseñar una intervención en el aula, en la cual se desarrollen actividades para profundizar en el conocimiento interrelacionado de la química y la biología, con procesos que apoyen una orientación, en lo posible encaminada a la autoconstrucción de conceptos.

En la Figura 47 se muestra el grado de utilización de las temáticas durante la realización del foro.



**Figura 47: Uso de temas durante el foro virtual**

Los resultados muestran como temas centrales de discusión la relación lípidos y enfermedades (tema 7) y la Dieta (Tema4), empleados en mayor porcentaje durante la discusión, por lo que emergen como oportunidades para la enseñanza – aprendizaje de conceptos asociados a los lípidos, debido al interés despertado en los estudiantes.

Los temas propuestos y trabajados por los estudiantes en el foro se agrupan en familias, teniendo en cuenta aspectos similares que los identifica, favoreciendo el establecimiento de relaciones entre familias y conceptos, en la Tabla 32 se presentan las familias y los temas que las conforman.

**Tabla 32: Familias de temas, Foro virtual lípidos**

Familia	Temas	Descripción
Bioquímica	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Colesterol</li> <li>- Energía</li> <li>- Lípidos como antioxidantes</li> <li>- Relación ácidos grasos y triglicéridos</li> <li>- Relación con el metabolismo</li> <li>- Relación con las hormonas</li> <li>- Relación con las vitaminas</li> <li>- Relación lípidos y genética.</li> <li>- Triglicéridos.</li> </ul>	Recopila todos los temas que trabajados desde lo estrictamente químico o bioquímico.
Salud	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Clasificación</li> <li>- Colesterol y alimentos.</li> <li>- Dieta</li> <li>- Lípidos y enfermedades.</li> <li>- Obesidad</li> <li>- Relación con el sedentarismo.</li> <li>- Relación con enfermedades psicológicas.</li> <li>- Relación con la industria.</li> </ul>	Recopila todos los temas en los cuales los lípidos influyen en aspectos de la salud

Fuente: autor

La tendencia generalizada de realizar la discusión alrededor de la salud, muestra el intento por plantear soluciones al problema planteado, se observa claramente el uso de diversas fuentes bibliográficas, ya que se generan discusiones argumentadas, aspecto que favorece la construcción de conceptos en una función de dos vías, el autoaprendizaje mediante indagación y el trabajo colectivo gracias al debate.

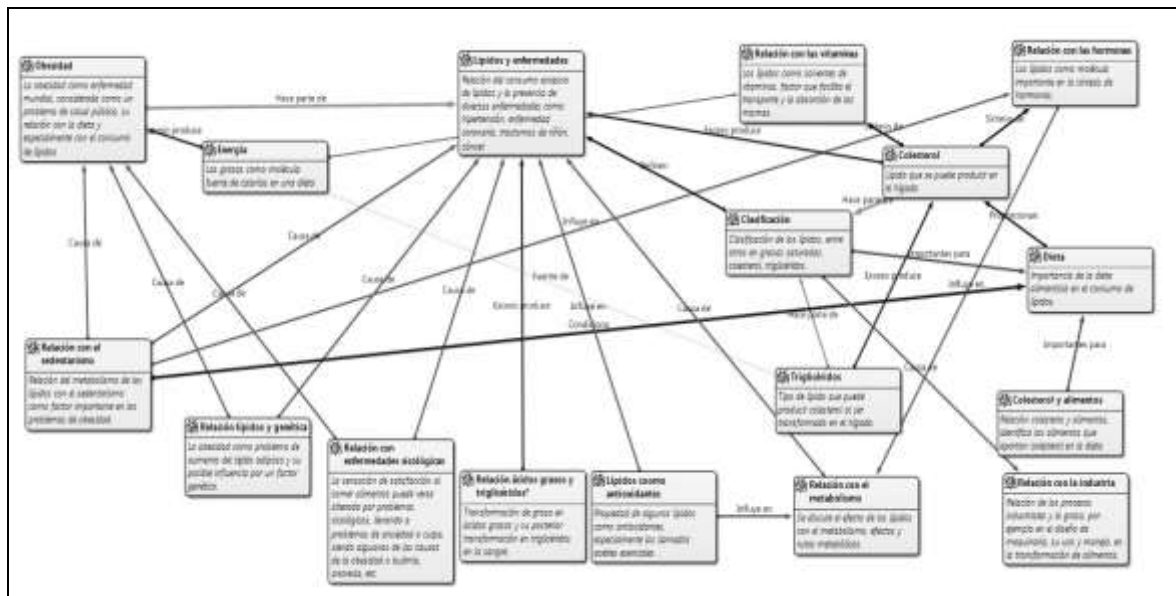
Los temas y familias de temas fueron clasificados en dos, la primera de ellas es Bioquímica, la cual incluye aspectos tratados desde la ciencia como tal en ellos se encuentran, las relaciones de los lípidos con las vitaminas, especialmente como un solvente que facilita el transporte y disponibilidad, así como materia prima para la síntesis de vitamina D, la ruta metabólica de los lípidos e inclusive la relación que existe con la genética y los trastornos metabólicos de los lípidos.

Las discusiones realizadas en el foro, la identificación de los temas centrales de análisis y las familias de temas, permiten construir relaciones entre conceptos y temas, las cuales son importantes para anclar los conceptos a la estructura cognitiva, favoreciendo el aprendizaje

significativo, estas relaciones permiten observar el nivel de complejidad y el grado de comprensión logrado durante la construcción de conceptos y la fundamentación teórica lograda por la indagación en fuentes bibliográficas.

**Consideraciones:**

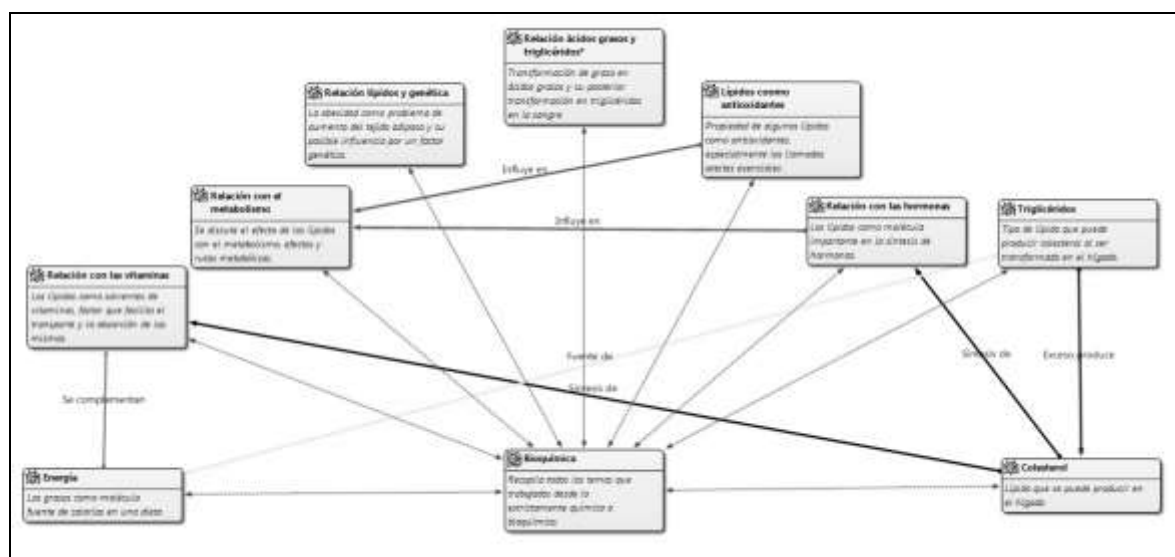
En la Figura 48 se muestra la red de relaciones entre los temas trabajados por los estudiantes durante el foro.



**Figura 48: Red de relaciones entre temas del foro sobre lípidos**

La red general de temas muestra claramente que la relación lípidos con enfermedades se consolida como el centro de discusión y les permite a los estudiantes acercar temáticas relacionadas con el metabolismo, las vitaminas, genética, energía, clasificación de los lípidos, hormonas, la actividad como antioxidantes, entre otros aspectos netamente bioquímicos, así como otros relacionados con el área de la salud y la industria, como es el caso de la dieta, colesterol y alimentos, industria, enfermedades psicológicas, la obesidad y el sedentarismo.

Las relaciones en las temáticas netamente bioquímicas se observan en la Figura 49, se aprecia el esfuerzo de utilizar conceptos científicos en la solución del problema planteado, por ejemplo, se destacan aspectos abordados por los estudiantes sobre la bioquímica de los lípidos. Algunos de estos aspectos son: metabolismo, energía, relación con vitaminas, hormonas, genética y triglicéridos, algunos son discutidos con una buena fundamentación teórica, lo cual implica una búsqueda documental previa al foro, es el caso de la relación lípidos y vitaminas, ya que los estudiantes expresan claramente que los lípidos actúan como solvente de algunas vitaminas facilitando el transporte de ellas y por su puesto la efectiva utilización en los procesos donde se requieren.



**Figura 49: Red de temas asociados con los conceptos en bioquímica**

Se destaca el tema del metabolismo, alrededor del cual se identificaron las rutas metabólicas y sus efectos en algunos temas hormonales, especialmente en su síntesis y efecto antioxidante de algunos compuestos lipídicos, este es un buen indicador del proceso, teniendo en

cuenta que durante el informe de laboratorio fueron temas prácticamente excluidos de la discusión.

Si bien se destacan avances en los temas relacionados con la bioquímica de los lípidos en el contexto de enfermedades, se observan conceptos erróneos que persisten en la discusión, es el caso de la relación lípidos y triglicéridos asumida como una relación entre grasa que se transforma a ácidos grasos y posteriormente a triglicéridos en la sangre. Con estas afirmaciones los estudiantes parecen tener la concepción fuertemente arraigada de que la síntesis de los triglicéridos sucede en la sangre, cuando realmente sucede mediante diversas vías, una es el intestino a partir de los ácidos grasos procedentes de la hidrólisis de triglicéridos consumidos en los alimentos, en el hígado a partir de ácidos grasos presentes en el plasma o a partir de intermediarios del metabolismo de glúcidos (Gil A. , 2010), todos ellos pueden ser transportados por la sangre, explicando los problemas de altos niveles al consumir un exceso de carbohidratos.

La red de temas presentada en la Figura 49 muestra una relación entre las hormonas y el metabolismo de los lípidos de forma general. La figura muestra como los estudiantes no profundizan en esta relación, especialmente en el contexto de los problemas de obesidad. Por otra parte, es conocido por la comunidad científica, que la hipercolesterolemia está asociada con el hipotiroidismo, y también se reconoce la existencia de una relación entre los bajos niveles hormonales de la tiroides y los niveles variables de triglicéridos en la sangre (Becker, 2001).

Los errores conceptuales y la falta de profundidad en los temas trabajados con anterioridad, muestran la necesidad de continuar desarrollando actividades para profundizar en los conceptos hasta lograr anclarlos en la estructura cognitiva de forma correcta.

Por otro lado, en la Figura 50 se muestra la red de temas asociados con la salud, en ella se puede observar que los lípidos y la salud es el tema principal sobre el que los estudiantes

realizaron su discusión, permitiéndoles crear relaciones y construir conceptos asociados a los lípidos, además de vincular el conocimiento científico con aspectos de dominio público como el sedentarismo o la obesidad.

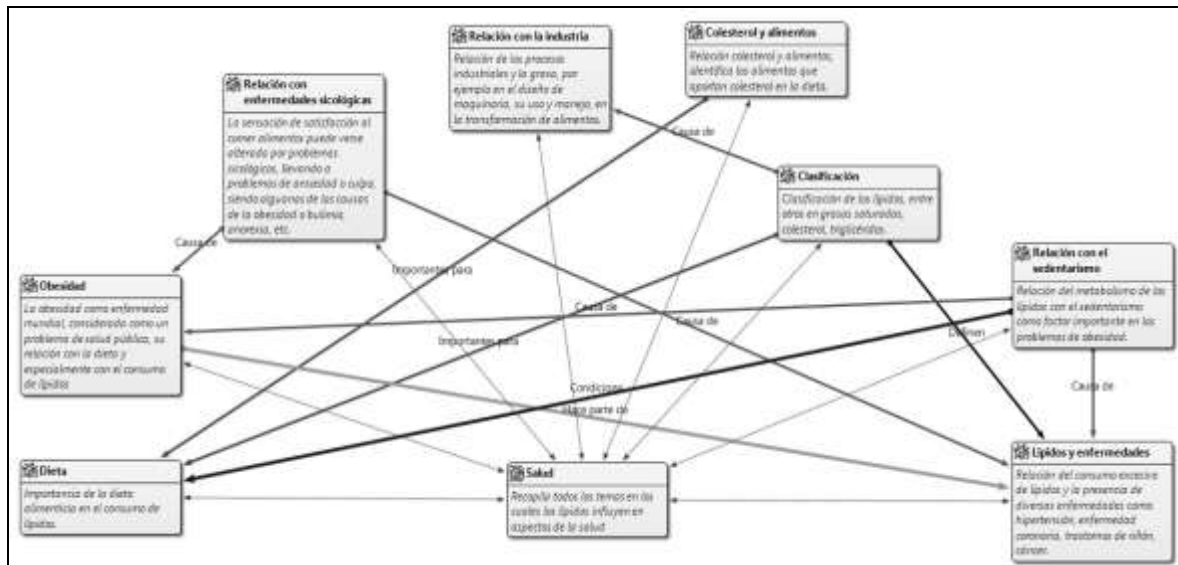


Figura 50: Red de temas asociados a los lípidos y la salud

Los aspectos relacionados con la salud, el consumo excesivo de lípidos y la presencia de diversas enfermedades como la hipertensión, trastornos de riñón, cáncer y obesidad entre otros, muestran la importancia de utilizar actividades donde el debate, el intercambio de opiniones y la cooperación facilitan la discusión, construcción y probablemente la reconstrucción de conceptos bioquímicos, así como la formación de relaciones, que podrían llevar a un aprendizaje significativo perdurable en el tiempo.

#### 6.2.3.5. *Mapa conceptual.*

Las actividades realizadas durante el estudio y análisis de los lípidos, con el objetivo de relacionarlos con los problemas de obesidad, pretenden ser una vía para lograr el aprendizaje significativo de conceptos asociados a la bioquímica, razón por la cual se pide elaborar un mapa conceptual a partir de 19 conceptos (Anexo 4), los cuales aparecen en la Tabla 33. Igualmente,



los estudiantes tienen la libertad de adicionar los conceptos que consideren importantes en la elaboración del mapa.

**Tabla 33: Conceptos propuestos para el mapa conceptual**

Tema	Conceptos
Química	Lípidos Grasas saturadas Colesterol Grasas animales Grasas vegetales Parámetros químicos
Bioquímica	Metabolismo Ciclo de Krebs Energía Protección
Alimentos y salud	Sabor en alimentos Obesidad Enfermedad cardiaca Densidad Huevo Carne Aromas en alimentos Cocina Textura en alimentos

Fuente: autor

Con la información recolectada se hace una aproximación de la estructura cognitiva de los estudiantes, frente a los conceptos propuestos y adicionados en el momento de elaborar el mapa conceptual.

En general, los mapas conceptuales elaborados por los estudiantes presentan una estructura jerárquica, con algunas proposiciones válidas, algunas erradas y con diferentes niveles de complejidad. En ellos se destaca el concepto lípidos como central, del que se derivan todas las proposiciones. Sin embargo, la ausencia de interrelaciones cruzadas entre proposiciones, y muy pocas relaciones con los temas de carbohidratos o proteínas, a pesar de la libertad de incluir otros conceptos adicionales a los propuestos, muestran la dificultad de articular estas tres temáticas.

En la Figura 51 se presenta un ejemplo de mapa conceptual, elaborado por un estudiante con estilo de aprendizaje activo. Este mapa conceptual presenta una baja complejidad debido a que las proposiciones elaboradas a partir de los lípidos como concepto central son simples, además de centradas en líneas jerárquicas lineales y aisladas.

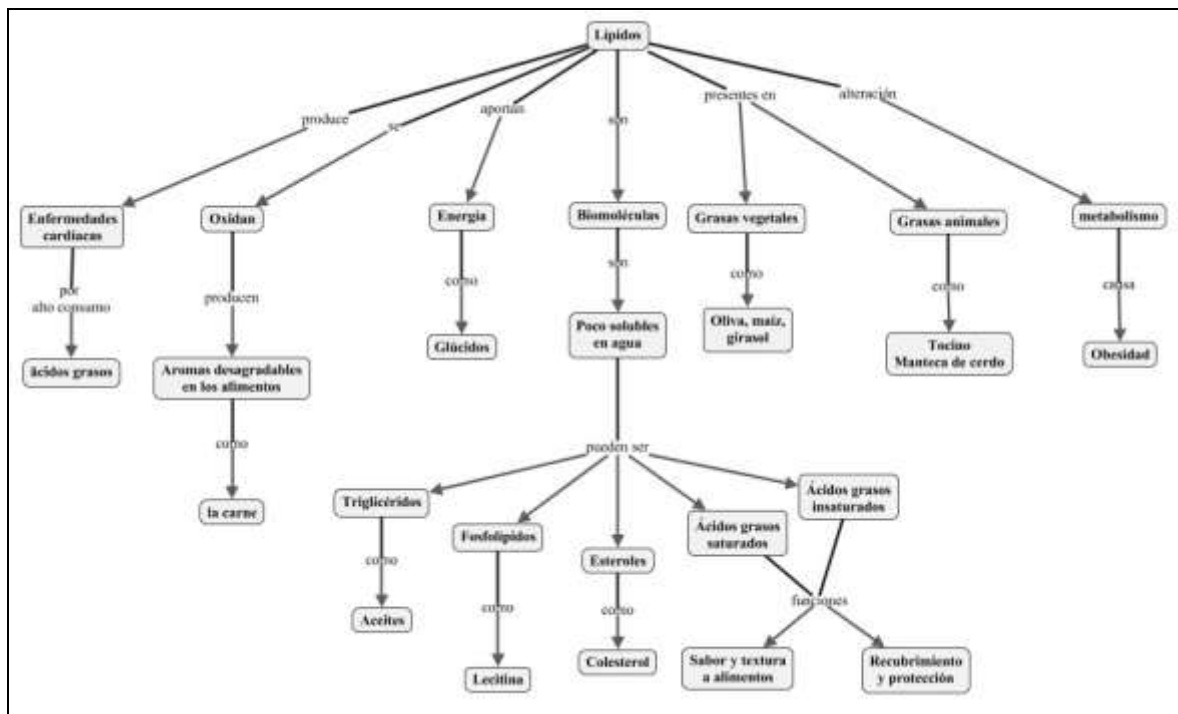


Figura 51: Mapa conceptual lípidos, estudiante 35, estilo de aprendizaje activo

En general, el mapa conceptual no incluye todos los conceptos y temas propuestos, el ejemplo anterior, no contiene temas fundamentales del metabolismo, como es el ciclo de Krebs, en el cual explica la producción de energía. Igualmente faltó incluir densidad y parámetros químicos, entre otros.

Se destaca el intento por incluir, dentro de la estructura jerárquica del mapa conceptual, conceptos diferentes a los propuestos, como es el caso de fosfolípidos, triglicéridos y esteroides. Sin embargo, dichos conceptos solo son mencionados como conceptos subordinados, mas no

como conceptos complementarios de otros, representados por relaciones cruzadas en un mapa conceptual. Estos hechos permiten evidenciar cierta evolución cognitiva.

En el mapa conceptual presentado en la Figura 51, se presentan algunas líneas jerárquicas mal estructuradas generando dudas frente al real conocimiento que se tiene al respecto, con el consecuente concepto errado como conclusión, es el caso del metabolismo, ya que el estudiante parece insinuar que una alteración en el metabolismo produce obesidad, sin embargo, no profundiza el tipo de alteración metabólica. Por ejemplo indicando la ruta metabólica afectada, esto debido a que una alteración metabólica puede producir diversos problemas de salud y no necesariamente problemas de obesidad.

En la Figura 52 se presenta otro ejemplo de mapa conceptual elaborado por un estudiante con estilo de aprendizaje pragmático.

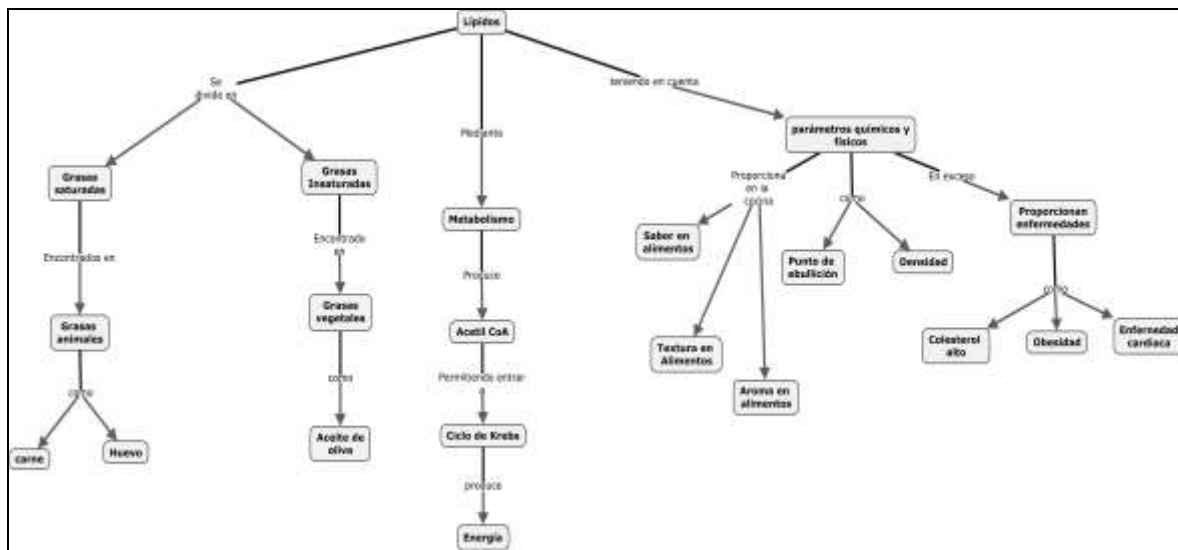


Figura 52: Mapa conceptual lípidos, estudiante 65, estilo de aprendizaje pragmático

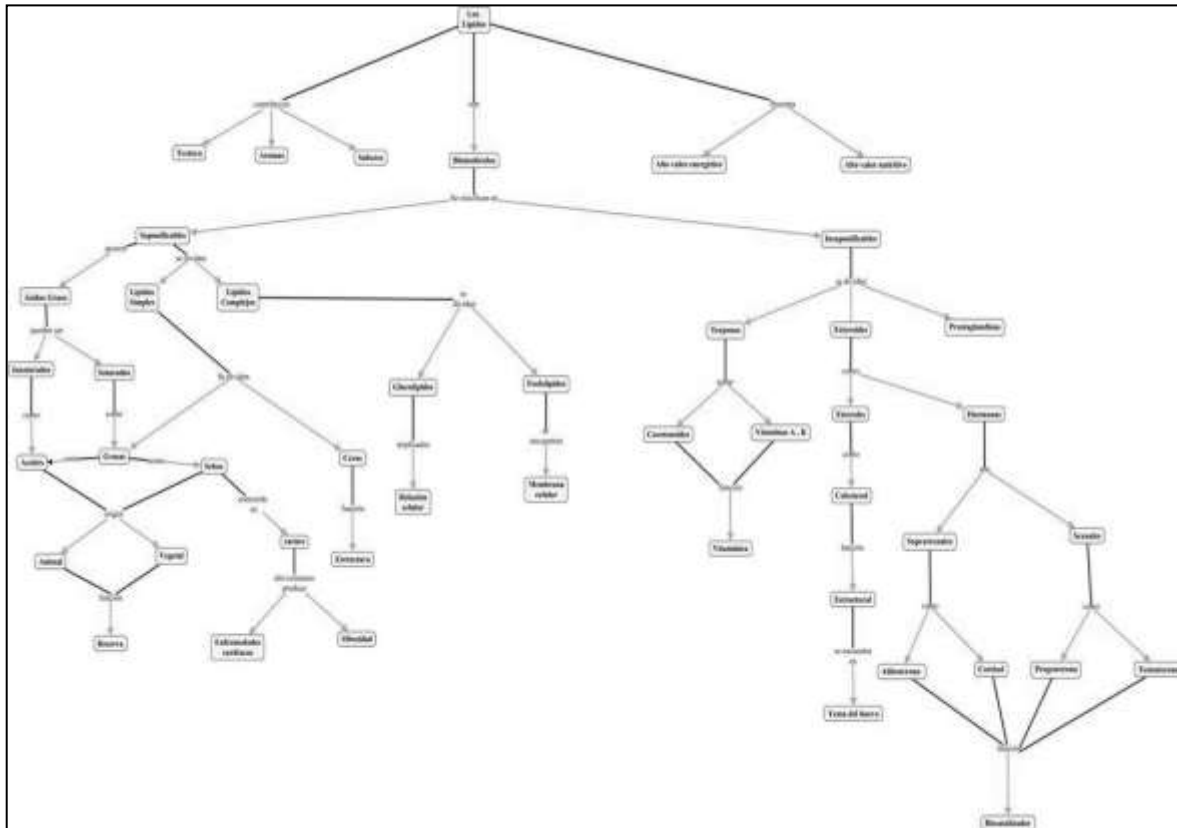
La organización jerárquica de los conceptos, la presencia de conceptos de orden superior y subordinados, con palabras conectoras, muestran que el mapa conceptual está bien estructurado

indicando la existencia de elementos que permiten presumir un posible aprendizaje significativo (Hay, 2007).

En la figura anterior se evidencia la existencia de algunas proposiciones no validas o que generan incertidumbre, como es el caso de las enfermedades asociadas a al consumo de lípidos, debido a la subordinación de ellas a los parámetros químicos y físicos, especialmente al usar como conector “en exceso”, al parecer el estudiante asume que un exceso de parámetros químicos y físicos generan enfermedades, proposición que podría ser cierta, pero debido a la falta de profundidad o ampliación mediante otra u otras proposiciones hace que el planteamiento sea confuso.

Por otro lado, la proposición elaborada con el metabolismo de lípidos, se puede considerar como válida, porque cuando el estudiante no profundiza en la línea jerárquica conceptual, pudo incluir conceptos vinculados a la ruta metabólica de los lípidos como el consumo y producción de ATP, FADH, NADH, entre otros, o la intervención de enzimas, la cual puede ser el punto de encuentro con las proteínas.

En la Figura 53 se muestra un mapa conceptual elaborado por un estudiante con estilo de aprendizaje reflexivo.



**Figura 53: Mapa conceptual lípidos, estudiante 98 reflexivo**

Este mapa conceptual muestra una mayor complejidad que los anteriores, organizado jerárquicamente y cuenta con diversos enlaces cruzados lo que permite suponer un mayor nivel de aprendizaje significativo, si se compara con los anteriores mapas, evidencia una mayor profundidad y relación con otros temas.

Se destaca el hecho de utilizar otros conceptos asociados a los lípidos, como es el caso de los terpenos y esteroides, su vínculo con las hormonas y vitaminas, organizadas en proposiciones válidas dentro de la estructura jerárquica propuesta; igualmente, se destaca la inclusión de las relaciones presentes entre la célula con los fosfolípidos y glucolípidos, considerando así que el estudiante ha logrado plantear un punto de encuentro entre las proteínas, glúcidos y lípidos.

Sin embargo, el estudiante no incluyó conceptos clave dentro de la bioquímica, como el metabolismo, ciclo de Krebs y parámetros químicos, los cuales son integradores entre las



como como Acetil CoA, o  $\beta$  oxidación, pasando por metabolismo, esta proposición muestra una buena construcción conceptual de la temática, con fundamentación teórica.

Los conceptos de Obesidad, textura de alimentos y parámetros químicos, no fueron incluidos en la construcción del mapa conceptual, probablemente porque son conceptos difíciles de vincular y relacionar con temas bioquímicos, implicando la necesidad de profundizar un poco más en el estudio de ellos.

Finalmente, en la Figura 55 se observa un ejemplo de mapa conceptual elaborado por un estudiante con estilo de aprendizaje multiestilo.

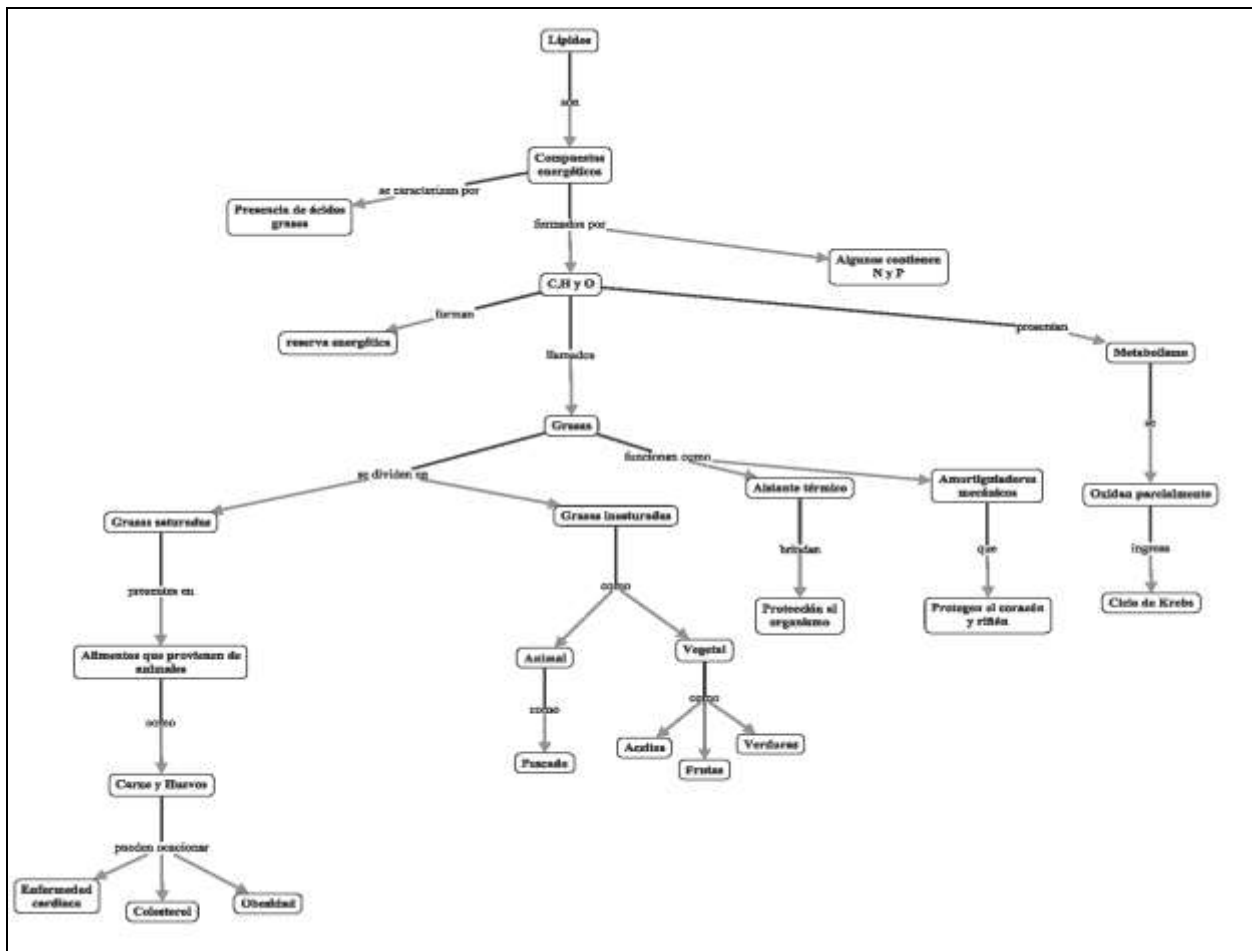


Figura 55: Mapa conceptual lípidos, estudiante 100, estilo de aprendizaje multiestilo

El mapa conceptual del estudiante multiestilo, presenta una estructura jerárquica en la que no incluye los conceptos asociados con las transformaciones de los alimentos gracias a la presencia de los lípidos, por lo que probablemente el estudiante tendrá problemas de relacionar los conceptos científicos con actividades comunes como el procesamiento de alimentos, esta situación hace percibir una duda frente al aprendizaje significativo logrado en este campo.

Se resalta la inclusión de conceptos nuevos propuestos por el estudiante y la falta de relaciones cruzadas entre las proposiciones, generando un mapa conceptual simple, limitado a los conceptos propuestos por el profesor y que hacen suponer una baja capacidad de relacionar los conceptos bioquímicos asociados a los lípidos con fenómenos propios de la vida cotidiana.

Sorprende que el estudiante asuma los lípidos como moléculas formadas solamente por carbono, hidrógeno y oxígeno, cuando existen otros elementos que pueden hacer parte de este grupo de compuestos orgánicos, este hecho hace pensar que la fundamentación previa al curso de bioquímica, enmarcada en la química orgánica, presentó algunas dificultades, como la falta de identificación de los errores conceptuales y por tanto, la falta de diseño de actividades encaminadas a resolverlos. Esta dificultad puede influir en la construcción de conceptos, derivando en nuevos conceptos erróneos o mal estructurados, algunos autores han relacionado esta problemática con las concepciones alternativas y los errores conceptuales de los profesores como fuente principal de las concepciones alternativas y errores conceptuales de los alumnos (Calixto y García, 2011).

### **6.3. Consideraciones generales sobre las actividades desarrolladas en el aula**

Frente a la intervención en el aula se observan algunas tendencias generales que caracterizan a los estudiantes ante la forma de abordar los problemas, el desarrollo de actividades experimentales en el laboratorio, el análisis de resultados obtenidos en el laboratorio y la



formulación de conceptos y principios utilizados para resolver los problemas. Estas tendencias permiten plantear algunas consideraciones generales sobre la aplicación de las actividades en el aula, las cuales se enuncian a continuación.

- Mediante consenso, se evidencia la preferencia de los estudiantes por realizar actividades introductorias a la resolución de los problemas planteados, entre ellos la indagación en fuentes bibliográficas diversas, incluyendo la interacción con expertos mediante una clase magistral, en la cual se aclaran dudas y se amplían aspectos encontrados en la revisión bibliográfica, sin embargo es importante el papel del profesor, quien debe mantener el objetivo de las actividades, ya que ocasionalmente tienden a salirse del modelo de resolución de problemas.
- Los estudiantes asumen un papel protagónico y activo al plantear las actividades del laboratorio, proponiendo las matrices de análisis, los procedimientos analíticos y la estructura del informe final.
- Los informes de laboratorio son soportados mediante la indagación en fuentes bibliográficas, todas ellas propuestas por los estudiantes.
- El análisis de resultados obtenidos en las prácticas de laboratorio, se centra especialmente en el análisis operativo y algorítmico, donde la explicación de los errores experimentales y sus fuentes parecen ser primordiales para los estudiantes, dejando en un segundo plano la relación de los resultados con el problema planteado.
- Los foros virtuales propuestos permiten debatir cooperativamente las ideas que cada estudiante tiene sobre las temáticas relacionadas con el problema planteado, parece ser una actividad que abre la puerta para el reacomodamiento de la estructura cognitiva, la

construcción y la reconstrucción de conceptos, así como el paso para anclar los conceptos nuevos a la estructura cognitiva.

- Los mapas conceptuales parecen mostrar un avance en la estructura cognitiva, presentando conceptos organizados jerárquicamente y con proposiciones válidas, las cuales no aparecieron en el mapa conceptual inicial (pre-test).
- Los mapas conceptuales también permiten identificar algunos problemas conceptuales como errores en la construcción de proposiciones, la falta de relaciones cruzadas entre proposiciones que demuestren la aplicabilidad en otros campos del conocimiento, e inclusive la presencia de conceptos aislados. Probablemente, estos problemas sean indicadores de un aprendizaje memorístico o representacional como lo plantea Ausubel (2002).
- Las dificultades para establecer relaciones cruzadas entre proposiciones, muestran la existencia de temáticas complejas, evidenciando la necesidad de diseñar nuevas actividades con el fin de lograr un aprendizaje significativo de conceptos, eliminando confusiones entre conceptos.
- Las apreciaciones identificadas al final de las actividades aplicadas, permiten iniciar nuevamente el ciclo de aprendizaje propuesto en el modelo de Honey y Mumford, una vez realizada la reflexión de la actividad, en la que se identifican dificultades para elaborar proposiciones válidas, se plantea nuevamente unas hipótesis de trabajo que lleven a una planeación, experimentación, y nuevamente a una reflexión.
- Las actividades aplicadas en el marco de la resolución de problemas, parecen haber surtido el efecto esperado, teniendo en cuenta que se percibe una buena actitud de trabajo en los estudiantes, se crea un ambiente motivador, se observa que al avanzar en

las actividades propuestas el grado complejidad conceptual utilizado en las discusiones de resultados de los informes y en el foro es mayor. Estos avances están representados en la argumentación utilizada por los estudiantes en el momento de discutir resultados o en su participación en el foro; igualmente, los avances en el aprendizaje se observan claramente al elaborar los mapas conceptuales, cada vez elaborados con mayor complejidad estructural.

#### 6.4. Análisis del pre-test, mapa conceptual inicial

Una de las formas para evaluar el aprendizaje significativo es la utilización de mapas conceptuales, gracias a la posibilidad de observar la estructura cognitiva de quien los elabora, los conceptos erróneos, las palabras conectoras y las proposiciones, por estas razones, su uso como instrumento pre-test se justifica, por la posibilidad de observar la posible evolución del aprendizaje significativo con las actividades propuestas, de esta manera, los estudiantes deben relacionar 21 conceptos asociados a la bioquímica (Anexo 2) en un mapa conceptual.

Para evaluar el mapa conceptual, se elabora una matriz que identifica algunas categorías relacionadas con la estructura, conceptos, palabras de enlace, proposiciones y relaciones cruzadas, como se menciona en la metodología, en la Tabla 34 se detalla la matriz evaluativa.

**Tabla 34: Matriz Evaluativa del Mapa Conceptual**

CATEGORÍA	PUNTAJE
Número de conceptos propuestos utilizados (NCPU)	NCPU*2 (P1)
Número de conceptos propuestos válidos (NCPV)	NCPV*4 (P2)
Valoración jerárquica (VJ)	VJ*1 (P3)
Número de proposiciones válidas (NPV)	NPV*4 (P4)
Número de relaciones cruzadas válidas (NRCV)	NRCV*4 (P5)
Número de conceptos nuevos válidos (NCNV)	NCNV*2 (P6)
Número de proposiciones erradas (NPE)	NPE*-4 (P7)
Puntaje total (PT)	PT = $\Sigma P_n$
Puntaje total de referencia (PTR)	PTR

Valoración (V)	$V = PT*10/PTR$
Valoración asignado según rango (VA)	VA

Fuente: autor

La valoración del mapa conceptual se realiza mediante el puntaje asignado a cada categoría, y se compara con la valoración obtenida en el mapa conceptual de referencia (Anexo 3).

En la Tabla 35 se presenta la valoración holística que se puede asignar a un mapa conceptual, en tanto que en la Tabla 36 se presenta la valoración que se puede asignar al mapa conceptual por categorías y el correspondiente valor asignado (VA) según el rango.

**Tabla 35: Nota holística del mapa conceptual**

NOTA HOLÍSTICA	SÍMBOLO	ESCALA
Muy Deficiente	M.D.	0
Insuficiente	I	1
Suficiente	S	2
Bien	B	3
Notable	N	4
Excelente	E	5

Fuente: Rey, 2008

**Tabla 36: Categorización valoración (V) a valor asignado (VA)**

RANGO VALORACIÓN (V)	SÍMBOLO	VALOR ASIGNADO (VA)
0,0 a 2,0	M.D.	0
2,1 a 4,9	I	1
5,0 a 5,9	S	2
6,0 a 6,9	B	3
7,0 a 8,4	N	4
8,5 en adelante	E	5

Fuente: Rey, (2008)

### 6.4.1. Validación de la matriz evaluativa.

Para lograr una mayor confiabilidad en las valoraciones que se adjudican a los mapas conceptuales, se realiza un análisis de fiabilidad mediante el cálculo de la constante alfa de Cronbach, en la Tabla 37 se presenta el valor asignado (VA) que cada evaluador experto le asigna a los mapas conceptuales, incluyendo el mapa conceptual de referencia identificado con el número 1.

**Tabla 37: Tabla de datos valor asignado (VA) para cálculo de fiabilidad**

Estudiante	Mapa conceptual	Evaluador 1	Evaluador 2	Evaluador 3	Evaluador 4	Evaluador 5	Evaluador 6
1	1	5	4	4	5	5	5
21	2	3	3	1	3	4	3
29	3	3	2	1	3	0	2
55	4	3	4	2	0	2	2
56	10	3	2	3	3	3	3
61	6	1	0	1	1	1	0
71	5	2	2	2	0	1	1
80	7	3	1	3	4	3	4
100	9	3	2	3	1	2	3
102	8	2	2	0	1	2	2

Fuente: Autor

En la tabla 38 se observa que el resultado del cálculo estadístico para el coeficiente alfa de Cronbach igual a 0,893. Este resultado permite asegurar que la matriz evaluativa es estadísticamente confiable.

**Tabla 38: Estadístico de fiabilidad alfa de Cronbach**

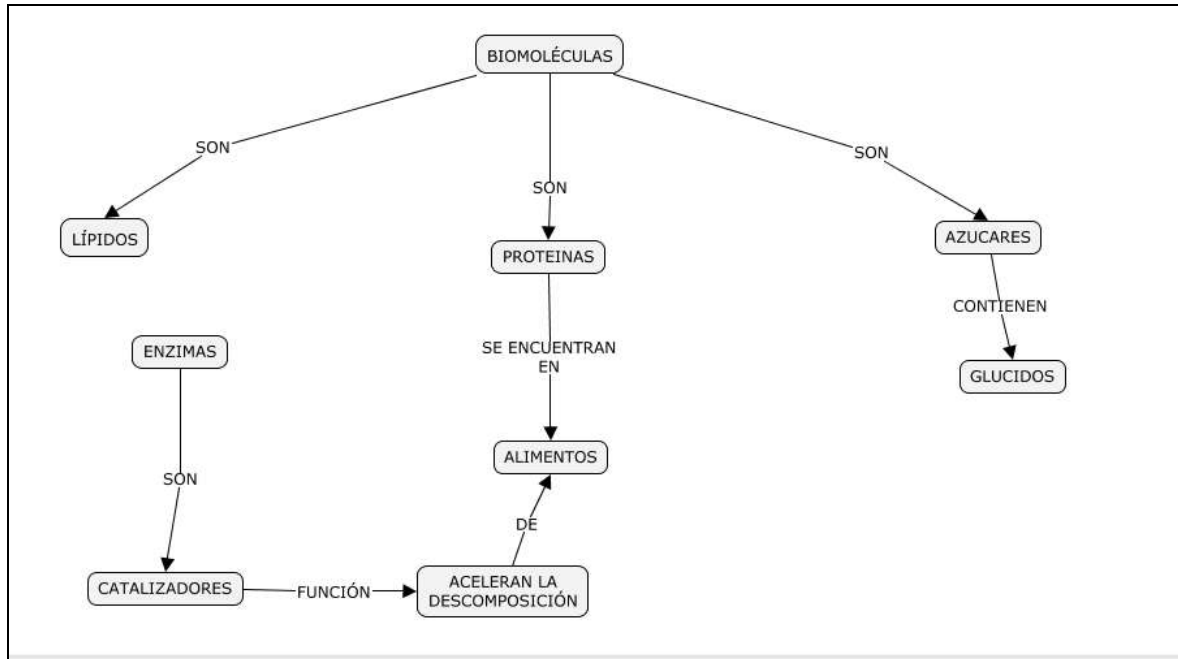
Alfa de Cronbach	N de elementos
0,893	6

Fuente: Autor

#### **6.4.2. Análisis cualitativo del mapa conceptual inicial pre-test.**

Mediante la observación de los mapas conceptuales elaborados por los estudiantes, es posible determinar una aproximación a la estructura cognitiva inicial de los estudiantes frente a los conceptos asociados a proteínas, glúcidos y lípidos. En la mayoría de los casos es evidente la identificación de algunos conceptos, pero no muestran claramente alguna relación entre ellos empleando palabras de enlace suficientemente correctas para formar una unidad de significado o proposición válida, son aisladas por lo que su utilidad se presume muy baja en el momento de plantearles una situación que involucre alguno de estos conceptos.

Este hecho permite suponer un proceso de olvido muy rápido del significado dado a los conceptos, sin lograr una asociación lo suficientemente fuerte, anclada a la estructura cognitiva, de tal forma que pueda ser aplicada correctamente en la vida profesional, un ejemplo claro se muestra en la Figura 56.



**Figura 56: Mapa Conceptual Inicial del Estudiante 100, con Estilo de Aprendizaje Multiestilo**

Este mapa conceptual muestra claramente las dificultades conceptuales del estudiante, como por el ejemplo el hecho de asociar las enzimas como moléculas que catalizan las reacciones de descomposición de alimentos, proposición parcialmente válida. El estudiante no tiene en cuenta, por ejemplo, su intervención en procesos anabólicos, síntesis de hormonas, ADN, entre muchas otras funciones, igualmente desconoce que algunas enzimas actúan regulando reacciones y no solamente acelerándolas, como parece entenderlo.

Este hecho ha sido estudiado por otros investigadores, quienes suponen que se puede atribuir a la enseñanza orientada a “entrenar” a los estudiantes para responder las pruebas evaluativas, haciendo énfasis en la memorización de nombres, reacciones y operaciones matemáticas para realizar cálculos, pero sin una integración conceptual que permita un aprendizaje duradero. Por tanto, se propone revisar la forma como se enseña, así como los contenidos utilizados para tal fin (Garófalo, Galagovsky, y Alonso, 2014).

Por otra parte, el estudiante construye una proposición relacionando azúcares y glúcidos, según parece, considera que los azúcares contienen glúcidos, cuando es aceptado que glúcidos es un término mucho más general que los azúcares, por tanto, lo esperado es que la proposición sea que dentro de los glúcidos se encuentran azúcares. Otro error claramente identificado es la relación simple de las proteínas con los alimentos, desconociendo que también se podían relacionar los glúcidos y los lípidos.

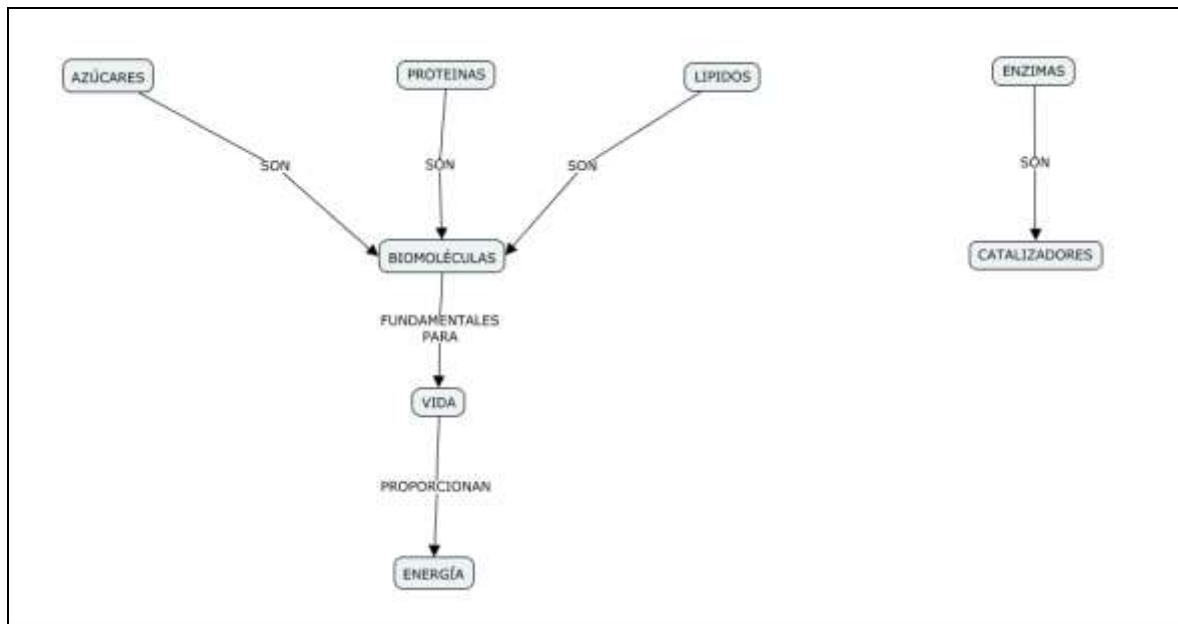


Figura 57: Mapa Conceptual Inicial del Estudiante No 96, con Estilo de Aprendizaje Activo

En el ejemplo de la Figura 57 se observa que el estudiante tiene jerarquizados los conceptos, sin embargo, la simpleza de las relaciones entre conceptos hace que el mapa conceptual cuente con una estructura poco compleja, evidenciando el poco conocimiento de los temas. Por ejemplo, a las proteínas, azúcares y los lípidos los considera como unas biomoléculas importantes para la vida por su producción de energía, mas no las integra con otros conceptos propuestos, ni otras funciones importantes. Igualmente, el concepto enzima solamente es asociado a su función catalítica, pero no es asociado a las proteínas.



En este sentido, Hernández, (2013) menciona que en general los estudiantes no tienen claro el concepto de nutrientes, lo confunden con alimento presente en un plato que se ingiere, evidenciando un claro desconocimiento de los conceptos carbohidratos, proteínas, lípidos, vitaminas y minerales presentes en los alimentos, en muchas ocasiones, los estudiantes no tienen claramente definidas las funciones de los nutrientes en el organismo. Este resultado muestra claramente que existen confusiones en los conceptos, evidenciando la necesidad de proponer soluciones en un proceso de enseñanza – aprendizaje contextualizado, donde se logre identificar las diversas correlaciones entre los conceptos químicos con el contexto empleado.

En términos generales, ningún estudiante, de los 102 que integran la población objeto de estudio, incluyó ejemplos u otros conceptos que se relacionaran, aspecto que supone el bajo anclaje de conceptos a la estructura cognitiva y por tanto un bajo nivel de aprendizaje significativo, por lo que difícilmente podrán utilizar los conceptos para dar respuesta a interrogantes en los que eventualmente requieran de su aplicación.

Este panorama inicial muestra que los mapas conceptuales elaborados por los estudiantes son simples, la escasa organización jerárquica se presenta sin relaciones lógicas entre los conceptos, son aislados, este resultado es similar a otros estudios, en los cuales afirman que estos mapas conceptuales iniciales, además de simples, permiten identificar las dificultades que tienen los estudiantes en el momento de explicarlos, notándose una alta inseguridad (González, Veloz, Rodríguez, Veloz, Guardián, y Ballester, 2012). En el Anexo 3 se muestran otros ejemplos de mapas conceptuales elaborados por los estudiantes.

#### **6.4.3. Análisis cuantitativo del mapa conceptual inicial pre-test.**

La utilización de la matriz evaluativa (Tabla 34) permite observar que la mayoría de estudiantes, independientemente del estilo de aprendizaje, se ubican en un valor de 2, gracias a la

baja complejidad de los mapas conceptuales, no incluyen todos los conceptos propuestos, algunas de las proposiciones no son válidas, incluyen otros conceptos pero elaboran mal las proposiciones, entre otros aspectos, en la Tabla 39 se muestran algunos resultados obtenidos.

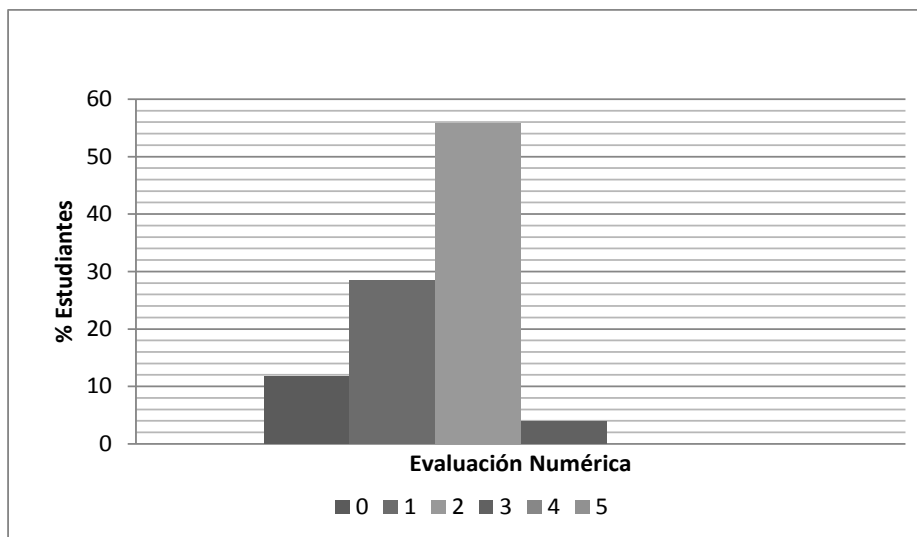
**Tabla 39: Ejemplos valoración del mapa conceptual pre-test**

Identificación estudiante	Estilo de aprendizaje	Puntuación total (PT)	Valoración (V)	Valor asignado según rango (VA)	Etiqueta
Estudiante 01	Multiestilo	95	5,0	2	S
Estudiante 02	Multiestilo	103	5,4	2	S
Estudiante 03	Multiestilo	64	3,4	1	I
Estudiante 04	Multiestilo	95	5,0	2	S
Estudiante 05	Multiestilo	28	1,5	0	MD
Estudiante 06	Multiestilo	74	3,9	1	I
Estudiante 07	Multiesilo	59	3,1	1	I
Estudiante 08	Multiestilo	54	2,8	1	I
Estudiante 09	Multiestilo	47	2,5	1	I
Estudiante 10	Activo	96	5,1	2	S
Estudiante 11	Activo	100	5,3	2	S
Estudiante 14	Reflexivo	78	4,1	1	I
Estudiante 38	Reflexivo	98	5,2	2	S
Estudiante 30	Teórico	95	5,0	2	S
Estudiante 31	Teórico	97	5,1	2	S
Estudiante 36	Pragmático	70	3,7	1	I
Estudiante 37	Pragmático	35	1,8	0	MD
Estudiante 65	Pragmático	98	5,2	2	S

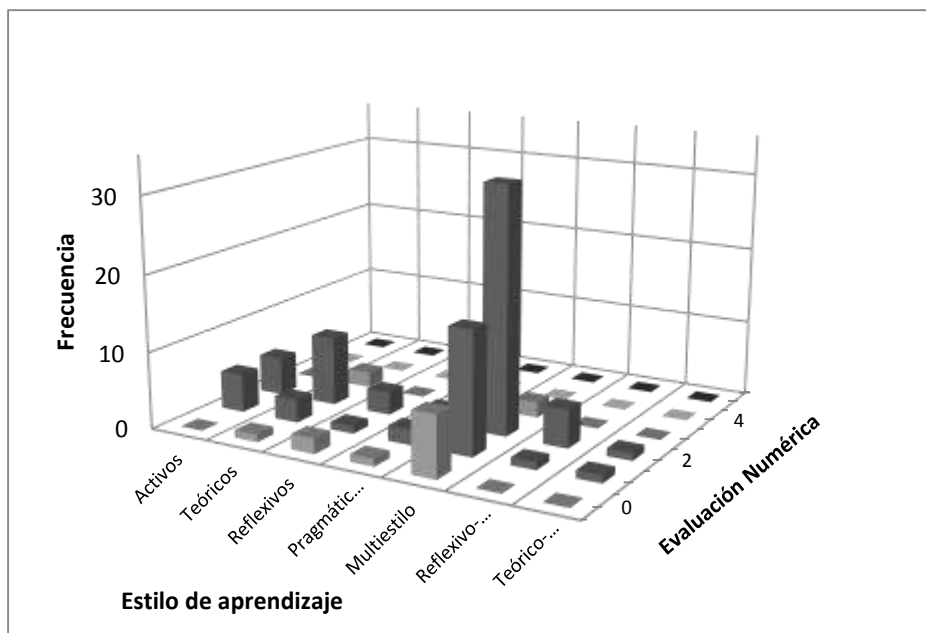
Nota: MD: Muy Deficiente, I: Insuficiente, S: Suficiente, B: Bueno, N: Notable, E: Excelente

En las Figuras 58 y 59 se observa un panorama general de la valoración obtenida en los mapas conceptuales iniciales por cada estilo de aprendizaje, se destaca el hecho que solamente algunos estudiantes con estilo de aprendizaje teórico y multiestilo, lograron obtener un resultado

de 3, sin ser unos mapas conceptuales lo suficientemente complejos para considerarlos como una representación de una estructura cognitiva aceptable para los temas tratados.



**Figura 58: Distribución Porcentual de la Evaluación, Mapa Conceptual Inicial.**



**Figura 59: Evaluación General del Mapa Conceptual Inicial, Frecuencia-Estilo de Aprendizaje -Valoración.**

Por otra parte, con el fin de determinar si existe alguna correlación entre los estilos de aprendizaje y la valoración asignada al mapa conceptual, se utiliza el paquete estadístico SPSS, en este sentido, es importante aclarar que las variables estilos de aprendizaje y valor numérico

asociados a la construcción del mapa conceptual, se clasifican como nominales y ordinales respectivamente.

Una variable nominal es aquella que utiliza nombres para establecer categorías con la condición de que cada dato pertenezca única y exclusivamente a una de estas categorías, donde los datos son agrupaciones no ordenados; por su parte, la variable ordinal hace referencia a una escala ordenada, puede ser numérica pero no implica que se pueda definir una distancia entre los valores (Llinás y Rojas, 2005). Bajo estas características los estilos de aprendizaje cuentan con categorías donde los estudiantes objeto de estudio hacen parte de alguna de ellas, en tanto que, la nota asignada al mapa conceptual es una escala ordinal que tiene valores numéricos definiendo así un orden de construcción conceptual o aprendizaje significativo.

Se utiliza el análisis de regresión ordinal, para permitir dar forma a la dependencia de una respuesta de la variable ordinal (Nota) sobre un conjunto de predictores que puede ser una variable nominal (Estilos de aprendizaje), las cuales pueden actuar como cofactores o covariables.

Para aplicar el análisis estadístico de regresión ordinal es necesario asignar un número a cada estilo de aprendizaje Tabla 40, con el fin de facilitar el cálculo en el programa SPSS.

**Tabla 40 : Codificación de los Estilos de Aprendizaje para el Análisis Correlacional.**

Estilo de Aprendizaje	Identificación Numérica
Multiestilo	1
Reflexivo	2
Teórico	3
Pragmático	4
Activo	5

Fuente: autor

Con la aplicación de la correlación ordinal, es posible identificar el nivel de discrepancia entre las frecuencias observadas y esperadas; de esta manera, mediante el estadístico Chi-cuadrado de Pearson se determina la existencia o inexistencia de asociación entre variables (Salafranca, Sierra, Nuñez, Solanas, y Leiva, 2005), en las Tablas 41 y 42 se presentan los resultados estadísticos para los estilos de aprendizaje y la nota obtenida en el mapa conceptual inicial.

**Tabla 41 : Resumen de los Datos Analizados.**

Variable	Valor	Número de datos N	Porcentaje marginal
<b>Nota</b>	0,0	12	11,8 %
	1,0	29	28,4 %
	2,0	57	55,9 %
	3,0	4	3,9 %
<b>Estilo</b>	1,0	65	63,7 %
	2,0	10	9,8 %
	3,0	6	5,9 %
	4,0	16	15,7 %
	5,0	5	4,9 %
<b>Válidos</b>		102	100 %
<b>Perdidos</b>		1	
<b>Total</b>		103	

Fuente: Autor, programa estadístico SPSS

**Tabla 42 : Ajuste Estadístico de los Modelos, Coeficiente Chi-cuadrado**

Modelo	-2 log de la verosimilitud	Chi-cuadrado	Grados de libertad (gl)	Significancia
<b>Solo intersección</b>	39,600			
<b>Final</b>	36,565	3,035	4	0,552

Fuente: autor, programa estadístico SPSS

Se presume que existe una correlación estadística cuando el valor de Chi cuadrado se aproxima a cero, al no presentarse esta condición, se puede afirmar que entre los estilos de

aprendizaje y los conceptos iniciales de los estudiantes, valorados a través del mapa conceptual, no existe correlación estadística.

Otro indicador estadístico para determinar correlaciones son los valores de  $\tau$  de Kendall y  $\rho$  de Spearman, los resultados de la aplicación estadística para estos coeficientes se encuentran en la Tabla 43.

**Tabla 43 : Correlación No Paramétrica Estilo de Aprendizaje vs. Valor Evaluativo del mapa Conceptual Inicial.**

Estadístico	Variable	Parámetro	Estilo	Nota
<b>Tau_b de Kendall</b>	Estilo	Coefficiente de correlación	1,000	-0,026
		Significancia (bilateral)		0,768
		Número de datos (N)	102	102
	Nota	Coefficiente de correlación	-0,026	1,000
		Significancia (bilateral)	0,768	
		Número de datos (N)	102	102
<b>Rho de Spearman</b>	Estilo	Coefficiente de correlación	1,000	-0,028
		Significancia (bilateral)		0,778
		Número de datos (N)	102	102
	Nota	Coefficiente de correlación	-0,028	1,000
		Significancia (bilateral)	0,778	
		Número de datos (N)	102	102

Fuente: autor, programa estadístico SPSS

El estadístico Tau-b de Kendall toma valores entre -1 y 1, los cuales indican concordancia o discordancia perfecta y valores próximos a 0 indican ausencia de asociación (Álvarez, 2006), en el caso de los datos obtenidos con el mapa conceptual y el valor numérico asignado, se encuentra como resultado del estadístico Tau-b de Kendall un valor de -0,026 (Tabla 43),

indicando la ausencia de asociación entre el estilo de aprendizaje y los conceptos iniciales que tienen los estudiantes.

De la misma manera, el coeficiente de correlación Rho de Spearman que indica el nivel de concordancia entre series de datos, muestra un resultado de  $-0,028$  y una significancia de  $0,778 > 0,05$ , valor muy cercano a cero, lo cual indica que no existe asociación entre las variables estudiadas (Henry y Dicovskyi, 2007).

Igualmente, al calcular el coeficiente de correlación de Pearson (Tabla 44) , tampoco se observa una correlación fuerte entre las variables analizadas, ya que el valor obtenido es muy cercano a cero ( $-0.027$ ), cuando lo es perado es que se aproxime a 1 o -1.

**Tabla 44 : Correlación de Pearson Estilo de Aprendizaje vs. Valor Evaluativo del Mapa Conceptual Inicial.**

Variable	Estadístico	Estilo	Nota
<b>Estilo</b>	Correlación de Pearson	1,000	-0,027
	Significancia (bilateral)		0,785
	Número de datos (N)	102	102
<b>Nota</b>	Correlación de Pearson	-0,027	1,000
	Significancia (bilateral)	0,785	
	Número de datos (N)	102	102

Fuente: autor, programa estadístico SPSS

Los resultados de los coeficientes de correlación de Chi cuadrado,  $\tau - b$ - de Kendall,  $\rho$  de Spearman y Pearson, muestran que las variables estilo de aprendizaje y valoración del mapa conceptual inicial son independientes, lo cual permite suponer que en general todos los estudiantes inician el proceso en las mismas condiciones estructurales cognitivas, es decir con un bajo nivel de aprendizaje significativo.

Para confirmar los resultados anteriores, se calcula el coeficiente de Wilcoxon, a fin de determinar el grado de la asociación entre una variable de escala nominal y una escala ordinal (Sierra, 1985), en la Tabla 45 se presentan los resultados obtenidos para el coeficiente.

**Tabla 45 : Coeficiente de Wilcoxon, Grado de Asociación Etilos de Aprendizaje - Conceptos Iniciales, según Mapa Conceptual Inicial.**

COMPARACIÓN	FRECUENCIA DERECHA (FD)	FRECUENCIA IZQUIERDA (FI)	DIFERENCIA
MULTIESTILO/ACTIVO	390	59	331
MULTIESTILO/REFLEXIVO	160	101	59
MULTIESTILO/TEÓRICO	329	311	18
MULTIESTILO/PRAGMÁTICO	171	57	114
MULTIESTILO/REFLEXIVO-TEÓRICO	18	168	-150
MULTIESTILO/REFLEXIVO-TEÓRICO-PRAGMÁTICO	0	39	-39
MULTIESTILO/TEÓRICO-PRAGMÁTICO	18	51	-33
ACTIVO/REFLEXIVO	13	33	-20
ACTIVO/TEÓRICO	23	104	-81
ACTIVO/PRAGMÁTICO	20	20	0
ACTIVO/REFLEXIVO-TEÓRICO	0	47	-47
ACTIVO/REFLEXIVO-TEÓRICO-PRAGMÁTICO	0	10	-10
ACTIVO/TEÓRICO-PRAGMÁTICO	0	17	-17
REFLEXIVO/TEÓRICO	29	42	-13
REFLEXIVO/PRAGMÁTICO	16	8	8
REFLEXIVO/REFLEXIVO-TEÓRICO	2	19	-17
REFLEXIVO/REFLEXIVO-TEÓRICO-PRAGMÁTICO	0	4	-4
REFLEXIVO/TEÓRICO-PRAGMÁTICO	2	7	-5
TEÓRICO/PRAGMÁTICO	47	17	30
TEÓRICO/REFLEXIVO-TEÓRICO	6	45	-39
TEÓRICO/REFLEXIVO-TEÓRICO-PRAGMÁTICO	0	10	-10
TEÓRICO/TEÓRICO-PRAGMÁTICO	6	15	-9



PRAGMÁTICO/REFLEXIVO-TEÓRICO	1	19	-18
PRAGMÁTICO/REFLEXIVO-TEÓRICO- PRAGMÁTICO	0	4	-4
PRAGMÁTICO/TEÓRICO-PRAGMÁTICO	1	7	-6
REFLEXIVO-TEÓRICO/REFLEXIVO- TEÓRICO-PRAGMÁTICO	0	1	-1
REFLEXIVO-TEÓRICO/TEÓRICO- PRAGMÁTICO	4	1	3
REFLEXIVO-TEÓRICO- PRAGMÁTICO/TEÓRICO-PRAGMÁTICO	1	0	1
SUMA			41
TOTAL DE COMPARACIONES			3351
<b>COEFICIENTE DE WILCOXSON</b>			<b>0,01</b>

Fuente: autor

Con el fin de ser más específicos en la determinación del coeficiente, el grupo de estudiantes que integran la categoría de multiestilo, se amplió a las diferentes posibilidades de combinación entre estilos de aprendizaje, el resultado obtenido se puede interpretar como un bajo nivel de asociación entre las variables.

Los resultados estadísticos obtenidos permiten suponer una baja o ninguna relación entre el estilo de aprendizaje y el valor inicial obtenido en el mapa conceptual planteado como pre-test, gracias a que los conceptos utilizados por los estudiantes para organizar los mapas conceptuales asociados a la bioquímica se presentan muy aislados en la estructura cognitiva, lo cual implica una falta de claridad en la organización de proposiciones y por tanto, mala articulación de los conceptos con situaciones de la vida diaria, por esta razón, es importante la mediación del profesor para realizar una intervención, la cual incluye una regulación mediante el uso de la evaluación continua y una retroalimentación que permita verificar los aspectos no aprendidos (Trujillo y Auduriz, 2002).

## **6.5. Análisis del pos-test, mapa conceptual final**

En este capítulo se analiza el pos-test a fin de identificar la posible evolución en la estructura conceptual de los estudiantes después de aplicadas las actividades en el aula, se esperan cambios como la inclusión de nuevos conceptos integrados en la estructura, las relaciones y las proposiciones asociadas a las proteínas, glúcidos y lípidos, mediante comparación con los mapas conceptuales iniciales.

En primera instancia se presenta una visión cualitativa, donde predomina el análisis comparativo de los mapas conceptuales finales e iniciales, posteriormente se realiza un análisis cuantitativo, en el que se utilizan herramientas estadísticas a fin de identificar la influencia del modelo de resolución de problemas sobre el aprendizaje significativo, en función de los estilos de aprendizaje.

### **6.5.1. Análisis cualitativo del mapa conceptual final pos-test.**

El uso de un mapa conceptual final donde se proponen los mismos 21 conceptos (Anexo 2) del pre-test, integran las temáticas trabajadas en la intervención y pretenden dar respuesta al problema integrador se evalúa de la misma manera que el mapa conceptual inicial, se identifican conceptos, palabras conectoras, proposiciones, relaciones cruzadas, errores de comprensión o errores conceptuales (Novak y Gowin, 1984; Rey, 2008).

En general, los mapas conceptuales finales desarrollados por los estudiantes, parecen mostrar una mayor complejidad que los iniciales, evidenciado por el número de relaciones, conceptos y proposiciones planteadas, es así como en la Figura 60 se presenta un ejemplo de mapa conceptual elaborado por un estudiante con estilo de aprendizaje multiestilo.

Sorprende que el mapa conceptual contiene la mayoría de conceptos propuestos por el profesor, excepto: péptidos, respiración celular, colesterol, glúcidos, azúcares reductores y fibra,

por lo que es necesario realizar un análisis más profundo para determinar las causas por las cuales el estudiante las omite.

No obstante, la estructura cognitiva representada en el mapa conceptual, permite suponer una evolución positiva en su estructura cognitiva, por lo tanto un aprendizaje significativo, gracias a las proposiciones planteadas, los conceptos utilizados y la estructura jerárquica propuesta por el estudiante, se asume que este resultado se logra gracias a las actividades planteadas en la estrategia didáctica, con las cuales se logró una intencionalidad en los estudiantes por relacionar los nuevos conceptos con los ya existentes, efecto que algunos autores asumen como una implicación afectiva al establecer dichas relaciones (Castillo, Ramírez, y González, 2013) .

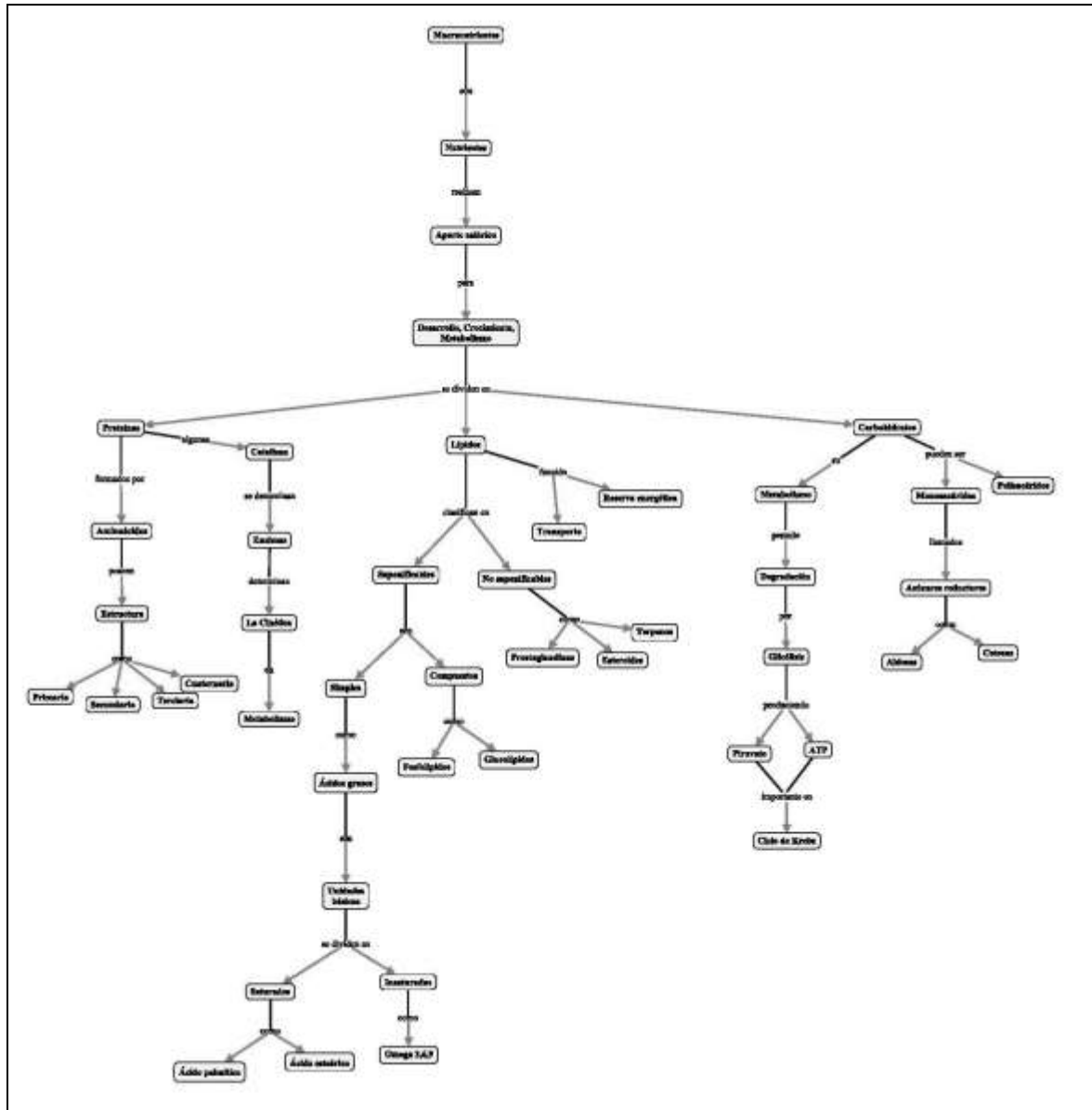


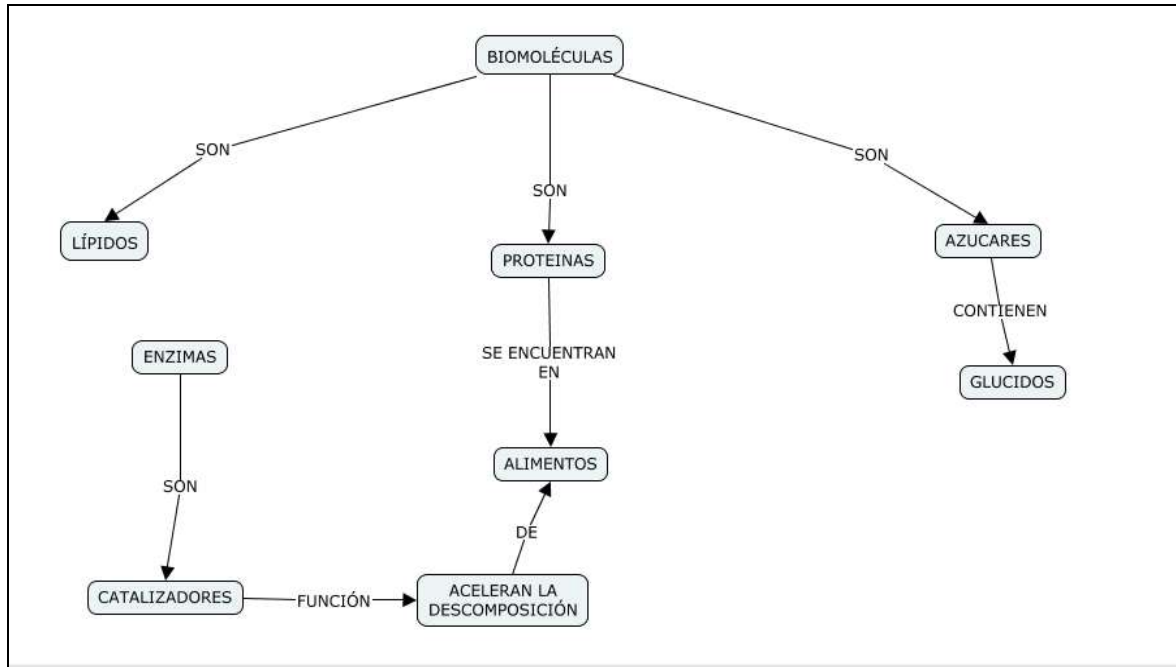
Figura 60: Mapa conceptual final del estudiante 100, estilo de aprendizaje multiestilo

Se pueden proponer diferentes razones por las cuales el estudiante no incluye los conceptos antes mencionados, por ejemplo, podría suponerse que el estudiante aún tiene dificultades para relacionarlos correctamente en su estructura cognitiva, debido a que no se ha entendido claramente, por lo tanto, se requiere mayor trabajo en la construcción de dichos conceptos para lograr un aprendizaje significativo, para ello se deben realizar actividades diferentes a las aplicadas en esta investigación, focalizadas en dichos conceptos.

Por otro lado, podría suponerse que es un simple olvido, pero efectivamente el estudiante es capaz de incluir en la estructura cognitiva los conceptos, elaborando proposiciones válidas, por lo tanto, para descartar una u otra posibilidad es necesario indagar mediante otra actividad enfocada a descartar alguna de estas posibilidades, por ejemplo la elaboración de un nuevo mapa conceptual circunscrito a estos conceptos.

Se destaca el uso de una gran cantidad de conceptos no propuestos por el profesor, pero que fueron analizados por los estudiantes a lo largo de las actividades desarrolladas en clase, algunos de ellos son: Macronutrientes, estructura primaria, secundaria, terciaria, cuaternaria, enzimas, piruvato, ATP, vinculándolas con palabras o frases conectoras bien estructuradas, generando proposiciones válidas, esta tendencia evidencia el logro de la estrategia didáctica, la cual, algunos autores consideran que debe motivar a los estudiantes para lograr su aprendizaje, estimular a la consulta y análisis de textos y favorecer la aplicación de los conceptos a las situaciones problema (Blanco, Hedrera, Dal Maso, y Orelli, 2008).

Al comparar con la prueba pre-test (figura 61), se observa claramente una notable evolución en su estructura cognitiva, en la cual incluye conceptos subordinados a las proteínas, lípidos y glúcidos, el concepto enzimas pasó de ser supraordenado y desvinculado de las proteínas a un concepto subordinado a las proteínas formando una proposición válida, igualmente incluye diversos conceptos subordinados a los lípidos formando proposiciones válidas, las cuales no existían en la propuesta inicial, reorganizó la proposición errada, en la que ubicaba el concepto glúcidos como subordinado de los azúcares, cuando son los azúcares subordinados a los glúcidos.



**Figura 61:** Mapa conceptual inicial del estudiante 100, con estilo de aprendizaje multiestilo

A pesar de la evolución cognitiva que supone un aprendizaje significativo, se perciben algunos errores conceptuales, como es el caso de la proposición “carbohidratos pueden ser monosacáridos, llamados azúcares reductores”, indicando que solamente son azúcares reductores los monosacáridos, cuando lo realmente válido es que todos los monosacáridos son reductores, pero algunos disacáridos y polisacáridos pueden ser reductores, siempre que el grupo  $-OH$  en posición  $\alpha$  esté libre.

Otro aspecto a resaltar es el bajo número de relaciones cruzadas entre proposiciones, teniendo en cuenta que las proteínas, lípidos y glúcidos cuentan con puntos comunes en la ruta metabólica, especialmente en el ciclo de Krebs donde llegan transformados para producir energía, sin embargo, parece que el estudiante adjudica este ciclo únicamente a los carbohidratos.

Otro punto de encuentro puede ser en el concepto de enzimas, moléculas que controlan las reacciones bioquímicas, pero que el estudiante solamente las menciona como un tipo de proteína que cataliza reacciones, proposición válida pero aislada.



En este mapa conceptual se observa que el estudiante utiliza la mayoría de conceptos propuestos, excepto cinética y fosfolípidos, incluye otros nuevos, lo cual supone una evolución positiva de su estructura cognitiva, sin embargo, probablemente falta realizar algunas actividades complementarias que le permita incorporar los conceptos faltantes en su estructura cognitiva.

Se resalta el hecho que el estudiante elabora relaciones cruzadas entre los conceptos de proteínas, lípidos y carbohidratos, al vincularlos en el proceso de aporte calórico como moléculas que brindan energía. Esta relación cruzada genera una proposición válida mostrando una evolución en el aprendizaje de dichos conceptos.

Comparando con el mapa conceptual inicial elaborado por el estudiante (Figura 63), se observa claramente que las actividades realizadas le permitieron evolucionar en el aprendizaje, evidenciado por la inclusión de conceptos en la estructura cognitiva y la elaboración de proposiciones válidas.

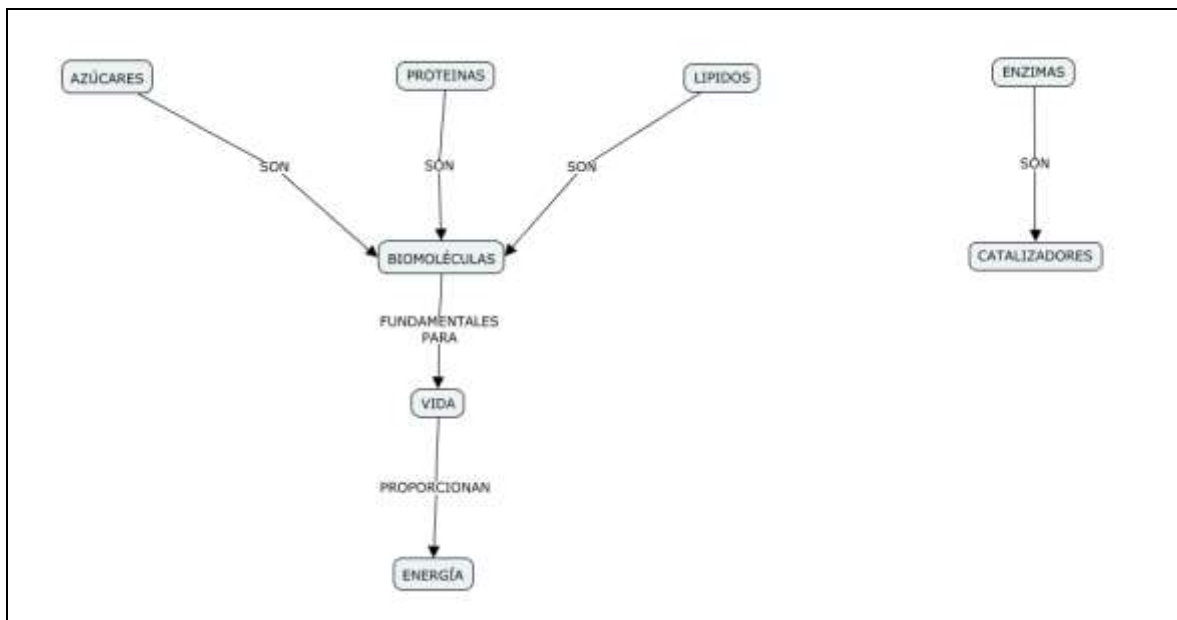


Figura 63: Mapa conceptual inicial del estudiante 96, con estilo de aprendizaje activo

El mapa conceptual inicial muestra una estructura cognitiva muy simple, con conceptos separados como es el caso de las enzimas, pero después de la intervención se observa una



reconciliación integradora, en la que el concepto de enzimas es incluido en el mapa conceptual como parte de las funciones de las proteínas, o como moléculas que ayudan a sintetizar las proteínas a partir de los aminoácidos.

La mayor complejidad del mapa conceptual final permite suponer que el estudiante ha evolucionado en su proceso de aprendizaje, incluye conceptos nuevos, genera un mapa conceptual de mayor dimensión, más refinado, con un mayor número de proposiciones y con una mayor claridad conceptual.

Sin embargo, a pesar de la evidente evolución, se observan algunos errores conceptuales, que emergen como punto de partida para el diseño de nuevas actividades encaminadas a solucionar estas dificultades, un ejemplo se observa cuando elabora la proposición: “glúcidos son la unión de carbohidratos, los cuales forman péptidos”, cuando los péptidos están referidos a la unión de aminoácidos mediante el enlace peptídico entre el grupo amino y el grupo  $\alpha$  ácido.

Otro error conceptual es cuando el estudiante menciona que los disacáridos y polisacáridos son azúcares no reductores, cuando la característica reductora se debe al grupo –OH en la posición  $\alpha$  del carbohidrato, el cual al formar un enlace, evita que se produzcan las reacciones típicas de oxidación reducción propias de los carbohidratos reductores.

Otro ejemplo de mapa conceptual es el elaborado por un estudiante con estilo de aprendizaje teórico (Figura 64), para quien el concepto principal supraordenado, del cual se desprenden todos los conceptos, es la Bioquímica, enmarcada en el estudio de la composición química y biológica de los seres vivos partiendo de la célula, esta proposición inicial muestra la intención de integrar dos ciencias, muchas veces separadas pero que realmente son complementarias, por esta razón, se resalta este intento por rescatar dicha sinergia, indicando que el ejercicio realizado en el aula pareciera haber despertado la inquietud de interrelacionar

conceptos químicos con otras áreas del conocimiento, resultado similar al obtenido por (Aguilar, Cid, y Cid, 2013), quienes plantean diferentes actividades para la enseñanza de la bioquímica, encontrando que los estudiantes al enfrentarse a problemas reales, cuestionan, debaten, y buscan asesoría, aún por fuera de las horas de clase, contribuyendo a la construcción de su conocimiento.

En el mapa conceptual se observa el uso de los conceptos propuestos por el profesor, sin embargo no incluye varios de ellos como es el caso de: Cinética, Respiración celular, ácidos grasos saturados, Ácidos grasos insaturados, fosfolípidos, colesterol, aporte calórico, azúcares no reductores y fibra.

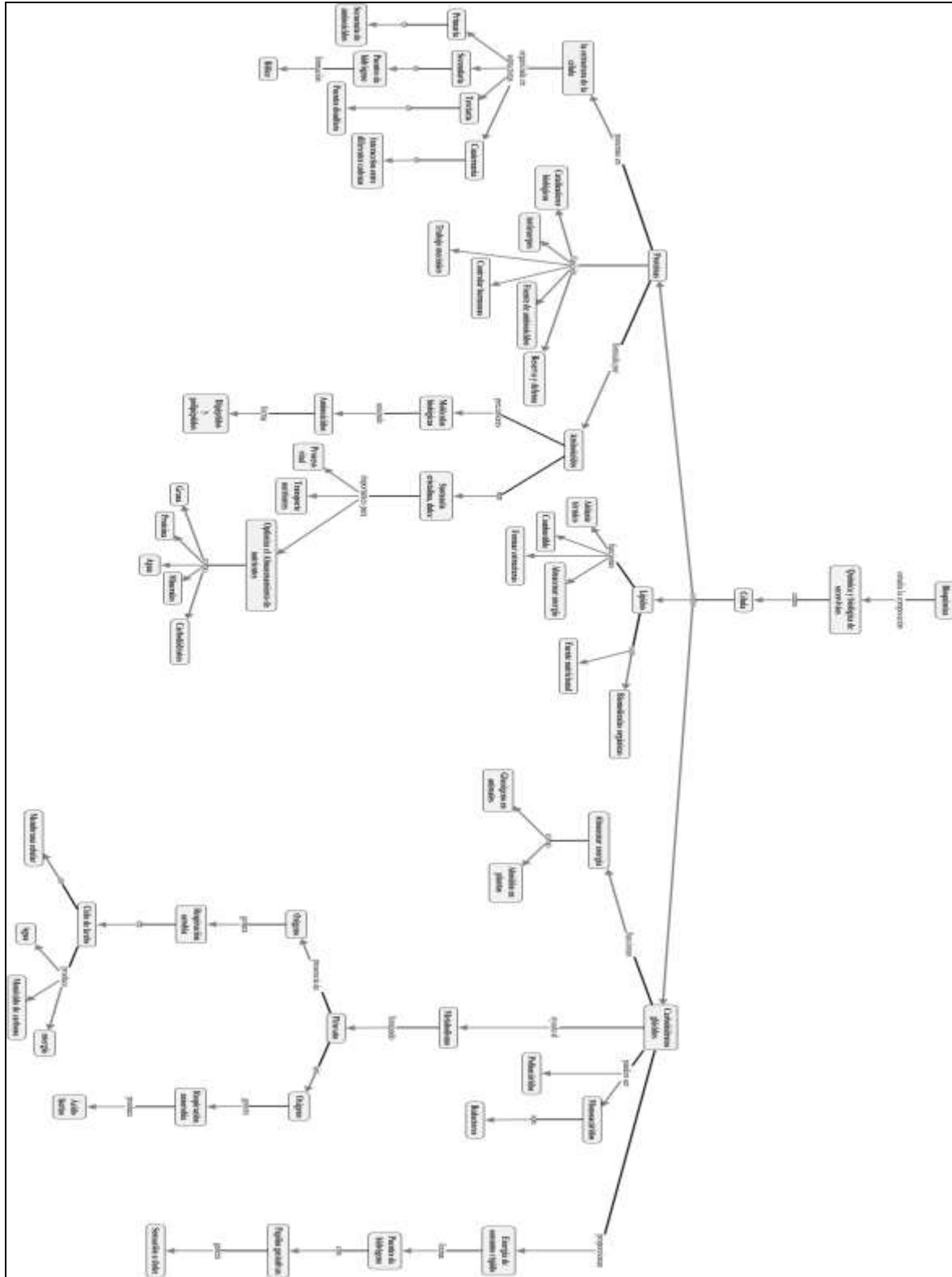


Figura 64: Mapa conceptual final del estudiante 27, estilo de aprendizaje teórico

Las razones por las cuales el estudiante no incluyó casi la mitad de los conceptos propuestos por el profesor, son difíciles de conocer a menos que se realice una indagación particular y directa con el estudiante, para verificar la eficacia de las actividades realizadas en el aula, así como las actitudes y fenómenos que rodearon el proceso del estudiante, como factores sociales, familiares etc.

Otra razón para no incluir los conceptos en el mapa conceptual puede ser netamente cognitivo, se supone entonces que aún persisten las dificultades en el proceso de construcción de dichos conceptos, como consecuencia, se deben planear nuevamente algunas actividades enfocadas a lograr el aprendizaje significativo de dichos conceptos.

A pesar de estas observaciones, al comparar con el mapa conceptual inicial (Figura 65), se observa claramente una gran evolución de la estructura cognitiva, los conceptos aislados, sin relación y las proposiciones no válidas presentadas antes de las actividades en clase, fueron integradas a la nueva estructura cognitiva con formación de proposiciones válidas.

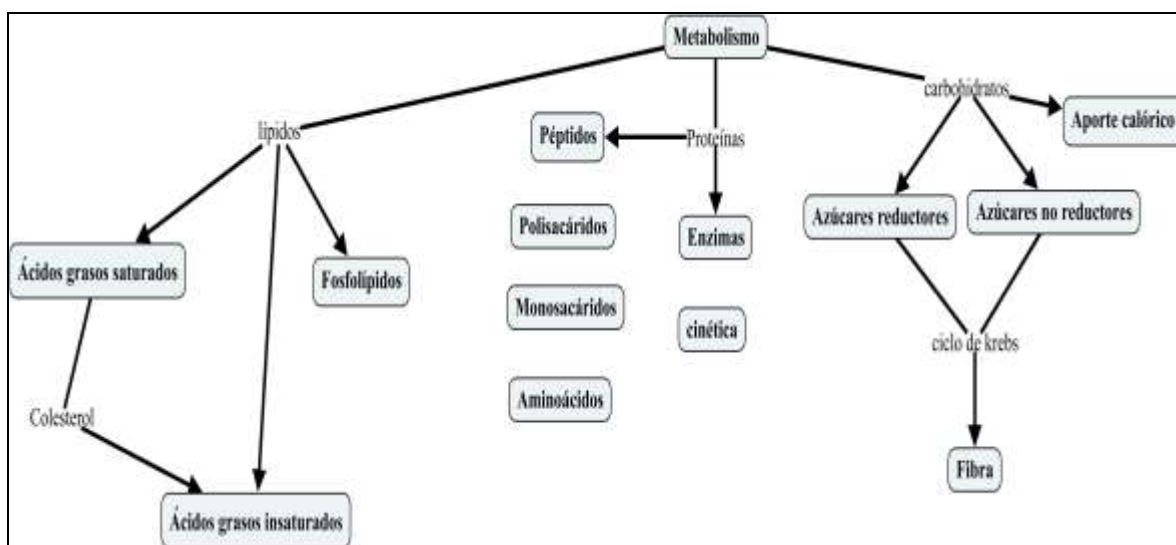


Figura 65: Mapa conceptual inicial del estudiante 27, con estilo de aprendizaje teórico

En este mapa conceptual es claro que existen conceptos pero sin una estructura jerárquica coherente, a tal punto que aminoácidos, monosacáridos, y polisacáridos no están relacionados con otros conceptos, aspecto que en el mapa conceptual final (pos-test) ya se encuentran vinculados como clasificación de los carbohidratos, y los aminoácidos igualmente vinculados como moléculas precursoras de las proteínas.

Se destaca la claridad conceptual lograda en algunos aspectos como es el caso del concepto proteínas, ubicado como supraordenado, del cual elabora unas proposiciones válidas, organizadas y jerarquizadas, como es el caso de la proposición en la que referencia su presencia en la célula y que está organizada en cuatro estructuras.

Frente al tema de producción de energía, el estudiante lo atribuye a los lípidos y carbohidratos, excluyendo las proteínas, sin embargo no propone una relación cruzada entre los lípidos y carbohidratos a través del ciclo de Krebs, reforzando así la necesidad de desarrollar otras actividades anexas para profundizar aún más en los conceptos y mejorar el aprendizaje, lo cual seguramente lleva a una mayor complejidad del mapa conceptual, indicador de un aprendizaje significativo, donde la articulación de conceptos sea claramente visible.

En la Figura 66 se observa el mapa conceptual elaborado por un estudiante con estilo de aprendizaje reflexivo, en el que presenta aspectos similares a los anteriores, no utiliza algunos de los conceptos propuestos por el profesor, pero incorpora nuevos, en este caso, no incluye los conceptos de cinética, Fosfolípidos, colesterol, Aporte calórico, Azúcares reductores y no reductores, monosacáridos, polisacáridos y fibra,

Algunos de los conceptos antes mencionados son repetitivos en la mayoría de mapas conceptuales finales especialmente los conceptos de fibra y cinética, así como también es importante mencionar que, si bien algunos conceptos no son mencionados por el estudiante,

parecen estar tácitos al incorporar nuevos conceptos, es el caso de “aporte calórico” el cual no se incluye en el mapa conceptual pero parece estar tácito cuando elabora la proposición :”Acetil CoA entra al ciclo de Krebs, produce por coenzimas 36 a 38 ATP para producir energía”, proposición vinculada jerárquicamente a los glúcidos, lípidos, proteínas y ácidos nucleicos, sin embargo, se requiere indagar más en la estructura cognitiva del estudiante para tener la certeza de ello.

En este ejemplo se destaca el uso de conceptos nuevos como Catabolismo, anabolismo, fermentación, ATP y ácidos nucleicos, entre muchos otros, estructurados jerárquicamente y formando proposiciones válidas.

Un aspecto importante de este mapa conceptual es que el estudiante logra elaborar relaciones cruzadas válidas entre conceptos y proposiciones, es el caso de la relación cruzada entre “ácidos nucleicos y glucólisis luego de la formación de pentosas en una hidrólisis de los ácidos”, o la incorporación del “esqueleto carbonado de las proteínas en acetil coenzima A, como un proceso previo al ingreso del piruvato al ciclo de Krebs, para llevar estas reacciones a la producción de energía, agua y  $\text{CO}_2$  “, por lo que muestra un aprendizaje significativo de los conceptos tratados en las actividades de clase.



La evolución cognitiva es clara al comparar con el mapa conceptual inicial (prueba pre-test), presentada en la Figura 67.

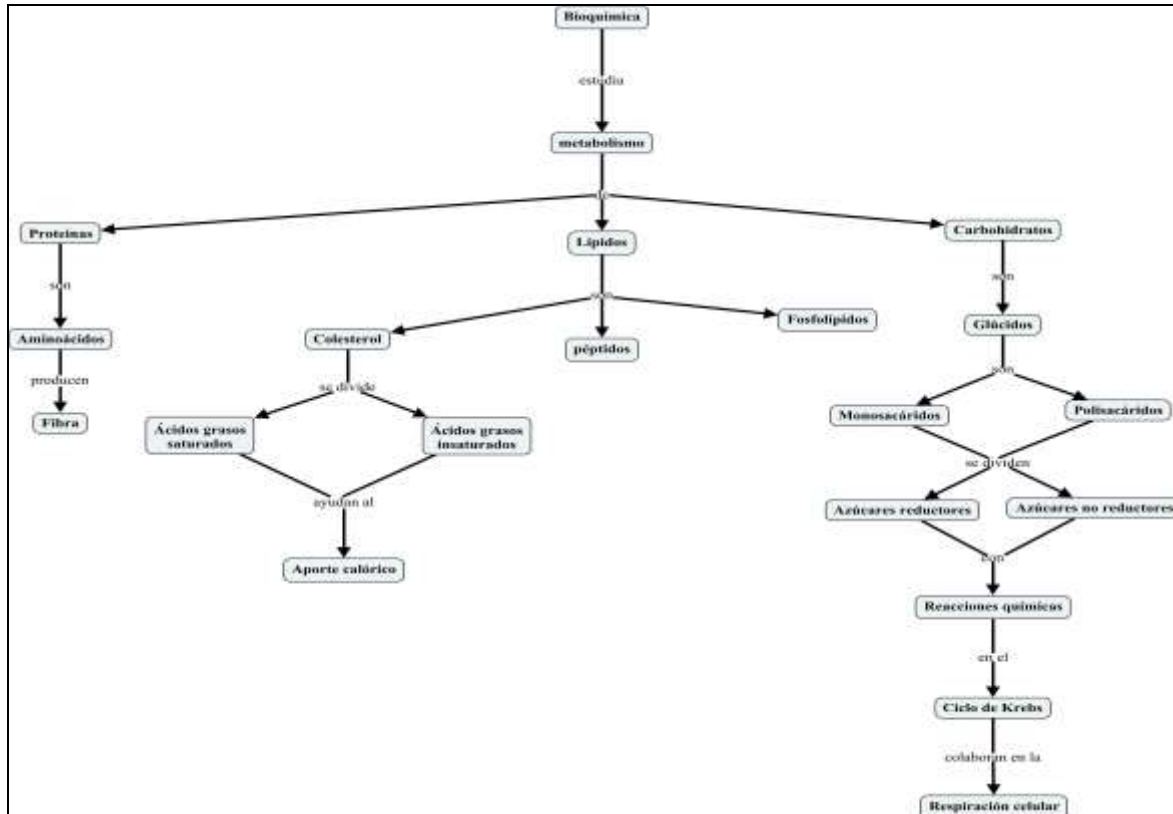


Figura 67: Mapa conceptual inicial del estudiante 98, con estilo de aprendizaje reflexivo

En este mapa conceptual inicial son claros muchos errores conceptuales, es un mapa con una estructura poco compleja, sin relaciones cruzadas y con algunas proposiciones no válidas, entre los errores conceptuales más importantes está la idea de que la fibra se produce gracias a los aminoácidos, cuando la fibra, en general, son polisacáridos de gran tamaño, no digeridos por el organismo, otro error conceptual es mencionar que los monosacáridos se dividen en azúcares reductores y no reductores, cuando lo real es que todos los monosacáridos son reductores.



El mapa conceptual final muestra avances significativos en el aprendizaje, por lo que al continuar desarrollando actividades que estén acordes a las expectativas del estudiante, seguramente logrará profundizar aún más en el proceso, en lo posible las actividades deben diseñarse de acuerdo con el paso a seguir en el proceso de aprendizaje, en tal caso si por ejemplo se mantiene un curso escolarizado con la orientación de un profesor, este debe conocer estos resultados, para actuar en consecuencia, pero debe ser el alumno quien reconozca sus fortalezas y debilidades para planear su aprendizaje.

Por otra parte, en la Figura 68 se muestra un mapa conceptual elaborado por un estudiante con estilo de aprendizaje pragmático.

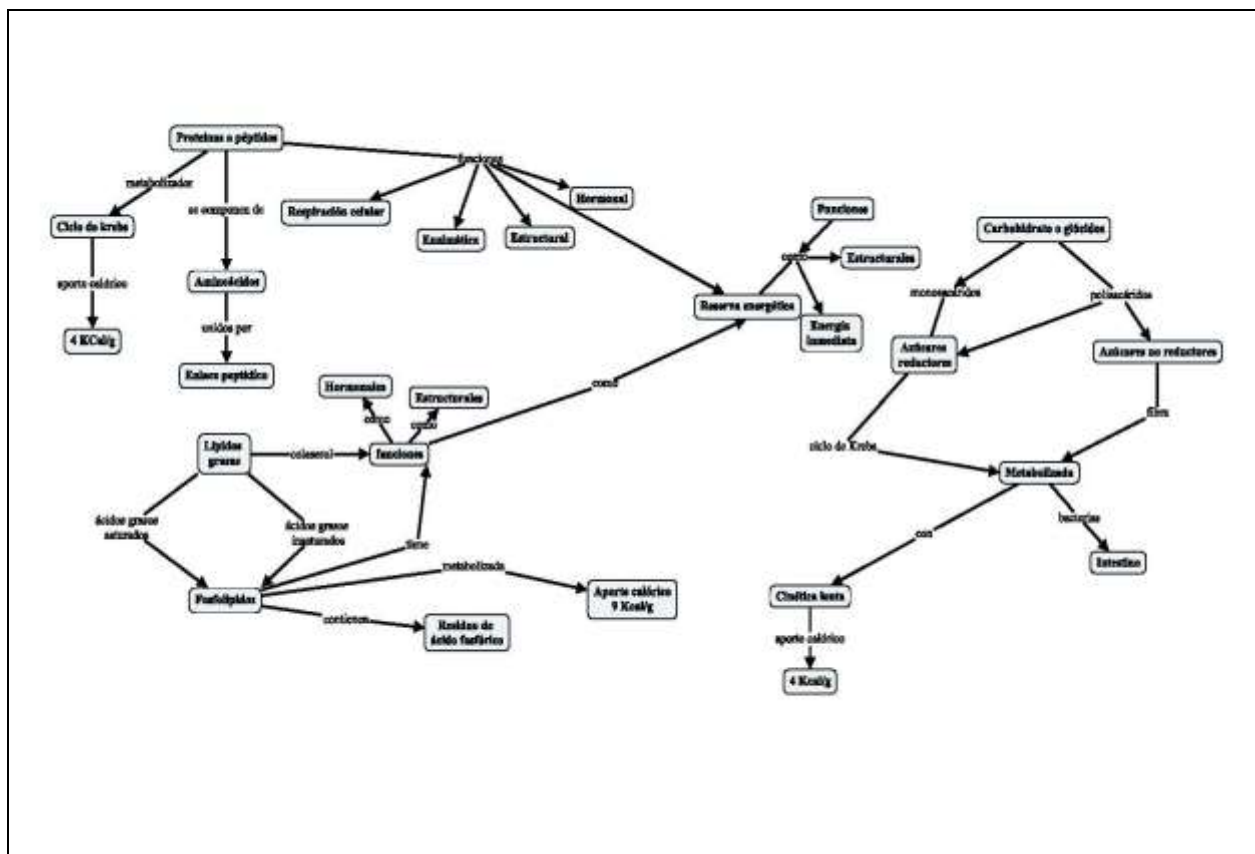


Figura 68: Mapa conceptual final del estudiante 90, estilo de aprendizaje pragmático

El mapa conceptual elaborado por el estudiante incluye todos los conceptos propuestos por el profesor, sin embargo, no cuenta con una organización jerárquica que permita identificar relaciones entre conceptos de forma clara, llevando inclusive a confusiones por la falta de conectores entre conceptos, razones por las cuales no se puede considerar como mapa conceptual válido.

Existen proposiciones realizadas por el estudiante en las cuales se revelan algunos errores conceptuales, por ejemplo la proposición donde considera que “las proteínas tienen como función la reserva energética representada como estructural”, o proposiciones confusas como que “las proteínas tienen la función de la respiración celular”, o que “los ácidos grasos saturados e insaturados son fosfolípidos”.

Los intentos por plantear relaciones cruzadas hacen que se genere mayor confusión en la verbalización del conocimiento del estudiante, un ejemplo claro es el concepto de reserva energética incluyéndola en la proposición “función de las proteínas o péptidos con la función de los lípidos, grasas o colesterol en forma de estructura o energía inmediata”. En esta proposición, no es claro si el estudiante asume que las proteínas y los lípidos generan energía cuando hacen parte de una estructura o al formarla, y no se entiende como está asumiendo el término “energía inmediata”.

Los aspectos antes mencionados hacen suponer que para este estudiante es baja la eficacia de las actividades realizadas en el aula, siendo un indicativo parcial de un bajo logro en el aprendizaje significativo de conceptos. En este caso particular es necesario replantear las actividades en clase y diseñar unas nuevas para favorecer el aprendizaje, se recomienda indagar con mayor profundidad los aspectos que afectaron el proceso del estudiante y proponer

soluciones al respecto, este trabajo se debe realizar conjuntamente con el estudiante, ya que pueden ser variables no controladas en este estudio que afectaron el proceso.

Para observar con mayor claridad los efectos de las actividades realizadas en la clase, en la estructura cognitiva del estudiante, se compara con el mapa conceptual inicial presentado en la Figura 69.

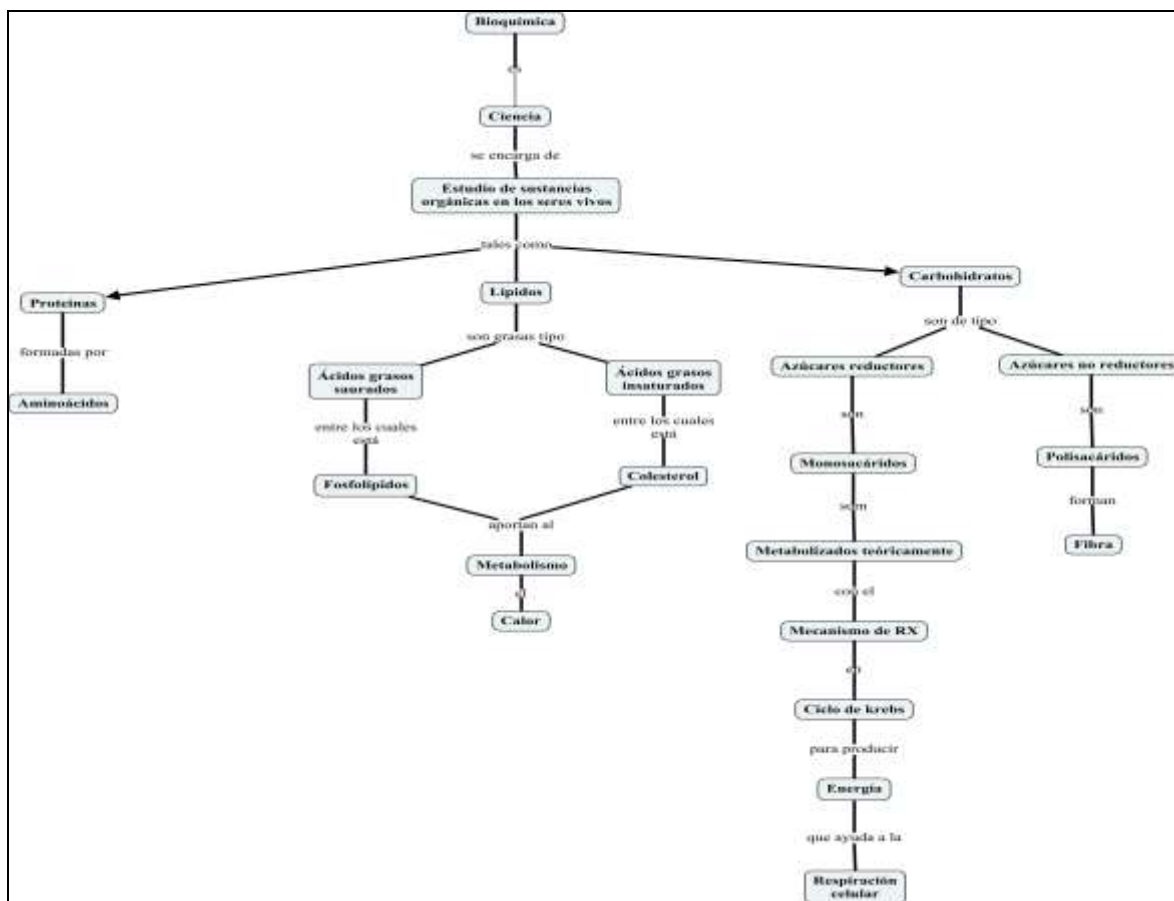


Figura 69: Mapa conceptual inicial del estudiante 90, con estilo de aprendizaje pragmático

Si bien la propuesta de mapa conceptual final parece ser más complejo que el inicial, es claro que la estructura de la prueba pre-test se aproxima a las características de un mapa conceptual con una organización jerárquica, conceptos relacionados con palabras conectoras y formando proposiciones no todas válidas.

Desde el punto de vista conceptual no se observa una gran evolución cognitiva, algunos errores permanecen como el hecho de proponer que los ácidos grasos saturados son fosfolípidos, y nuevos errores conceptuales aparecen, como mencionar que la función de las proteínas es de reserva energética presentada como estructura, sin definir claramente a que se refiere con estructura, de esta manera, parece que las actividades realizadas le generaron mayor confusión al estudiante.

### **Consideraciones generales**

La observación preliminar de los mapas conceptuales finales utilizados como pos-test, indican una gran evolución de la estructura cognitiva en la mayoría de los estudiantes, con diferentes niveles de desarrollo identificados en la complejidad de los mapas conceptuales elaborados, por lo que se esperan diferentes niveles de aprendizaje significativo, al respecto se reflexionar lo siguiente:

El uso de la mayoría de los conceptos propuestos por el profesor para elaborar los mapas conceptuales, permite suponer que los estudiantes han evolucionado en su estructura cognitiva, evidenciado por las diferencias con los mapas conceptuales iniciales, caracterizados por su simplicidad.

La mayoría de los estudiantes incluyeron conceptos nuevos a su estructura cognitiva, elaborando proposiciones válidas y coherentes, gracias a que lograron relacionar diversos conceptos y en algunos casos elaboraron relaciones cruzadas entre proposiciones.

A pesar de los avances observados, se identifican algunas dificultades para vincular conceptos y elaborar algunas proposiciones válidas, se detectan errores conceptuales que permanecen y sobre los cuales se debe trabajar con otras actividades diseñadas, en lo posible mediante acuerdos con los estudiantes.

Un error persistente es asumir que la característica reductora de los azúcares es propia y exclusiva de los monosacáridos, o considerar que las proteínas forman la fibra. Probablemente, los estudiantes confunden el concepto nutricional de fibra con el concepto de fibra muscular, pero es aquí donde la intervención del profesor toma importancia para identificar estos errores y dar solución a los mismos mediante estrategias didácticas que promuevan el aprendizaje significativo (Bruna, Madrid, López, Bordón, Chiang, y Cabanillas, 2014) .

Por otra parte, el ejercicio de elaboración de mapas conceptuales indica que los estudiantes tienen dificultades en incluir todos los conceptos propuestos, jerarquizarlos, crear relaciones cruzadas y por tanto persisten algunos errores conceptuales, resultado similar a lo reportado en otras investigaciones, en las cuales los mapas conceptuales son aplicados durante procesos de enseñanza – aprendizaje como es el caso de Hernández, Jauregui, y Avilés, (2016) y Dönmez y Ültay, (2016).

### 6.5.2. Análisis descriptivo.

Teniendo en cuenta que se pretende medir el nivel de aprendizaje significativo mediante el uso de los mapas conceptuales, se determina una valoración holística, combinada con una valoración paramétrica empleando la matriz evaluativa presentada en la Tabla 34, y como referencia se utiliza un mapa conceptual de elaborado por el profesor (Anexo 3). En la Tabla 46 se muestran algunos de los resultados obtenidos y en el Anexo 6 se presenta la totalidad de los resultados.

**Tabla 46: Ejemplos valoración del mapa conceptual final, postest**

Identificación estudiante	Estilo de aprendizaje	Puntuación total (PT)	Valoración (V)	Valor asignado según rango (VA)	Etiqueta
Estudiante 01	Multiestilo	160	8,4	4	N
Estudiante 02	Multiestilo	159	8,4	4	N

Estudiante 03	Multiestilo	174	9,2	5	E
Estudiante 04	Multiestilo	105	5,5	2	S
Estudiante 05	Multiestilo	145	7,6	4	N
Estudiante 06	Multiestilo	187	9,8	5	E
Estudiante 07	Multiesilo	168	8,8	5	E
Estudiante 08	Multiestilo	124	6,5	3	B
Estudiante 09	Multiestilo	161	8,5	5	E
Estudiante 10	Activo	127	6,7	3	B
Estudiante 11	Activo	116	6,1	3	B
Estudiante 14	Reflexivo	160	8,4	4	N
Estudiante 38	Reflexivo	126	6,6	3	B
Estudiante 53	Teórico	125	6,6	3	B
Estudiante 54	Teórico	189	9,9	5	E
Estudiante 65	Pragmático	105	5,5	2	S
Estudiante 81	Pragmático	146	7,7	4	N
Estudiante 90	Pragmático	78	4,1	1	I

MD: Muy Deficiente, I: Insuficiente, S: Suficiente, B: Bueno, N: Notable, E: Excelente

Fuente: autor

Los resultados obtenidos en la evaluación del mapa conceptual final muestran buenos resultados, lo cual supone una buena evolución cognitiva de los estudiantes, después de realizadas las actividades planteadas en el marco de la resolución de problemas, esta tendencia se puede observar en la Figura 70.

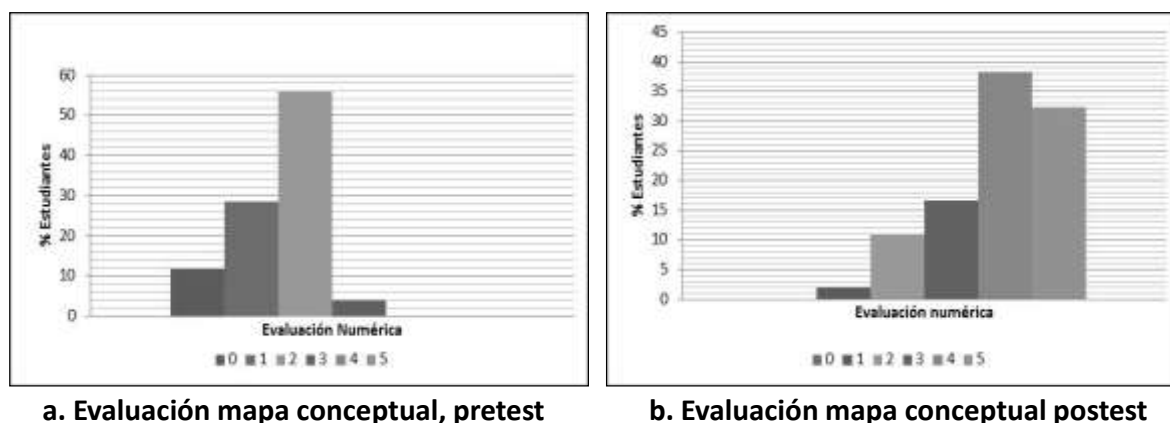
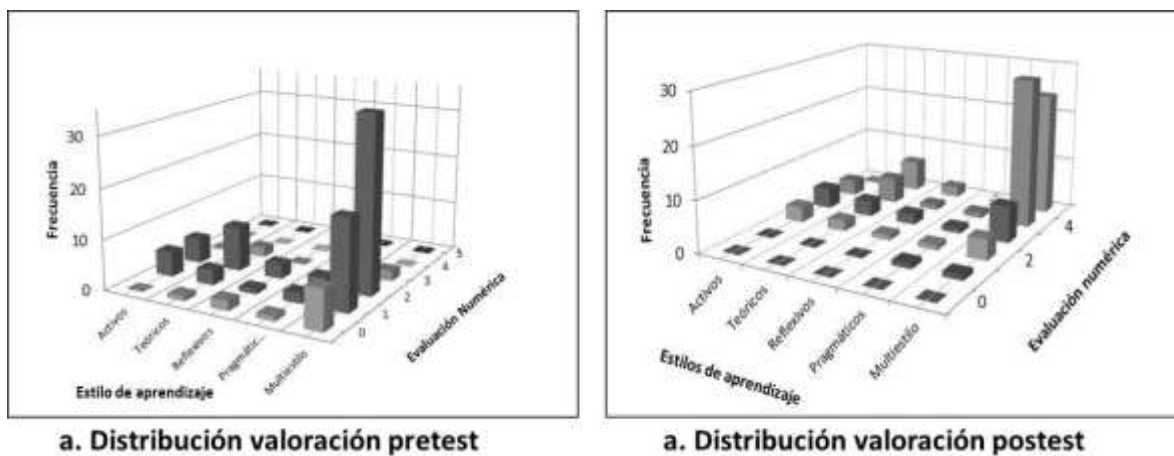


Figura 70: Distribución de la Evaluación del Mapa conceptual, comparación pre-test y pos-test

Los resultados muestran un desplazamiento en la tendencia evaluativa al finalizar la intervención, es claro que el resultado tiende a aumentar a niveles entre 4 y 5, es decir pasa de suficiente a notable o excelente después de la aplicación del modelo de resolución de problemas.

En la Figura 71 se presenta una comparación de la evaluación del mapa conceptual pre-test, pos-test frente a los estilos de aprendizaje.



**Figura 71: Evaluación general del mapa conceptual pretest-postest, frecuencia, estilo de aprendizaje, valoración**

Los resultados muestran que los estudiantes con estilo de aprendizaje activo logran una distribución un poco más balanceada después de las actividades, ya que se ubican entre de 2, y 4, en tanto que en el pre-test se concentraron en 2 y 3, si bien la evolución cognitiva es aceptable, no parece ser la suficiente, lo esperado es obtener resultados clasificados entre 3 (bien (B)) y 5 (Excelente (E)).

Por su parte, los estudiantes con estilo de aprendizaje teórico presentan una evolución cognitiva un poco mejor que los activos, la distribución de resultados pasa de 0 (Muy deficiente (MD)) y 3 (Bien (B)), con una mayor concentración en 2 (Suficiente (S)), a una distribución entre 2 (Suficiente (S)) y 5 (Excelente (E)), con una mayor concentración en 5.

Los estudiantes con estilo de aprendizaje pragmático muestran un cambio cognitivo poco notable distribuyéndose en una proporción similar entre 1 (Insuficiente (I)) a 4 (Notable (N)), indicando que las actividades planteadas y encaminadas a lograr un aprendizaje significativo no fueron suficientemente eficaces, por tanto, es necesario plantear otras estrategias de enseñanza para este grupo de estudiantes.

Es evidente la evolución cognitiva de los estudiantes con estilo de aprendizaje reflexivo, especialmente por la proporción de estudiantes que en la prueba inicial obtuvieron un nivel muy deficiente (0), y al finalizar la intervención llegaron a excelente (5), indicando una buena eficacia de las actividades propuestas.

El mayor impacto logrado mediante las actividades realizadas en el aula es en los estudiantes con estilo de aprendizaje multiestilo, teniendo en cuenta que las evaluaciones se concentraron en los niveles 4 (Notable (N)) y 5 (Excelente (E)) al finalizar la intervención en el aula, este resultado se puede explicar desde el modelo de aprendizaje propuesto por Honey y Mumford (1986), quienes aseguran que el aprendizaje se logra al combinar cuatro etapas: Experiencial, cuando el individuo tiene una experiencia acerca del objeto de aprendizaje, realiza una revisión de la experiencia, propone unas conclusiones y planea el siguiente paso para cerrar así el ciclo, reiniciarlo y construir conocimiento de una forma continua, en este sentido, es claro que las características multiestilo de estos estudiantes les permite contar con las condiciones necesarias para seguir dicho ciclo del aprendizaje.

### **6.5.3. Análisis correlacional.**

Retomando el objetivo de la investigación, el cual pretende identificar la relación entre la resolución de problemas, el aprendizaje de conceptos químicos y la posible influencia de los estilos de aprendizaje, se hace necesario un análisis estadístico de contingencias o relaciones, el



cual aporta información importante para lograr un estudio más profundo del objetivo de investigación.

Para tal fin se utilizan herramientas de la estadística descriptiva a fin de obtener indicadores estadísticos de tendencias como promedios y medianas o medidas de dispersión, las cuales permiten organizar los resultados del pre-test y pos-test para identificar estadísticamente diferencias o semejanzas entre ellos.

Posteriormente se realizan medidas de correlación que involucran los estilos de aprendizaje, a fin de identificar su influencia sobre las otras variables, para ello se determinan los coeficientes de Spearman y Kendall, los cuales son indicadores de correlación entre variables. De la misma manera, se determina la posible existencia de una correlación curvilínea entre los estilos de aprendizaje y el nivel de evolución cognitiva después de la intervención en el aula.

#### **6.5.3.1. Estimación del aprendizaje significativo.**

Con el fin de calcular una estimación numérica del aprendizaje significativo, los resultados obtenidos en la evaluación holística del mapa conceptual inicial y final se organizan por estilos de aprendizaje, como se presentan en las Tablas 47, 48, 49, 50 y 51.

**Tabla 47: Comparación de la valoración numérica pre-test vs pos-test, estudiantes Multiestilo**

Identificación estudiante	Valoración mapa conceptual inicial (PrT)	Valoración mapa conceptual final (PsT)	Nivel de aprendizaje significativo (CE)
Estudiante 01	2,0	4,0	2,0
Estudiante 02	2,0	4,0	2,0
Estudiante 03	1,0	4,0	3,0
Estudiante 04	2,0	2,0	0,0
Estudiante 05	0,0	4,0	4,0
Estudiante 06	1,0	5,0	4,0
Estudiante 07	1,0	4,0	3,0
Estudiante 08	1,0	3,0	2,0
Estudiante 09	1,0	4,0	3,0
Estudiante 12	2,0	2,0	0,0

---

Estudiante 13	2,0	5,0	3,0
Estudiante 15	2,0	4,0	2,0
Estudiante 16	2,0	4,0	2,0
Estudiante 17	2,0	4,0	2,0
Estudiante 18	0,0	3,0	3,0
Estudiante 19	2,0	3,0	1,0
Estudiante 20	1,0	4,0	3,0
Estudiante 21	3,0	5,0	2,0
Estudiante 22	2,0	4,0	2,0
Estudiante 23	2,0	5,0	3,0
Estudiante 24	2,0	4,0	2,0
Estudiante 25	2,0	5,0	3,0
Estudiante 40	0,0	4,0	4,0
Estudiante 42	2,0	5,0	3,0
Estudiante 44	1,0	5,0	4,0
Estudiante 47	2,0	2,0	0,0
Estudiante 48	2,0	4,0	2,0
Estudiante 49	2,0	4,0	2,0
Estudiante 50	2,0	4,0	2,0
Estudiante 51	2,0	5,0	3,0
Estudiante 52	2,0	3,0	1,0
Estudiante 56	2,0	4,0	2,0
Estudiante 57	1,0	4,0	3,0
Estudiante 58	1,0	5,0	4,0
Estudiante 59	2,0	4,0	2,0
Estudiante 60	2,0	5,0	3,0
Estudiante 61	1,0	4,0	3,0
Estudiante 62	1,0	5,0	4,0
Estudiante 63	2,0	4,0	2,0
Estudiante 64	2,0	5,0	3,0
Estudiante 66	2,0	1,0	-1,0
Estudiante 67	2,0	5,0	3,0
Estudiante 69	2,0	5,0	3,0
Estudiante 70	2,0	3,0	1,0
Estudiante 71	2,0	4,0	2,0
Estudiante 72	2,0	5,0	3,0
Estudiante 73	2,0	5,0	3,0

---

Estudiante 74	2,0	5,0	3,0
Estudiante 75	1,0	5,0	4,0
Estudiante 76	1,0	4,0	3,0
Estudiante 77	1,0	5,0	4,0
Estudiante 78	1,0	4,0	3,0
Estudiante 79	0,0	4,0	4,0
Estudiante 82	2,0	5,0	3,0
Estudiante 83	2,0	3,0	1,0
Estudiante 84	1,0	4,0	3,0
Estudiante 85	1,0	5,0	4,0
Estudiante 88	0,0	2,0	2,0
Estudiante 89	0,0	3,0	3,0
Estudiante 91	2,0	4,0	2,0
Estudiante 92	1,0	5,0	4,0
Estudiante 93	2,0	4,0	2,0
Estudiante 95	0,0	4,0	4,0
Estudiante 100	0,0	5,0	5,0
Estudiante 101	2,0	5,0	3,0
<b>Promedio</b>			<b>2,6</b>
<b>Mediana</b>			<b>3,0</b>

**Tabla 48: Comparación de la valoración numérica pre-test vs post-test, estudiantes Reflexivos**

Identificación estudiante	Valoración mapa conceptual inicial (PrT)	Valoración mapa conceptual final (PsT)	Nivel de aprendizaje significativo (CE)
Estudiante 14	1,0	4,0	3,0
Estudiante 38	2,0	3,0	1,0
Estudiante 39	0,0	5,0	5,0
Estudiante 43	2,0	3,0	1,0
Estudiante 68	0,0	2,0	2,0
Estudiante 98	2,0	5,0	3,0
<b>Promedio</b>			<b>2,5</b>
<b>Mediana</b>			<b>2,5</b>

Fuente: autor

**Tabla 49: Comparación de la valoración numérica pre-test vs. post-test, estudiantes Teóricos**

Identificación estudiante	Valoración mapa conceptual inicial (PrT)	Valoración mapa conceptual final (PsT)	Nivel de aprendizaje significativo (CE)
Estudiante 26	0,0	2,0	2,0

Estudiante 27	1,0	4,0	3,0
Estudiante 28	1,0	4,0	3,0
Estudiante 29	2,0	3,0	1,0
Estudiante 30	2,0	5,0	3,0
Estudiante 31	2,0	2,0	0,0
Estudiante 32	2,0	4,0	2,0
Estudiante 33	2,0	4,0	2,0
Estudiante 53	2,0	3,0	1,0
Estudiante 54	2,0	5,0	3,0
Estudiante 55	3,0	5,0	2,0
Estudiante 80	3,0	5,0	2,0
Estudiante 86	1,0	3,0	2,0
Estudiante 94	2,0	4,0	2,0
Estudiante 99	3,0	5,0	2,0
Estudiante 102	2,0	5,0	3,0
<b>Promedio</b>			<b>2,1</b>
<b>Mediana</b>			<b>2,0</b>

Fuente: autor

**Tabla 50: Comparación de la valoración numérica pre-test vs. post-test, estudiantes Pragmáticos**

Identificación estudiante	Valoración mapa conceptual inicial (PrT)	Valoración mapa conceptual final (PsT)	Nivel de aprendizaje significativo (CE)
Estudiante 36	1,0	5,0	4,0
Estudiante 37	0,0	3,0	3,0
Estudiante 65	2,0	2,0	0,0
Estudiante 81	2,0	4,0	2,0
Estudiante 90	1,0	1,0	0,0
<b>Promedio</b>			<b>1,8</b>
<b>Mediana</b>			<b>2,0</b>

Fuente: autor

**Tabla 51: Comparación de la valoración numérica pre-test vs. post-test, estudiantes Activos**

Identificación estudiante	Valoración mapa conceptual inicial (PrT)	Valoración mapa conceptual final (PsT)	Nivel de aprendizaje significativo (CE)
Estudiante 10	2,0	3,0	1,0
Estudiante 11	2,0	2,0	0,0
Estudiante 34	1,0	3,0	2,0
Estudiante 35	1,0	4,0	3,0
Estudiante 41	2,0	2,0	0,0

Estudiante 45	1,0	3,0	2,0
Estudiante 46	2,0	3,0	1,0
Estudiante 87	1,0	2,0	1,0
Estudiante 96	1,0	4,0	3,0
Estudiante 97	2,0	4,0	2,0
<b>Promedio</b>			<b>1,5</b>
<b>Mediana</b>			<b>1,5</b>

Fuente: autor

Mediante el uso de la estadística descriptiva se determina el Nivel de aprendizaje significativo (CE) por individuo, el cual resulta de la diferencia entre el valor numérico del mapa conceptual pos-test y el pre-test, este valor puede utilizarse como indicador del aprendizaje significativo logrado por cada estudiante gracias a las actividades desarrolladas en el aula, enmarcadas en el modelo de resolución de problemas.

$$CE = PsT - PrT$$

Donde:

**CE** = Nivel de aprendizaje significativo

**PsT** = Valor numérico mapa conceptual post-test

**PrT** = Valor numérico mapa conceptual pre-test

Con los datos obtenidos se trata de establecer una correlación bivariada, empleando los coeficientes de  $\tau$ -b de Kendall y  $\rho$  de Spearman. El coeficiente de  $\tau$  b de kendall, relaciona dos variables con tres o más niveles con un orden natural y mide el grado de asociación, el valor del coeficiente toma valores entre -1 y 1, donde 0 (cero) indica que las variables no se pueden asociar, un valor negativo implica que el incremento de una variable implica decrecimiento de la otra; un valor positivo implica que el aumento de una variable está asociada al crecimiento de la otra; un valor de  $\tau$  b de kendall cercano a 1 muestra una fuerte asociación (Cope, 2006).

Para el análisis de los datos por estilo de aprendizaje, se tiene en cuenta que la valoración numérica asignada al mapa conceptual, después de analizar todas las características que le asignan o restan valor, tiene seis niveles representados por números enteros que van de 0 a 5. Estos niveles son los valores asignados (VA) a los mapas conceptuales, de esta manera se plantea la siguiente hipótesis:

**“En cada estilo de aprendizaje, la valoración asignada (VA) del mapa conceptual final (pos-test), depende de la valoración asignada (VA) del mapa conceptual inicial (pre-test)”.**

Haciendo uso del programa SPSS, se obtienen los resultados presentados en la Tabla 52 para el valor de  $\tau$  d de Kendall de correlación bivariada.

**Tabla 52: correlación bivariada Tau- b de Kendall**

Estadísticos		Multiestilo		Reflexivo		Teórico		Pragmático		Activo		
		Pretest	Posttest	Pretest	Posttest	Pretest	Posttest	Pretest	Posttest	Pretest	Posttest	
Tau_b de Kendall	Pretest	Coefficiente de correlación	1,000	0,066	1,000	0,000	1,000	0,546*	1,000	0,000	1,000	-0,244
		Significancia (bilateral)		0,559		1,000		0,015		1		0,439
		Numero de datos (N)	65	65	6,000	6	16	16	5	5	10	10
	Posttest	Coefficiente de correlación	0,066	1,000	0,000	1,000	0,546*	1,000	0,000	1,000	-0,244	1,000
		Significancia (bilateral)	0,559		1,000		0,015		1		0,439	
		Número de datos (N)	65	65	6	6	16	16	5	5	10	10

\*.La correlación es significativa al nivel 0,05 (bilateral)

Fuente: autor, programa estadístico SPSS

Con el valor de 0,000 en el coeficiente de correlación  $\tau_b$  de Kendall obtenido para el caso de los estudiantes con estilos de aprendizaje reflexivo y pragmático, se puede asegurar que no existe correlación entre el resultado del pre-test y el pos-test, lo cual supone que los estudiantes con estos estilos de aprendizaje tienen una evolución cognitiva independiente de los conceptos iniciales.

Los estudiantes multiestilo presentan un coeficiente  $\tau_b$  de Kendall = 0,066, que estadísticamente no es significativo, ya que es inferior al valor crítico teórico esperado, por tal razón no existe una correlación entre el resultado del pre-test y pos-test, por lo tanto, los conocimientos iniciales no influyen en el nivel de aprendizaje significativo logrado por estos estudiantes.

Para los estudiantes con estilo de aprendizaje activo el valor de  $\tau_b$  de Kendall = -0,244, permite inferir que no existe correlación estadísticamente significativa entre las variables, ya que es inferior al valor crítico teórico estadístico de 0,551 (anexo 7), por lo que los conceptos iniciales no influyen en el aprendizaje significativo logrado.

El resultado estadísticamente significativo es el obtenido con los estudiantes teóricos, donde el coeficiente de correlación de  $\tau_b$  de Kendall muestra un valor positivo 0,546, superior al valor crítico estadístico de 0,383 (Anexo 7), por tanto, la hipótesis planteada se acepta para este grupo de estudiantes, es decir, estadísticamente para “estudiantes con estilo de aprendizaje teórico, el valor numérico asignado (VA) del mapa conceptual final pos-test, depende del valor asignado (VA) del mapa conceptual inicial pre-test”, por lo tanto, los conceptos iniciales son importantes para anclar los nuevos conceptos en la estructura cognitiva de este grupo de estudiantes, cuando se trabaja en un modelo de resolución de problemas, con el fin de lograr resultados positivos en el aprendizaje significativo.

Con el fin de corroborar esta primera correlación determinada estadísticamente, se confirma mediante el cálculo del coeficiente de correlación  $\rho$  de Spearman para correlaciones bivariadas, el coeficiente de  $\rho$  Spearman es una medida de correlación de asociación o interdependencia entre dos variables organizadas por rangos, y varía entre -1 y 1, donde los extremos implican una interdependencia completa positiva o negativa y un valor 0, implica que no existe correlación entre las variables (Hernández B. , 2001).

En la Tabla 53, se presentan los resultados del coeficiente  $\rho$  de Spearman obtenido para la valoración asignada de los mapas conceptuales pre-test y pos-test, ordenados por estilos de aprendizaje.

**Tabla 53: Correlación bivariada rho de Spearman**

Estadístico	Multiestilo		Reflexivo		Teórico		Pragmático		Activo					
	Pretest	Postest	Pretest	Postest	Pretest	Postest	Pretest	Postest	Pretest	Postest				
Rho de Spearman	Coeficiente de correlación		1,000	0,070	1,000	0,048	1,000	0,612*	1,000	0,000	1,000	-0,258		
	Pretest		Significancia (bilateral)		0,578		0,929		0,012		1		0,471	
	Número de datos (N)		65	65	6	6	16	16	5	5	10	10		
	Postest		Coeficiente de correlación		0,070	1,000	0,048	1,000	0,612*	1,000	0,000	1,000	-0,258	1,000
	Significancia (bilateral)		0,578		0,929		0,012		1		0,471			
	Número de datos (N)		65	65	6	6	16	16	5	5	10	10		

\*.La correlación es significativa al nivel 0,05 (bilateral)

Fuente: autor, programa estadístico SPSS

Los resultados del coeficiente  $\rho$  de Spearman confirman lo señalado en el análisis de  $\tau$  b de Kendall, frente a la correlación significativa entre las variables pre-test y pos-test. Para el caso de los estudiantes con estilo de aprendizaje teórico se obtiene un valor igual a 0,612 superior al



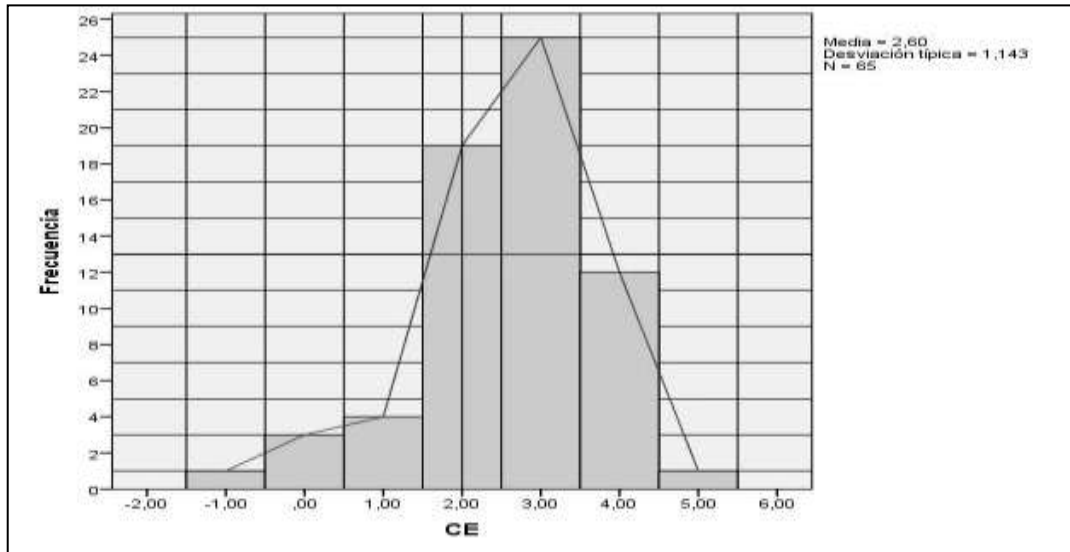
valor crítico teórico (Anexo 7) de 0,503, lo cual supone que la hipótesis planteada es aceptada y se produce con un 95 % de probabilidad.

Igualmente, se confirma la inexistencia de asociaciones entre el valor asignado del mapa conceptual inicial (pre-test) y el final (pos-test) para los estudiantes con estilo de aprendizaje activo, multiestilo y pragmático, por lo que el aprendizaje significativo logrado por estos estudiantes se puede considerar independiente de los conceptos iniciales.

Se resalta el resultado del coeficiente  $\rho$  de Spearman para los estudiantes con estilo de aprendizaje reflexivo, el cual indica una correlación positiva, cuando el valor asignado del pre-test aumenta, deriva en un aumento en el valor asignado del pos-test, en tanto que el coeficiente de Kendall no mostraba correlación alguna, no obstante, el resultado obtenido con el coeficiente  $\rho$  de Spearman no es estadísticamente significativo.

Las actividades realizadas en el aula, enmarcadas en el modelo de resolución de problemas, favorecen el aprendizaje significativo, evidenciado por la evolución en la estructura cognitiva de los estudiantes, en consecuencia, se presume que la mayoría de estudiantes logran un aprendizaje significativo.

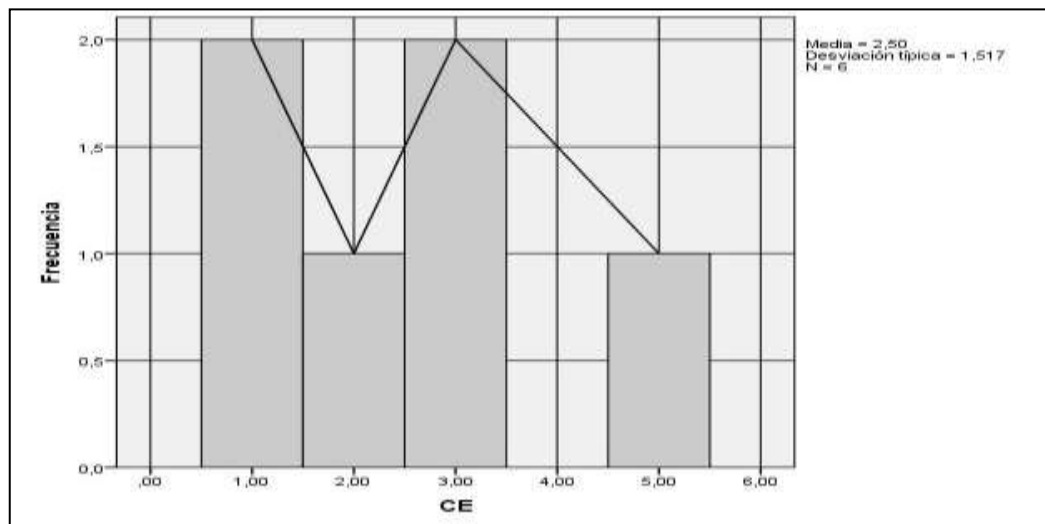
La evolución en la estructura cognitiva se cuantifica individualmente mediante el nivel de aprendizaje significativo (CE), en la Figura 72 se observa el histograma que representa el nivel de aprendizaje significativo los estudiantes con estilo de aprendizaje multiestilo.



**Figura 72: Histograma Nivel de aprendizaje significativo (CE) para estudiantes multiestilo**

El histograma del nivel de aprendizaje significativo para los estudiantes multiestilo muestra un CE positivo para la mayoría de los casos, con excepción del estudiante 66 quien presentó decrecimiento en el aprendizaje significativo, reportando un CE igual a -1; Igualmente, son de interés los estudiantes que no tuvieron una evolución cognitiva por lo que su nivel de aprendizaje significativo CE reporta un valor de 0, convirtiéndose en casos de interés investigativo con el fin de identificar otros factores influyentes en el aprendizaje significativo, no controlados en la presente investigación.

En la Figura 73 se presenta el histograma de frecuencia correspondiente al nivel de aprendizaje significativo, para los estudiantes con estilo de aprendizaje reflexivo.

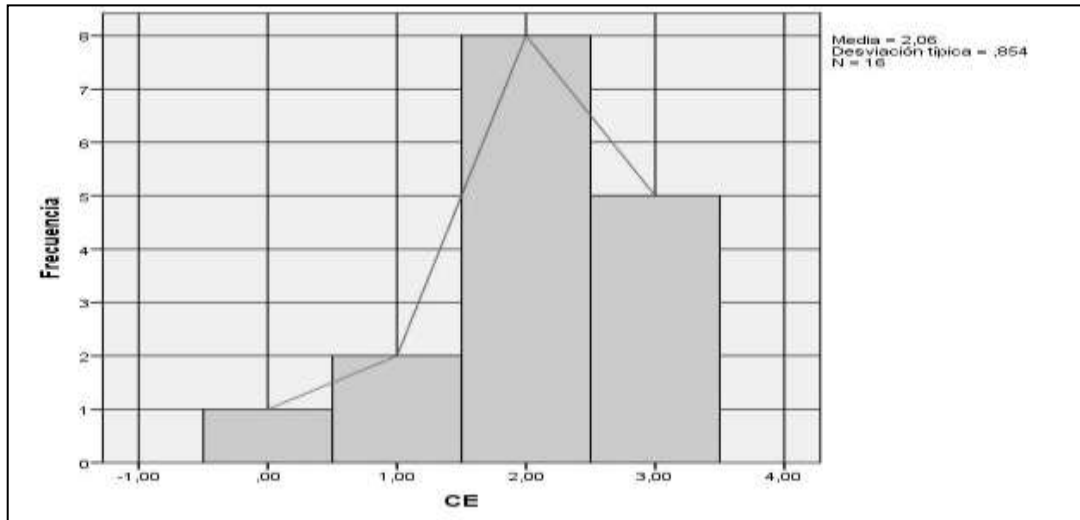


**Figura 73: Histograma Nivel de aprendizaje significativo (CE) para estudiantes reflexivos**

El histograma muestra una distribución donde el valor de CE igual a 1 y 3 se perfilan como los niveles donde mayoritariamente se ubican los estudiantes con este estilo de aprendizaje, en ningún caso se presenta un valor de 0, ni negativo, reforzando el supuesto de que el modelo de resolución de problemas favorece el aprendizaje significativo de conceptos químicos para este grupo de estudiantes.

El histograma de frecuencias presentado en la Figura 74, muestra el comportamiento del CE para los estudiantes con estilo de aprendizaje teórico, en él se muestra un panorama general del aprendizaje significativo de los conceptos químicos asociados a las proteínas, lípidos y carbohidratos, trabajados en las actividades proyectadas dentro del modelo de resolución problemas.

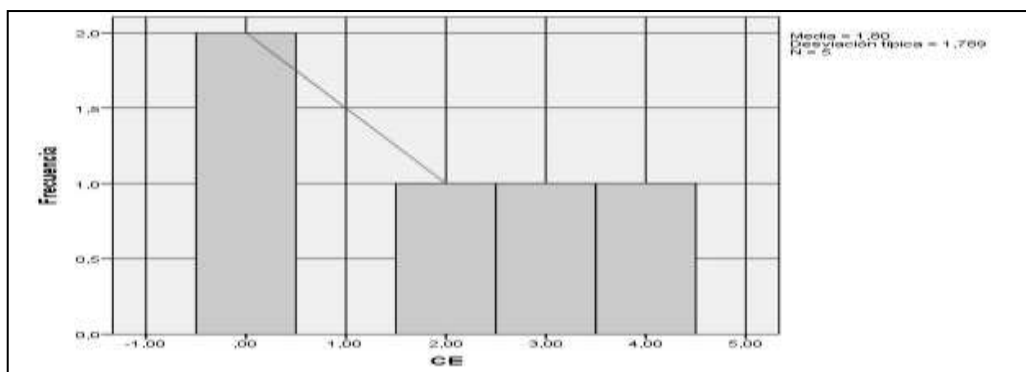
El histograma muestra una distribución en la que el valor de CE igual a 2,0 y 3,0 son los que cuentan con mayor frecuencia para este grupo de estudiantes, y solo se presenta un caso donde no hay evolución en la estructura cognitiva (CE= 0).



**Figura 74: Histograma Nivel de aprendizaje significativo (CE) para estudiantes Teóricos**

Esta distribución del nivel de aprendizaje significativo, muestra claramente el efecto favorable del modelo de resolución de problemas, en el proceso de aprendizaje para este grupo de estudiantes.

La Figura 75 muestra la distribución de frecuencias del CE para el grupo de estudiantes con estilo de aprendizaje pragmático, es notoria la frecuencia mayoritaria en un valor de CE igual a cero, sugiriendo que las actividades enmarcadas en el modelo de resolución de problemas, no son favorables para el aprendizaje significativo de conceptos químicos en los estudiantes con este estilo de aprendizaje.

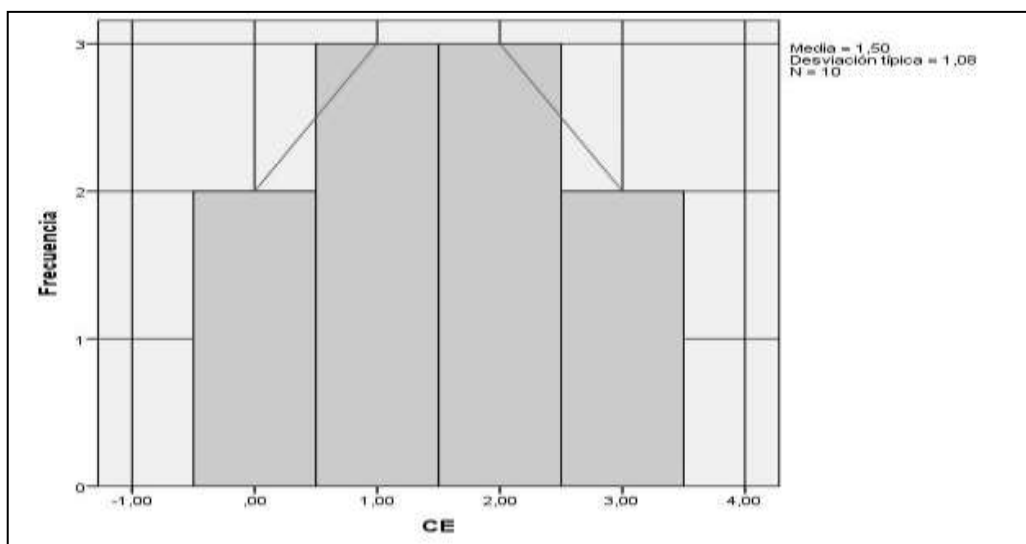


**Figura 75: Histograma Nivel de aprendizaje significativo (CE) para estudiantes pragmáticos**

Este resultado, invita a desarrollar una investigación alrededor de las causas por las cuales no se lograron los objetivos propuestos, así como identificar cual modelo constructivista les favorece. Sorprende este resultado si se tiene en cuenta que la metodología incluye actividades experimentales en el laboratorio de química, las cuales, han sido catalogadas como una de las actividades preferidas por parte de los individuos con este estilo de aprendizaje (Cisneros, Gómez, y García, 2004).

Es evidente que las actividades desarrolladas y enmarcadas en el modelo de resolución de problemas no favorece el aprendizaje de conceptos asociados a las proteínas, lípidos y glúcidos en estudiantes con estilo de aprendizaje pragmático, teniendo en cuenta que el nivel CE indica que los estudiantes mantienen intacta la estructura cognitiva después de la aplicación de las actividades, por lo tanto es importante plantear otras actividades diferentes a las desarrolladas en esta investigación, y probablemente, enmarcadas un modelo diferente al de resolución de problemas.

El histograma de distribución para los estudiantes con estilo de aprendizaje activo se presenta en la Figura 76.



**Figura 76: Histograma Nivel de aprendizaje significativo (CE) para estudiantes Activos**

Es claro el bajo impacto de las actividades realizadas en el marco de la resolución de problemas, para el aprendizaje significativo de conceptos asociados a las proteínas, lípidos y glúcidos, ya que ningún estudiante con estilo de aprendizaje activo, logró un CE de 4,0 o 5,0, solamente dos estudiantes lograron un CE = 3,0, y la mayoría se ubicó en valores de CE = 1,0 o 2,0, de hecho dos estudiantes no lograron un aprendizaje significativo, ya que su CE fue de 0,0.

Parece demostrarse que en la mayoría de los casos, el modelo de resolución de problemas tiene una influencia positiva en el aprendizaje significativo, evidenciado por la evolución en la estructura cognitiva de los estudiantes, evaluada mediante el nivel de aprendizaje significativo (CE), sin embargo, se perciben algunas diferencias entre los grupos de estudiantes, en consecuencia se presume cierta influencia de los estilos de aprendizaje, la cual se analizará en el siguiente apartado.

Como lo demuestran los resultados, a pesar de los buenos indicadores de aprendizaje significativo, persisten algunos estudiantes que no lograron cumplir los objetivos propuestos, siendo este un llamado para que los profesores identifiquen las razones individuales, ambientales, sociales u otras que afectan el proceso. En este sentido, algunos autores han expuesto dificultades inherentes al modelo de resolución de problemas aplicado a las ciencias, como por ejemplo: la dificultad por entender el enunciado de los problemas, la búsqueda de un algoritmo dado en el enunciado para intentar hallar la respuesta correcta, sin que el estudiante analice previamente el enunciado, la falta de habilidades semánticas y lingüísticas, falta de estrategias para solucionar el problema, la dificultad por desarrollar esquemas mentales para solucionar problemas en química y la falta de motivación, entre otros aspectos (Ouasri, 2017; Polanco, 2011).

Por otra parte, los resultados positivos permiten evidenciar de las bondades del modelo, especialmente si se tiene en cuenta las dificultades en los procesos de enseñanza-aprendizaje de la química. Frente a estas dificultades, muchos autores han descrito que radican en una enseñanza unidireccional, centrada en el docente, expositiva y memorística, carente de motivación para los estudiantes y sin estrategias de estudio (Busquets, Silva, y Larrosa, 2016), falencias que al parecer, son parcialmente superadas con el modelo de resolución de problemas.

Bajo las anteriores reflexiones, es claro que en un proceso de enseñanza aprendizaje de la química, empleando el modelo de resolución de problemas, es importante desarrollar habilidades que faciliten el proceso, entre otras se destacan: la habilidad de identificar la información necesaria, identificar claramente el problema y analizarlo críticamente. Se presume que estas habilidades se desarrollan con el tiempo, siempre que se realicen actividades enfocadas a dicho objetivo, en este sentido, un estudio realizado con una población conformada por 17 estudiantes de pregrado en química, 8 profesores de química adscritos a universidades del Reino Unido y seis profesionales graduados en química, vinculados a la industria, evidenció que los estudiantes de pregrado proponen soluciones muy pobres a los problemas planteados, los profesores universitarios exponen soluciones de expertos, y los graduados vinculados a la industria se ubican en un punto intermedio, siendo estos resultados una evidencia del desarrollo de las habilidades antes expuestas (Randles y Overton, 2015).

Una de las actividades en la estrategia didáctica resaltada por sus buenos resultados en el proceso de aprendizaje significativo fue el foro, gracias a la oportunidad de debatir opiniones, plantear hipótesis y proponer soluciones, utilizando un lenguaje científico apropiado y un discurso suficientemente documentado para lograr una participación efectiva. Este aspecto, ha sido estudiado mediante el análisis de los discursos utilizados por los estudiantes de química,

cuando trabajan en grupos pequeños para resolver problemas, ha evidenciado el desarrollo de dinámicas en las que se toman decisiones conjuntas, se cuestionan, explican y construyen conceptos sobre las ideas del otro, profundizando en la comprensión científica (Repice, y otros, 2016).

#### **6.5.3.2. *Influencia de los estilos de aprendizaje.***

De acuerdo con los resultados estadísticos presentados y analizados en capítulo anterior, es evidente que el modelo de resolución de problemas influye positivamente en el aprendizaje significativo de conceptos químicos asociados a las proteínas, lípidos y glúcidos, igualmente, los histogramas de distribución suponen una posible influencia de los estilos de aprendizaje en la relación entre la resolución de problemas y el aprendizaje significativo, en este sentido se plantea como hipótesis:

**“El aprendizaje significativo de conceptos químicos asociados a proteínas, glúcidos y lípidos, logrado mediante el modelo de resolución de problemas, está influenciado por los estilos de aprendizaje”**

Para aceptar o rechazar esta hipótesis se hace uso de la estadística, especialmente de los coeficientes de correlación  $\tau$  b de Kendall,  $\rho$  de Spearman los cuales proporcionan información sobre la existencia o no de una correlación entre las variables, en caso de que exista correlación se realiza una regresión curvilínea multivariante que evalúa el tipo de dependencia entre una variable independiente y otra dependiente, este análisis proporciona los coeficientes de la fórmula matemática de dependencia que mejor explica la relación entre las variables y calcula la probabilidad de que la dependencia encontrada sea por azar, en este caso se trabaja con una probabilidad  $p \leq 0,05$  (5% error).



Con el fin de realizar el análisis estadístico, se asume como variable independiente el estilo de aprendizaje y como variable dependiente el aprendizaje significativo, por otra parte, entendiendo que el estilo de aprendizaje es una variable cualitativa nominal, es necesario transformarla a una variable cuantitativa discreta, como se muestra en la Tabla 54, para ello los estilos de aprendizaje se ordenan de mayor a menor, según el nivel de logro percibido con el índice de aprendizaje significativo (CE), donde 1 es el estilo de aprendizaje con mayor CE y 5 el de menor CE.

**Tabla 54: Valor asignado a los estilos de aprendizaje**

Estilo de aprendizaje	Valor asignado
Multiestilo	1
Reflexivo	2
Teórico	3
Pragmático	4
Activo	5

Fuente: autor

Por su parte, el aprendizaje significativo, caracterizado por el nivel de aprendizaje significativo (CE), se entiende como una característica individual, pero para facilitar el tratamiento estadístico e identificar si existe una correlación con la variable independiente, se trabaja con el promedio de los CE obtenido por cada grupo de estudiantes que conforman los estilos de aprendizaje, así, en la Tabla 55 se presentan los valores numéricos de las dos variables a analizar.

**Tabla 55: Datos estilo de aprendizaje y aprendizaje significativo para análisis estadístico**

Estilo de aprendizaje	Aprendizaje significativo Promedio (CE)
1	2,6
2	2,5
3	2,1

4	1,8
5	1,5

Fuente: autor

Mediante el uso de los coeficientes de correlación bivariada  $\tau$  b de Kendall y  $\rho$  de Spearman, se pretende evaluar la posible correlación entre las dos variables propuestas, permitiendo aceptar o rechazar la hipótesis propuesta, en la Tabla 56 se presentan los valores estadísticos de la correlación bivariada.

**Tabla 56: Correlación bivariada Tau b de Kendall y Rho de Spearman (Estilos - Aprendizaje significativo)**

Estadístico		Estilo	Promedio CE
<b><math>\tau</math>_b de Kendall</b>	Estilo	Coefficiente de correlación	1,000
		Número de datos (N)	5
	Promedio CE	Coefficiente de correlación	-1,000*
		Número de datos (N)	5
<b><math>\rho</math> de Spearman</b>	Estilo	Coefficiente de correlación	1,000
		Número de datos (N)	5
	Promedio CE	Coefficiente de correlación	-1,000**
		Número de datos (N)	5

\* La correlación es significativa al nivel 0,05 (bilateral)

\*\* La correlación es significativa al nivel 0,01 (bilateral)

Fuente: autor

El valor  $-1,000$  para los coeficientes de correlación  $\tau$  de Kendall y  $\rho$  de Spearman implican una fuerte correlación de asociación entre las dos variables, con una correlación

significativa de 0,05 (5% de error) para el coeficiente  $\tau$  de Kendall y de 0,01 (1% de error) para  $\rho$  de Spearman.

Es evidente que el resultado estadístico es inobjetable y por tanto se acepta la hipótesis planteada, así, se puede afirmar que los estilos de aprendizaje influyen en el aprendizaje significativo de conceptos químicos asociados a proteínas, glúcidos y lípidos al emplear el modelo de resolución de problemas, de esta manera, se recomienda que los profesores interesados en la didáctica de las ciencias y especialmente de la química, tengan en cuenta estas particularidades de los estudiantes en el momento de diseñar actividades de aula.

El signo negativo de los coeficientes indica una fuerte asociación inversa entre las variables, para este caso, implica que entre mayor sea el valor asignado a los estilos de aprendizaje, menor es el aprendizaje significativo representado mediante el CE, recordando que cada valor asignado a los estilos de aprendizaje representa uno de los cinco grupos descritos en la Tabla 54, el resultado estadístico parece ser concluyente, e indica que el modelo de resolución de problemas favorece el aprendizaje significativo de conceptos en mayor medida a los estudiantes con estilo de aprendizaje multiestilo, en tanto que no lo es tanto para los estudiantes con estilo de aprendizaje activo.

Por otra parte, el resultado estadístico anterior podría estar asociados con la fiabilidad del instrumento para identificar los estilos de aprendizaje, ya que, como es bien conocido, diversas investigaciones enfocadas a la validación del cuestionario CHAEA, han encontrado que los estilos de aprendizaje teórico y pragmático cuentan con la menor fiabilidad (Juarez, 2014; Ecurra, 2011). En este sentido, es factible plantearse la siguiente hipótesis:

**“El aprendizaje significativo de conceptos químicos asociados a proteínas, glúcidos y lípidos, logrado mediante el modelo de resolución de problemas, está influenciado por la fiabilidad del cuestionario CHAEA”**

Para dar respuesta a esta hipótesis, es necesario realizar un análisis estadístico que corrobore o descarte una posible correlación entre el nivel de aprendizaje significativo y la fiabilidad del instrumento, para ello se emplea los coeficientes estadísticos de  $\tau$  b de Kendall,  $\rho$  de Spearman.

Para contextualizar la posible correlación entre el aprendizaje significativo y la fiabilidad del cuestionario CHAEA, es necesario tener en cuenta que existen diversos estudios psicométricos encaminados a medir la confiabilidad del instrumento. Es evidente que en su gran mayoría, los resultados de las investigaciones muestran tendencias similares, donde los estilos de aprendizaje pragmático y activo son los de menor fiabilidad, con niveles que no afectan la validez general del instrumento. Algunas de las más representativas investigaciones son:

- Alonso, Gallego, y Honey, (1997): Reflexivo  $\alpha= 0,72$ ; Teórico  $\alpha= 0,65$ ; Activo  $\alpha= 0,62$ ; Pragmático  $\alpha= 0,58$ .
- Camarero, Martín, y Herrero, (2000): Activo  $\alpha= 0,68$ ; Reflexivo  $\alpha= 0,64$ ; Teórico  $\alpha= 0,63$ ; Pragmático  $\alpha= 0,59$ .
- Juárez, (2014): Activo  $\alpha= 0,58$ ; Teórico  $\alpha= 0,57$ ; Pragmático  $\alpha= 0,56$ ; Reflexivo  $\alpha= 0,54$ .

Para efectos del presente trabajo, se asume el resultado de Alonso, Gallego y Honey, (1997) ya que utilizaron una población suficientemente amplia, integrada por 1371 alumnos de 25 Facultades de las Universidades Autónoma y Politécnica de Madrid. De esta manera, los estilos de aprendizaje se ordenan de mayor a menor valor  $\alpha$  de Cronbach y se realiza el análisis

estadístico correspondiente para identificar una posible correlación con el promedio del nivel de aprendizaje significativo (CE) como se presenta en la Tabla 57

**Tabla 57: Datos Fiabilidad instrumento y aprendizaje significativo**

Estilo de aprendizaje	Código de identificación del estilo de aprendizaje	Aprendizaje significativo Promedio (CE)
Reflexivo	1	2,5
Teórico	2	2,1
Activo	3	1,5
Pragmático	4	1,8

Fuente: autor

Para determinar si existe correlación entre las dos variables se realiza un análisis de correlación bivariada y se determinan los estadísticos  $\tau_b$  de Kendall y  $\rho$  de Spearman (Tabla 58).

**Tabla 58: Correlación bivariada: Fiabilidad instrumento y CE**

Estadístico		Estilo	Promedio CE	
<b><math>\tau_b</math> de Kendall</b>	Estilo	Coficiente de correlación	1,000	-0,667
		Número de datos (N)	4	4
	Promedio CE	Coficiente de correlación	-0,667	1,000
		Número de datos (N)	4	4
<b><math>\rho</math> de Spearman</b>	Estilo	Coficiente de correlación	1,000	-0,800
		Número de datos (N)	4	4
	Promedio CE	Coficiente de correlación	-0,800	1,000
		Número de datos (N)	4	4

Fuente: autor

Estos resultados muestran que si bien existe una tendencia negativa entre los datos, gracias a que los coeficientes calculados ( $\tau$  b de Kendall = -0,667 y  $\rho$  de Spearman = -0,800) así lo indican, no son estadísticamente significativos, ya que para un 95% de confiabilidad se esperaría un valor de -1,000 para los dos coeficientes estadísticos (Anexo 7). Con estos resultados, se puede afirmar que no existe correlación entre la fiabilidad del instrumento y el nivel de aprendizaje significativo, sin embargo, se recomienda realizar un estudio más profundo para descartar la posibilidad de esta correlación, integrando la categoría de estilo de aprendizaje multiestilo.

Con este panorama, y aceptando la existencia de una correlación bivariada entre los estilos de aprendizaje y el nivel de aprendizaje significativo, descartando una influencia de la fiabilidad del instrumento, es posible tratar de identificar la ecuación matemática que explica dicha correlación, para ello, un análisis estadístico de regresión con estimación curvilínea emerge como opción para identificarla, mediante el paquete estadístico SPSS, se realiza este análisis obteniéndose las posibilidades presentadas en las Tablas 59, 60 y 61.

**Tabla 59: Regresión curvilínea tipo lineal**

<b>R</b>	<b>R cuadrado</b>	<b>R cuadrado corregida</b>	<b>Error típico de la estimación</b>		
0,989	0,978	0,971	0,080		

<b>Variable independiente</b>	<b>Coefficientes no estandarizados</b>		<b>Coefficientes estandarizados</b>	<b>T</b>	<b>Sig.</b>
	<b>B</b>	<b>Error típico</b>	<b>Beta</b>		
<b>Estilo</b>	-0,290	0,025	-0,989	-11,523	0,001
<b>(Constante)</b>	2,970	0,083		35,583	0,000

Fuente: autor

**Tabla 60: Regresión curvilínea tipo cuadrática**

<b>R</b>	<b>R cuadrado</b>	<b>R cuadrado corregida</b>	<b>Error típico de la estimación</b>
0,993	0,985	0,971	0,079

Variable independiente	Coeficientes no estandarizados		Coeficientes estandarizados	T	Sig.
	B	Error típico	Beta		
<b>Estilo</b>	-0,161	0,130	-0,550	-1,246	0,339
<b>Estilo ** 2</b>	-0,021	0,021	-0,447	-1,011	0,418
<b>(Constante)</b>	2,820	0,170		16,584	0,004

Fuente: autor

**Tabla 61: Regresión curvilínea tipo cúbica**

<b>R</b>	<b>R cuadrado</b>	<b>R cuadrado corregida</b>	<b>Error típico de la estimación</b>
0,998	0,996	0,983	0,060

Variable independiente	Coeficientes no estandarizados		Coeficientes estandarizados	T	Sig.
	B	Error típico	Beta		
<b>Estilo</b>	0,429	0,384	1,461	1,115	0,465
<b>Estilo ** 2</b>	-0,246	0,143	-5,139	-1,728	0,334
<b>Estilo ** 3</b>	0,025	0,016	2,748	1,587	0,358
<b>(Constante)</b>	2,400	0,294		8,164	0,078

La variable independiente es Estilo.

Para determinar la expresión matemática que mejor representa la correlación entre las dos variables, se tiene en cuenta el coeficiente R y  $R^2$ , asumiendo como criterio la cercanía a 1, lo

cual significa que el modelo explica mejor la correlación entre las dos variables, en este sentido, el modelo de regresión curvilínea que mejor representa la correlación es el cúbico, presentando un valor de la constante de correlación  $R = 0,998$  y  $R^2 = 0,983$ , de esta manera, la gráfica y la ecuación matemática representativa de la correlación entre las variables se presenta en la Figura 77.

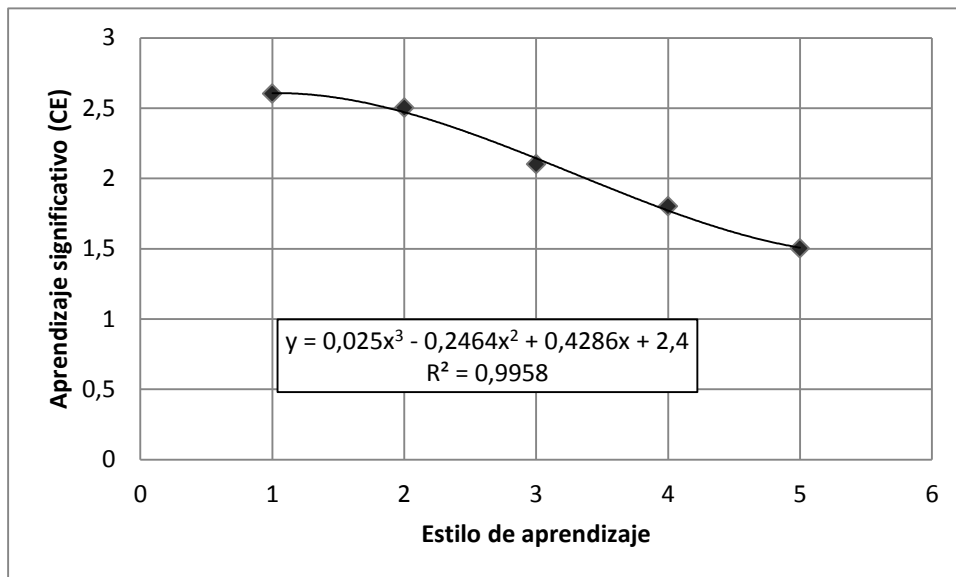


Figura 77: Gráfica de regresión, modelo cúbico

Estos resultados, confirman lo planteado en el modelo de aprendizaje propuesto por  $R^2$  Honey y Mumford (1986), el cual debe ser entendido como una articulación entre cuatro etapas todas ellas necesarias e indivisibles (Honey y Mumford, 1986; Muñoz y Sánchez, 2001), dichas etapas son:

1. Experiencial: el aprendizaje empieza cuando un individuo tiene una experiencia acerca del objeto de aprendizaje.
2. Revisión de la experiencia: El individuo realiza un análisis de la experiencia.
3. Concluyendo desde la experiencia: Una vez analiza la experiencia elabora conclusiones.



4. Planeación: Con las conclusiones el individuo planea el siguiente paso y retoma una experiencia, para repetir nuevamente sigue el ciclo.

En este ciclo de aprendizaje lo ideal es que las personas puedan experimentar, reflexionar, proponer hipótesis y aplicar, estos requisitos se acomodan mejor a las características equilibradas de los estudiantes con el estilo de aprendizaje multiestilo, categoría propuesta en esta investigación.

Los resultados obtenidos permiten aportar algunos elementos extra para el avance en el estudio de las diferencias individuales en procesos educativos, especialmente en el marco de los estilos de aprendizaje, donde la mayoría de las investigaciones en este campo se han centrado en caracterizar grupos de estudiantes o su relación con el rendimiento académico. Así por ejemplo, se ha determinado, que algunos estudiantes registrados en cursos de química, cuentan con características mixtas de estilos de aprendizaje, y logran los mejores resultados en esta área del conocimiento (Lizano, Arias, Cordero , y Ortiz, 2015; Sepúlveda, López, Torres, Luengo, Montero, y Contreras, 2011).

Igualmente, la gran mayoría de las investigaciones realizadas, una vez concluido el perfil estilístico de los estudiantes, solamente se limitan a recomendar la necesidad de planificar las actividades en el aula para incluir todos los estilos de aprendizaje, apartándose exclusivamente de impartir contenidos técnicos de la disciplina y con modelos de enseñanza-aprendizaje centrados en el profesor, expositivos y memorísticos (Bahamón, Vianchá, Alarcón, y Bohórquez, 2013; Alducin y Vázquez, 2016; Sepúlveda, López, Torres, Luengo, Montero, y Contreras, 2011), sin embargo pocos trabajos se ocupan de operativizar estas recomendaciones.

En este contexto, el presente trabajo de investigación hace un gran aporte al problema de aprendizaje de la química, puesto que aplica una serie de actividades enmarcadas en el modelo

de resolución de problemas, identificando con mayor profundidad la influencia de los estilos de aprendizaje, en el aprendizaje significativo de conceptos asociados a la bioquímica.

En el capítulo siguiente se presentan las conclusiones de esta investigación y se realiza una reflexión frente al cumplimiento de los objetivos, aspectos concernientes a los estilos de aprendizaje, el modelo de resolución de problemas y las relaciones entre ellos, igualmente se presentan algunas perspectivas de investigación sobre los resultados.

## 7. Conclusiones y proyecciones

Indudablemente el trabajo profesional de todo profesor es completamente dinámico, cambiante y de alta complejidad, es así como el profesor debe por un lado, lograr un aprendizaje resistente al olvido, pero especialmente un aprendizaje útil y aplicado a las necesidades de los individuos.

La masificación de las aulas se presenta como otra dificultad para el profesor, debido a la necesidad de aplicar actividades y evaluaciones generalizadas, desconociendo particularidades que afectan los procesos de aprendizaje, la planeación, diseño y aplicación de actividades difícilmente se enfocan en las necesidades individuales de los alumnos y se asume que todos deben aprender de la misma forma.

Como respuesta a esta problemática se han desarrollado diversas investigaciones enfocadas a proponer un aprendizaje significativo de conceptos, empleando diferentes herramientas didácticas, las cuales han mostrado buenos resultados, sin embargo, siempre se encuentra un porcentaje de estudiantes que no logra los objetivos planteados, generando consecuencias anexas como desmotivación, deserción y actitudes negativas entre otras.

Es así como, la resolución de problemas ha sido estudiada como vía para lograr aprendizaje significativo de conceptos, evidenciando algunos resultados positivos y otros negativos, por lo que algunos investigadores tienen posturas críticas frente al modelo, pero simultáneamente, otros investigadores le han reconocido bondades al modelo algunas bondades, especialmente en el campo de la motivación por el auto aprendizaje.

Con este panorama, el presente capítulo expone las conclusiones, sustentadas en los resultados obtenidos luego de la aplicación metodológica propuesta, igualmente, se plantean unas proyecciones investigativas, con el ánimo de incentivar la indagación en aspectos que la presente investigación expone como posibles variables que afectan los procesos de enseñanza y aprendizaje de la química.

Sin lugar a dudas, la riqueza de estas conclusiones reside en los aportes a los estudios en el campo de la resolución de problemas como estrategia de enseñanza de la química, la aplicación de la psicología del aprendizaje y la importancia de las diferencias individuales, sin olvidar las posibilidades orientadoras para futuras investigaciones que complementen esta investigación.

### **7.1. Desde el problema y los objetivos**

La estructura del plan de estudios para los licenciados en química de la Universidad Pedagógica Nacional plantea el curso de bioquímica en el octavo semestre, después de haber estudiado dos semestres de fundamentación en química orgánica y biología, por lo que sorprende el bajo nivel de complejidad en los mapas conceptuales iniciales, el reducido número de conceptos utilizados, la falta de relaciones cruzadas entre ellos y el alto número de errores conceptuales, a pesar de que algunos de estos son trabajados en dichos cursos.

El uso de los mapas conceptuales como herramienta para evaluar el aprendizaje significativo de conceptos, permite contar con una mirada holística de la evolución en la estructura cognitiva de los estudiantes, es así como, el análisis cualitativo y el nivel de aprendizaje significativo, permiten concluir que el modelo de resolución de problemas influye favorablemente el aprendizaje significativo de los conceptos químicos asociados a las proteínas, lípidos y glúcidos.

Los coeficientes de correlación  $\tau$  de Kendall y  $\rho$  de Spearman, permiten identificar una fuerte correlación entre el aprendizaje significativo y los estilos de aprendizaje, siendo el grupo de estudiantes con estilo de aprendizaje multiestilo y reflexivo quienes logran los mejores resultados, por el contrario, los estudiantes con estilo de aprendizaje activo obtienen los resultados más bajos. De lo anterior se deduce entonces, que el modelo de resolución de problemas fomenta el aprendizaje significativo de conceptos asociados a las proteínas, lípidos y glúcidos, con una fuerte influencia de los estilos de aprendizaje.

El análisis estadístico de regresión curvilínea propone una ecuación matemática de orden cúbica que representa la correlación entre el estilo de aprendizaje y el nivel de aprendizaje significativo, esta ecuación matemática debe ser estudiada con mayor profundidad afinando la correlación de características individuales de los estudiantes con el aprendizaje significativo.

El aporte de la presente investigación puede ser analizado desde dos líneas, en primer lugar en la identificación de la correlación tridimensional entre el modelo de resolución de problemas, el aprendizaje significativo y la influencia de los estilos de aprendizaje, destacándose la necesidad de ampliar las categorías de los estilos de aprendizaje propuestos por Honey y Mumford, adicionando una nueva categoría denominada multiestilo.

Por otro lado, la ecuación matemática de regresión curvilínea cúbica es una primera aproximación en el intento de pronosticar estadísticamente el resultado del proceso de enseñanza-aprendizaje, y supone la necesidad de estudiar el efecto de otras variables tales como: los estilos de enseñanza, la cultura, el entorno familiar y social, entre otras variables cuyo efecto también podría ser expuesto a través de ecuaciones matemáticas.

## 7.2. De los estilos de aprendizaje

En el marco de la presente investigación los estilos de aprendizaje, entendidos en el campo de las diferencias individuales, juegan un papel importante, toda vez que se pretende identificar su influencia en el aprendizaje significativo de conceptos cuando se emplea el modelo de resolución de problemas, es en este sentido que se utiliza como instrumento el cuestionario estandarizado CHAEA, desarrollado por Honey – Alonso (1992).

La aplicación del cuestionario CHAEA para identificar los estilos de aprendizaje muestra que el 64 % de los estudiantes no cuentan con un estilo de aprendizaje claramente definido en alguno de las cuatro categorías establecidas por Honey y Mumford. Esta tendencia permite proponer una nueva categoría denominada multiestilo, de esta manera se respeta la idea de aceptar las características individuales de los estudiantes. Este resultado es similar a la identificada por Rodríguez, Aguirre, Granados y Valdez (2010).

Es claro que si bien los estudiantes agrupados en la categoría multiestilo cuentan con características de los cuatro estilos propuestos por Honey y Mumford, las posibilidades de combinación entre los estilos de aprendizaje que caracterizan estos estudiantes son muy amplias, por lo que es necesario utilizar alternativas como la estadística descriptiva para elaborar un perfil estilístico que caracteriza este grupo de estudiantes, en este sentido se encontró que sobresale el estilo de aprendizaje reflexivo y en segundo lugar un equilibrio entre teórico y activo.

Desde este punto de vista, se puede asegurar que el problema de las individualidades es complejo y difícil de categorizar, por lo que en este contexto, la propuesta de Honey y Mumford debe ser considerada como una guía, aceptando la posibilidad de incluir otras categorías de acuerdo con el grupo objeto de estudio, la intensión de la investigación o el objetivo de

enseñanza. Esto permite contar con un mayor panorama de análisis sobre los efectos en el aprendizaje.

### **7.3. De la metodología**

Como cualquier otra investigación, la metodología de resolución de problemas requiere de una planificación rigurosa para evitar improvisaciones y desviaciones en los resultados que generen conclusiones erradas, donde el contexto de los estudiantes, sus individualidades y la intencionalidad del profesor, son importantes en el diseño de actividades, máxime cuando en la resolución de problemas se pretenda desarrollar temáticas de interés vinculadas al entorno de los estudiantes, propiciando un ambiente favorable de enseñanza y aprendizaje para los estudiantes y el profesor.

En este sentido, los resultados analizados en el capítulo anterior, muestran que las actividades diseñadas, el material de trabajo, la clase magistral, las prácticas de laboratorio, los foros virtuales de discusión, los mapas conceptuales, el pre-test y pos-test, son apropiados para el logro de los objetivos propuestos en la investigación, evidenciado en el aprendizaje significativo de conceptos asociados a las proteínas, lípidos y glúcidos por parte de los estudiantes de Licenciatura en Química.

Se resalta el papel de cada una de las actividades planteadas, teniendo en cuenta que cada una de ellas cumple con un objetivo. Es indudable la riqueza de las clases magistrales dentro del modelo de resolución de problemas, enfocadas como un ejercicio de indagación a experto, ya que incentiva el intercambio de opiniones, aclaración de dudas en los conceptos, y permite introducir los temas objeto de estudio, generando preguntas e hipótesis en los estudiantes.

Los trabajos experimentales en el laboratorio permiten la participación activa por parte de los estudiantes, quienes proponen, planean y ejecutan las prácticas de laboratorio enfocadas a

comprobar supuestos surgidos por las lecturas previas y las clases magistrales, el profesor actúa como un orientador experto en el tema.

Con esta metodología, los estudiantes tienen la oportunidad de trabajar en equipos, se incentiva la construcción colectiva del conocimiento gracias al proceso de comprobar hipótesis y proponer una solución al problema planteado, convirtiéndose así en una herramienta importante para que el estudiante cuente con un acercamiento experiencial a los problemas planteados.

El intercambio de ideas, experiencias, aporte de nuevas ideas, la reflexión sobre algunos temas, la formación de una comunidad y la construcción de conocimiento, entre otros aspectos, son los pilares del foro virtual, por lo que esta actividad, desarrollada después de la práctica de laboratorio, permite a los estudiantes revisar la experiencia vivida y plantear algunas conclusiones al respecto, cabe mencionar que el papel del profesor en el foro es importante, especialmente por la retroalimentación dada en los tópicos trabajados, la orientación, ampliación y aclaración de conceptos.

El uso de mapas conceptuales, al finalizar cada tópico trabajado, demuestra la versatilidad que tiene el instrumento para realizar un seguimiento en la evolución de la estructura cognitiva de los estudiantes, pero por otra parte, permite a los alumnos identificar sus fortalezas y debilidades frente a la temática planteada, por tanto, los mapas conceptuales se convierten en una herramienta importante para que alumno y profesor realicen una planeación encaminada a reforzar conceptos débiles en la estructura cognitiva, o para construir nuevos conceptos.

Uno de los aspectos críticos durante la planeación metodológica es la de identificar la mejor manera de evaluar el aprendizaje significativo, sin embargo, aquí nuevamente se destaca la versatilidad de los mapas conceptuales como herramienta de evaluación al permitir observar con claridad y de forma holística los cambios en la estructura cognitiva de los estudiantes, la



dificultad se presenta en el momento de asignar un valor numérico, especialmente cuando el alumno no tiene experiencia en la elaboración de mapas conceptuales, ya que el diagrama elaborado podría no representar realmente la evolución cognitiva.

Se destaca el uso de las herramientas estadísticas como apoyo al análisis cualitativo y cuantitativo de los resultados, estas respaldan las conclusiones generadas y permiten que las proyecciones de investigación sean coherentes y permitan ampliar el estudio de variables que influyen en los procesos de aprendizaje.

#### **7.4. De la resolución de problemas**

Una de las grandes preocupaciones de los profesores es el rendimiento académico de sus estudiantes, asumido como un indicador de aprendizaje frente al cumplimiento de objetivos, así como una vía para analizar las dificultades que tienen los estudiantes por relacionar teorías y conceptos científicos con el entorno (Varela y Martínez, 1997).

En este sentido, el propósito principal de esta investigación ha sido establecer la influencia de la estrategia didáctica constructivista de resolución de problemas en el aprendizaje significativo de conceptos químicos asociados a las proteínas, glúcidos y lípidos, en función de los estilos de aprendizaje, frente al cual se plantea una metodología pre-experimental, con la aplicación de un mapa conceptual inicial como pre-test, posteriormente unas actividades enfocadas a la resolución de problemas y un mapa conceptual final como pos-test, con resultados analizados mediante herramientas estadísticas que permiten respaldar las conclusiones de la investigación.

Frente al mapa conceptual pre-test, los resultados obtenidos muestran claramente las dificultades conceptuales de los estudiantes, donde la simplicidad de la estructura jerárquica pone de manifiesto el escaso lenguaje científico, los errores conceptuales, el desconocimiento de

los conceptos químicos asociados a las proteínas , lípidos y glúcidos, generando una desarticulación con temas no propiamente químicos o bioquímicos, como es el caso de las enfermedades producidas por los desórdenes alimenticios planteados en esta investigación.

El uso de la matriz evaluativa propuesta y altamente fiable gracias a la validación con expertos, permite realizar una valoración holística del mapa conceptual, así como la posibilidad de asignarle una valoración numérica para establecer categorías que faciliten el análisis, así, se establece que la mayoría de los estudiantes, cerca del 58 %, se ubican en una categoría “suficiente” al obtener un puntaje de 2,0 / 5,0, solo el 4% logra ubicarse en la categoría “bien” al obtener un puntaje de 3,0 / 5,0 y ningún estudiante logró las categorías de “Notable o Excelente”.

Al realizar un análisis general de las valoraciones antes mencionadas, mediante herramientas estadísticas, como el coeficiente chi-cuadrado,  $\tau$  b de Kendall,  $\rho$  de Spearman y Wilcoxon, se determina la no existencia de relación entre los estilos de aprendizaje y La valoración numérica del mapa conceptual inicial o pre-test, lo cual supone que todos los estudiantes parten en igualdad de condiciones conceptuales, antes de aplicar las actividades enmarcadas en el modelo de resolución de problemas.

El plantear un problema integrador enmarcado en los desórdenes alimenticios y sus consecuencias relacionadas con el sobrepeso, obesidad y las dietas, permite vincular aspectos de las ciencias sociales, ciencias naturales y la industria; por otro lado, genera intereses particulares debido a la implicación que tiene en la población adolescente, juvenil y adulta, este problema motiva a los estudiantes para indagar en diversas fuentes bibliográficas y audiovisuales, en este sentido, se concluye que el problema integrador debe ser motivador y de interés para los estudiantes.

Los problemas específicos permiten organizar las actividades en el aula por temáticas, identificar con mayor profundidad los errores conceptuales y la falta de profundidad en el uso del lenguaje científico articulado con la explicación del problema, sin embargo, la motivación por la indagación permite un trabajo autónomo con el que el estudiante intenta autoexplicar los fenómenos asociados al problema planteado, y complementado con la clase magistral donde el estudiante tiene la posibilidad de intercambiar opiniones con un experto (profesor) parece ser una estrategia válida para mejorar dichas dificultades.

El uso de la clase magistral como parte del proceso de indagación por parte de los estudiantes es una de las maneras de vincularla en el marco del modelo de resolución de problemas, en ella debe existir un dialogo fluido con el estudiante, de tal forma que la aclaración y ampliación de conceptos, previamente indagados por el estudiante, sea la finalidad de esta actividad.

El uso de las prácticas de laboratorio se constituye en una actividad clave en el proceso, permiten un acercamiento experimental a las ideas encontradas en la teoría, motiva el trabajo en pequeños grupos, el intercambio de ideas entre los integrantes de cada grupo dinamiza la actividad y la construcción colectiva de conceptos gracias a intereses comunes.

El análisis de los informes de laboratorio, empleando el programa Atlasti, muestra una tendencia casi generalizada a realizar los análisis de los resultados y las conclusiones basados en lo operativo y algorítmico centralizados en las dificultades técnicas por la falta de materiales y equipos de laboratorio, o en los errores operativos con los que posiblemente se explican las diferencias con los datos de la literatura, esto demuestra un problema estructural en la forma de ver el experimento como herramienta para desarrollar habilidades operativas o de comprobación

de teorías vistas en clase y no como una vía para identificar fenómenos, construir conceptos o proponer explicaciones a los mismos.

El foro de discusión virtual emerge como una actividad importante en el proceso de aprendizaje significativo, gracias a la posibilidad de incentivar el intercambio de conceptos, puntos de vista y experiencias, entre los estudiantes y el profesor, siempre que la discusión se realice alrededor de temas de interés, se incentive a los estudiantes para proponer el enfoque de la discusión y el profesor colabora con la organización, la dirección, orientación y conocimiento del experto, de esta manera, el foro facilita la corrección de errores conceptuales, incentiva la indagación y proporciona un ambiente acorde a las necesidades de aprendizaje.

El análisis realizado al foro virtual, mediante el programa Atlas ti, muestra temáticas centrales de discusión, sobre las cuales, los estudiantes tienden a realizar un discurso coherente, relacionando los conceptos químicos con otras problemáticas que influyen en el objeto central de discusión, es así como puede encontrarse temas industriales, psicológicos, médicos, sociales, biológicos, ambientales e inclusive culturales.

El foro virtual se configura en una importante actividad complementaria a la indagación, las prácticas de laboratorio y la clase magistral, gracias a su dinamismo y los efectos sobre la construcción de conceptos, las complejas redes de temas o códigos elaborados a través del programa Atlasti, dan cuenta de su importancia.

Los mapas conceptuales elaborados al finalizar cada tema muestran el esfuerzo de los estudiantes por relacionar los conceptos químicos trabajados en la clase magistral, la indagación, el laboratorio y el foro, con aspectos como la salud, los alimentos, deportes, aspectos fisiológicos y temas netamente bioquímicos como las enzimas, cinética, ciclo de Krebs, entre otros, gracias al intento por resolver los problemas particulares y el integrador.

La complejidad de los mapas constituye una evidencia más del progreso de los estudiantes, permite observar la evolución en la estructura cognitiva de cada estudiante, así como los errores persistentes y algunos tópicos que solamente se mencionan sin relacionarlos a otros, evidenciando posibles dificultades en el aprendizaje y por tanto, la necesidad de planear nuevas actividades enmarcadas en el modelo de resolución de problemas o en otros que favorezcan el aprendizaje.

### **7.5. Proyecciones investigativas**

Producto del desarrollo de esta investigación surgen nuevas ideas e interrogantes conducentes a investigaciones, las cuales, seguramente enriquecerán los aportes a la didáctica de la química.

En primer lugar, extender el estudio a otros niveles y áreas del conocimiento por ejemplo en estudiantes de educación media, posgrado o en disciplinas como la física, biología, matemáticas, ingenierías, ciencias de la salud, entre otras, con las que puede obtenerse un ejercicio importante para que los profesores y estudiantes logren cumplir sus objetivos académicos.

En segundo lugar, ampliar la investigación a otros modelos diferentes de la resolución de problemas, como por ejemplo el aprendizaje por investigación, aprendizaje por descubrimiento o cambio conceptual por mencionar algunas.

Por otro lado, la posibilidad de ampliar el estudio de la influencia de los estilos de aprendizaje a un campo más abierto de las características individuales del aprendizaje, en un intento por universalizar la proyección estadística - matemática de orden cubica identificada en esta investigación, la cual puede ser una herramienta importante para planear las actividades a

realizar en el aula de clase, con estudiantes caracterizados individualmente, y así pronosticar los posibles resultados finales, convergiendo en un nuevo modelo de aprendizaje enmarcado en la incertidumbre.

Finalmente, ampliar la propuesta sobre un modelo de aprendizaje enmarcado en la incertidumbre o cuantizado, en el cual se aceptaría que el aprendizaje está influenciado por múltiples variables todas ellas interrelacionadas, con un alto nivel de incertidumbre, que aparentemente generan incongruencia en el aprendizaje, pero finalmente, como sucede con el concepto de la mecánica cuántica traído de las ciencias experimentales, la probabilidad estadística de lograr un aprendizaje se logra al manipular simultáneamente diversas variables.

## Referencias

- Acevedo, D., Cavadia, S., y Alvis, A. (2015). Estilos de Aprendizaje de los Estudiantes de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Cartagena (Colombia). *Formación Universitaria*, 8(4), 15-22.
- Adán, M. (2008). Los Estilos de Aprendizaje en la Orientación y Tutoría de Bachillerato. *Revista Complutense de Educación*, 19(1), 59 - 76.
- Aguilar , L., Cid, I., y Cid, Y. (2013). Propuesta de Productos de Aprendizaje para la Unidad de Aprendizaje Carbohidratos con Enfoque Basado en Competencias. *Educación Química*, 24, 467-470.
- Aguilar, S. (2008). Alimentando a la Nación: Género y Nutrición en México (1940-1960). *Revista de Estudios Sociales*, 28-40.
- Alducin, J., y Vázquez, A. (2016). Autoevaluación de Conocimientos Previos y Rendimiento según Estilos de Aprendizaje en un Grado Universitario de Edificación. *Formación Universitaria*, 9(2), 29-40.
- Alonso, C. (1992). *Estilos de Aprendizaje: Análisis y Diagnóstico en Estudiantes Universitarios*. Madrid: Universidad Complutense.
- Alonso, C., Gallego, D., y Honey, P. (1997). *Los estilos de Aprendizaje. Procedimientos de Diagnóstico y Mejora* . España: Ediciones mensajero.
- Araya , N. (2014). Las Habilidades del Pensamiento y el Aprendizaje significativo en Matemática, de Escolares de Quinto Grado en Costa Rica. *Revista Actualidades Investigativas en Educación* , 14(2), 1-30.
- Ausubel, D. (1968). *Educational Psychology: A cognitive View*. New York: Rinehart y Winston.
- Ausubel, D. (2002). *Adquisición y Retención del Conocimiento: Una Perspectiva Cognitiva*. Barcelona: Ediciones Paidós Ibérica S.A.
- Ayesha, N., Salem, R., Hamdan, N., y Ashour, N. (2013). Gender Differences in Learner Styles and Academic Performance of Medical Students in Saudi Arabia. *Medical Teacher*, 35(s1), s78-s82.
- Bahamón, M., Vianchá, M., Alarcón, L., y Bohórquez, C. (2013). Estilos y Estrategias de Aprendizaje Relacionados con Logro Académico en Estudiantes Universitarios. *Pensamiento Psicológico*, 11(1), 115-129.

- Baldwin, B., Reckers, P., y Kolb, D. (1984). Exploring the Role of Learning Style Research in Accounting Education Policy. *Journal of Accounting Education*, 63.
- Becker, K. (2001). *Principles and Practice of Endocrinology and Metabolism* (Tercera ed.). Philadelphia: Lippincott Williams y Wilkins.
- Berg, C., Bergendahl, C., Lundberg, B., y Tibell, L. (2003). Benefiting from an Open-Ended experiment? A Comparison of Attitudes to, and Outcomes of, an Expository Versus an Open-inquiry Version of the Same Experiment. *International Journal of Science Education*, 25(3), 351-372.
- Bertran, A. A. (12 de Febrero de 2015). *Enciclopediasalud.com*. Recuperado el 27 de Febrero de 2016, de <http://www.enciclopediasalud.com/definiciones/proteina>
- Blanco, M., Hedrera, M., Dal Maso, M., y Orelli, L. (2008). Una Nueva Propuesta Didáctica para la Enseñanza Universitaria de Química Orgánica. *Formación Universitaria*, 1(3), 21-26.
- Blumen, S., Rivero, C., y Guerrero, D. (2011). Universitarios en Educación a Distancia: Estilos de Aprendizaje y Rendimiento Académico. *Revista de Psicología*, 29(2), 227-243.
- Bolívar, J., y Rojas, F. (2008). Los Estilos de Aprendizaje y el Locus de Control en Estudiantes que Inician Estudios Superiores y su Vinculación con el Rendimiento Académico. *Investigación y Postgrado*, 23(3), 199-215.
- Bruna, C., Madrid, V., López, V., Bordón, D., Chiang, M., y Cabanillas, A. (2014). Potencialidades y Proyecciones de la Implementación del Mapa Conceptual como Estrategia de Enseñanza - Aprendizaje en Bioquímica. *Educación Médica Superior*, 28(3), 482-497.
- Business and Economics--Banking and Finance (Notas Financieras). (02 de Febrero de 2005). Opinión - Debilidades Colombianas Frente a la competencia global; [Source: Portafolio]. *Noticias Financieras*.
- Busquets, T., Silva, M., y Larrosa, P. (2016). Reflexiones sobre el Aprendizaje de las Ciencias Naturales. Nuevas Aproximaciones y Desafíos. *Estudios Pedagógicos*, 117-135.
- Calixto, R., y García, M. (2011). Concepciones Alternativas de los Profesores de Biología. Una Aproximación desde la Investigación Educativa. *Revista Educación y Desarrollo Social*, 5(1), 13-23.
- Calvo, S. (1992). *Educación para la Salud en la Escuela*. Madrid: Diaz Santos.
- Camarero, F., Martín, F., y Herrero, J. (2000). Estilos y estrategias de Aprendizaje en Estudiantes Universitarios. *Psicothema*, 12(4), 615-622.



- Campanario, J., y Moya, A. (1999). ¿Como enseñar ciencias? Principales tendencias y propuestas. *Enseñanza de las ciencias*, 17(2), 179-192.
- Campos, A. (2005). *Mapas Conceptuales, Mapas Mentales: y Otras Formas de Representación del Conocimiento*. Bogotá: Cooperativa Editorial Magisterio.
- Cañal, P., y Porlan, R. (1987). Investigando la realidad próxima: un modelo didáctico alternativo. *Enseñanza de las ciencias*, 5(2), 89-96.
- Capella, R., y Coloma, M. (2003). *Estilos de aprendizaje*. Lima, Perú: Fondo editorial Pontificia Universidad Católica.
- Cárdenas, F., y Montealegre, R. (2001). Miniprojects: an alternative to improve general chemistry teaching in higher education. *Journal of science education*, 2(2), 100-102.
- Castillo, A., Ramírez, M., y González, M. (2013). El Aprendizaje Significativo de la Química: Condiciones para Lograrlo. *Omnia*, 19(2), 11-24.
- Cea, M., Hernández, D., Salazar, M., Soto, I., y Matuz, D. (2014). El Uso de Escenarios Clínicos y el Aprendizaje de la Bioquímica en Alumnos de Primer Año de la Carrera de Medicina. *Investigación en Educación Médica*, 3(12), 187-192.
- Chrismar, A. (2005). *Identificación de los Estilos de Aprendizaje y Propuesta de Orientación Pedagógica para Estudiantes de la Universidad Austral de Chile*. Universidad Austral de Chile, Facultad de Ciencias de la Ingeniería. Valdivia: Universidad Austral de Chile.
- Cid, A., y Pérez, A. (2013). Las prácticas de enseñanza realizadas/observadas de los "mejores profesores" de la Universidad de Vigo. *Educación XXI*, 16(2), 265-296.
- Cisneros, A., Gómez, L., y García, E. (2004). *Manual de estilos de Aprendizaje*. Mexico: Secretaría de Educación Pública.
- Cope, C. (2006). *Beneath the Surface: The experience of Learning About Information Systems*. Santa Rosa, California: Informing Science Press.
- Coronel, M., y Curotto, M. (2008). La Resolución de Problemas como Estrategia de Enseñanza y Aprendizaje. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 7(2), 463-479.
- Cruz, D. (2001). *Enseñanza y aprendizaje en la educación superior: Un reto para el siglo XXI*. Universidad de Puerto Rico. Humacao: Universidad de Puerto Rico.
- Dönmez, N., y Ültay, N. (2016). Prospective Chemistry Teacher's Abilities of Creating Concept Maps: Hydrocarbons Example. *Journal of Baltic Science Education*, 15(1), 58-67.
- Duarte, J., y Valbuena, E. (2014). Referentes de la formación de profesores en educación ambiental. Revisión de antecedentes 2000-2012. *Uni-pluri/versidad*, 14(2), 27-36.

- Dukan, P. (2007). *Dieta Dukan*. Recuperado el Febrero de 2015, de [www.dietadukan.es](http://www.dietadukan.es)
- Elboj, C., Puigdemívol, I., Soler, M., y Valls, R. (2006). *Comunidades de aprendizaje, transformar la educación* (Quinta edición ed.). Barcelona: Editorial graó.
- Escurra, L. (2011). Análisis Psicométrico del Cuestionario de Honey y Alonso de Estilos de Aprendizaje (CHAEA) con los Modelos de la Teoría Clásica de los Test y de Rash. (Ulima, Ed.) *Persona*(14), 71-109.
- Eylon, B. S., y Linn, M. C. (1988). Learning and Instruction: An Examination of Four Research Perspectives in Science Education. *Review of Educational Research*, 58(3), 251-301.
- Felder, R., y Silverman, L. (1988). Learning and teaching style in engineering education. *Engineering Education*, 78(7), 674-681.
- Fernández, V., y Beligoy, M. (2015). Estilos de Aprendizaje y su Relación con la Necesidad de Reestructuración de las Estrategias de Aprendizaje de los Estudiantes Universitarios de Primer Año. *Revista de la Fundación Educación Médica*, 18(5), 361-366.
- Freedman, R., y Stumof, S. (1980). Learning Style Theory: Less than Meets The Eye . *The Academy of Management Review*, 5(3), 445-447.
- Gaete, R. (2011). El Juego de Roles como Estrategia de Evaluación de Aprendizajes Universitarios. *Educación y Educadores* , 14(2), 289-307.
- Galagovsky, L. (2004). Del aprendizaje Significativo al Aprendizaje Sustentable. *Enseñanza de las Ciencias*, 22(2), 229-240.
- Gallet, C. (1998). Problem-solving Teaching in the Chemistry Laboratory: Leaving the Cooks. *Journal of Chemical Education* , 75(1), 72-77.
- García, J. (2003). *Didáctica de las Ciencias: Resolución de Problemas y Desarrollo de la Creatividad*. Bogotá: Cooperativa Editorial del Magisterio.
- García, J., y Rentería, E. (2011). Modelización de Problemas para Desarrollar Habilidades de Experimentación. *Tecné, Episteme y Didaxis*(29), 44-64.
- García, R., y Villalonga, M. (2006). Estrategia para la Resolución de Problemas en Estudiantes de Ingeniería Química. *Revista Cubana de Química*, 18(2), 28.
- Garófalo, S., Galagovsky, L., y Alonso, M. (2014). Dificultades en el Aprendizaje del Metabolismo de los Carbohidratos. Un Estudio Transversal. *Química Viva*, 13(1), 31-55.

- Gené, A. (1991). Cambio conceptual y metodológico en la enseñanza y el aprendizaje de la evolución de los seres vivos. Un ejemplo concreto. *Enseñanza de las ciencias*, 9(1), 22-27.
- Gil, A. (2010). *Tratado de Nutrición, Bases Fisiológicas y Bioquímicas de la Nutrición*. Madrid: Editorial Panamericana.
- Gil, D., y Martínez, J. (1983). A model for problem solving in accordance with scientific methodology. *European Journal of Science Education*, 5(4), 447-455.
- Gil, D., Dumas, A., Caillot, M., Martínez, J., y Ramirez, L. (1988). La Resolución de Problemas de Lápiz y Papel como Actividad de Investigación. *Investigación en la Escuela*(6), 3-20.
- Gil, D., Furió, C., Valdés, P., Salinas, J., Martínez, J., Guisasola, J., y otros. (1999). ¿Tiene sentido seguir distinguiendo entre aprendizaje de conceptos, resolución de problemas de lápiz y papel y realización de prácticas de laboratorio? *Enseñanza de las Ciencias*, 17(2), 311-320.
- Gok, T. (2014). Peer Instruction in the Physics Classroom: Effects on Gender Difference Performance, Conceptual Learning, and Problem Soling. *Journal of Baltic Science Education*, 13(6), 776 - 788.
- Gómez , D., Oviedo, R., Gómez, A., y López, H. (2012). Estilos de Aprendizaje en los Estudiantes Universitarios con base en el Modelo de Hemisferios Cerebrales. *Revista Académica de Investigación*, 1-23.
- Gómez, E., Jaimes, J., y Severiche, C. (2017). Estilos de Aprendizaje en Universitarios, Modalidad de Educación a Distancia. *Revista Virtual Universidad Católica del Norte*(50), 384-393.
- Gómez, L., Aduna, A., García, E., Cisneros, A., y Padilla, J. (2004). *Manual de Estilos de Aprendizaje*. México: Secretaría de Educación Pública.
- González, A. (2001). *Los estilos de aprendizaje de los estudiantes y los estilos de enseñanza de los profesores: Hacia un modelo de concienciación*. Universidad de Puerto Rico, Departamento de estudios graduados. Rio piedras: Bell y Hollel Information and learning company .
- González, F. (1991). *Nomenclatura de Química Orgánica*. Murcia: Universidad de Murcia.
- Grasha, A. (2002). The dynamics of one - on -one teaching. *College teaching*, 50(4), 139-146.
- Guanipa, M., y Mogollón, E. (2006). Estilos de aprendizaje y estrategias cognitivas en estudiantes de ingeniería. *Revista ciencias de la educación*, 1(27), 11-27.

- Guirado, A., Mazzitelli, C., y Maturano, C. (2013). La Resolución de Problemas en la Formación del profesorado en Ciencias: Análisis de las Opiniones y Estrategias de los Estudiantes. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 10, 821 - 835.
- Günter, T., y Alpat, S. (2017). The Effects of Problem Based Learning (PBL) on the Academic Achievement of Students Studying "Electrochemistry". *Chemistry Education Research and Practice*, 18, 78-98.
- Hay, D. B. (2007). Using Concept Maps to Measure deep, Surface and Non - Learning Outcomes. *Studies in Higher Education*, 1(32), 39-57.
- Hernández, A., Jauregui, U., y Avilés, E. (2016). Uso de Mapas Conceptuales en la Química Analítica de la Ingeniería Metalúrgica. *Pedagogía Profesional*, 14(1), 1-8.
- Hernández, B. (2001). *Técnicas Estadísticas de Investigación Social*. Madrid: Díaz de Santos S.A.
- Hernández, R. (2013). *Los Errores Conceptuales de los Alumnos de Secundaria sobre la Nutrición Humana*. Tecnológico de Monterrey, Escuela de Graduados en Educación. Toluca: Tecnológico de Monterrey.
- Hernández, R., Fernández, C., y Baptista, P. (2014). *Metodología de la Investigación* (Sexta ed.). México: MacGraw Hill.
- Herrera, M. (2010). *Estudio Correlacional de los Estilos de Aprendizaje de Estudiantes con Modalidad en Ciencias*. Tesis de Maestría en Docencia de la Química, Universidad Pedagógica Nacional, Departamento de Química, Bogotá.
- Hewett, F. M. (1963). The Psychology of Meaningful Verbal learning. *California Medicine*, 99(6), 434.
- Hewson, P. (1990). La enseñanza de "Fuerza y movimiento" como cambio conceptual. *Enseñanza de las ciencias*, 8(2), 157-171.
- Honey, P., y Mumford, A. (1986). *The Manual of Learning Styles*. Maindehead: Peter Honey.
- Jonassen, D. (2000). Toward a Design Theory of Problem Solving. *Educational Technology Research and Devolpment* , 48(4), 63 - 85.
- Juárez , C., Rodríguez, G., y Luna, E. (2012). El Cuestionario de Estilos de Aprendizaje CHAEA y la Escala de Estrategias de Aprendizaje ACRA como Herramienta Potencial para la Tutoría Académica. *Revista Estilos de Aprendizaje*, 10(10), 1-31.
- Juarez, C. (2014). Propiedades Psicométricas del Cuestionarios Honey - Alonso de Estilos de Aprendizaje (CHAEA) en una Muestra Mexicana. *Revista de Estilos de Aprendizaje*, 7(2013), 136-154.

- Kolb, D., Rubin, I., y McIntyre, J. (1977). *Psicología de las Organizaciones: Problemas Contemporáneos*. México: Prentice-Hall Hispanoamericana.
- Kolb, D., Rubin, I., McIntyre, J., James, M., y Brignardello, L. (1974). *Psicología de las Organizaciones: Experiencias*. Mexico: Prentice Hall Hispanoamericana.
- Landau, L., Ricchi, G., y Torres, N. (2014). Disoluciones: ¿Contribuye la Experimentación a un Aprendizaje significativo? *Educación Química*, 25(1), 21 - 29.
- Landau, L., Ricchi, G., y Torres, N. (2014). Disoluciones: ¿Contribuye la Experimentación a un Aprendizaje Significativo? *Educación Química*, 25(1), 21-29.
- Lavaggi, L., Couto, M., Rios, N., Ingolg, M., Croce, F., Álvarez, G., y otros. (2015). Uso de Seminarios Experimentales como Apoyo al Primer Curso Teórico de Química Orgánica. *Educación Química*, 26(3), 202 - 211.
- Legorreta, B. (2000). *Fundamentos teórico - Metodológicos de la Educación a Distancia: Estilos de Aprendizaje*. Estado de Hidalgo: Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo.
- Lizano, C., Arias, F., Cordero , E., y Ortiz, A. (2015). Relación entre Estilo de Aprendizaje y rendimiento Académico en Estudiantes de Farmacia de la Universidad de Costa Rica. *Revista Digital de Investigación en Docencia Universitaria*, 9(2), 49-63.
- López, A., y Morales, K. (2014). Estilos de Aprendizaje y su Transformación a lo largo de la Trayectoria Escolar. *Enseñanza e Investigación en Psicología*, 19(2).
- López, A., y Tamayo, O. (2012). Las Prácticas de Laboratorio en la Enseñanza de las Ciencias Naturales . *Revista Latinoamericana de Estudios Educativos* , 8(1), 145-166.
- López, J. (2013). *Atención a la Diversidad y Práctica Educativa en Educación Secundaria Obligatoria: una Contribución a la Identificación de los Estilos de Aprendizaje en Función de las Capacidades y Aptitudes Cognitivas, Motivación, Destrezas de Aprendizaje* . Universidad de Murcia. Murcia: Universidad de Murcia, Facultad de Psicología.
- Lopez, R. F. (1989). Dependencia-Independencia de Campo y Educación Científica. *Revista de Educación*(289), 235-259.
- Luengo, R., y González, J. (2005). Relación entre los estilos de aprendizaje, el rendimiento en matemáticas y la elección de asignaturas optativas en alumnos de E.S.O. *Revista electrónica de investigación y evaluación educativa*, 11(2), 147-165.
- Manav, B., y Eceoglu, A. (2014). An Analysis and Evaluation on Adopting Kolb's Learning Theory To Interior Design Studiowork. 6(5), 153-158.

- Marín, N. (2003). Visión constructivista dinámica para la enseñanza de las ciencias. *Enseñanza de las ciencias*(Número extra), 43-55.
- Marín, N., y Cárdenas, F. (2011). Valoración de los modelos más usados en la enseñanza de las ciencias basados en la analogía "el alumno como científico". *Enseñanza de las ciencias*, 29(1), 35-45.
- Marín, T., y Alarcón, H. (2010). Influence of Learning Styles on Conceptual Learning of Physics. *Physics Educational Research Conference*, 217-220.
- Martínez , M., y Ibáñez, M. (2006). Resolver Situaciones Problemáticas en Genética para Modificar las Actitudes Relacionadas con la Ciencia. *Enseñanza de las Ciencias* , 24(2), 193-206.
- Martínez, P. (2008). Estilos de aprendizaje: pautas metodológicas para trabajar en el aula. *Revista Complutense de Educación*, 19(1), 77-94.
- Matavo, J., Hill, R., y Godfrey, P. (2013). Effects of Human Factors in Engineering and Design for Teaching Mathematics: A Comparison Study of Online and Face-to-Face at a Technical College. *Journal of STEM Education: Innovations and Research*, 14(4), 36 - 44.
- Meneses, H., y Jiménez, M. (2013). *Estilos de Aprendizaje y el Desempeño Académico de los Estudiantes Afrocolombianos*. Universidad de Sucre. Sincelejo: Universidad de Sucre.
- Mora, G., y Barrera, M. (2005). Dieta y Enfermedad Coronaria. (F. d. Colombia, Ed.) *La Opinión del Experto*, 53(2), 98-116.
- Moreira, M. (2000). *Aprendizaje Significativo: Teoría y Práctica*. Madrid: Visor.
- Moreira, M. (2005). Aprendizaje Significativo Crítico. *Indivisa, Boletín de Estudios e Investigación*(6), 83-101.
- Moreira, M., y Greca, I. (2003). Cambio conceptual: análisis crítico y propuestas a la luz de la teoría del aprendizaje significativo. *Ciencia y Educación* , 9(2), 301-315.
- Moya, M. (2008). *La Utilización de los Foros en la Enseñanza de la Matemática Mediada por Tecnología Digital*. Universidad Nacional de la Plata. Buenos Aires: Universidad Nacional de la Plata.
- Mukhopadhyay, R. (2013). Problem Solving in Science Learning - Some Important Considerations of a Teacher. *Journal of Humanities and Social Science* , 8(6), 21-25.
- Muñoz, B., y Sánchez, L. (2001). *Los Estilos de Aprender: El Portafolio de Dimensiones Educativas y sus Variables de Acción*. Universidad de Navarra. Barcelona: IESE PUBLISHING.

- Muñoz, B., y Silva, C. (September de 2003). Four Dimensions to Induce Learning: The Challenge Profile. (U. d. Navarra, Ed.) *IESE Business School*, 2-19.
- Novak, J. D. (1987). *Proceedings of the Second International Seminar of the Misconceptions and Educational Strategies in Science and Mathematics*. Cornell University. Ithaca: Cornell University.
- Novak, J. D. (1988). *Learning, Creating and Using Knowledge*. New Jersey. EUA: Lawrence Erlbaum Associates.
- Novak, J., y Gowin, D. (1984). *Learning How to Learn*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Ocampo, F., Guzmán, A., Camarena, P., y De Luna, R. (2014). Identificación de Estilos de Aprendizaje en Estudiantes de Ingeniería. *Revista Mexicana de Investigación Educativa*, 19(61), 401 - 429.
- Ornelas, D. (Noviembre de 2007). El Uso del Foro de Discusión Virtual en la Enseñanza. (OEI, Ed.) *Revista Iberoamericana de Educación*(44), 4-10.
- Ouasri, A. (2017). A Study of Moroccan Pupils' Difficulties at Second Baccalaureat Year in Solving Chemistry Problems Relating to the Reactivity of Ethanoate ions and to Copper - Aluminium Cells . *Chemistry Education Research and Practice*.
- Oviedo, P., Cárdenas, F., Zapata, P., Rendón, M., Rojas, Y., y Figueroa, L. (2010). Estilos de Enseñanza y Estilos de Aprendizaje: Implicaciones para la Educación por Ciclos. *Revista Actualidades Pedagógicas*(55), 31-43.
- Palacios, J., y Carretero, M. (1982). Implicaciones Educativas de los Estilos Cognitivos. *Infancia y Aprendizaje*(18), 83-106.
- Perales, F. (1993). La resolución de problemas: Una revisión estructurada. *Enseñanza de las ciencias*, 11(2), 170-178.
- Perales, F., y Cañal, P. (2000). *Didáctica de las ciencias experimentales*. España: Editorial Marfil.
- Pérez, A. (2010). Aprender a Educar. Nuevos Desafíos para la Formación de Docentes. *Revista Interuniversitaria de Formación del Profesorado* (68), 37-60.
- Polanco, M. (2011). Resolución de Situaciones Problemas en la Enseñanza de las Ciencias: Un Estudio de Análisis. *Revista EDUCyT*, 4, 123-138.
- Pozo, J. (1989). *Teorías Cognitivas del Aprendizaje*. Madrid: Morata.

- Pozo, J. (1999). *Aprendices y maestros*. Madrid: Alianza.
- Pozo, J., Pérez, M., Domínguez, J., Gómez, M., y Postigo, Y. (1994). *La Solución de Problemas*. Madrid: Santillana.
- Quintanal, F. (2012). Relación entre Estilos de Aprendizaje y Rendimiento Escolar en Física y Química de secundaria. *Vivat Academia*(117), 678 - 695.
- Ramírez, E. (2013). El Modelo de Resolución de Problemas en una Perspectiva de Investigación como Práctica Social Normada. *Tecná, Episteme y Didaxis*(34), 91-102.
- Randles, C., y Overton, T. (2015). Expert vs. Novice: Approaches Used by Chemists when Solving Open - ended Problems. *Chemistry Education Research and Practice* (16), 811-823.
- Repice, M., Keith, R., Hogrebe, M., Brown, P., Luesse, S., Gealy, D., y otros. (2016). Talking Through the Problems: a Study of Discourse in Peer-led Small Groups. *Chemistry Education Research and Practice*(17), 555-568.
- Rey, F. (2008). *Utilización de los Mapas Conceptuales como Herramienta Evaluadora del Aprendizaje Significativo del Alumno Universitario en Ciencias con Independencia de su Conocimiento de la Metodología*. Universitat Ramon Llull. Barcelona: Universitat Ramon Llull.
- Rios, R., y Maldonado, E. (2017). Relación entre los Estilos de Aprendizaje y las Teorías de Enseñanza. *Retos*(32), 7-13.
- Rodríguez, L., Aguirre, I., Granados, J., y Valdez, O. (2010). Un Modelo Pedagógico para la Enseñanza y Aprendizaje de Física Experimental Básica. *Revista Cubana de Física*, 27(2A), 163-166.
- Rodríguez, P. M. (2004). *La teoría del Aprendizaje Significativo. En Concepts maps: Theory, methodology, Technology. Proc. of the Firts International Conference on Concept Mapping.* (J. N. A.J Cañas, Ed.) Pamplona, España: Eds. Pamplona.
- Ross, P., Tronson, D., y Ritchie, R. (March de 2008). Increasing Conceptual Understanding of Glycolysis y The Krebs Cycle Using Role - Play. *The American Biology Teacher*, 70(3), 163-168.
- Ruiz, C. (2004). *Creatividad y Estilos de Aprendizaje*. Universidad de Málaga, Departamento de Métodos de Investigación e Innovación Educativa. Málaga: Universidad de Málaga.
- Sánchez, I., Moreira, M., y Caballero, C. (2009). Implementación de una propuesta de aprendizaje significativo de la cinemática a través de la resolución de problemas. *Igeniare, Revista Chilena de Ingeniería*, 17(1), 27-41.



- Sepúlveda, M., López, M., Torres, P., Luengo, J., Montero, E., y Contreras, E. (2011). Diferencias de Género en el Rendimiento Académico y en el Perfil de los Estilos y de Estrategias de Aprendizaje en Estudiantes de Química y Farmacia de la Universidad de Concepción. *Revista Estilos de Aprendizaje*, 4(7).
- Sigüenza, A., y Sáez, M. (1990). Análisis de la Resolución de Problemas como Estrategia de Enseñanza de la Biología. *Enseñanza de las Ciencias*, 8(3), 223-230.
- Silva, R. (2011). *Aprendizaje Significativo y Cooperativo en Blended Learning*. Universidad de Burgos, Departamento de Didácticas Específicas. Burgos: Universidad de Burgos.
- Simón, V. (2011). Diversidad de Estilos de Aprendizaje en el Aula de Música de ESO. *Ensayos*, 179-195.
- Steinmann, A., Bosch, B., y Aiassa, D. (2013). Motivación y Expectativas de los Estudiantes por Aprender Ciencias en la Universidad. *Revista Mexicana de Investigación Educativa*, 18(57), 585 - 598.
- Stevens, S., Shin, N., y Peek, D. (2013). Learning Progressions as a Guide for Developing meaningful Science Learning: A New Framework for Old Ideas. *Educación Química*, 381 - 390.
- Surapaneni, K., y Tekian, A. (2013). Concept Mapping Enhances Learning of Biochemistry. *Medical Education Online*(18), 1-4.
- Swimmer, J., y Brooks, D. (Dirección). (2008). *NatGeo Ciencia de la Obesidad* [Película].
- Teijón, J., Garrido, A., Blanco, D., Villaverde, C., Mendoza, C., y Ramírez, J. (2009). *Fundamentos de Bioquímica Metabólica* (Tercera ed.). Madrid: Tébar.
- Tena, M., y Jorrín, J. V. (s.f. ). *Estudio cinético de la actividad invertasa de levadura de panadería*. Córdoba: Departamento de Bioquímica y Biología Molecular, Campus Universitario de Rabanales.
- Trujillo, J., y Auduriz, A. (2002). El modelo de aprendizaje de Ausubel como soporte teórico para conceptualizar la teletutorización. *Journal of Science Education*, 3(2), 87-90.
- UNAD. (2011). *Bioquímica*. Recuperado el 26 de Febrero de 2016, de [http://datateca.unad.edu.co/contenidos/201103/201103/leccin\\_10\\_clasificacin\\_y\\_\\_propiedades\\_fisicoquimicas.html](http://datateca.unad.edu.co/contenidos/201103/201103/leccin_10_clasificacin_y__propiedades_fisicoquimicas.html)
- Universidad Pedagógica Nacional, Departamento de Química. (2000). *Proyecto Curricular Experimental para la Formación de Licenciados en Química*". Universidad Pedagógica Nacional. Bogotá: Universidad Pedagógica Nacional.

- Valle, A., y Barca, A. (1993). Aprendizaje significativo y enfoques del aprendizaje: el papel del alumno en el proceso de construcción de conocimientos. *Revista Ciencias de la Educación*(156), 481-502.
- Varela, M. (2014). *Relación entre los Estilos de Aprendizaje y los Niveles de Creatividad Motriz en los Estudiantes de la Institución Educativa las Delicias del Municipio de El Bagre*. Universidad de Antioquía. Cauca: Universidad de Antioquía .
- Varela, M. (2002). *La Resolución de Problemas en la Enseñanza de las Ciencias. Aspectos Didácticos y Cognitivos*. Universidad Complutense de Madrid, Departamento de Didáctica y Organización Escolar. Madrid: Universidad Complutense de Madrid.
- Varela, M. P., y Martínez, M. M. (1997). Investigar y Aprender Resolviendo Problemas de Física. *Revista Española de Física*, 11(2), 32-37.
- Voet, D., Voet, J., y Pratt, C. (2009). *Fundamentos de Bioquímica*. Madrid: panamericana.
- Vullo, D. (2014). El Desafío de Enseñar y Aprender Metabolismo en Cursos de Grado. *Química Viva*, 18-30.
- Williams, B., Brown, T., y Etherington, J. (2012). Learning Styles of Undergraduate Nutrition and Dietetics Students. *Journal Allied Health*, 41(4), 170 -176.
- Yuh-Shiow, L., Wen-Pin, Y., Ching-Fang, L., Sue-Hevi, S., y Bao-Huan, Y. (2014). An Exploratory Study of the Relationship Between Learning Styles and Academic Performance Among Students in Different Nursing Programs. *Contemporary Nurse*, 48(2), 229-239.
- Yuriev, E., Naidu, S., Schembri, L., y Short, J. (6 de Mayo de 2017). Scaffolding the Development of Problem Solving Skills in Chemistry : Guiding Novice Students out of Dead Ends and False Starts. *Chemistry Education Research and Practice*.
- Zapata, C. P. (2010). Estilos Cognitivos, de Aprendizaje y de Enseñanza: unas Relaciones Controvertidas. *Revista Actualidades Pedagógicas*(55), 45-58.

## **Anexo I. Cuestionario CHAEA**

### **ESTIMADO Y ESTIMADA PARTICIPANTE**

Agradezco su amable colaboración con la realización de las siguientes actividades, las cuales pretenden identificar algunas características que permitan realizar una mejor planeación del curso, para ello le estoy anexando dos instrumentos así:

- a. Cuestionario CHAEA: Este instrumento será empleado para identificar su estilo de aprendizaje y es una herramienta que permitirá conocer sus particularidades en el momento de aprender algún concepto nuevo, se recomienda que sea lo más sincero posible en sus respuestas, teniendo en cuenta que cualquier respuesta dada es correcta.
- b. Listado de conceptos: se anexa un listado de conceptos que hacen parte de los temas de proteínas, lípidos y glúcidos (carbohidratos), con ellos se pretende que usted elabore un mapa conceptual y trate de relacionar el máximo de conceptos de la lista y si considera que se deben incluir otros, siéntase en la libertad de hacerlo.

Una vez se sistematicen los resultados les será devueltos los análisis correspondientes a estilos de aprendizaje.

Saludos.

Rodrigo Rodríguez C.  
Estudiante de Doctorado  
Universidad Pedagógica Nacional

**CUESTIONARIO CHAEA**

**UNIVERSIDAD PEDAGOGICA NACIONAL  
FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGIA  
DEPARTAMENTO DE QUIMICA**

**NOMBRE:**

**CEDULA :**

**EDAD:**

El siguiente cuestionario está compuesto por 80 afirmaciones que podrían o no describir algún aspecto de usted. Por favor, señale con una X o encierre en un círculo cada afirmación que se ajuste a usted.

**CUESTIONARIO HONEY – ALONSO DE ESTILOS DE APRENDIZAJE**

	<b>SI</b>	<b>NO</b>
1. Tengo fama de decir lo que pienso claramente y sin rodeos.		
2. Estoy seguro/a de lo que es bueno y lo que es malo, lo que está bien y lo que está mal.		
3. Muchas veces actúo sin medir las consecuencias.		
4. Normalmente trato de resolver los problemas metódicamente y paso a paso.		
5. Creo que los formalismos coartan y limitan la actuación libre de las personas.		
6. Me interesa saber cuáles son los sistemas de valores de los demás y con qué criterios actúan.		
7. Pienso que el actuar intuitivamente puede ser siempre tan válido como actuar reflexivamente.		
8. Creo que lo más importante es que las cosas funcionen.		
9. Procuero estar al tanto de lo que ocurre aquí y ahora.		
10. Disfruto cuando tengo tiempo para preparar mi trabajo y realizarlo a conciencia.		
11. Estoy a gusto siguiendo un orden, en las comidas, en el estudio, haciendo ejercicio regularmente.		
12. Cuando escucho una nueva idea, enseguida comienzo a pensar cómo ponerla en práctica.		
13. Prefiero las ideas originales y novedosas aunque no sean prácticas.		
14. Admito y me ajusto a las normas solo si me sirven para lograr mis objetivos.		
15. Normalmente me siento bien con personas reflexivas y me cuesta sintonizar con personas demasiado espontaneas, imprevisibles.		
16. Escucho con más frecuencia que hablo.		

17. Prefiero las cosas estructuradas a las desordenadas.		
18. Cuando poseo cualquier información, trato de interpretarla bien antes de manifestar alguna conclusión.		
19. Antes de hacer algo, estudio con cuidado sus ventajas e inconvenientes.		
20. Me crezco con el reto de hacer algo nuevo y diferente.		
21. Casi siempre procuro ser coherente con mis criterios y sistemas de valores. Tengo principios y los sigo.		
22. Cuando hay una discusión no me gusta ir con rodeos.		
23. Me disgusta comprometerme afectivamente en mi ambiente de trabajo. Prefiero mantener relaciones distantes.		
24. Me gustan más las personas realistas y concretas que las teóricas.		
25. Me cuesta ser creativo/a, romper estructuras.		
26. Me siento a gusto con personas espontáneas y divertidas.		
27. La mayoría de las veces expreso abiertamente como me siento.		
28. Me gusta analizar y dar vueltas a las cosas.		
29. Me molesta que la gente no se tome en serio las cosas.		
30. Me atrae experimentar y practicar las últimas técnicas y novedades.		
31. Soy cauteloso/a a la hora de sacar conclusiones.		
32. Prefiero contar con el mayor número de fuentes de información. Cuantos más datos reúna para reflexionar mejor.		
33. Tiendo a ser perfeccionista.		
34. Prefiero oír las opiniones de los demás antes de exponer la mía.		
35. Me gusta afrontar la vida espontáneamente y no tener que planificar todo previamente.		
36. En las discusiones me gusta observar cómo actúan los demás participantes.		
37. Me siento incómodo/a con las personas calladas y demasiado analíticas.		
38. Juzgo con frecuencia las ideas de los demás por su valor práctico.		
39. Me agobia si me obligan a acelerar mucho el trabajo para cumplir un plazo.		
40. En las reuniones apoyo las ideas prácticas y realistas.		
41. Es mejor gozar el momento presente que deleitarse pensando en el pasado o en el futuro.		

42. Me molestan las personas que siempre desean apresurar las cosas.		
43. Aporto ideas nuevas y espontáneas en los grupos de discusión.		
44. Pienso que son más conscientes las decisiones fundamentadas en un minucioso análisis que las basadas en la intuición.		
45. Detecto frecuentemente la inconsistencia y puntos débiles en las argumentaciones de los demás.		
46. Creo que es preciso saltarse las normas muchas más veces que cumplirlas.		
47. A menudo caigo en la cuenta de otras formas mejores y más prácticas de hacer las cosas.		
48. En conjunto hablo más que escucho.		
49. Prefiero distanciarme de los hechos y observarlos desde otras perspectivas.		
50. Estoy convencido/a que debe imponerse la lógica y el razonamiento.		
51. Me gusta buscar nuevas experiencias.		
52. Me gusta experimentar y aplicar las cosas.		
53. Pienso que debemos llegar pronto al grano, al meollo de los temas.		
54. Siempre trato de conseguir conclusiones e ideas claras.		
55. Prefiero discutir cuestiones concretas y no perder el tiempo con charlas vacías.		
56. Me impaciento cuando me dan explicaciones irrelevantes e incoherentes.		
57. Compruebo antes si las cosas funcionan realmente.		
58. Hago varios borradores antes de la redacción definitiva de un trabajo.		
59. Soy consciente de que en las discusiones ayudo a mantener a los demás centrados en el tema, evitando divagaciones.		
60. Observo que, con frecuencia, soy uno/a de los/as más objetivos/as y desapasionados/as en las discusiones.		
61. Cuando algo va mal, le quito importancia y trato de hacerlo mejor.		
62. Rechazo ideas originales y espontáneas si no las veo prácticas.		
63. Me gusta sopesar diversas alternativas antes de tomar una decisión.		
64. Con frecuencia miro hacia delante para prever el futuro.		
65. En los debates y discusiones prefiero desempeñar un papel secundario, antes que se el/la líder o el/la que más participa.		
66. Me molestan las personas que no actúan con lógica.		

67. Me resulta incómodo tener que planificar y prever las cosas.		
68. Creo que el fin justifica los medios en muchos casos.		
69. Suelo reflexionar sobre los asuntos y problemas.		
70. El trabajar a conciencia me llena de satisfacción y orgullo.		
71. Ante los acontecimientos trato de descubrir los principios y teorías en que se basan.		
72. Con tal de conseguir el objetivo que pretendo soy capaz de herir sentimientos ajenos.		
73. No me importa hacer todo lo necesario para que sea efectivo mi trabajo.		
74. Con frecuencia soy una de las personas que más anima las fiestas.		
75. Me aburro enseguida con el trabajo metódico y minucioso.		
76. La gente con frecuencia cree que soy poco sensible a sus sentimientos.		
77. Suelo dejarme llevar por mis intuiciones.		
78. Si trabajo en grupo procuro que se siga un método y un orden.		
79. Con frecuencia me interesa averiguar lo que piensa la gente.		
80. Esquivo los temas subjetivos, ambiguos y poco claros.		

## Anexo 2. Pre-test y pos-test

### CONCEPTOS PARA ELABORAR MAPA CONCEPTUAL

A continuación encontrará una serie de conceptos que hacen parte de las temáticas propias de proteínas, lípidos, glúcidos (carbohidratos), el ejercicio pretende que usted elabore un mapa conceptual donde relacione la mayoría de conceptos que aparecen en la lista; Igualmente, si considera necesario incluir otros que no están en la lista, siéntase en la libertad de incluirlos.

Por favor elabore su mapa conceptual a mano y envíelo escaneado por este medio

Proteínas	Ácidos grasos saturados	Carbohidratos
Aminoácidos	Ácidos grasos Insaturados	Azúcares reductores
Péptidos	Fosfolípidos	Azúcares no reductores
Enzimas	Colesterol	Monosacáridos
Cinética	Metabolismo	Polisacáridos
Lípidos	Glúcidos	Fibra
Respiración celular	Aporte calórico	Ciclo de Krebs

#### Para Recordar:

#### Mapa Conceptual:

Un mapa conceptual es un diagrama jerárquico que refleja la organización conceptual de algún tema, y se consideran tres aspectos básicos para su elaboración:

- Conceptos: consideradas como abstracciones, imágenes mentales o características comunes de un grupo de objetos o acontecimientos.
- Propositiones: son unidades semánticas formadas por dos o mas conceptos unidos por palabras apropiadas que le dan un significado.
- Palabras enlace: Son palabras que unen conceptos para formar una unidad de significado.

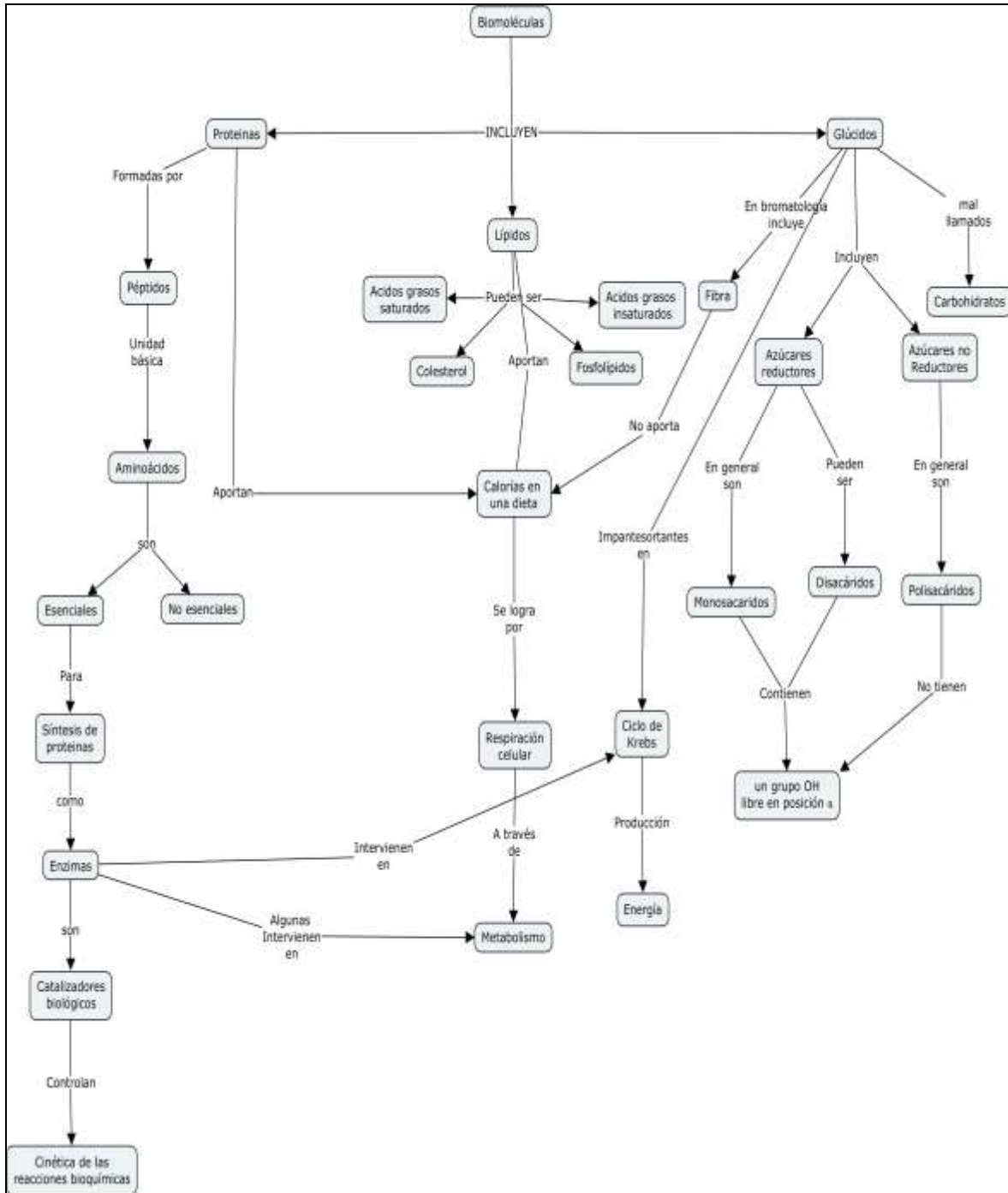
Estos mapas conceptuales permiten observar la construcción de relaciones entre conceptos y proposiciones.

**¡Gracias !**

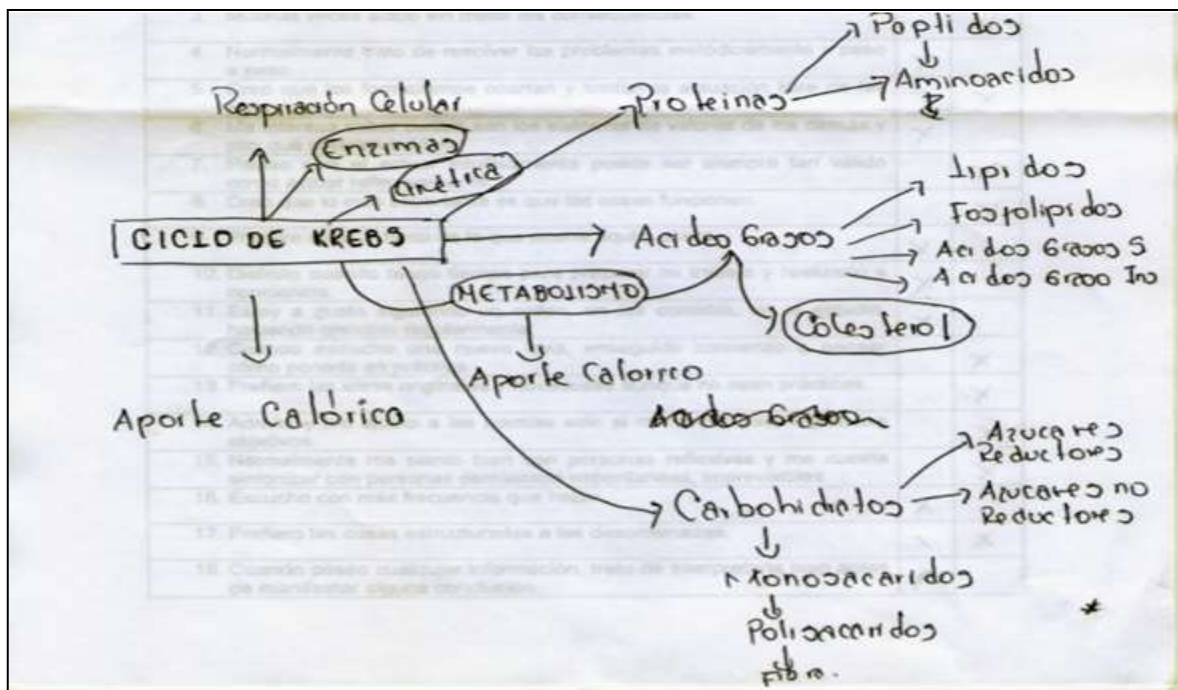


### Anexo 3. Mapas conceptuales

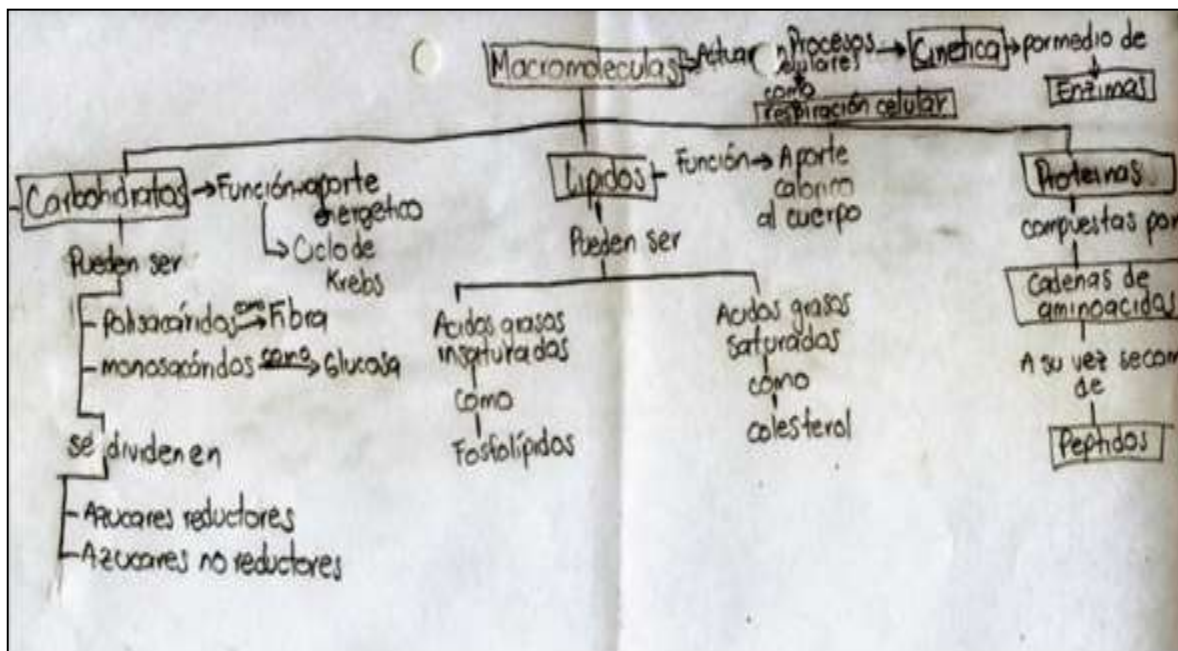
#### Mapa conceptual de referencia.



Mapas conceptuales iniciales pre-test

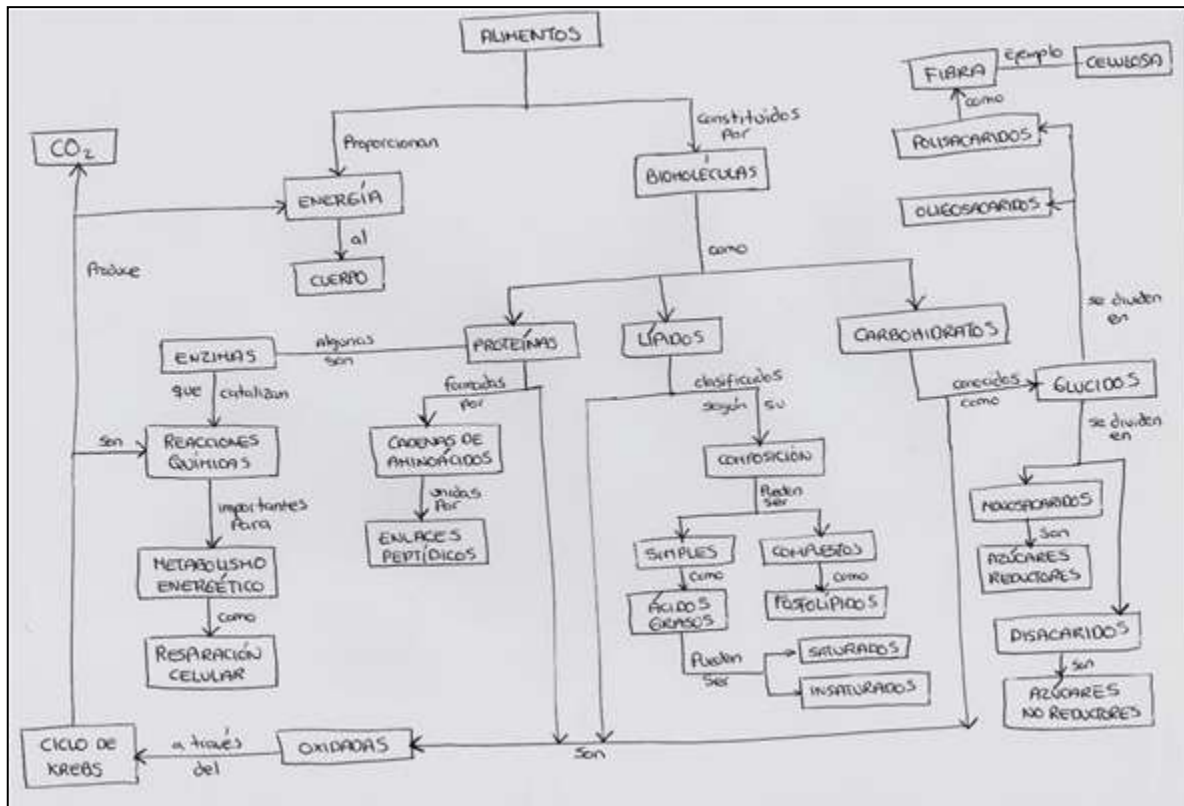


Tomado de: Pre-test del estudiante 91

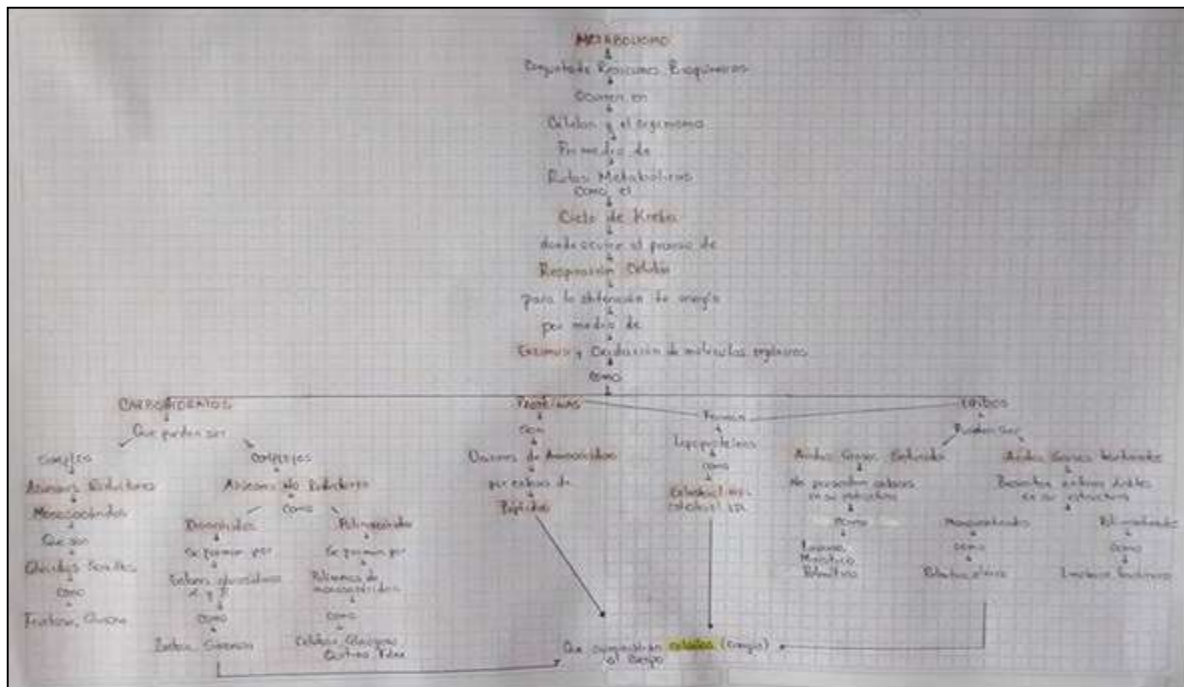


Tomado de: Pre-test del estudiante 101





Tomado de: Pos-test del estudiante 80



Tomado de: Pos-test del estudiante 79



## Anexo 4. Actividades en el aula

### PROBLEMA INTEGRADOR:

#### INTRODUCCIÓN

#### ESTILO DE VIDA Y BIOQUÍMICA, UN EQUILIBRIO VULNERABLE



Una de las problemáticas de la sociedad actual y que se considera como un problema de salud pública es todo lo relacionado con desórdenes alimentarios, es así como el los problemas cardiovasculares representan una de las causas principales de muerte en la población, especialmente derivadas del sobrepeso, la obesidad y la obesidad mórbida, tal es así que Colombia en 2009, según la Sociedad Colombiana de Endocrinología, la población adulta con este problema superaba el 50%, como se puede ver en la siguiente Tabla.

SEXO	SOBREPESO	OBESIDAD	DIFERENCIA
HOMBRES	39.9%	31.1%	8.8% > sobrepeso
MUJERES	49.6%	33.0%	16.6% > sobrepeso
TOTAL	46.1%	32.3%	13.8% > sobrepeso

Sociedad Colombiana de Endocrinología  
2009

Bajo este panorama, han surgido diversas propuestas para bajar de peso, entre otras, la promoción de actividad física y una gran diversidad de dietas, algunas de estas soluciones desarrolladas por nutricionistas y otras tantas sin un respaldo científico, una de las dietas que ha generado mayor controversia es la “dieta Dukan”, la cual cuenta con muchos críticos en el área médica.

#### **Problema:**

Cuál es la implicación de las Dietas alimenticias en los procesos bioquímicos?

#### **Actividades iniciales:**

#### **Artículos Propuestos para lectura:**

Lastra L. G., Lastra G.G. (2005). Obesidad: Epidemia del Nuevo Milenio. Actualización, 53(3), 186-195

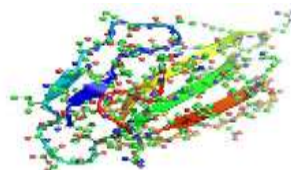
SIGWEB El Portal de los Expertos En Prevención de Riesgos de Chile. (Abril de 2012).  
Nutricionista Explica en Detalle la Polémica Dieta Dukan; [Source: Publimetro].

**Video propuesto:** <https://www.youtube.com/watch?v=ld7XeXIRjnY>

Plantee actividades para dar solución al problema

**PROTEÍNAS:**

**PROTEÍNAS FUENTE DE VIDA**  
**Profesor Rodrigo Rodríguez C.**  
**Universidad Pedagógica Nacional**  
**Departamento de Química**



Durante las décadas de 1940 y 1950, los gobiernos latinoamericanos consideraron que el problema de pobreza y atraso en la población estaba asociado a la mala nutrición, donde el bajo consumo de calorías, proteínas y la falta de higiene, ocasionaba enfermedades que llevaban a la ausencia laboral de los trabajadores y campesinos; Tal es así que las autoridades del país se dieron a la tarea de luchar contra la desnutrición. Los médicos consideraron que el mejoramiento en las condiciones de higiene, y el aumento del consumo de proteína animal, facilitarían el progreso de la nación, al contar con trabajadores sanos, disciplinados y productivos. (Aguilar, 2008)

En el contexto anterior, Cuáles son las funciones relevantes de las proteínas en la bioquímica humana? Y como se explican?

**Bibliografía**

Aguilar, S. (2008). Alimentando a la Nación: Género y Nutrición en México (1940-1960). *Revista de Estudios Sociales* , 28-40.



**TALLER BIOQUÍMICA PROTEÍNAS**

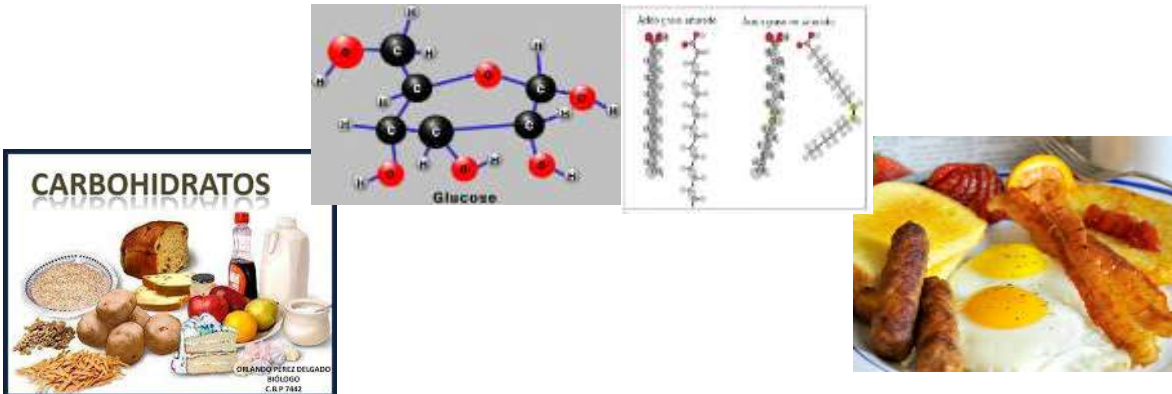
Nombre:

Código

1. A continuación encontrará una serie de conceptos que hacen parte del tópico proteínas, elabore un mapa conceptual donde relacione la mayoría de conceptos que aparecen en la lista; igualmente, incluya al menos tres conceptos que no están en la lista.

Proteínas	Valor biológico	Alostérico
Aminoácidos	Estructura primaria	Puentes de hidrógeno
Péptidos	Agua	Cocina
Enzimas	Energía	Textura de alimentos
Cinética	Huevo	Energía de activación
Nutrición	Carne	
Valor químico	Frijol	

## GLÚCIDOS GLÚCIDOS: LA ENERGÍA DE LA VIDA



La sociedad actual enfrenta grandes retos en temas como la salud, algunas enfermedades como Hipoglicemia, hiperglicemia y diabetes (Mora y Barrera, 2005).

Cuál es el papel que juegan los glúcidos en los procesos bioquímicos y qué incidencia en estas enfermedades?

Cuál sería la recomendación de dieta para una persona con problemas de azúcar?, como lo sustentaría desde la bioquímica?

### ACTIVIDADES:

Proponga algunas actividades para solucionar las preguntas anteriores.

### Bibliografía

Mora, G., y Barrera, M. (2005). Dieta y Enfermedad Coronaria. (F. d. Colombia, Ed.) *La Opinión del Experto* , 53 (2), 98-116.

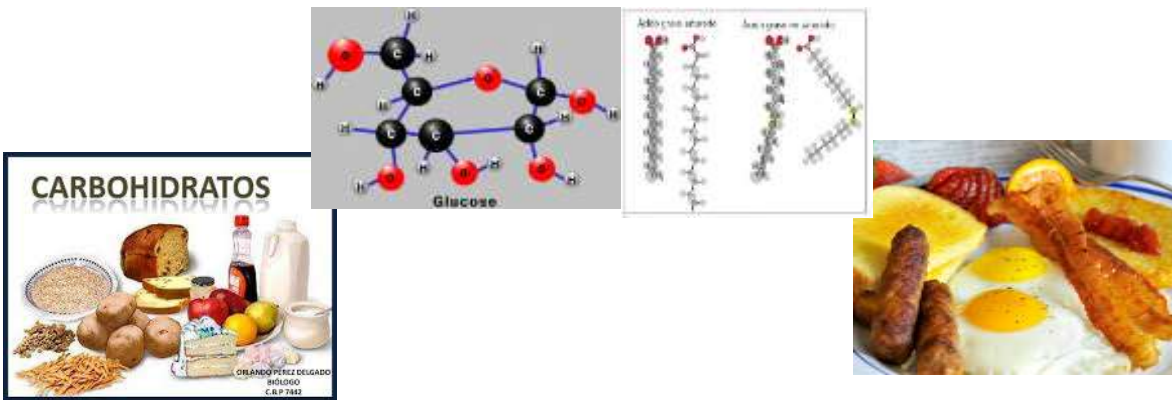
**TALLER BIOQUÍMICA GLÚCIDOS**

Nombre:

Código

1. A continuación encontrará una serie de conceptos que hacen parte del tópico glúcidos, elabore un mapa conceptual donde relacione la mayoría de conceptos que aparecen en la lista; igualmente, incluya al menos tres conceptos que no están en la lista.

Glúcidos	Deporte	Metabolismo
Monosacáridos	Respiración	Isómeros
Polisacáridos	Dolor muscular	Cocina
Azúcares reductores	Energía	Textura de alimentos
Ciclo de Krebs	Leche	Célula
Nutrición	Endulzantes	
Diabetes	Sudor	

**LÍPIDOS : LA ENERGÍA DE LA VIDA**

La sociedad actual enfrenta grandes retos en temas como la salud, algunas enfermedades como Hipoglicemia, hiperglicemia, diabetes y problemas cardiovasculares causan gran preocupación debido a su impacto en la sociedad, tal es así que en Colombia la enfermedad coronaria es la primera causa de muerte en población mayor de 45 años. Igualmente, existen varios factores relacionados con la alimentación asociados a estos problemas como el alto consumo de grasa saturada, ácidos grasos trans, colesterol, carbohidratos y sodio entre otros, así como también el sedentarismo. (Mora y Barrera, 2005).

Cuál es el papel que juegan los lípidos en los procesos bioquímicos y que incidencia real tienen en la salud?

Cuál sería la recomendación de dieta para una persona con problemas de colesterol?, como lo sustentaría desde la bioquímica?

**ACTIVIDADES:**

Proponga algunas actividades para solucionar las preguntas anteriores.

**Bibliografía**

Mora, G., y Barrera, M. (2005). Dieta y Enfermedad Coronaria. (F. d. Colombia, Ed.) *La Opinión del Experto* , 53 (2), 98-116.

**TALLER BIOQUÍMICA LÍPIDOS**

Nombre:

Código

1. A continuación encontrará una serie de conceptos que hacen parte del tópico lípidos, elabore un mapa conceptual donde relacione la mayoría de conceptos que aparecen en la lista; Igualmente, incluya al menos tres conceptos que no están en la lista.

Lípidos	Enfermedad Cardíaca	Aromas en alimentos
Grasas saturadas	Grasas animales	Cocina
Colesterol	Grasas vegetales	Textura de alimentos
Sabor en alimentos	Parámetros químicos	Energía
Metabolismo	Densidad	Protección
Ciclo de Krebs	Huevo	
Obesidad	Carne	

## Anexo 5. Prácticas de laboratorio

### Proteínas:



**UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL**  
**FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA**  
**DEPARTAMENTO DE QUÍMICA**  
**DETERMINACIÓN DE PROTEÍNAS**  
**LABORATORIO DE BIOQUÍMICA**  
**PRÁCTICA 1**

### OBJETIVOS

- Extracción de proteínas por el método de Osborne y Mendel
- Determinación y Cuantificación de proteínas por el método Kjeldahl, Biuret y UV

Material	Reactivos
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Espátula</li> <li>• 2 Vidrio de reloj</li> <li>• Equipo automático (digestor y destilador)</li> <li>• 1 pipeta de 1 mL</li> <li>• 2 Pipetas de 10 mL</li> <li>• 1 pipeta de 5 mL</li> <li>• 4 Matraces aforados 100 mL</li> <li>• Pinza para bureta</li> <li>• Soporte universal</li> <li>• Bureta 50 mL</li> <li>• Espectrofotómetro</li> <li>• 19 tubos de ensayo</li> <li>• Equipo de Centrifugado.</li> <li>• Beaker de 200 mL</li> <li>• Frasco lavador</li> <li>• Escobilla</li> <li>• Agitador de vidrio</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Harina (Trigo, avena) Homogeneizada</li> <li>• NaCl 1%</li> <li>• Etanol 75%</li> <li>• NaOH 0.1 N</li> <li>• Ácido Sulfúrico H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 98%</li> <li>• Ácido Bórico H<sub>3</sub>BO<sub>4</sub> 4%</li> <li>• Indicador Tashiro</li> <li>• Ácido clorhídrico HCl 0.1 N</li> <li>• Reactivo Biuret</li> <li>• Patrón albúmina de huevo 5mg/ml</li> </ul>

### MARCO TEÓRICO

### ¿Qué son las proteínas?

Son macromoléculas formadas por una larga cadena lineal de aminoácidos unidos por enlaces peptídicos. Las proteínas se despliegan adquiriendo una configuración tridimensional, lo que junto a los aminoácidos que la componen determina su actividad y función biológica. En un organismo los genes codifican una gran cantidad de proteínas distintas.

### Funciones de las proteínas:

Cada proteína tiene una función específica: estructural, enzimática, reguladora, transportadora, defensiva, etc. Por ejemplo: la hemoglobina es una proteína que transporta el oxígeno en la sangre, los anticuerpos son proteínas defensivas, la insulina regula el nivel de azúcar en sangre, la miosina y actina son proteínas musculares, etc. (Bertran, 2015)

### Clasificación

Además de la clasificación en fibrosas y globulares o en simples y conjugadas. Las proteínas globulares se pueden subdividir, según Osborn, de acuerdo con su solubilidad en:

- **Albúminas:** Son proteínas solubles en agua y en soluciones salinas; precipitan a altas concentraciones de sales, 80%S (porcentaje de solubilidad). Ejemplo:  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ ,  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  y están ampliamente distribuidos en tejidos animales y vegetales (albúmina de huevo, albúmina sérica).
- **Globulinas:** Son insolubles en agua y solubles en soluciones salinas diluidas (NaCl 1%); precipitan a concentraciones medianas de sales (40 a 50%) y se encuentran prácticamente en todos los tipos de células y tejidos.
- **Prolaminas:** Insolubles en agua y soluciones salinas; son solubles en etanol 50-90% y se encuentran sólo en vegetales (ej: zeína de maíz, hordeína de la cebada, gliadina del trigo). Son ricas en Glutamina y en Prolina (10%).
- **Glutelinas:** Solo se solubilizan en ácidos o bases diluidos; están presentes solo en tejidos vegetales (gluten del trigo) y tienen buenos contenidos de cisteína. (UNAD, 2011)

### Solubilidad de las Proteínas

Dado que la proteína tiene varios grupos cargados, su solubilidad depende de la concentración de sales disueltas, la polaridad del solvente, el pH y la temperatura. Algunas de estas variables o todas ellas pueden manipularse para precipitar de manera selectiva algunas proteínas, mientras que otras permanecen disueltas.

La solubilidad de una proteína en una concentración baja de iones aumenta a medida que se agrega sal, un fenómeno llamado **Salting in**. Los iones adicionales ocultan las numerosas cargas iónicas de la proteína debilitan así las fuerzas de atracción entre moléculas individuales de proteína y (estas fuerzas pueden llevar a la agregación y la precipitación). Sin embargo, si se agrega más sal, en especial si se usan sales de sulfato, la solubilidad de la proteína disminuye nuevamente. Este efecto de **Salting out** es resultado sobre todo de la competencia entre los iones de la sal agregados y los otros solutos disueltos por las otras moléculas del solvente. A

concentraciones muy elevadas de sal, muchos de los iones agregados están solvatados y, por lo tanto, hay una cantidad significativamente menor de solvente disponible para disolver otras sustancias, incluso proteínas. (Voet, Voet, y Pratt, 2009)

### Variables de solubilidad

La solubilidad de las proteínas depende de varios factores:

- **pH:** A mayor interacción proteína-solvente mayor será la solubilidad, por esto, cuando el pH es igual al punto isoeléctrico (pI), donde la carga neta es cero, la solubilidad es mínima.
- **Fuerza Iónica ( $\mu$ ) de la solución:** La mayoría de las proteínas presenta un comportamiento como el ilustrado en la figura 17, donde se grafica el logaritmo de la solubilidad en función de la fuerza iónica:

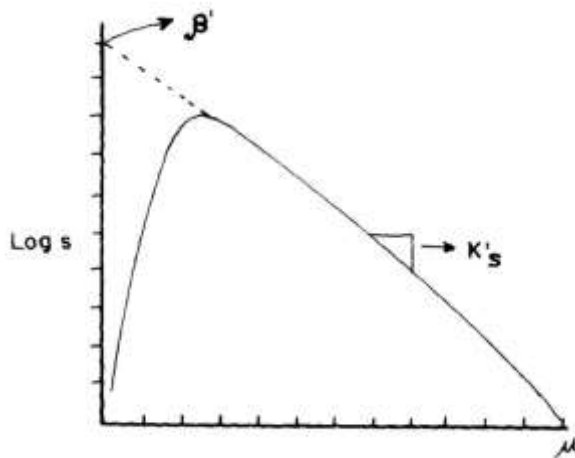


Figura 17: Solubilidad de las proteínas en función de la fuerza iónica  
Fuente: Pérez, G. Navarro Y. (1992). Bioquímica. Santa fe de Bogotá.: Unisur.  
(ILUSTRACION TOMADA DE (UNAD, 2011))

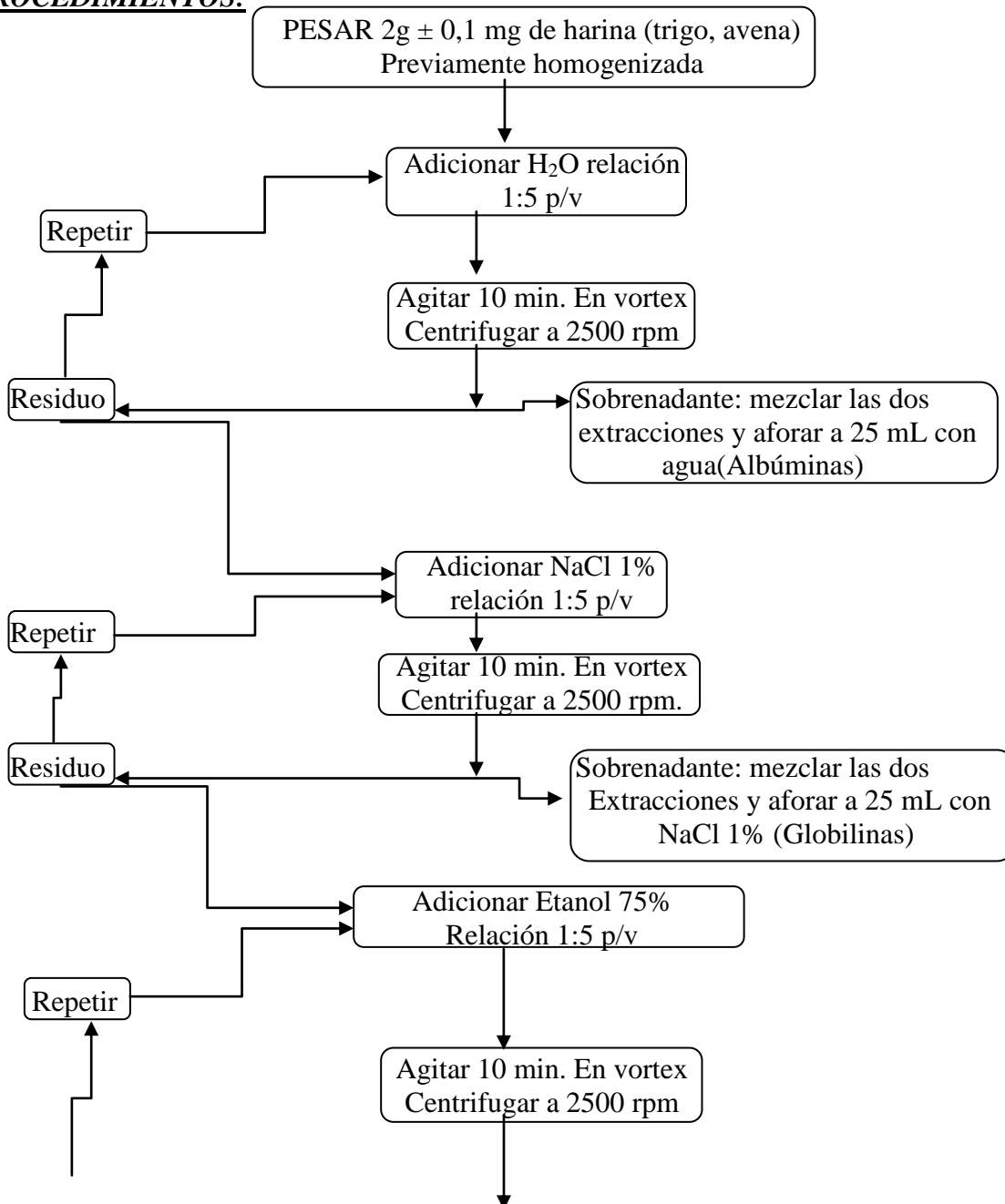
Esta curva permite deducir la ecuación que rige la solubilidad:

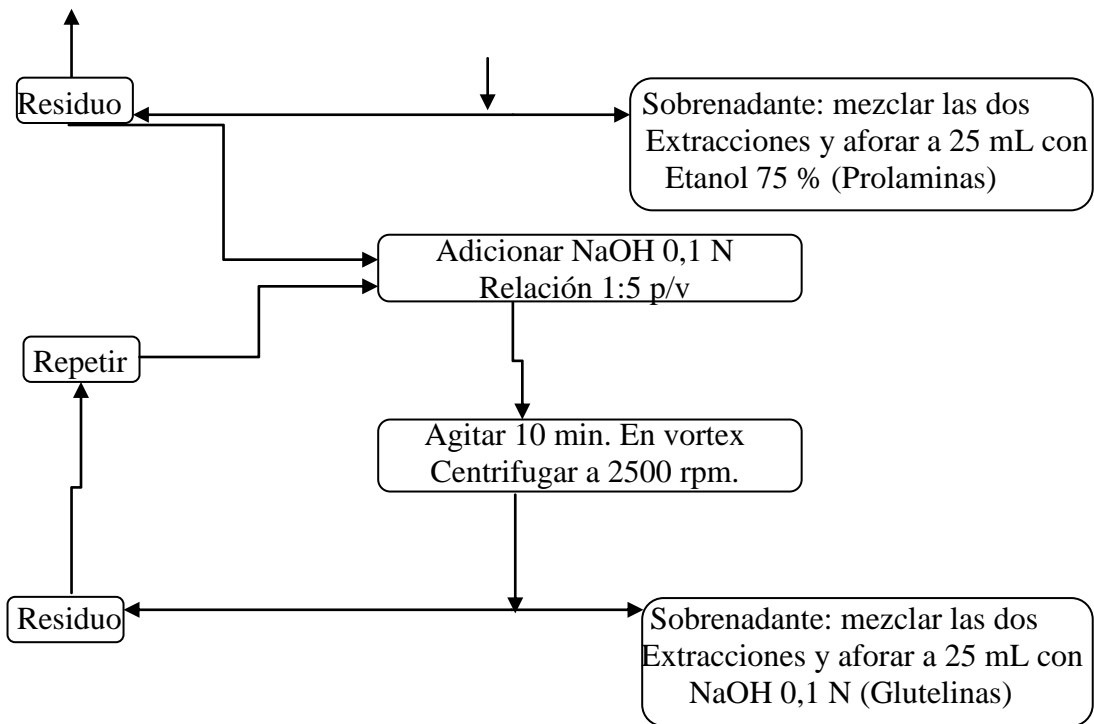
$$\text{Log } S = \beta' - K'_{su} \mu$$

Donde  $\beta'$  (intersección por extrapolación al eje y) representa la solubilidad (teórica para proteínas diferentes a las albúminas) en agua pura y  $K'_{su} \mu$  (pendiente de la recta) es un parámetro cuyo valor es característico para cada proteína. Se observa que la solubilidad aumenta rápidamente al incrementar la fuerza iónica (salting out). Esto explica por qué las albúminas y las globulinas precipitan con  $(\text{NH}_4)_2.\text{SO}_4$  al 80% y al 50% de saturación respectivamente.

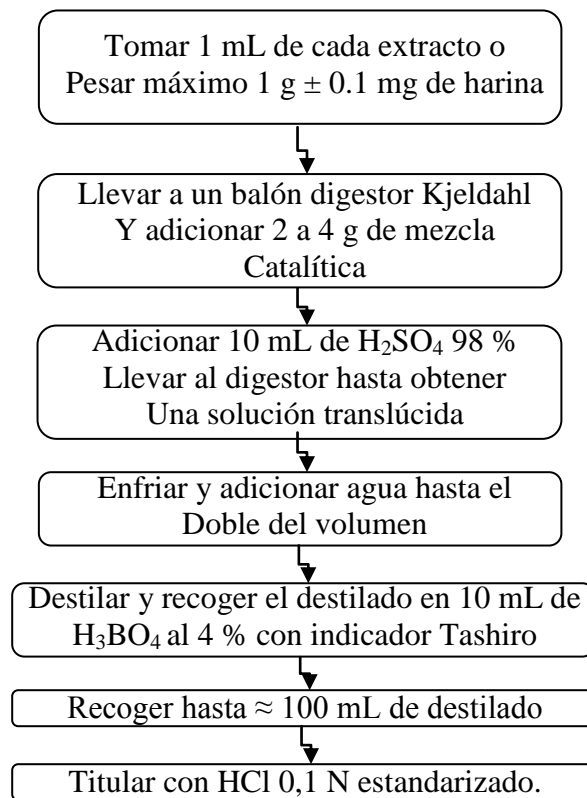


- **Temperatura:** En el intervalo 0-60°C la solubilidad aumenta al aumentar la temperatura pero a valores superiores las proteínas precipitan debido a que la energía térmica es suficiente para destruir los enlaces no covalentes que estabilizan la estructura terciaria, exponiendo al solvente los grupos R hidrofóbicos del interior y puesto que estos no interactúan apreciablemente con el agua, precipitándose.
- **Solventes orgánicos miscibles con el agua:** Estos solventes (etanol, acetona, metanol) disminuyen la constante dieléctrica del solvente acuoso y por tanto causan la precipitación. Para que la proteína permanezca en solución se requiere, como en el caso de las Prolaminas, que tenga una composición en aminoácidos muy particular. (UNAD, 2011)

**PROCEDIMIENTOS:**



### Método Kjeldahl

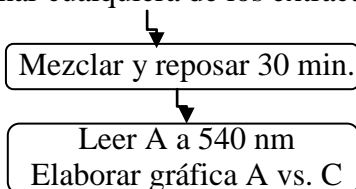


**Método Biuret:**

En nueve tubos de ensayo preparar las siguientes mezclas:

Tubo/Reactivo	B	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Patrón albúmina mL	-----	0,1	0,3	0,5	0,7	0,9	1,2	1,5	-----	-----
Extracto mL	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	0,5	1,0
Agua mL	2,0	1,9	1,7	1,5	1,3	1,1	0,8	0,5	1,5	1,0
Biuret mL	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0

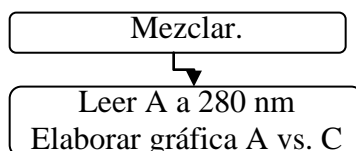
En los tubos 8 y 9 se puede adicionar cualquiera de los extractos de la harina.

**Método Ultravioleta**

En ocho tubos de ensayo preparar las siguientes mezclas:

Tubo/Reactivo	B	1	2	3	4	5	6	7	8
Patrón albúmina mL	-----	0,2	0,4	0,6	0,8	1,0	1,2	-----	-----
Extracto mL	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	0,5	1,0
NaCl 1% mL	5,0	4,8	4,6	4,4	4,2	4,0	3,8	4,5	4,0

En los tubos 7 y 8 se puede adicionar cualquiera de los extractos de la harina.

**Bibliografía**

- Bertran, A. A. (12 de Febrero de 2015). *Enciclopediasalud.com*. Recuperado el 27 de Febrero de 2016, de <http://www.enciclopediasalud.com/definiciones/proteina>
- UNAD. (2011). *Bioquímica*. Recuperado el 26 de Febrero de 2016, de [http://dateca.unad.edu.co/contenidos/201103/201103/leccin\\_10\\_clasificacin\\_y\\_propiedades\\_fisicoquimicas.html](http://dateca.unad.edu.co/contenidos/201103/201103/leccin_10_clasificacin_y_propiedades_fisicoquimicas.html)
- Voet, D., Voet, J., y Pratt, C. (2009). *Fundamentos de Bioquímica*. Madrid: panamericana.

**UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL  
FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA  
DEPARTAMENTO DE QUÍMICA**

**ACTIVIDAD ENZIMÁTICA DE LA UREASA VARIABLE TIEMPO DE INCUBACIÓN Y EFECTO pH LABORATORIO DE BIOQUÍMICA**

**OBJETIVOS:**

- Identificar factores que afectan la actividad enzimática de la ureasa.
- Estudiar el efecto de la temperatura en la velocidad de la hidrólisis de la urea catalizada por la ureasa en harina de soya.
- Calcular el comportamiento de la actividad enzimática de acuerdo al efecto pH.

<u>Material</u>	<u>Reactivos</u>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Espátula</li> <li>• Vidrio de reloj</li> <li>• 3 Vasos de precipitado 250mL</li> <li>• 2 Vasos de precipitado 100mL</li> <li>• Varilla de vidrio</li> <li>• 4 balones aforados 50mL</li> <li>• 1 balón aforado de 100mL</li> <li>• Frasco lavador</li> <li>• Gotero</li> <li>• 3 pipeteadores</li> <li>• 5 Pipetas graduadas 1 mL</li> <li>• 1 Pipeta graduada 5 mL</li> <li>• 2 pipetas aforadas 2 mL</li> <li>• 1 pipeta de 10mL</li> <li>• 1 pipeta aforada 5ml</li> <li>• 2 Tubo cónico para centrifuga</li> <li>• Micro pipeta</li> <li>• Probeta 100 mL</li> <li>• 12 tubo de ensayo</li> <li>• 1 gradilla</li> <li>• Vortex</li> <li>• Centrifuga</li> <li>• Espectrofotómetro</li> <li>• Balanza</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ureasa 5 g (0,01 g en 50 mL de buffer fosfato) diluir 25 /50</li> <li>• Urea, 1M, 100 mL</li> <li>• Buffer fosfatos pH 7, 100 mL</li> <li>• Reactivo nitroprusiato 200 mL</li> <li>• Reactivo hipoclorito 200 mL</li> <li>• Buffer fosfato pH 3,5,7,9 100mL</li> <li>• Buffer acetato pH 4, 100mL</li> <li>• NaOH 1M, 100 mL</li> </ul>

**MARCO TEÓRICO**

**Enzimas**

Las enzimas, en su mayoría proteínas o RNA (riboenzimas), son catalizadores químicos que agilizan una reacción que envuelve la formación o rompimiento de enlaces químicos. Están especializadas en la catálisis de las reacciones químicas que tienen lugar en la célula. Las enzimas no se consumen en las reacciones, ni tampoco se alteran, razón por lo cual no se necesitan en grandes cantidades. Las enzimas actúan sobre los sustratos formando un complejo enzima-sustrato; esto ocurre en un lugar específico conocido como el sitio activo de la enzima. Las enzimas reducen la energía de activación necesaria para llevar a cabo una reacción. (Bermúdez, Galvis y Vega, 2015)

Las enzimas trabajan óptimamente bajo condiciones específicas y ciertos cambios pueden alterar el funcionamiento de la enzima, desactivarla o hasta destruirla. Algunas enzimas necesitan activadores para cambiar su conformación de modo que pueda formarse el complejo enzima-sustrato. Estos activadores se conocen como cofactores y pueden ser tan simples como iones metálicos. Los cofactores orgánicos se conocen como coenzimas. Las enzimas pueden afectarse negativamente por inhibidores que impidan la actividad enzimática. (Bermúdez, Galvis y Vega, 2015)

Estos inhibidores pueden afectar el sitio activo de dos maneras: competitivamente, al bloquear el sitio activo, o no competitivamente, al pegarse en otro lugar de la enzima y alterar indirectamente la forma del sitio activo. Los inhibidores pueden ser de distintos tipos: iones, moléculas orgánicas y a veces el producto final de la reacción. (Quesada, S. 2007)

### **Factores que afectan la actividad enzimática**

Diferentes factores ambientales pueden afectar a la actividad enzimática. En esta práctica se destaca la temperatura y el efecto pH

#### **Efecto de la temperatura:**

Al igual que ocurre con la mayoría de las reacciones químicas, la velocidad de las reacciones catalizadas por enzimas se incrementa con la temperatura. La variación de la actividad enzimática con la temperatura es diferente de unas enzimas a otras en función de la barrera de energía de activación de la reacción catalizada. Sin embargo, a diferencia de lo que ocurre en otras reacciones químicas, en las reacciones catalizadas por enzimas se produce un brusco descenso de la actividad cuando se alcanza una temperatura crítica. Este efecto no es más que un reflejo de la desnaturalización térmica de la enzima cuando se alcanza dicha temperatura. En general por cada 10°C que aumente la temperatura la velocidad de la reacción aumenta de 2 a 4 veces. Esta regla se cumple hasta que la temperatura alcanza un valor máximo ( $T^{\circ}$  óptima) donde la actividad es máxima. Esto se debe a que al aumentar la  $T^{\circ}$  aumenta el movimiento de las moléculas y, por tanto aumenta la probabilidad de encuentro entre el S y la E. Si la  $T^{\circ}$  aumenta por encima de la  $T^{\circ}$  óptima, disminuye e incluso cesa la actividad enzimática debido a que la enzima se desnaturaliza. (Ruiz, Pineda y Cárdenas. 2013)

#### **Efecto pH:**

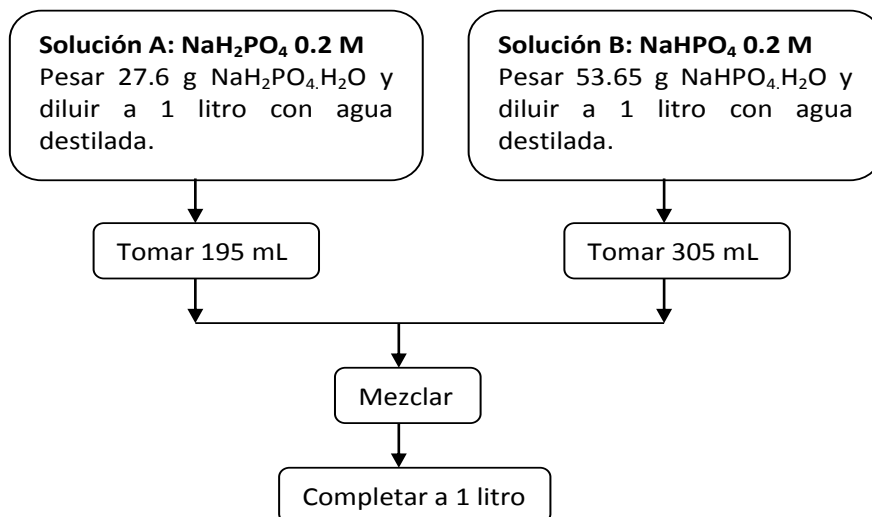
La actividad de un enzima se ve afectada por el pH al cual se lleva a cabo la reacción. La curva actividad-pH puede ser diferente para cada tipo de enzima. En el caso más general la curva tiene forma de campana. El valor de pH al cual la actividad es máxima se denomina pH óptimo; dicho pH no tiene porqué coincidir con el pH intracelular. La relación entre el pH y la actividad depende del comportamiento ácido-base del enzima y del propio sustrato.

Sustrato y enzima (centro activo) pueden contener grupos funcionales ácidos y básicos, siendo su grado de disociación dependiente del pH, lo que determinará, entre otros aspectos, la conformación de la proteína, la capacidad de unión del sustrato al centro activo del enzima ( $K_m$ ) y la capacidad de transformación del sustrato ( $K_{cat}$ ). Los estudios cinéticos a diferentes valores de pH nos proporcionan información sobre el mecanismo catalítico de los enzimas y la naturaleza de los aminoácidos más directamente implicados en la catálisis. (Tena y Jorrín, s.f.)

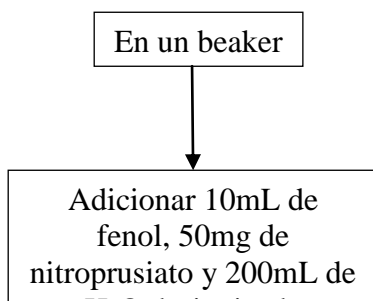
## PROCEDIMIENTO

### Preparación de reactivos:

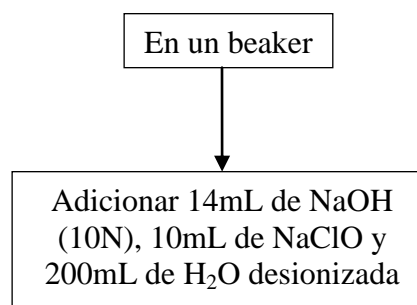
#### • Buffer Fosfatos pH 7



#### • Reactivo nitroprusiato

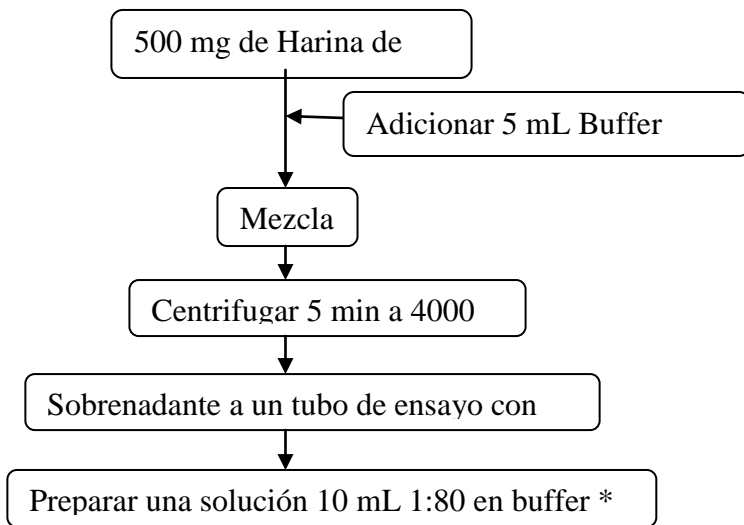


#### • Reactivo hipoclorito



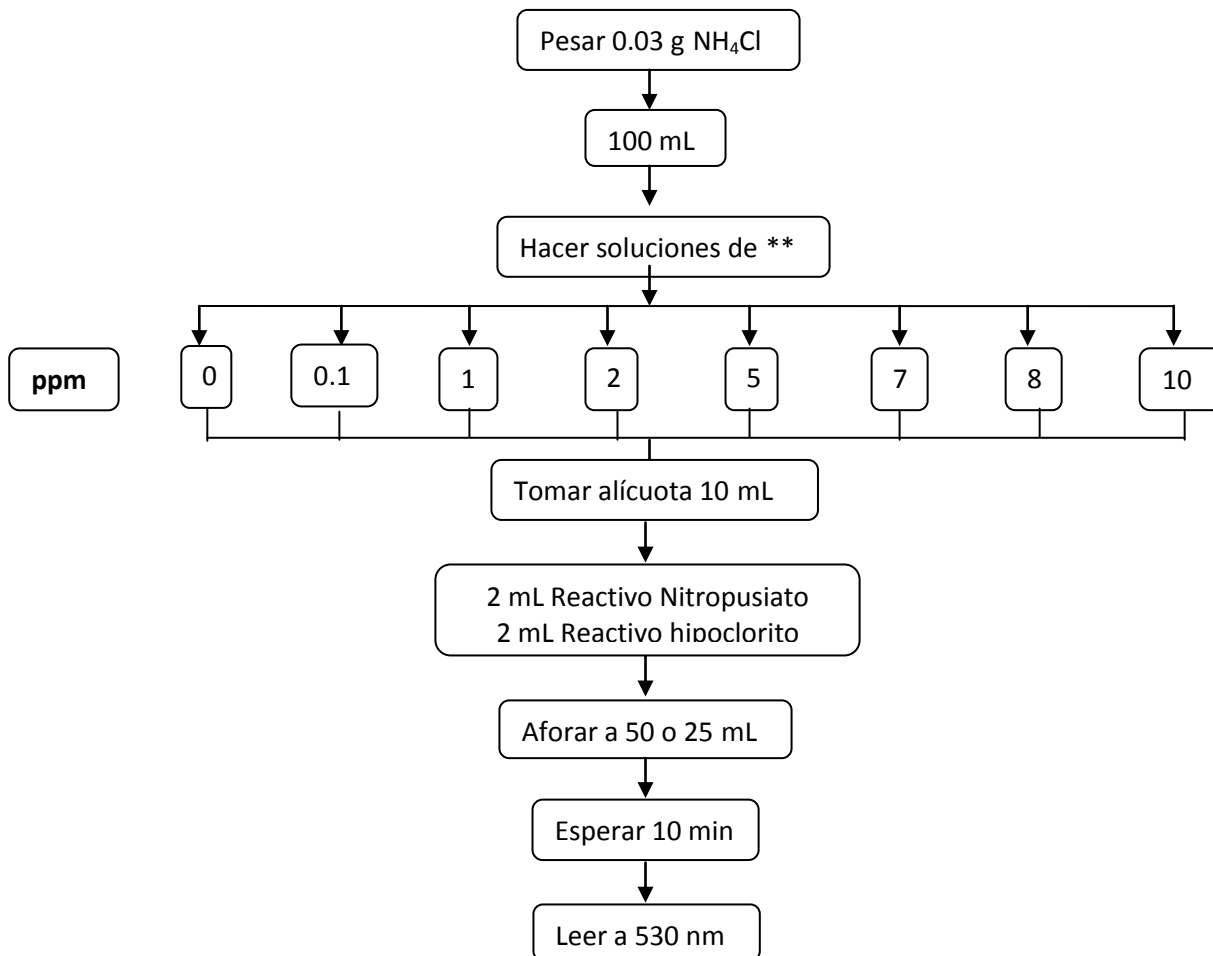
**EFFECTO TIEMPO DE INCUBACIÓN**

• **Muestra:**



(\*) 123 micro litros sobrenadante + 9,87 mL Buffer

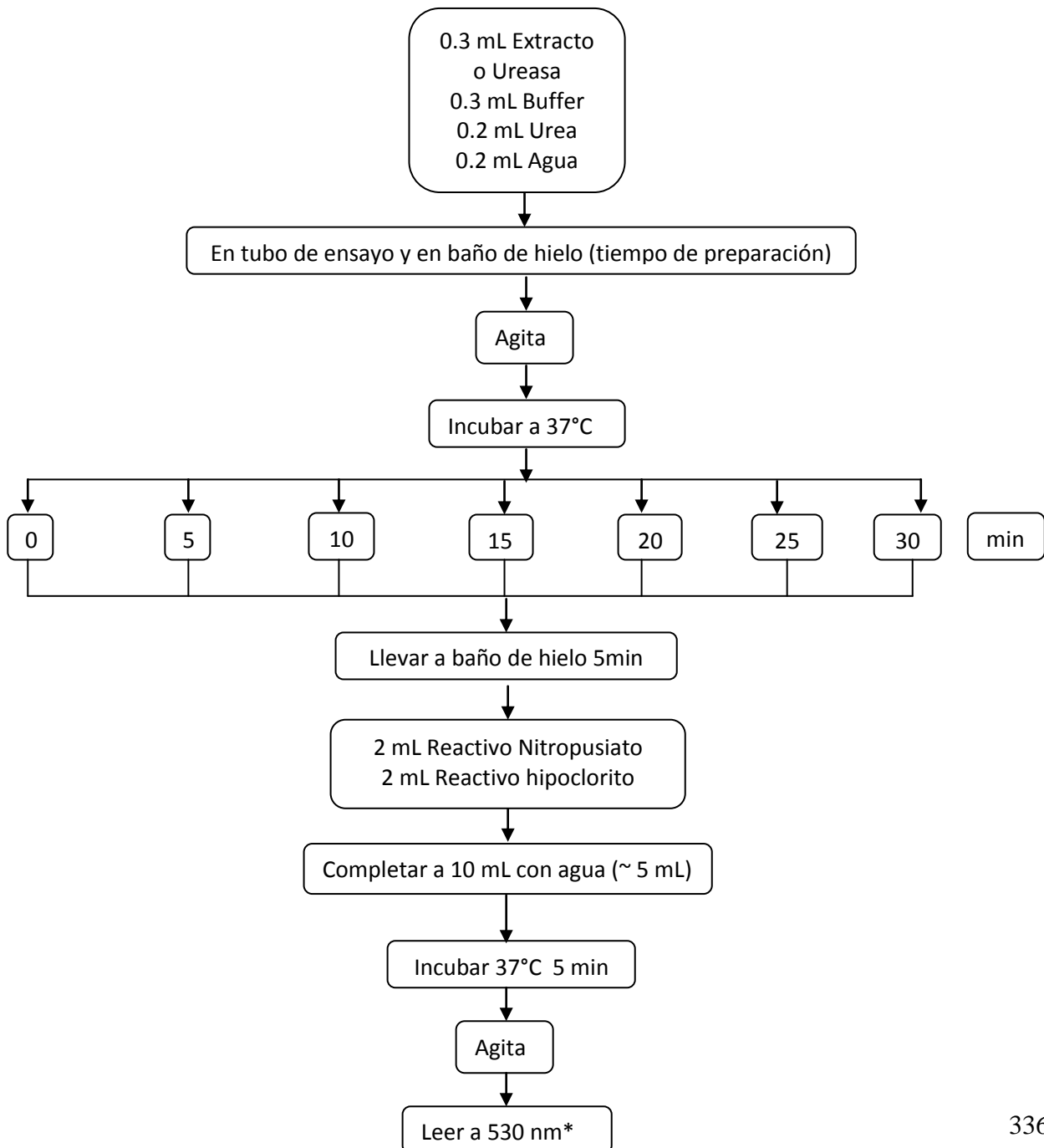
**Curva de calibración:**



Volúmenes para preparar soluciones:

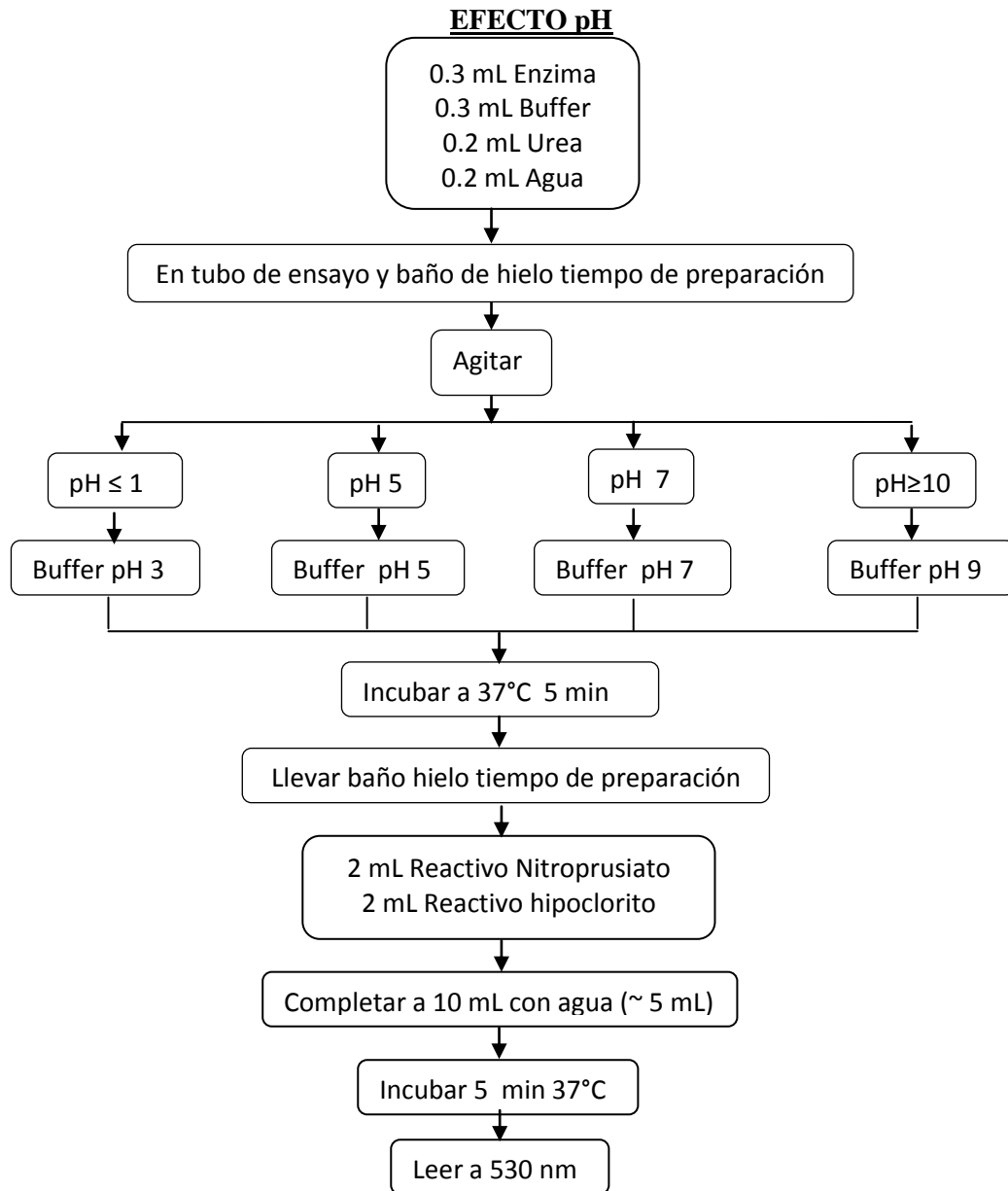
[ ] ppm	Vf: 50 mL
10	5
8	4
7	3.5
5	2,5
2	1
1	5 mL (10ppm)
0.1	1mL (5ppm)
0	--

**Ureasa 100 mM – 51 mL: Estudio cinético**





(\*) Leer la absorbancia 0, 5, 10, 15, 20, 25 min



## **BIBLIOGRAFÍA**

- Bermúdez, Galvis y Vega. (2015). Actividad enzimática. Tomado a través de internet: [http://www.academia.edu/17433504/actividad\\_enzimatica\\_2\\_docx1](http://www.academia.edu/17433504/actividad_enzimatica_2_docx1)
- Quesada, S. (2007). Manual de experimentos de laboratorio para bioquímica. San José, Costa Rica: EUNED
- Ruiz, Pineda y Cárdenas. (2013). Factores que afectan la actividad enzimática. Tomado a través de internet: [http://www.academia.edu/9180412/Informe\\_de\\_actividad\\_enzimatica](http://www.academia.edu/9180412/Informe_de_actividad_enzimatica)

Tena, M., y Jorrín, J. V. (s.f. ). *Estudio cinético de la actividad invertasa de levadura de panadería*.  
Cordoba: Departamento de Bioquímica y Biología Molecular, Campus Universitario de  
Rabanales.

**UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL**  
**DEPARTAMENTO DE QUÍMICA**  
**EXTRACCION E IDENTIFICACIÓN CUALITATIVA DE LIPIDOS**

**Objetivos:**

- Extraer y caracterizar la lecitina y el colesterol de yema de huevo.
- Determinar cualitativamente la presencia de colina, fosfatos y glicerol en un hidrolizado de lecitina.

Materiales	Reactivos
Yema de huevo cocida Mortero con pistilo Vaso de precipitado de 500ml, 250ml y dos de 50 mL Embudo de vidrio 4 Papel filtro Varilla de vidrio. Pipetas de 1mL, 5 mL, y 10 mL Probeta de 25 mL 10 Tubo de ensayo Balón aforado de 10mL Pinza para capsula Espátula 3 jeringas de succión (1 boca pequeña, 2 boca grande)  Plancha para calentamiento o trípode Equipo de reflujo ( 1 balón fondo plano de 250ml, un destilador, 3 pinzas para balón con nuez, 2 sujetadores 2 mangueras)	Patrón de colesterol 1 mg/mL en cloroformo  Anhídrido acético : Ácido sulfúrico 18:0,5 mL  Etanol : Éter 2:1 Cloroformo : etanol 2:1 Éter Acetona  KOH en etanol al 10 % recién preparada

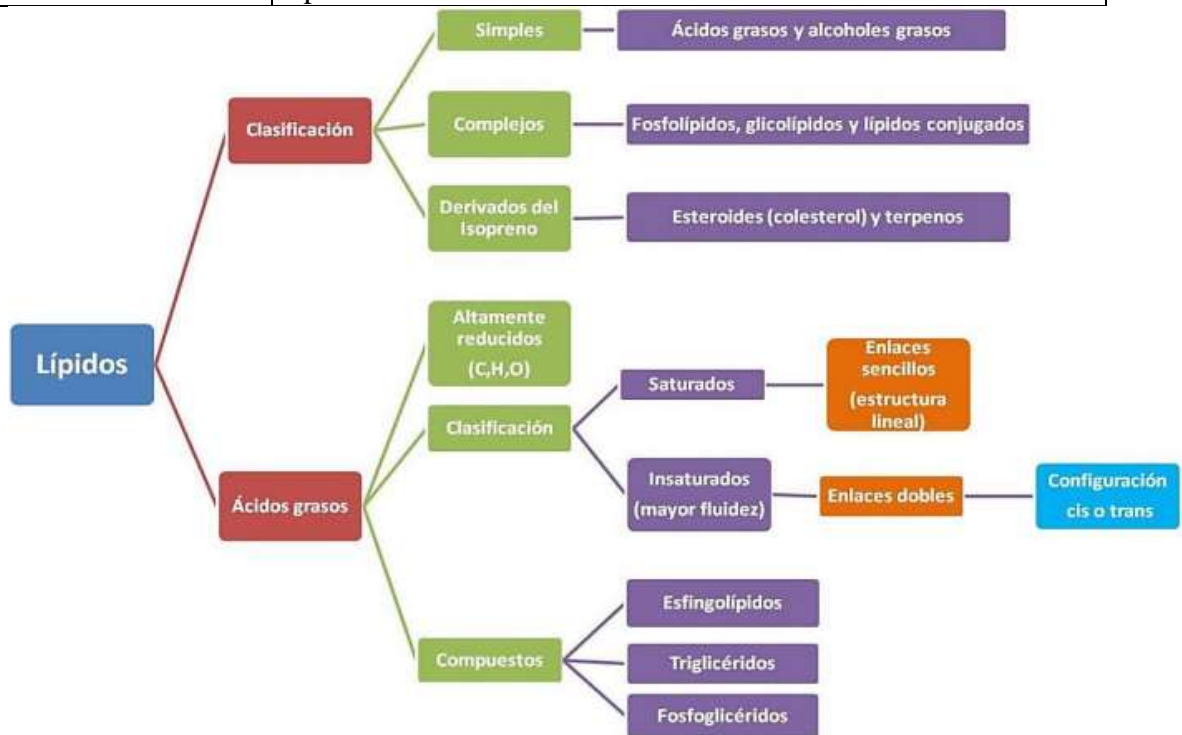
**Marco Teórico****Que es un lípido?**

Se llama lípidos a un conjunto de moléculas orgánicas, la mayoría biomoléculas, compuestas principalmente por carbono e hidrógeno y en menor medida oxígeno, aunque también pueden contener fósforo, azufre y nitrógeno. Tienen como característica principal ser insolubles en agua y solubles en disolventes orgánicos como el benceno. Los lípidos forman un grupo de sustancias de estructura química muy heterogénea,

**Clasificación de los lípidos****Lípidos saponificables:**

Los lípidos saponificables son los lípidos que contienen ácidos grasos en su molécula y producen reacciones químicas de saponificación

<b>Se dividen en:</b>	
<b>Lípidos simples</b> (Grasas, aceites y ceras)	Son aquellos lípidos que sólo contienen carbono, hidrógeno y oxígeno. Estos lípidos simples se subdividen a su vez en: Acilglicéridos o grasas (cuando los acilglicéridos son sólidos se les llama grasas y cuando son líquidos a temperatura ambiente se llaman aceites) y Céridos o ceras.
<b>Se dividen en:</b>	
Lípidos complejos:	Son los lípidos que además de contener en su molécula carbono, hidrógeno y oxígeno, también contienen otros elementos como nitrógeno, fósforo, azufre u otra biomolécula como un glúcido. A los lípidos complejos también se les llama lípidos de membrana pues son las principales moléculas que forman las membranas celulares: Fosfolípidos y Glicolípidos
Lípidos insaponificables:	Son los lípidos que no poseen ácidos grasos en su estructura• y no producen reacciones de saponificación. Entre los lípidos insaponificables encontramos a: Terpenos, Esteroides y Prostaglandinas.  En el esquema se muestra la clasificación general de los lípidos.



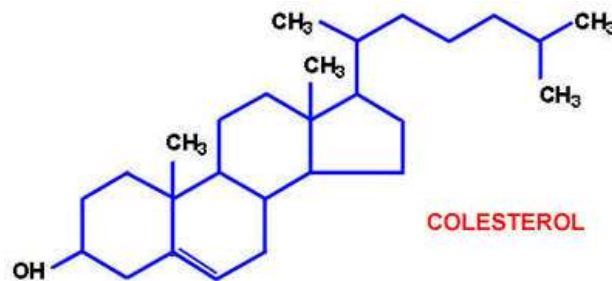
**Funciones de los lípidos:**

- **Función de reserva energética:** Los lípidos son la principal fuente de energía de los animales ya que un gramo de grasa produce 9,4 kilocalorías en las reacciones metabólicas de oxidación, mientras que las proteínas y los glúcidos sólo producen 4,1 kilocalorías por gramo.

- **Función estructural:** Los lípidos forman las bicapas lipídicas de las membranas celulares. Además recubren y proporcionan consistencia a los órganos y protegen mecánicamente estructuras o son aislantes térmicos como el tejido adiposo.
- **Función catalizadora:** hormonal o de mensajeros químicos: Los lípidos facilitan determinadas reacciones químicas y los esteroides cumplen funciones hormonales

### Que es el colesterol?

El colesterol es una grasa presente en todas las células del organismo. Se presenta en altas concentraciones en la médula espinal, páncreas y cerebro pero se sintetiza principalmente en el hígado y en el intestino delgado. Aproximadamente el 50% de las necesidades de colesterol son sintetizadas en el hígado mientras que el resto se obtiene de los alimentos de origen animal presentes en la dieta.



En la molécula de colesterol se puede distinguir una cabeza polar constituida por el grupo hidroxilo y una cola o porción apolar formada por los distintos ciclos y los sustituyentes alifáticos. Así, el colesterol es una molécula hidrofóbica que al igual que otros lípidos es bastante soluble en disolventes apolares como el cloroformo, acetona y éter.

Considerando lo anterior, cualquier método de extracción de lípidos requiere utilizar mezclas de solventes orgánicos que permitan solubilizar todos los lípidos y precipiten proteínas e hidratos de carbono para su mejor separación. Los organismos mamíferos obtienen colesterol a través de dos vías: • Vía exógena o absorción de colesterol contenido en los alimentos. El colesterol se encuentra exclusivamente en alimentos de origen animal, mayoritariamente en la yema de huevo, hígado, lácteos, cerebro (sesos) y músculo esquelético (carne roja). • Vía endógena o síntesis de colesterol en las células animales a partir de su precursor, el acetato, en su forma activada acetil-coenzima A.

### El huevo:

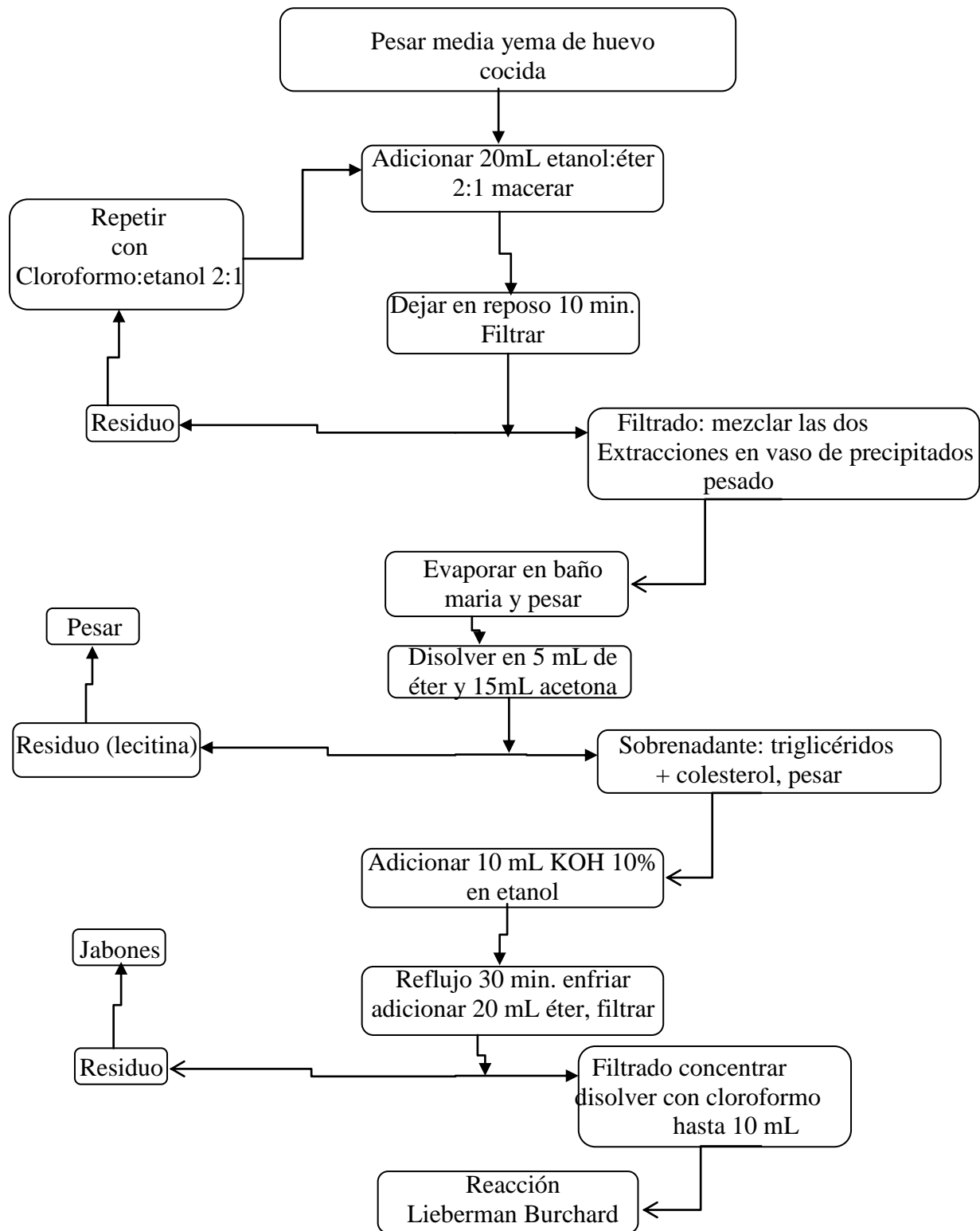
Un huevo posee una alta densidad de colesterol: aproximadamente 213 gramos por unidad, que se encuentran en la yema. Según antiguas recomendaciones para la población sana en general, sólo deberían consumirse tres huevos a la semana como máximo. Pero ahora se sabe que el colesterol dietario, por ejemplo el contenido en los huevos, no afecta en gran medida al colesterol sanguíneo en personas sanas, dado que no es el principal responsable de ese aumento. Más aun, el huevo posee la ventaja de tener mayor porcentaje de ácidos grasos poli y monoinsaturados y, por ende, más grasas insaturadas que saturadas. Estas últimas constituyen uno de los factores principales del aumento del colesterol en sangre, pero los huevos las poseen en escasa cantidad. Específicamente, un

huevo contiene 1,5 gramos de grasas saturadas y de 2,5 a 3 gramos de grasas insaturadas. Pero además, las grasas monoinsaturadas contribuyen a elevar los lípidos de alta densidad (HDL) , también llamado "colesterol bueno". El colesterol es el principal esteroide del organismo humano y precursor de todos los demás esteroides corporales. Se encuentra formando parte de membranas celulares, lipoproteínas, ácidos biliares y hormonas esteroideas

#### **Como hacer la extracción en el huevo:**

El colesterol puede extraerse de muestras biológicas con cloroformo, etanol caliente, éter dietílico, acetona, y otros solventes orgánicos. Es común la práctica de usar una mezcla de solventes orgánicos en su extracción. Cuando está inmerso en agua el colesterol se hincha y forma una emulsión. Al contrario de otros lípidos el colesterol no está sujeto a la precipitación por agentes alcalinos. Entre los fosfoglicéridos más comunes, tenemos a los tres derivados del ácido fosfatídico, a saber: Fosfatidilcolina, fosfatidiletanolamina y fosfatidilserina. A los fosfatidilcolina se les conoce con el nombre genérico de lectinas. Existen varias lectinas dependiendo de los dos ácidos grasos que contengan esterificados en carbono alfa y beta del glicerol.

**PROCEDIMIENTO: MUESTRA:**



**Método Lieberman Burchard:**

En ocho tubos de ensayo preparar las siguientes mezclas:

Tubo/Reactivo	B	1	2	3	4	5	6	7
Patrón colesterol mL	-----	0,1	0,3	0,5	0,7	0,9	-----	-----
Muestra mL	-----	-----	-----	-----	-----	-----	0,5*	1,0*
Cloroformo mL	1,0	0,9	0,7	0,5	0,3	0,1	0,5	-----
Anhídrido acético: H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0

- Mezclar y dejar en reposo por 10 min., leer A a 680 nm
- \* Si la muestra está muy concentrada, tomar 200 µL y lleve a 1mL con cloroformo

**Disposición final de los residuos generados en la práctica.**

Todos serán descartados en el recipiente: Solución acuosa

**Bibliografía**

- Bohinski, R.C. Bioquímica. 1991. Editorial Addison-wesley. Ed. Iberoamericana.
- Nelson, D.L., Cox, M. M. Lehninger Principios de Bioquímica. Ediciones Omega. Capítulo 3 (2006).
- Stryer, L. Bioquímica. 1.995. Editorial Reverté, Barcelona
- [http://tux.uis.edu.co/quimica/sites/default/files/paginas/archivos/V00Man10Bioqca\\_MFO Q-BQ.01\\_08072013.pdf](http://tux.uis.edu.co/quimica/sites/default/files/paginas/archivos/V00Man10Bioqca_MFO Q-BQ.01_08072013.pdf)



## Anexo 6. Valoración mapas conceptuales

### Valoración mapa conceptual inicial pre-test

Estudiante	Puntaje: NCPU	Puntaje: NCPV	Puntaje: VJ	Puntaje: NPV	Puntaje : NRCV	Puntaje: NCCV	Puntaje : NPE	Puntaje Total (PT)	Valor VA
01	24	40	4	20	0	7	0	95	2,0
02	22	44	4	15	0	18	0	103	2,0
03	16	32	3	15	0	6	-8	64	1,0
04	22	36	4	21	0	12	0	95	2,0
05	12	16	3	5	0	0	-8	28	0,0
06	20	36	3	17	0	6	-8	74	1,0
07	16	24	3	14	0	14	-12	59	1,0
08	14	28	3	11	0	6	-8	54	1,0
09	12	24	3	8	0	4	-4	47	1,0
10	24	44	4	16	0	16	-8	96	2,0
11	26	48	4	14	0	16	-8	100	2,0
12	24	40	3	20	0	16	-8	95	2,0
13	22	44	4	19	0	18	-4	103	2,0
14	18	36	2	16	0	14	-8	78	1,0
15	26	48	4	15	0	12	-4	101	2,0
16	18	36	4	16	8	18	-4	96	2,0
17	22	44	4	14	0	16	-4	96	2,0
18	12	16	2	9	0	6	-8	37	0,0
19	26	48	3	11	0	12	-4	96	2,0
20	14	28	4	15	0	18	-12	67	1,0
21	28	52	4	10	0	24	-4	114	3,0
22	24	40	3	13	0	20	-4	96	2,0
23	26	44	4	12	0	18	-4	100	2,0
24	20	40	4	15	0	20	-4	95	2,0
25	30	52	4	11	0	18	-8	107	2,0
26	12	20	2	4	0	6	-8	36	0,0
27	16	28	3	8	0	34	-4	85	1,0
28	18	28	3	7	0	26	-4	78	1,0
29	20	40	4	14	0	24	-4	98	2,0
30	24	40	4	13	0	22	-8	95	2,0
31	18	36	4	21	0	22	-4	97	2,0

32	22	44	4	17	0	18	-8	97	2,0
33	20	40	4	16	0	24	-4	100	2,0
34	18	28	2	19	0	22	-4	85	1,0
35	16	32	3	15	0	16	-8	74	1,0
36	18	32	3	11	0	18	-12	70	1,0
37	10	16	2	9	0	10	-12	35	0,0
38	20	32	3	21	0	26	-4	98	2,0
39	12	20	2	9	0	6	-12	37	0,0
40	14	20	3	4	0	8	-12	37	0,0
41	24	36	4	31	4	16	-12	103	2,0
42	20	32	3	20	0	24	-4	95	2,0
43	22	40	3	17	0	18	-4	96	2,0
44	18	32	3	13	0	14	0	80	1,0
45	20	32	3	10	0	18	0	83	1,0
46	24	36	3	15	0	20	0	98	2,0
47	22	40	3	16	4	18	-8	95	2,0
48	24	40	3	15	0	22	-4	100	2,0
49	18	36	3	19	0	20	0	96	2,0
50	18	36	3	14	0	24	0	95	2,0
51	20	36	3	16	0	18	0	93	2,0
52	24	40	3	11	0	26	-4	100	2,0
53	20	40	3	10	0	26	-4	95	2,0
54	22	36	3	18	0	18	0	97	2,0
55	30	56	4	26	0	16	-4	128	3,0
56	28	48	4	10	0	22	-4	108	2,0
57	16	32	4	17	0	24	-4	89	1,0
58	20	32	3	13	0	20	0	88	1,0
59	24	40	3	13	0	22	-4	98	2,0
60	22	40	3	16	0	24	-4	101	2,0
61	18	36	3	16	0	18	0	91	1,0
62	16	32	3	19	0	16	0	86	1,0
63	28	52	3	12	0	14	-4	105	2,0
64	24	44	3	16	0	12	0	99	2,0
65	20	36	3	15	0	26	-4	96	2,0
66	22	36	3	12	0	22	0	95	2,0
67	32	56	4	9	0	14	-4	111	2,0
68	10	16	2	4	0	6	0	38	0,0
69	20	40	4	12	0	26	0	102	2,0
70	20	36	3	21	0	18	0	98	2,0

71	22	40	3	19	0	22	-4	102	2,0
72	18	36	4	21	0	24	0	103	2,0
73	24	40	3	18	0	18	0	103	2,0
74	30	52	3	12	0	14	-4	107	2,0
75	16	24	2	3	0	6	0	51	1,0
76	14	20	2	2	0	8	0	46	1,0
77	10	20	3	4	0	8	0	45	1,0
78	14	16	2	9	0	4	0	45	1,0
79	6	12	2	2	0	0	0	22	0,0
80	26	44	4	23	0	26	0	123	3,0
81	18	36	3	30	0	22	0	109	2,0
82	32	44	3	10	0	22	0	111	2,0
83	22	40	3	20	0	18	0	103	2,0
84	18	32	2	5	0	10	0	67	1,0
85	16	32	2	9	0	8	0	67	1,0
86	10	20	2	6	0	10	0	48	1,0
87	18	32	2	5	0	6	0	63	1,0
88	6	12	1	5	0	2	0	26	0,0
89	8	12	2	6	0	4	0	32	0,0
90	20	28	2	8	0	6	0	64	1,0
91	24	40	3	16	0	12	0	95	2,0
92	18	28	2	4	0	8	0	60	1,0
93	22	40	3	17	0	18	0	100	2,0
94	24	44	3	15	0	12	0	98	2,0
95	10	16	2	4	0	4	0	36	0,0
96	14	16	2	5	0	14	0	51	1,0
97	26	48	3	11	0	20	0	108	2,0
98	26	44	3	14	0	26	0	113	2,0
99	10	16	2	4	0	6	0	38	0,0
100	28	52	3	24	0	26	-4	129	3,0
101	20	40	2	9	0	26	0	97	2,0
102	28	52	2	13	0	18	0	113	2,0

**Ver abreviaturas en la Tabla 34 (pag. 207)**

**Valoración mapa conceptual inicial pos-test**

Estudiante	Puntaje: NCPU	Puntaje: NCPV	Puntaje: VJ	Puntaje: NPV	Puntaje : NRCV	Puntaje: NCNV	Puntaje : NPE	Puntaje Total (PT)	Valor VA
01	36	68	4	40	4	16	-8	160	4,0
02	40	68	4	33	4	18	-8	159	4,0
03	40	72	5	37	8	20	-8	174	5,0
04	22	44	3	30	4	14	-12	105	2,0
05	34	64	4	29	8	10	-4	145	4,0
06	38	68	3	24	12	46	-4	187	5,0
07	38	72	4	36	8	18	-8	168	5,0
08	26	44	4	34	8	16	-8	124	3,0
09	36	64	4	39	8	18	-8	161	5,0
10	34	60	3	20	4	18	-12	127	3,0
11	30	60	4	18	4	16	-16	116	3,0
12	20	40	3	29	4	16	-8	104	2,0
13	40	76	4	42	12	22	-12	184	5,0
14	34	60	4	34	8	28	-8	160	4,0
15	36	64	4	34	8	18	-12	152	4,0
16	34	68	4	37	8	16	-8	159	4,0
17	36	68	4	28	8	20	-4	160	4,0
18	26	44	3	30	8	22	-8	125	3,0
19	26	44	3	29	4	26	-8	124	3,0
20	38	72	4	32	8	18	-12	160	4,0
21	40	72	4	35	12	22	-8	177	5,0
22	34	60	4	30	8	24	-12	148	4,0
23	36	68	4	35	12	18	-4	169	5,0
24	34	60	4	34	4	18	-12	142	4,0
25	40	76	4	43	12	24	-12	187	5,0
26	30	40	3	12	0	48	-28	105	2,0
27	20	40	4	49	4	50	-20	147	4,0
28	20	40	4	36	8	38	-4	142	4,0
29	24	44	4	30	4	24	-4	126	3,0
30	40	80	4	41	4	50	-8	211	5,0
31	18	36	4	23	12	22	-4	111	2,0
32	26	44	4	37	4	30	-8	137	4,0
33	32	52	4	33	4	32	-8	149	4,0
34	30	52	4	20	8	14	-8	120	3,0
35	34	64	4	27	8	16	-12	141	4,0

36	38	68	4	30	8	28	-12	164	5,0
37	32	52	4	28	4	20	-8	132	3,0
38	22	44	3	35	4	22	-4	126	3,0
39	40	72	4	28	4	32	-8	172	5,0
40	38	68	4	33	4	26	-20	153	4,0
41	24	36	4	31	4	16	-12	103	2,0
42	36	68	4	37	8	22	-8	167	5,0
43	34	64	4	24	4	8	-20	118	3,0
44	34	60	4	38	8	26	-8	162	5,0
45	32	52	4	31	4	22	-16	129	3,0
46	34	60	4	25	4	14	-16	125	3,0
47	24	40	4	27	4	16	-12	103	2,0
48	34	64	4	32	4	22	-12	148	4,0
49	32	60	4	34	8	24	-12	150	4,0
50	34	60	4	25	8	20	-12	139	4,0
51	40	80	4	38	4	18	-16	168	5,0
52	26	48	4	29	4	18	-4	125	3,0
53	20	36	4	27	4	38	-4	125	3,0
54	40	68	4	39	8	42	-12	189	5,0
55	40	76	4	35	12	18	-4	181	5,0
56	34	64	4	34	8	22	-12	154	4,0
57	32	64	4	28	8	24	-8	152	4,0
58	40	76	4	37	8	26	-12	179	5,0
59	34	60	4	28	8	18	-4	148	4,0
60	40	68	4	31	8	26	-12	165	5,0
61	36	68	4	33	8	22	-12	159	4,0
62	40	76	4	37	12	24	-8	185	5,0
63	34	64	4	27	4	16	-8	141	4,0
64	40	72	4	31	8	28	-8	175	5,0
65	22	44	3	20	4	16	-4	105	2,0
66	34	44	3	10	4	8	-16	87	1,0
67	38	72	4	40	12	24	-12	178	5,0
68	32	48	4	15	0	22	-24	97	2,0
69	38	76	4	32	12	30	-8	184	5,0
70	22	40	4	32	8	20	-4	122	3,0
71	32	64	4	27	4	28	-4	155	4,0
72	36	64	4	44	16	54	-20	198	5,0
73	40	76	4	30	4	16	-8	162	5,0
74	40	68	4	37	8	32	-16	173	5,0
75	40	76	4	37	8	36	-12	189	5,0
76	34	60	4	28	8	32	-8	158	4,0
77	40	72	4	40	8	42	-12	194	5,0
78	34	56	4	29	4	20	-8	139	4,0

79	36	72	4	30	20	8	-12	158	4,0
80	34	60	4	35	24	12	-8	161	5,0
81	18	36	4	30	20	42	-4	146	4,0
82	42	84	5	69	20	28	-32	216	5,0
83	32	52	4	30	4	18	-8	132	3,0
84	38	72	4	32	8	30	-24	160	4,0
85	42	84	5	69	20	28	-32	216	5,0
86	26	44	2	21	4	30	-4	123	3,0
87	20	40	3	21	4	16	0	104	2,0
88	24	40	3	25	4	22	-8	110	2,0
89	28	48	4	20	4	24	-8	120	3,0
90	42	68	2	12	0	10	-56	78	1,0
91	36	68	4	34	4	18	-8	156	4,0
92	38	68	4	40	12	18	-12	168	5,0
93	34	60	4	31	4	18	-8	143	4,0
94	30	56	4	24	8	30	-8	144	4,0
95	38	76	4	22	16	6	-4	158	4,0
96	34	56	4	44	12	34	-28	156	4,0
97	30	52	4	32	24	20	-12	150	4,0
98	18	36	5	60	12	46	0	177	5,0
99	36	68	4	42	4	26	-8	172	5,0
100	30	60	5	44	4	40	-4	179	5,0
101	38	72	4	35	4	18	-8	163	5,0
102	38	68	4	43	12	42	-12	195	5,0

**Ver abreviaturas en la Tabla 11 (pag.101)**

### Anexo 7. Tablas estadísticas

#### Coeficientes para $\tau_b$ de Kendall

Significancia de kendall

	0.200	0.100	0.050	0.020	0.010	0.002
4	1.000	1.000	**	**	**	**
5	0.800	0.800	1.000	1.000	**	**
6	0.600	0.733	0.867	0.867	1.000	**
7	0.524	0.619	0.714	0.810	0.905	1.000
8	0.429	0.571	0.643	0.714	0.786	0.857
9	0.389	0.500	0.556	0.667	0.722	0.833
10	0.378	0.467	0.551	0.600	0.644	0.778
11	0.345	0.418	0.491	0.564	0.600	0.709
12	0.303	0.394	0.455	0.545	0.576	0.667
13	0.308	0.359	0.436	0.513	0.564	0.641
14	0.275	0.363	0.407	0.473	0.516	0.604
15	0.276	0.333	0.390	0.467	0.505	0.581
16	0.250	0.317	0.383	0.433	0.483	0.567
17	0.250	0.309	0.368	0.426	0.471	0.544
18	0.242	0.294	0.346	0.412	0.451	0.529
19	0.228	0.287	0.333	0.392	0.439	0.509
20	0.221	0.274	0.326	0.379	0.421	0.495
21	0.210	0.267	0.314	0.371	0.410	0.486
22	0.203	0.264	0.307	0.359	0.394	0.472
23	0.202	0.257	0.296	0.352	0.391	0.455
24	0.202	0.246	0.290	0.341	0.377	0.449
25	0.296	0.240	0.287	0.333	0.367	0.440
26	0.193	0.237	0.280	0.329	0.360	0.428
27	0.188	0.231	0.271	0.322	0.356	0.419
28	0.179	0.228	0.265	0.312	0.344	0.413
29	0.180	0.222	0.261	0.310	0.340	0.404
30	0.172	0.218	0.255	0.301	0.333	0.393

**Coefficientes para  $\rho$  de Spearman.**

$\alpha(2)$ : $\alpha(1)$ : n	0.50 0.25	0.20 0.10	0.10 0.05	0.05 0.025	$\alpha(2)$ : $\alpha(1)$ : n	0.50 0.25	0.20 0.10	0.10 0.05	0.05 0.025
4	0.600	1.000	1.000		51	0.096	0.182	0.233	0.276
5	0.500	0.800	0.900	1.000	52	0.095	0.180	0.231	0.274
6	0.371	0.657	0.829	0.886	53	0.095	0.179	0.228	0.271
7	0.321	0.571	0.714	0.786	54	0.094	0.177	0.226	0.268
8	0.310	0.524	0.643	0.738	55	0.093	0.175	0.224	0.266
9	0.267	0.483	0.600	0.700	56	0.092	0.174	0.222	0.264
10	0.248	0.455	0.564	0.648	57	0.091	0.172	0.220	0.261
11	0.236	0.427	0.536	0.618	58	0.090	0.171	0.218	0.259
12	0.217	0.406	0.503	0.587	59	0.089	0.169	0.216	0.257
13	0.209	0.385	0.484	0.560	60	0.089	0.168	0.214	0.255
14	0.200	0.367	0.464	0.538	61	0.088	0.166	0.213	0.252
15	0.189	0.354	0.446	0.521	62	0.087	0.165	0.211	0.250
16	0.182	0.341	0.429	0.503	63	0.086	0.163	0.209	0.248
17	0.176	0.328	0.414	0.485	64	0.086	0.162	0.207	0.246
18	0.170	0.317	0.401	0.472	65	0.085	0.161	0.206	0.244
19	0.165	0.309	0.391	0.460	66	0.084	0.160	0.204	0.243
20	0.161	0.299	0.380	0.447	67	0.084	0.158	0.203	0.241
21	0.156	0.292	0.370	0.435	68	0.083	0.157	0.201	0.239
22	0.152	0.284	0.361	0.425	69	0.082	0.156	0.200	0.237
23	0.148	0.278	0.353	0.415	70	0.082	0.155	0.198	0.235
24	0.144	0.271	0.344	0.406	71	0.081	0.154	0.197	0.234
25	0.142	0.265	0.337	0.398	72	0.081	0.153	0.195	0.232
26	0.138	0.259	0.331	0.390	73	0.080	0.152	0.194	0.230
27	0.136	0.255	0.324	0.382	74	0.080	0.151	0.193	0.229
28	0.133	0.250	0.317	0.375	75	0.079	0.150	0.191	0.227
29	0.130	0.245	0.312	0.368	76	0.078	0.149	0.190	0.226
30	0.128	0.240	0.306	0.362	77	0.078	0.148	0.189	0.224
31	0.126	0.236	0.301	0.356	78	0.077	0.147	0.188	0.223
32	0.124	0.232	0.296	0.350	79	0.077	0.146	0.186	0.221
33	0.121	0.229	0.291	0.345	80	0.076	0.145	0.185	0.220
34	0.120	0.225	0.287	0.340	81	0.076	0.144	0.184	0.219
35	0.118	0.222	0.283	0.335	82	0.075	0.143	0.183	0.217
36	0.116	0.219	0.279	0.330	83	0.075	0.142	0.182	0.216
37	0.114	0.216	0.275	0.325	84	0.074	0.141	0.181	0.215
38	0.113	0.212	0.271	0.321	85	0.074	0.140	0.180	0.213
39	0.111	0.210	0.267	0.317	86	0.074	0.139	0.179	0.212
40	0.110	0.207	0.264	0.313	87	0.073	0.139	0.177	0.211
41	0.108	0.204	0.261	0.309	88	0.073	0.138	0.176	0.210
42	0.107	0.202	0.257	0.305	89	0.072	0.137	0.175	0.209
43	0.105	0.199	0.254	0.301	90	0.072	0.136	0.174	0.207
44	0.104	0.197	0.251	0.298	91	0.072	0.135	0.173	0.206
45	0.103	0.194	0.248	0.294	92	0.071	0.135	0.173	0.205
46	0.102	0.192	0.246	0.291	93	0.071	0.134	0.172	0.204
47	0.101	0.190	0.243	0.288	94	0.070	0.133	0.171	0.203
48	0.100	0.188	0.240	0.285	95	0.070	0.133	0.170	0.202
49	0.098	0.186	0.238	0.282	96	0.070	0.132	0.169	0.201
50	0.097	0.184	0.235	0.279	97	0.069	0.131	0.168	0.200
					98	0.069	0.130	0.167	0.199
					99	0.068	0.130	0.166	0.198
					100	0.068	0.129	0.165	0.197