

**PROPUESTA DE AULA: UN ACERCAMIENTO A LA CONSTRUCCIÓN DE LA CATEGORÍA DE
TRANSFORMACIÓN DE LAS SUSTANCIAS A PROPÓSITO DEL PROCESO DE COCCIÓN DE LA CARNE EN LA
EDUCACIÓN MEDIA.**

Cielito Marcela Eraso Ascuntar

***Tesis de maestría presentada como requisito parcial para optar al título de
Magister en Docencia de las Ciencias Naturales***

**Universidad Pedagógica Nacional
Facultad de Ciencia y Tecnología
Departamento de Física
Maestría en Docencia de las Ciencias Naturales
Bogotá, D.C. 2017**

**PROPUESTA DE AULA: UN ACERCAMIENTO A LA CONSTRUCCIÓN DE LA CATEGORÍA DE
TRANSFORMACIÓN DE LAS SUSTANCIAS A PROPÓSITO DEL PROCESO DE COCCIÓN DE LA CARNE EN LA
EDUCACIÓN MEDIA.**

Cielito Marcela Eraso Ascuntar

***Tesis de maestría presentada como requisito parcial para optar al título de
Magister en Docencia de las Ciencias Naturales***

Asesores:

Erika Carolina Ariza Vargas

Margarita Lucy Vargas Nieto

**Universidad Pedagógica Nacional
Facultad de Ciencia y Tecnología
Departamento de Física
Maestría en Docencia de las Ciencias Naturales
Bogotá, D.C. 2017**

“Para todos los efectos, declaro que el presente trabajo es original y de mi total autoría; en aquellos casos en los cuales he requerido del trabajo de otros autores o investigadores, he dado los respectivos créditos”, con el fin de dar cumplimiento al Acuerdo 031 de Consejo Superior del 2007, artículo 42, parágrafo 2.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco en primera instancia a Dios por permitirme alcanzar un logro más mi vida, por estar presente en situaciones de dificultad y mostrarme que pese a la adversidad se puede alcanzar grandes metas.


A mis asesores de trabajo Erika Ariza y Margarita Vargas, dos profesoras altamente profesionales, con un sentido humano único y con un gran corazón, quienes con su paciencia me enseñaron que se puede lograr aún en momentos complicados.

Igualmente agradezco a los docentes de la Maestría en Docencia de las Ciencias Naturales, profesores Steiner Valencia, Rosa Pedreros, Olga Méndez, Gladys Jiménez, Juan Carlos Castillo y Jimmy Ramírez quienes durante este proceso aportaron en conocimiento y modos de proceder en el aula.

A mi familia por apoyarme durante todo este proceso, a mi madre por su apoyo económico, a mis hermanos Omar y David por creer en mí y a la pequeña Avril que con su amor me ha dado valor para continuar.


Finalmente a mis amigos Diana, Mary Luz y Jaime quienes estuvieron dispuestos a escuchar y brindar sus más sinceros ánimos.

Cielito Marcela Eraso

 UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL <small>Facultad de Pedagogía</small>	FORMATO	
	RESUMEN ANALÍTICO EN EDUCACIÓN - RAE	
Código: FOR0206IB		Versión: 01
Fecha de Aprobación: 10-10-2012		Página 1 de 11

1. Información General	
Tipo de documento	Tesis de Maestría en Docencia de las Ciencias
Acceso al documento	Universidad Pedagógica Nacional. Biblioteca Central
Título del documento	Elementos que permiten la construcción de la categoría de transformación de las sustancias a propósito del proceso de cocción de la carne.
Autor(es)	Eraso Ascuntar, Cielito Marcela.
Director	Erika Ariza, Margarita Vargas.
Publicación	Bogotá. Universidad Pedagógica Nacional, 2017. p. 161
Unidad Patrocinante	Universidad Pedagógica Nacional.
Palabras Claves	SUSTANCIA Y TRANSFORMACION, PROCESO, COMPOSICIÓN DE LA CARNE Y DESNATURALIZACIÓN DE LAS PROTEÍNAS.

2. Descripción
<p>En este documento se presenta el desarrollo de un proceso investigativo propuesto en el contexto del programa de Maestría en Docencia de las Ciencias Naturales de la Universidad Pedagógica Nacional, relacionado con la transformación de las sustancias a propósito de la cocción de la carne, en cuyo desarrollo se devela que esta idea se construye a través de un proceso en el cual se debe pensar la carne como un conglomerado de sustancias, en donde intervienen niveles de complejidad que giran en torno a lo micro y macro, partiendo desde la proximidad del estudiante el animal para luego pasar al organismo, músculo, fibra muscular, célula, proteína, desnaturalización de la proteína y transformación de las sustancias.</p> <p>Este tipo de propuestas genera re-significación de los proceso de enseñanza y provee de significados a un concepto como es la sustancia y su transformación. Pues no solo se</p>

 UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL <small>Facultad de Pedagogía</small>	FORMATO	
	RESUMEN ANALÍTICO EN EDUCACIÓN - RAE	
Código: FOR0206IB	Versión: 01	
Fecha de Aprobación: 10-10-2012	Página 1 de 11	

vinculan detalladamente las diferentes observaciones en el proceso de cocción de la carne, sino también esos arraigos culturales del estudiante, su contexto, rutas de aprendizaje lo que aportan a la construcción de la propuesta de aula.


Así mismo se muestra que este concepto lleva consigo una historia la cual ha cambiado de acuerdo a la época, el cual ha sido construido desde la antigüedad, por filósofos como Aristóteles, Paracelso, Demócrito etc y hombres de ciencia como Boyle, Lavoisier, Descartes y Dalton que finalmente logran mostrar que este concepto tiene una historia, lo que permitió consolidar explicaciones concretas en relación a la sustancia y sus transformación de las sustancias.

Por otra parte esta propuesta se soporta en los ámbitos de discusión de la Maestría como:

Disciplinar como espacio de debate y construcción de explicaciones en relación a las transformaciones que sufre la sustancia a propósito de la cocción de la carne, en particular generando explicaciones del cambio que tiene lugar por acción del calor, explicado particularmente la pérdida de agua, contenido de proteínas, desnaturalización de las mismas y enlace químico y desde una perspectiva Pedagógica ya que incorpora la posibilidad de generar procesos de construcción de explicaciones por parte de los estudiantes a partir de su realidad próxima.

3. Fuentes

Inicialmente se realiza una búsqueda de trabajos relacionados con la enseñanza de la química y la cocina de los cuales se selecciona los relacionados con reflexiones pedagógicas por parte de docentes, igualmente se retoman notas de clase correspondientes a los seminario de la Maestría en Docencia de las Ciencias: Transformación de las sustancias- el cual permitió reflexionar sobre los modos de proceder en el aula- y finalmente aquellos diálogos en la asesoría de tesis en pro de orientar la construcción de sentido y significado de la investigación.

 UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL <small>Facultad de Pedagogía</small>	FORMATO	
	RESUMEN ANALÍTICO EN EDUCACIÓN - RAE	
Código: FOR0206IB	Versión: 01	
Fecha de Aprobación: 10-10-2012	Página 1 de 11	

Ariza. E. y Vargas. M. (2015). *Fenomenología de la transformación de las sustancias parte II*. Bogotá: Programa de Maestría en Docencia de las Ciencias Naturales, Universidad Pedagógica Nacional.

Ariza. E. y Vargas. M. (2015). *Fenomenología de la transformación de las sustancias parte III*. Bogotá: Programa de Maestría en Docencia de las Ciencias Naturales, Universidad Pedagógica Nacional.


Avogadro, A. (1811). *Ensayo sobre la manera de determinar las masas relativas de las moléculas elementales de los cuerpos y proporciones en las cuales entran estos compuestos*. *Journal de physique*. pp.58-76. Publicado en *Annales de physique, de chimie et d'histoire naturelle*. Consultado en: <https://www.uv.es/bertomeu/material/clasico/avogadro.htm>

Boyle, R. (1674). *Reflexiones sobre los experimentos vulgarmente propuestos para probar los cuatro elementos peripatéticos o los tres principios químicos de los cuerpos mixtos: Tomado de física y filosofía mecánica: Modulo III sobre transformación de las sustancias*. Madrid: Alianza Editorial

Campbell, J. (1963). *¿Por qué se producen las reacciones químicas?* *Chemistry Today*, OECD. [capítulo 8] pp. 81-163.

Carrizosa, E. (2012). *Propuesta de enseñanza de preconceptos sobre las funciones químicas inorgánicas para estudiantes de octavo grado en la institución educativa Santa Juana de Lestonnac*. [tesis maestría] Medellín: Universidad Nacional de Colombia. Recuperado de: <http://www.bdigital.unal.edu.co/9542/1/21938767.2013.pdf>

Castells, C. (octubre, 2011). *La nueva cocina científica. Investigación y ciencia: De la incertidumbre a la predictibilidad culinaria mediante la ciencia: el gran paso de la cocina del siglo XXI*. (421) recuperado de: <http://www.investigacionyciencia.es/revistas/investigacion-y-ciencia/cristales-gigantes-536/la-nueva-cocina-cientifica-9191>

 UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL <small>Facultad de Pedagogía</small>	FORMATO	
	RESUMEN ANALÍTICO EN EDUCACIÓN - RAE	
Código: FOR0206IB	Versión: 01	
Fecha de Aprobación: 10-10-2012	Página 1 de 11	

Castro. S., Ramos. V. y Huerta. A. (2012). *Uso de la termoestabilidad de la membrana celular para la estimación de la tolerancia al calor en maíz*. 37 (12). pp. 921-926 Venezuela: *interciencia*. Recuperado de: <http://www.redalyc.org/pdf/339/33925592009.pdf>

Chastrette, M. y Franco, M. (1918). *La Reacción Química: Descripciones e interpretaciones de los alumnos del liceo*. *Investigación y Experiencias Didácticas*, 243-245.

Criado, A. (2001). *Química de la cocina: Un enfoque para maestros y maestras*. *Revista Alambique*, pp. 1-3.

Córdova, J. (1990). *La química y la cocina*. Fondo de cultura económico.


Dumrauf, A., Cordero, S., Mengascini, A. y Mordeglia, C. (2009). *La cocina de una investigación colaborativa: escenarios, escenas y algunos ensayos*. 12 (2). pp. 221-244. Bauru: *Ciencia y Educación*. Recuperado de: http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1516-73132009000200001&script=sci_abstract&tlng=es

Garriz, A. y Reyes, F. (octubre-diciembre, 2006). *Conocimiento pedagógico del concepto de reacción química- Profesores Universitarios Mexicanos*. 11 (31). *Investigación Temática*. pp. 1175-1205. México: Consejo Mexicano de Investigación Educativa, A.C. Recuperado de: <http://www.redalyc.org/pdf/140/14003105.pdf>

Sánchez. M. (Abril, 2008). *Cómo aprender ciencia cocinando: Ciencia en paella*. *Revista Química Viva*. 1 (7). Argentina: Universidad de Buenos Aires. Recuperado de: <http://www.quimicaviva.qb.fcen.uba.ar/v7n1/sanchezquadix.pdf>

Esqueda. D. (2006). *La química y la cocina*. México: Acta Universitaria Guanajuato DOI: <https://doi.org/10.15174/au.2006.193>

Díaz, A. (2008). *Estructura de una propuesta didáctica basada en la resolución de problemas de una perspectiva de investigación para la enseñanza del concepto de membrana celular*. Bogotá: Universidad Pedagógica Nacional.

 UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL <small>Facultad de Pedagogía</small>	FORMATO	
	RESUMEN ANALÍTICO EN EDUCACIÓN - RAE	
Código: FOR0206IB	Versión: 01	
Fecha de Aprobación: 10-10-2012	Página 1 de 11	

Bueno. E. *Aprendiendo química en casa.* (2004), 1 (1). pp. 45-51. España: *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias.* Recuperado de: <https://es.scribd.com/document/51548624/APRENDIENDO-QUIMICA-EN-CASA>

Federación Empresarial de la Industria Química Española - FEIQUE. (2000). *La química y la cocina.* España: *Foro permanente química y sociedad.* Recuperado de: <http://www.quimicaysociedad.org/wp-content/uploads/materiales/archivo28.pdf>

Ferrer. L. (s.f.). *Actividad del agua en alimentos: Pardeamiento no enzimático [fichas técnicas].* Recuperado de: http://depa.fquim.unam.mx/amyd/archivero/9Awypardnoenz_14225.pdf


Garritz, A. (2012). *Una secuencia de enseñanza/aprendizaje para la enseñanza de los conceptos de sustancia y reacción química con base a naturaleza de la ciencia y la tecnología.* México: IX Congreso internacional sobre investigación. Consultado en: <http://www.raco.cat/index.php/Ensenanza/article/viewFile/307303/397277>

Gisella, H. (diciembre, 2007). *Actividad citotóxica y antioxidante de los productos de la reacción de Maillard de los sistemas D-Glucosa-Glicina y D- Glucosa - lisina.* 4 (73). Perú: *Revista de la sociedad Química del Perú.* Consultado en: http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1810-634X2007000400005

Glasstone, S. (1946). *La materia en la naturaleza: Manifestaciones de la materia.* [Capítulo 1]. Pp. 16-34. Recuperado de: <https://andoni.garritz.com/documentos/01-Garritz.pdf>

Glossman, P. Suzzane W. y Lee S. (2005). *Profesores de sustancia: El conocimiento de la materia para la enseñanza.* *Revista de Currículum y Formación de Profesorado.* 9 (2). pp. 1:25. España: Universidad de Granada.

Godoy R., Vilca M., Gonzáles A., Leyva V. y Sam R. (2007). *Saneamiento de la carne de llama (Lama glama) infectada con sarcosystis aucheniae mediante cocción, horneado, fritura y congelado.* *Investigaciones veterinarias,* 18 (1). pp. 51-56.

 UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL <small>Facultad de Pedagogía</small>	FORMATO	
	RESUMEN ANALÍTICO EN EDUCACIÓN - RAE	
Código: FOR0206IB	Versión: 01	
Fecha de Aprobación: 10-10-2012	Página 1 de 11	

Gómez. J., Mendoza. J. y Arbeláez. O. (2008). *Electrofisiología básica de la membrana celular del músculo y su analogía en el modelo hodgkin-huxley*. 14 (38). pp. 329-334
 Colombia: Universidad Tecnológica de Pereira.

González, J. (s.f.). *El paradigma interpretativo en la investigación social y educativa: Nuevas respuestas para viejos interrogantes*. España: universidad de Sevilla. Recuperado de:
https://idus.us.es/xmlui/bitstream/handle/11441/12862/file_1.pdf

González. M., Suárez H. y Martínez. O. (2009). *Análisis estructural de la carne de jamón durante el proceso de cocción y temperatura de almacenamiento*. pp. 1803-1811 Colombia: Universidad de Córdoba. Recuperado de: <http://www.redalyc.org/pdf/693/69312390004.pdf>


Guzmán. C., Méndez. N., Romero. M., Sosa. P. y Trejo. L. (2005). *Estrategias para introducir el concepto sustancia y para distinguir el cambio químico del cambio físico en estudiantes de bachillerato*. *Enseñanza de las ciencias*. pp. 1-5. Recuperado de:
https://ddd.uab.cat/pub/edlc/edlc_a2005nEXTRA/edlc_a2005nEXTRAp180estpar.pdf

Anónimo. (s.f.). *La reacción de Maillard: Oscurecimiento no enzimático*. Recuperado de
http://depa.fquim.unam.mx/amyd/archivero/07LareacciondeMaillard_20547.pdf

Hernández, C. (2009). *Acción y efecto de la polioxidasa en la carne*. Universidad Pontificia Javeriana, 1:77.

Jiménez. M. y López, R. (2010). *Química y Cocina: Del contexto a la construcción de modelos*. Alambiqui, pp. 1-12. España: Universidad de Almería. Recuperado de:
https://chemistrynetwork.pixel-online.org/data/SUE_db/doc/27_alambique%20quimica%20y%20cocina.pdf

Jiménez. G. y Flórez. I. (2015). *La ciencia como actividad cultural unidad I*. Bogotá: Maestría en Docencia de las Ciencias Naturales, Universidad Pedagógica Nacional

 UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL <small>Facultad de Pedagogía</small>	FORMATO	
	RESUMEN ANALÍTICO EN EDUCACIÓN - RAE	
Código: FOR0206IB	Versión: 01	
Fecha de Aprobación: 10-10-2012	Página 1 de 11	

Jiménez. G. y Flórez. I. (2015). La ciencia como actividad cultural unidad II. Bogotá: Maestría en Docencia de las Ciencias Naturales, Universidad Pedagógica Nacional

Ortalli, A. y Ricatti, J. (diciembre, 2007). La retroalimentación de la ciencia y la cocina. (6). pp. 104-111. Argentina: Revista Química Viva. Recuperado de: <http://www.redalyc.org/pdf/863/86360304.pdf>

Lavoisier. (1775). Reflexiones sobre el flogisto. Las Memorias de la Academia de Ciencias. Seminario transformación de las sustancias. Buenos Aires. EMECE editores S.A.

Lavoisier, A. (1789). Reflexiones sobre el flogisto. Memorias de la academia de las ciencias: Seminario Transformación de las sustancias. Buenos Aires. EMECE editores S.A.


Lavoisier, A. (1798). Tratado elemental de la química, presentado bajo nueva orden y conforme a los descubrimientos modernos: Modulo III transformación de las sustancias. Buenos Aires. EMECE editores S.A.

Lavoisier, A. (2001). Historia y Memoria de la química. Las tablas de afinidades, cohesión y afinidad química. pp. 50-115. Buenos Aires. EMECE editores S.A.

López, L. (s.f.). Estructura de las proteínas, estabilidad conformacional y adaptabilidad: Desnaturalización de las proteínas. Obtenido de Cátedra de Bromatología. Facultad de Farmacia y Bioquímica.

Lupano, C. (2013). Modificaciones de componentes de alimentos: Cambios químicos y bioquímicos por procesamiento y almacenamiento. Serie: libros de cátedra. Argentina: Universidad Nacional de la Plata. Recuperado de: <https://www.biol.unlp.edu.ar/alimentosysalud/ModificacionesComponentes.pdf>

Luque, M. (s.f.). Estructura y Propiedades de las Proteínas. Recuperado de: http://www.uv.es/tunon/pdf_doc/proteinas_09.pdf

 UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL <small>Facultad de Pedagogía</small>	FORMATO	
	RESUMEN ANALÍTICO EN EDUCACIÓN - RAE	
Código: FOR0206IB	Versión: 01	
Fecha de Aprobación: 10-10-2012	Página 1 de 11	

Luzardo, F. y Arteaga Y. (2012). Selección y manejo de ilustraciones para la enseñanza de la célula: propuesta didáctica. *Enseñanza de las ciencias*, 30 (3). pp. 1-14. Recuperado de: <http://www.raco.cat/index.php/Ensenanza/article/view/285694>

Mammino, L. (2001). Algunas reflexiones sobre la imagen de la química. *Anales de la real sociedad española de química, Laboratorios de química: Aulas de química*, pp. 1-5. Sudáfrica: Universidad de Venga. Recuperado de: <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/867216.pdf>

Merino, C., Olivares, C., Navarro, A., Ovalos, k., y Quiroga, M. (2014). Tus competencias en ciencias en educación parvularia: ¿Nuestra cocina es un laboratorio químico? *Didáctica de la química*, 25 (1). pp. 229-239. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0187-893X\(14\)70562-2](https://doi.org/10.1016/S0187-893X(14)70562-2)

Merino, J. (2016). *Fisiología General: transporte a través de la membrana*. Universidad de Cantabria., pp. 1-14.


Morin, E. (1994). *La complejidad y la empresa*. [incluido en introducción a pensamiento complejo]. Barcelona: Ed. Gedisa S.A.

Quecedo, R. y Castaño. C. (2002). Introducción a la Metodología de Investigación Cualitativa. (14). *Revista de Psicodidactica*. pp. 5-39. España: Universidad del País Vasco/Euskal Herriko Unibertsitatea. Recuperado de: <http://www.redalyc.org/pdf/175/17501402.pdf>

Rivera, J. y Lima, E. (2013). Efecto desorbedor del metanol en la membrana celular. 16 (2). pp. 93-97. *Revista especializada en ciencias Químico: Biológicas*, México: Universidad Nacional Autónoma de México. Recuperado de: <http://www.redalyc.org/pdf/432/43228901002.pdf>

Salas, C. V. (2009). *La química en la cocina. Innovaciones y experiencias educativas*, 1-10.

Sánchez. I. y Albarracín. W. (2010). Análisis Sensorial de la Carne. *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias*. 23 (2). pp. 2-14. Recuperado: <https://aprendeenlinea.udea.edu.co/revistas/index.php/rccp/article/view/324566/20781790>

 UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL <small>Facultad de Pedagogía</small>	FORMATO	
	RESUMEN ANALÍTICO EN EDUCACIÓN - RAE	
Código: FOR0206IB	Versión: 01	
Fecha de Aprobación: 10-10-2012	Página 1 de 11	

Seguí, M. (s.f.). *Estructura y propiedades de las proteínas* Universidad de Valencia. Recuperado de: https://www.uv.es/tunon/pdf_doc/trabajo_matilde.pdf

Vargas A., (2008). *Química y cocina: curso de otoño. Merkur.6 (496). Universidad Almería [recopilador]* Recuperado de: http://www2.ual.es/cursosdeotonno/ponencias/quimica_y_cocina.pdf

Vargas. E., Rincón. C. y Reyes. E. (2004). *Formación de poro en membrana celular por medio de glicoproteína de secreción de virus de Ebola Zaire. 9 (2). pp. 43-48. Revista de la Facultad de Ciencias. Bogotá: Pontificia Universidad Javeriana.*


Vásquez. S., Suárez. H. y Zapata. S. (marzo, 2009). *Utilización de sustancias antimicrobianas producidas por bacterias ácido lácticas en la conservación de la carne. 36 (1). pp. 64-71. Revista Chilena de Nutrición. Recuperado de: http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0717-75182009000100007*

Villaveces, J. (1984). *El enlace químico en el siglo XIX. Academia de las ciencias exactas, físicas y naturales, pp. 76-97.*

Villaveces, J., Cubillos, G., y Andade, E. (1983). *¿Es Dalton el padre de la teoría atómica? ICFES: Memorias de eventos científicos colombianos, 1-10.*

4. Contenidos

En este trabajo se hace relación a la formulación del problema, su justificación en relación a la transformación de las sustancias, descripción metodológica enmarcada en el estudio de caso, ejercicio exploratorio el cual permitió visualizar una ruta para la propuesta de aula, intervención en el aula, la cual fue sistematizada generando el surgimiento de diferentes categorías de análisis, que dieron lugar a reflexiones finales. En los anexos se

 UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL <small>Facultad de Pedagogía</small>	FORMATO	
	RESUMEN ANALÍTICO EN EDUCACIÓN - RAE	
Código: FOR0206IB	Versión: 01	
Fecha de Aprobación: 10-10-2012	Página 1 de 11	


muestran las guías y actividades realizadas con los estudiantes del Colegio Bachillerato Patria perteneciente a los Liceos del Ejército sede principal Bogotá con el grado undécimo.

5. Metodología

La presente investigación aborda la transformación de las sustancias a propósito de la cocción de la carne, un estudio relacionado con la ampliación, organización y contrastación de las explicaciones construidas por los mismos estudiantes. Desde un enfoque cualitativo con una metodología enmarcada en el estudio descriptivo con paradigma interpretativo que permitió analizar un grupo objetivo en particular. Por ello el estudio nace de la reflexión sobre los supuestos conceptuales, teóricos y experimentales situados en un contexto cercano a la realidad próxima del estudiante y analizados en el aula. Esto permite construir un escenario apropiado para su comprensión, transformando las prácticas en el aula de clase y haciendo de la transformación de las sustancias una construcción propia que amplía el conocimiento.

6. Conclusiones

Esta propuesta de aula, logró propiciar un ambiente de aprendizaje entendido como espacio de construcción significativa en relación a la transformación de las sustancias. Lo cual es necesario en aquellos procesos educativos donde se involucran objetos, tiempos, acciones y realidad cercana al estudiante, cambiando así los modos de proceder en el aula y al mismo tiempo permitiendo que el estudiante construye explicaciones, al igual que el docente replantee nuevas explicaciones a un fenómeno determinado, pues el conocimiento es visto como un constante cambio evolutivo. Es así como cambiar el ambiente en el aula, con procesos dinámicos, significativos, reales y cercanos al estudiante, lo que permite generar una mayor disposición por aprender en el aula,

 UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL <small>Facultad de Pedagogía</small>	FORMATO	
	RESUMEN ANALÍTICO EN EDUCACIÓN - RAE	
Código: FOR0206IB	Versión: 01	
Fecha de Aprobación: 10-10-2012	Página 1 de 11	

promoviendo la investigación, el descubrimiento, la documentación, experimentación, socialización y reflexión.

Elaborado por:	Eraso Ascuntar, Cielito Marcela
Revisado por:	Erika Ariza y Margarita Vargas

Fecha de elaboración del Resumen:	15	11	2017
--	----	----	------

CONTENIDO

PROPUESTA DE AULA: UN ACERCAMIENTO A LA CONSTRUCCIÓN DE LA CATEGORÍA DE TRANSFORMACIÓN DE LAS SUSTANCIAS A PROPÓSITO DEL PROCESO DE COCCIÓN DE LA CARNE EN LA EDUCACIÓN MEDIA.	20
1. CONTEXTO PROBLEMÁTICO.....	22
1.1. Objetivos	26
1.1.1. Objetivo general:.....	26
1.1.2. Objetivos específicos:	26
2. ANTECEDENTES	27
2.1. JUSTIFICACIÓN:.....	32
3. MARCO TEÓRICO.....	37
3.1. Sobre la imagen de la ciencia en la enseñanza de la química	37
3.2. Sobre la idea de Sustancia	41
3.3. Cambio químico y cambio físico en relación a la transformación de las sustancias	73
3.4. Elementos conceptuales que permiten comprender el fenómeno de cocción de la carne	78
3.4.1. En relación al músculo:.....	79
3.4.3. En relación con la Célula:.....	81
3.4.4. En relación con la proteína:	83
3.4.4.1. En relación con la desnaturalización de las Proteínas	87
3.4.5. En relación con otras sustancias que contiene la carne:	91
3.4.6. Reacción de Maillard en la carne.....	93
3.4.7. En relación con la temperatura.....	96
4. REFERENTES METODOLÓGICOS:	100
4.2. Enfoque interpretativo:.....	101
4.4. Población de estudio:.....	103
4.5. Descripción del fenómeno.....	103
4.6. Etapas de la investigación	103
4.7. Proceder investigativo.....	105
4.8. Selección de experiencia	106
4.9. Intervención en el aula:.....	106
4.10. Sobre la sistematización.....	107

4.11. Sobre las categorías de análisis:	109
5. CONSTRUCCIÓN EN EL AULA: TRANSFORMACIÓN DE LAS SUSTANCIAS A PROPÓSITO DE LA COCCIÓN DE LA CARNE	109
5.1. Niveles de aproximación al fenómeno:	110
5.2. Formas de comprender la sustancia:	126
5.3. Niveles de organización de la proteína	134
5.4. Las cualidades, el cambio y el proceso: permiten hablar de la transformación de las sustancias.....	138
6. REFLEXIONES FINALES	148
REFLEXIONES BIBLIOGRÁFICAS	155

LISTA DE ILUSTRACIONES

ILUSTRACIÓN 1. ELEMENTOS ARISTOTÉLICOS (GARRITZ, 2012).....	42
ILUSTRACIÓN 2. MODELO DE BAUME 1777 EN RELACIÓN AL FLOGISTO Y EL AUMENTO DE PESO AL CALCINAR LOS METALES	46
ILUSTRACIÓN 3. REPRESENTACIÓN DE SUSTANCIA SEGÚN MODELO DE MACQUER 1779.	46
ILUSTRACIÓN 4. PROCEDIMIENTO METODOLÓGICO DE LA INVESTIGACIÓN (SHAW, 1999)- TOMADO Y ACOPLADO DE (MARTINEZ, 2006).....	105
ILUSTRACIÓN 5: RUTA QUE CONFIGURA LA TRANSFORMACIÓN DE LAS SUSTANCIAS A PROPÓSITO DE LA COCCIÓN DE LA CARNE.	107
ILUSTRACIÓN 6: FUNCIONES MÁS RELEVANTES QUE COMPLEMENTAN LAS EXPLICACIONES DEL PROCESO DE COCCIÓN DE LA CARNE SEGÚN ESTUDIANTES DE GRADO 11.....	117

LISTA DE IMÁGENES

IMAGEN 1. MODELO PROPUESTO POR STHAL 1723, EN RELACIÓN AL FLOGISTO.....	44
IMAGEN 2. REPRESENTACIÓN MODELO DE BOYLE, 1674 DIFERENTES CORPÚSCULOS QUE CONFORMAN EL CARBONO, OXIGENO, MERCURIO Y PLATA.	49
IMAGEN 3. REPRESENTACIÓN DE UN CUERPO SEGÚN LAVOISIER 1775.....	53
IMAGEN 4. REPRESENTACIÓN DE MATERIA DE FUEGO Y CALOR ENTRE LAS MOLÉCULAS.	53
IMAGEN 5. REPRESENTACIÓN MODELO DE SUSTANCIA SEGÚN LAVOISIER.....	54
IMAGEN 6. REPRESENTACIÓN COMBUSTIÓN DE CAL DE MERCURIO EN PRESENCIA DE AIRE VITAL.....	55
IMAGEN 7. REPRESENTACIÓN DE COMBUSTIÓN CAL DE MERCURIO CON CARBÓN EN PRESENCIA DE AIRE VITAL.....	56

IMAGEN 8. ESTRUCTURA GENERAL DEL MUSCULO: FIBRA MUSCULAR	80
IMAGEN 9: ESTRUCTURA FIBRA MUSCULAR	81
IMAGEN 10: ÁREA DE SEPARACIÓN DE FIBRAS DE COLÁGENO CON DIFERENTE TEMPERATURA TOMADO Y ACOPLADO DE (GONZÁLEZ M, 2009), IMÁGENES TOMADAS CON CÁMARA DIGITAL INCORPORADA CANON POWER SHOT G5- JAPAN CON LENTE DE 20X.	81
IMAGEN 11. HÉLICE ALFA (SEGUI, 2017).....	85
IMAGEN 12. LAMINAS BETA ANTIPARALELAS Y PARALELAS (SEGUI, 2017).....	86
IMAGEN 13. ESTRUCTURA PROTEÍNA CUATERNARIA (CORDOVA, 1990)	86
IMAGEN 14: REPRESENTACIÓN DE MEMBRANA CELULAR DAÑADA GRACIAS A LA ADICIÓN DE SUSTANCIA ÁCIDA TOMADA Y ACOPLADA DE (VARGAS, 2004).....	90
IMAGEN 15: HINCHAMIENTO DE MEMBRANA CELULAR PROVOCADO POR UNA SUSTANCIA ALCOHOLICA, TOMADA Y ACOPLADA DE (CAICEDO, 2003).	90
IMAGEN 16: GRUPO HEMO TOMADO Y ACOPLADO DE (LUPANO, 2013).	91
IMAGEN 17. REACCIÓN DE MAILLARD (LUPANO, 2013).....	94
IMAGEN 18: ESTRUCTURAS DE MIOGLOBINA PROPUESTA POR LOS ESTUDIANTES DE GRADO 11- COLEGIO BACHILLERATO PATRIA EN LA CUAL SE EVIDENCIA CADENAS DE LARGAS, UNIÓN DE DICHAS CADENAS Y SE MUESTRA UN ANILLO DE HIERRO EN EL CENTRO DE LA MIOGLOBINA.	143

LISTA DE GRÁFICOS

GRÁFICO 1: EXPLICACIONES CONSTRUIDAS POR LOS ESTUDIANTES EN RELACIÓN A LA PÉRDIDA DE AGUA QUE SUFRE LA CARNE DURANTE EL PROCESO DE COCCIÓN. ...	121
GRÁFICO 2: CARACTERIZACIÓN DE LAS PROTEÍNAS EN RELACIÓN A SU FUNCIÓN	124
GRÁFICO 3. DIFERENTES ETAPAS QUE EL ESTUDIANTE DEBE SUPERARA Y RELACIONAR PARA FINALMENTE COMPRENDER LA TRANSFORMACIÓN DE LAS SUSTANCIAS.....	128
GRÁFICO 4: DIFERENTES CONSTRUCCIONES QUE HACEN LOS ESTUDIANTES EN RELACIÓN A ¿CÓMO SE ENTIENDE LA SUSTANCIA DURANTE EL PROCESO DE COCCIÓN DE LAS CARNES?	129
GRÁFICO 5: MIOGLOBINA EN RELACIÓN A SU ANILLO DE HIERRO	134

LISTA DE ANEXOS

ANEXO 1. ACTIVIDAD “UN TROZO DE CARNE PERMITIÓ LA EVOLUCIÓN”	163
ANEXO 2: CUESTIONARIO COMO NOS IMAGINAMOS EL INTERIOR DE LA CARNE.....	164
ANEXO 3. ACTIVIDAD- INTERACCIÓN CON LA SUSTANCIA: LA CARNE.....	165
ANEXO 4. CUESTIONARIO PROPUESTO PARA LA LECTURA RELACIONADA CON EL MUSCULO.	166
ANEXO 5. LABORATORIO OBSERVACIÓN DE LA CARNE	167
ANEXO 6. LABORATORIO IDENTIFICACIÓN DE PROTEÍNAS	170
ANEXO 7. LABORATORIO IDENTIFICACIÓN DE HIERRO III EN MUESTRAS DE MIOGLOBINA DE POLLO Y DE RES.....	171
ANEXO 8. REGISTROS FOTOGRÁFICOS- CUESTIONARIO MUSCULO, FIBRA MUSCULAR Y PROTEÍNA.....	173

ANEXO 9. REGISTRO FOTOGRAFICO CARACTERIZACIÓN FIBRA MUSCULAR	173
ANEXO 10. REGISTRO FOTOGRAFICO MAPA MENTAL EN RELACION CON ESTRUCTURA DE LA FIBRA MUSCULAR	174
ANEXO 11. TABLAS EN RELACION AL CONTENIDO DE AGUA EN LA CARNE DE RES Y POLLO PRODUCTO DE LOS INFORMES DE LAORATORIO.....	176
ANEXO 12. LABORATORIO DESNATURALIZACIÓN DE PROTEÍNA.....	177
ANEXO 13. CONSTRUCCIONES DE LOS ESTUDIANTES A PROPÓSITO DE LOS CAMBIOS QUE SE PRESENTAN EN EL PROCESO DE COCCIÓN DE LA CARNE	178

PROPUESTA DE AULA: UN ACERCAMIENTO A LA CONSTRUCCIÓN DE LA CATEGORÍA DE TRANSFORMACIÓN DE LAS SUSTANCIAS A PROPÓSITO DEL PROCESO DE COCCIÓN DE LA CARNE EN LA EDUCACIÓN MEDIA.

INTRODUCCIÓN

Este trabajo nace a propósito de las reflexiones que se presentan en la Maestría en Docencia de las Ciencias Naturales que ofrece la Universidad Pedagógica Nacional, en la cual se propicia la construcción de explicaciones a eventos cotidianos y el sentido del ser docente, en cada espacio académico.

Este trabajo de grado está conformado por seis apartados los cuales se designaron así: Contexto problemático, Antecedentes - Justificación, Marco teórico, Referentes metodológicos, construcción en el aula- transformación de las sustancias a propósito de la cocción de la carne y reflexiones finales.

En el primer apartado, Contexto problemático, se hace una reflexión profunda en relación a la enseñanza de la transformación de las sustancias encontrando que ha sido enseñada como una temática complicada y abstracta, la cual se ha alejado de la cotidianidad del estudiante, dejando entre ver que existe una necesidad de enseñar la transformación de las sustancias de una forma diferente en donde se permita que el estudiante construya sus propias explicaciones y el docente reflexione sobre su quehacer docente.

En el segundo apartado, Antecedentes, después de una revisión de trabajos se retoman aquellos que tratan la transformación de la sustancia desde un sentido pedagógico, dentro de los cuales se destaca (Criado, 2001), (Merino, Olivares, Navarro, Ovalos y Quiroga, 2014), (Chastrette y Franco, 1991) entre otros, en cuyos trabajos se brinda la posibilidad al estudiante de que construya sus propias explicaciones en relación a la a eventos cotidianos en particular los relacionados con la transformación de las sustancias.

En el marco teórico se analizan las reflexiones que hacen diferentes autores en los antecedentes abordados, se hace imprescindible buscar nuevas alternativas de enseñanza a conceptos complejos como el de sustancia y las transformaciones que esta sufre, es por ello que en este apartado se da una serie de elementos que permitan comprender que es necesario enseñar estos conceptos de formas diferentes en donde se cambie esa imagen de ciencia aburrida, complicada y se reflexione sobre los modos de actuar del docente.

En cuarta instancia se presentan los componentes metodológicos que guiaron el proceso de investigación y la intervención en el aula, en donde la metodología utilizada fue el estudio de caso, cuyo paradigma investigativo se enmarco dentro del carácter cualitativo con enfoque interpretativo.

Posteriormente en el apartado cinco, Construcción en el aula: transformación de las sustancias a propósito de la cocción de la carne, se recoge la experiencia vivida de los estudiantes de grado once en el aula, lo que finalmente permite que construyan la idea de transformación de la sustancia desde diferentes niveles de aproximación al fenómeno, alimento, organismo, músculo, fibra, proteína, célula para finalmente comprender la interacción de la sustancia.

Finalmente se presentan algunas reflexiones en torno a la retroalimentación del trabajo realizado, en relación a la problemática transformación de las sustancias a propósito de la cocción de la carne sino también frente a la autorreflexión en cuanto a nuestro proceder docente.

1. CONTEXTO PROBLEMÁTICO

Gracias a la Maestría en Docencia de las Ciencias Naturales que nos permite pensar y reflexionar sobre el papel que cumplimos como docentes, sobre esos fenómenos cotidianos que tenemos a nuestro alcance, tan cotidianos que olvidamos que están ahí, relacionados fuertemente con nuestras vidas, nace la propuesta: Construyendo la categoría de transformación de las sustancias a propósito de los diferentes procesos de cocción de la carne.

En el campo de la enseñanza de las ciencias particularmente en el área de la química se ha evidenciado que la idea de transformación de las sustancias es casi incomprensible, al parecer ni siquiera se construye, pues se ha enseñado como una temática más y desde un punto de vista memorístico, reducida a la replicación de representaciones (formas y símbolos particulares) que no tienen sentido para el estudiante. Es por ello que, como docentes de ciencias estamos en la constante búsqueda de nuevas alternativas de enseñanza a temáticas con un alto grado de complejidad por su carácter abstracto. Lo cual no es limitante para promover la vinculación, aproximación y sobretodo la construcción de explicaciones desde las realidades próximas del estudiante, como es el caso de la cocina. Es de tener en cuenta que para este trabajo observar y buscar explicaciones desde lo macroscópico a un cambio permite hablar de la transformación de las sustancias, relacionando en todo momento las explicaciones macroscópicas con las microscópicas sin descuidar ninguna de las dos, ya que esta relación permite que el estudiante vincule, relacione, signifique la química en su contexto, permite que construya sus propias explicaciones a eventos cotidianos e imaginar el posible proceso que ocurre en la transformación de una sustancia. En este sentido surgen las siguientes preguntas: ¿Cuáles son los elementos que permiten construir la idea de transformación de la sustancia en los estudiantes en el grado once del Colegio Bachillerato Patria? y ¿Cómo es esa construcción de la idea de transformación de la sustancia por parte de los estudiantes?, estas preguntas llevan a pensar y reflexionar ¿Qué es la transformación de la sustancia? ¿Qué es la sustancia? desde una construcción más cercana a la realidad del estudiante.

Después de hacer una revisión detenida de propuestas similares se evidencia que algunos autores como Jimenez y Lopez (2010), Merino, Olivares, Navarro, Ovalos, y Quiroga (2014) y Criado (2001) develan parámetros que tuvieron en cuenta en sus trabajos de investigación relacionados con la transformación de las sustancias y que permiten aportar en gran medida a este trabajo, entre ellos se pueden mencionar: la relación lenguaje científico y lenguaje cotidiano, la relación de la química y la realidad próxima del estudiante y la imagen de ciencia y enseñanza de las ciencias (sentido de las ciencias y modos de proceder en el aula) aunque no se profundiza en ¿Cómo es el proceso de aprendizaje del estudiante? y ¿Cómo es que se realiza esa construcción de explicaciones en relación a transformación de las sustancias?

En estos trabajos se pueden encontrar los siguientes aportes para el proceso investigativo:

- Permite que los estudiantes construyan sus propias explicaciones
- Permite romper con paradigma de ciencia rígida, compleja e inaplicable a contexto cercanos
- Permite reflexionar sobre la práctica docente frente al cómo se enseña
- Fomenta el diálogo entre estudiantes

También se resaltan aspectos como por ejemplo que para enseñar química es necesario hacerlo desde una realidad próxima al estudiante, en particular eventos guiados a través del seguimiento de una unidad didáctica, en la cual se tenga en cuenta: el lenguaje, las representaciones, las condiciones en las que se aplica dicha unidad didáctica, las condiciones en las que el estudiante se apropia de los contenidos, para que sea el mismo estudiante quien construya sus propias explicaciones.

En otras palabras se quiere reflexionar en cuanto a ¿Cómo es que el estudiante construye la idea de transformación de las sustancias?, que adicionalmente permite pensar en una serie de repercusiones problemáticas como: La imagen de ciencia desligada de la cotidianidad del estudiante y en la cual se ha abordado una serie de

contenidos sin ningún sentido, lo que genera que no se llegue a una comprensión de la transformación de las sustancias.

Uno de los grandes problemas que se presenta en la enseñanza de la química es dar simples definiciones a aquellos conceptos que son mucho más que una definición, símbolos o fórmulas, el coartar al estudiante la posibilidad de que construya el significado, aplicabilidad, utilidad y relación del mundo químico en su vida cotidiana. Por eso es importante que como maestros busquemos la manera de motivar, sorprender y darle sentido a la química. En otras palabras, acercar al estudiante a la química de manera más cercana a la vida cotidiana, fácil y experimental, para que sea él mismo quien genere explicaciones de los fenómenos propuestos en la unidad didáctica.

En este sentido se pretende que la cocina en particular la cocción de la carne, ayude a comprender fenómenos del mundo que nos rodea como los relacionados con la transformación de las sustancias evitando que el estudiante se limite simplemente a describir los fenómenos que observa o repetir de memoria lo que el profesor resumió de un libro.

Una de las críticas que siempre ha tenido la enseñanza de la química es que se ha visto como una ciencia abstracta, sin sentido, pues la formación en ciencias naturales particularmente en química siempre se ha sido de corte muy tradicional, en el cual se memorizan conceptos, no se construye un concepto a partir de la participación activa del estudiante, no se relaciona la cotidianidad de las cosas y no se le otorga un sentido a la ciencia. En fin, se ha dado a entender que la química es un conjunto de conocimientos rígidos, aburridos que no sirven para la vida de un estudiante, en este sentido la formación en química, en la escuela genera la sensación de que la química solo la pueden entender personas demasiado inteligentes como los científicos.

Actualmente la educación en ciencias naturales y muy particularmente en el ámbito propio de la química, requiere de proyectos o propuestas que rompan con esos paradigmas alrededor de la enseñanza de la química es por ello que en este trabajo

se presenta la necesidad de proponer, aplicar, evaluar y mostrar una propuesta de aula, que evidencie la construcción de la categoría transformación de las sustancias en la cocina en particular en la cocción de la carne, acercando así, al estudiante a conceptos químicos por medio de procesos ocurridos en la cocina.

Esta propuesta está enfocada a que los estudiantes construyan la idea de transformación de las sustancias y generen sus propias explicaciones, pues en muchos de los referentes teóricos consultados, se logró identificar claramente que la idea de transformación de las sustancias esta reducida a una simple expresión simbólica, átomos y moléculas que para el estudiante es muy complejo de entender y que muchos de los docentes evitan ahondar en el tema, mientras que muy pocos son los que se preguntan: ¿Cómo se podría construir la explicación de las transformación de las sustancias?, ¿Qué elementos son necesarios para construir en el aula la idea de transformación de las sustancias? y se trascienda la mirada de los símbolos, las ecuaciones o aún más la mirada reducida de la transformación como un simple cambio (ausente de procesos).

Desde aquí se formula la pregunta que orienta la actividad investigativa en este trabajo:

¿Qué elementos permiten que los estudiantes construyan explicaciones que den cuenta de la transformación de las sustancias a propósito de eventos cotidianos como la cocción de la carne?

1.1. Objetivos

1.1.1. Objetivo general:

Identificar los elementos que dan cuenta de la forma como los estudiantes construyen explicaciones en relación con la transformación de las sustancias a propósito de eventos de la cocina en particular en el proceso de cocción de la carne.

1.1.2. Objetivos específicos:

- Realizar una revisión documental que permita reconocer las diferentes miradas que sobre la sustancia y sus transformaciones se ha construido a lo largo de la historia de las ciencias, derivando criterios para la construcción de una propuesta de aula para la enseñanza de la transformación de las sustancias.
- Diseñar, implementar y sistematizar una propuesta de aula que permita reconocer la forma como los estudiantes construyen explicaciones en relación a la transformación de la sustancia a propósito de cocción de la carne.
- Caracterizar los procesos de construcción de explicaciones en relación a la idea de transformación de las sustancias a propósito de eventos de la cocina en particular el de cocción de la carne.
- Derivar elementos de reflexión a propósito de la química y su enseñanza en la Educación Media

2. ANTECEDENTES

Aunque hay muchos trabajos que relacionan química y la cocina son pocos los trabajos realizados en la enseñanza de la química a propósito de la cocina. En este sentido como se ha venido diciendo en este trabajo no se pretende caracterizar la sustancia sino evidenciar su transformación, preguntarse ¿qué ocurre durante el proceso de la cocción de la carne?, algunos trabajos revisados mencionan que la cocina es una herramienta de utilidad para la construcción de explicaciones en química:

- (Sánchez, 2008) *“Estimular al estudiante por medio de la cocina es permitirle que experimente”* (p. 59)
- *“La química no es abstracta es aplicable a la vida cotidiana y permite explicar los diferentes procesos químicos que ocurren en la (cocina) es un auténtico laboratorio químico”*. (p. 2) Hann, 1981 referenciado por (Criado A. , 2001)
- Golombek y Shwarzbaum referenciado por (Merino, Olivares, Navarro, Ovalos, & Quiroga, 2014). *“El mundo es una enorme cocina y nuestras cocinas, son universos donde todo el tiempo ocurren las más variadas reacciones químicas, físicas y biológicas. Donde se hacen los experimentos más complicados, en el mejor de los casos son hasta comestibles”*. (p. 229)
- *“La cocina es un laboratorio, un espacio en donde se encuentran instrumentos sencillos nada sofisticados”*. (Feique, 2000, p. 4)
- *“Todos los cocineros y las cocineras son químicos- aunque muchos no lo sepan- y todos los químicos son cocineros”*. (Feique, 2000, p. 6)

En estas citas se hace evidente que la química debe ser enseñada en torno a la realidad vivida por el estudiante, y que su propósito más allá de bombardear a los estudiantes con contenidos es brindarles los elementos necesarios para que construyan sus propias explicaciones acerca del mundo que lo rodea. Por otro lado, aún más interesante es que los profesores participes asumen desde un contexto más dinámico la idea de transformación de las sustancias, rompiendo con los paradigmas de la química como una ciencia aburrida y peligrosa, en la que el

laboratorio es la cocina y se pueden llevar a cabo miles de reacciones químicas que pueden ser estudiadas para dar cuenta de la transformación de las sustancias.

En la enseñanza de la química por medio de procesos de la cocina, los docentes han intentado generar en el estudiante una mayor comprensión de la transformación de las sustancias y darles herramientas de construcción de explicaciones.

En esta línea se encuentran uno de los trabajos más representativos es (Chastrette y Franco, 1991) quien menciona que por medio de estas experiencias se busca averiguar en qué medida los alumnos pueden reconocer en una reacción química la transformación de las sustancias y la conservación de los elementos, para ello se plantea las siguientes preguntas:

- ¿Cuáles son las descripciones espontáneas de los estudiantes frente a reacción química?
- ¿En qué medida los estudiantes son capaces de generar explicaciones en términos corpusculares?
- ¿Hasta qué medida el estudiante asume la idea conservación de elementos frente a la transformación de la sustancia?

En el trabajo se ha encontrado las siguientes dificultades por parte de los estudiantes:

- No hay diferencia entre transformación física y reacción química
- Las explicaciones corpusculares no son espontáneas
- Las explicaciones corpusculares son fundamentalmente sustancialistas

En otras palabras, en este documento se mencionan las dificultades del estudiante frente a la apropiación del modelo corpuscular de la materia y el concepto átomo, el cual es un problema difícil de solucionar desde la enseñanza tradicional y pone de manifiesto que muchos trabajos se han hecho desde la parte didáctica para enseñar este tipo de temáticas, pero no se ha indagado sobre las explicaciones e interpretaciones que los estudiantes construyen.

Adicionalmente (Chastrette y Franco, 1991) reitera que, *“Aún predominan modelos como el de Bohr en los estudiantes tanto de secundaria como universitarios, ya sea debido a medios de comunicación o a los libros de texto”*. (p. 243) En este sentido se puede inferir que los estudiantes tienen arraigados unos modelos e imagen de ciencia que no permite comprender temas puntuales como es el de la transformación de las sustancias. Al igual que presentan confusiones (Chastrette y Franco, 1991) *“Un átomo posee las mismas propiedades (estado físico, color, maleabilidad, etc.) que la sustancia que constituye. Esta concepción que mezcla el sistema de referencia factual (macroscópico) con el referente atomista (microscópico) ha sido denominada- sustancialismo”*. (p. 243)

Dentro de este trabajo se pide a los estudiantes anotar a profundidad todas sus observaciones e imaginar qué podría estar pasando a nivel microscópico, para favorecer las nociones corpusculares, al igual que poder predecir que podría suceder. Esta acotación que hace el autor es muy importante y valiosa para el presente trabajo, pues el estudiante en algún momento tendrá que acudir a su imaginación para poder construir explicaciones, respecto al sentido de predecir se debe ser cuidadoso para no tildar como error los planteamientos de los estudiantes obstaculizando la generación de argumentos para construir explicaciones.

Finalmente, los resultados obtenidos de las explicaciones ofrecidos por los alumnos son:

- Se encuentra que hablan de modificación de las sustancias pero no lo saben sustentar o argumentar
- No hay explicaciones corpusculares para dar cuenta de las transformaciones observadas
- Asumir que las transformaciones son simples mezclas
- Los alumnos proponen explicaciones macroscópicas
- Los alumnos poseen una gran confusión entre las reacciones químicas y las transformaciones físicas.

- Las observaciones que ellos realizan incluyen a la vez sus interpretaciones de los hechos observados.
- En cuanto a las explicaciones microscópicas de las reacciones químicas, los alumnos: no las utilizan son inducidos, recurren al sustancialismo para rendir cuenta de las propiedades de las sustancias y de las transformaciones que ellas sufren.

Gonzalez, (2012) En el trabajo de esta autora se resalta la importancia de la química, su lenguaje y sus representaciones en donde el aprendizaje de la química en particular el de la interacción con las sustancias está basado en la construcción grupal por medio del diálogo, motivando e interesando al estudiante desde su realidad próxima.

En este documento al inicio se hace una actividad de sensibilización, seguidamente de una representación de sustancias (reducida a simbología de elementos) y finalmente busca dar explicación del ¿Por qué se unen los elementos para formar compuestos?, aunque esta autora tiene una visión de sustancia en relación con la materia, átomo, electrones, número atómico, masa, organización tabla periódica, que lastimosamente no dan cuenta de un anclaje fuerte frente a lo que pasa durante el proceso de transformación de la sustancia sino que al ser una terminología abstracta indirectamente genera que el estudiante reduzca lo aprendido a la simple representación u simbolismo del proceso. En este documento adicionalmente se evidencia que para que haya transformación de las sustancias es necesario comprender qué es la sustancia, reconocerlas, diferenciarlas y darle una representación para su posterior interacción.

(Gonzalez, 2012) Pone de manifiesto que:

La química es la ciencia de las sustancias, de las transformaciones y síntesis de otras nuevas; construye teorías, una gran diversidad de modelos moleculares y de metodologías experimentales, y un lenguaje constituido de

fórmulas químicas relativas, moleculares, y de un gran conjunto de palabras para referirse a las sustancias y a sus comportamientos en contexto. (p. 5)

En donde para poder entender el significado de sustancia y las transformaciones que sufre es indispensable vincular el lenguaje que los estudiantes utilizan y las representaciones que desde la ciencia se le otorga.

La dinámica de trabajo es una identificación de sustancias ácidas, básicas con indicador pH para posteriormente ponerlas en interacción entre ellas mismas y dar origen a un nuevo compuesto.

En este grupo de investigaciones se puede evidenciar que la mayoría de profesores comparten la visión de ciencia compleja la cual necesita una serie de representaciones para ser explicada, sin embargo, pese a que estos autores pretenden enseñar la idea de transformación de las sustancias desde la construcción no lo logran pues finalmente recurren a la enseñanza tradicional, desligando la enseñanza de lo sencillo, del lenguaje comprensible y del constante diálogo con la realidad próxima que vive el estudiante.

En resumen podemos decir que los antecedentes consultados (Sánchez, 2008), (Criado, 2001), (Merino, Olivares, Navarro, Ovalos y Quiroga, 2014) y (Feique, 2000) vincularon dos aspectos generales e importantes para el desarrollo de este trabajo, el primero en relación con la cocina pues esta deja de ser un espacio físico para ser vista como un espacio de experimentación que sirve de pretexto para explicar conceptos abstractos como sustancia y transformación de la sustancia en química, el segundo con relación a la química, que pasa de ser complicada a recobrase como aplicable a contextos cercanos del estudiante.

De lo anterior se deduce que la enseñanza de la química debe estar inmersa en la realidad próxima del estudiante –la cocina- en la cual se involucran procesos complejos -la cocción de la carne, por tanto el escenario de construcción de este tipo de propuestas se ve necesariamente obligado a cambiar, por ejemplo el aula

no es solo un espacio físico por el contrario recupera un sentido de construcción colectiva, en donde se establecen relaciones de dialogo entre estudiantes, se fomenta la experimentación, se propone nuevas rutas explicativas que permitan la construcción de explicaciones.

Otros aportes que se pueden deducir de trabajos pedagógicos propuestos por autores como Chastrette y Franco, (1991) y (Sánchez, 2012) son más puntuales, pues de ahí se debelan explícitamente aspectos importantes que permiten construir la idea de transformación de las sustancias como por ejemplo ¿qué noción tienen los estudiantes frente al fenómeno a construir? –concepciones de transformación de sustancia- ¿cómo debería ser el abordaje de la transformación de las sustancias en la propuesta de aula? y la vinculación de parámetros conceptuales como el de reacción química, cambio químico, cambio físico, conservación de los elementos, evolución de modelos de materia consolidados en visión de ciencia, modos de proceder en el aula y enseñanza de concepto sustancia.

2.1. JUSTIFICACIÓN:

Esta propuesta surge gracias a los diferentes seminarios cursados en la Maestría en Docencia de las Ciencias Naturales en los cuales se reflexiona sobre la imagen de ciencia, los modos de actuar del docente en el aula, cómo se ha enseñado la química, decantando en particular la transformación de las sustancias arraigada a la realidad próxima permitiendo que el estudiante entienda, relacione, comprenda la química y construya sus propias explicaciones.

(Mammino, 2001) *"La química se ha percibido como complicada y difícil de comprender, promoviendo así una imagen negativa respecto a su grado de complejidad, artificial, peligroso y por lo usual se relaciona a las sustancias con las generalidades de la materia"*. (p. 3). En este sentido se debería pensar la enseñanza de la química desde lo particular, sin descuidar lo general, lo cuantitativo sin

descuidar lo cualitativo, pues sus teorías merecen ser comprendidas y apreciadas por medio de las realidades próximas del estudiante.

En los lineamientos curriculares de 1998 y los estándares de 2003, referidos por (Gonzalez, 2012) se plantea que: *“El maestro no solo se centre en el desarrollo de contenidos, sino que desmitifique las ciencias y de esta forma llevarlas al lugar donde tienen su verdadero significado, a la vida diaria, a explicarlas en el mundo en que vivimos”*. (p. 1). En otras palabras, se evidencia una preocupación por que los contenidos enseñados tengan una relación con la realidad próxima del estudiante generando así explicaciones más concretas y argumentadas sobre la acción de la química.

Por otra parte en la MDCN en particular en el seminario de transformación de las sustancias se rompe con las explicaciones como actos de fe, por el contrario se empieza a buscar explicaciones lógicas desde la cotidianidad. Chamizo, J. A. Citado por (Gonzalez, 2012) hace un recorrido frente a cómo se ha enseñado la química en el mundo y ha encontrado que la ciencia tiene una visión rígida en el currículo donde al parecer la comprensión se basa en el acto de fé, por la carga abstracta que tiene la química. (Gonzalez, 2012) *“La educación química normal está aislada del sentido común, de la vida cotidiana, de la sociedad, de la historia y filosofía de la ciencia, de la tecnología, de la física escolar y de la investigación química actual”* (p. 7). Es entonces que se hace necesario transformar la enseñanza de la química por medio de nuevas propuestas pedagógicas que vinculen las experiencias próximas del estudiante, por ello este trabajo cobra importancia al vincular las transformaciones que ocurren en las sustancias en la cocción de la carne, un proceso cotidiano del que todo estudiante podría ser participe.

En este sentido, la trascendencia de este trabajo radica en que:

- Genera en el estudiante una visión más real de la química, la cual está inmersa en su contexto cotidiano.

- Trasciende la concepción de ciencia rígida, exacta, precisa y aislada del contexto próximo del estudiante.
- Permite pensar el espacio de la cocina como un posible laboratorio, un espacio en el cual se pueda experimentar, al mismo tiempo que cambia la visión del experimento de erróneo a el motor de construcción.
- El conocimiento construido hasta el momento, acerca de la transformación de las sustancias no queda reducido a la representación, la fórmula o el cambio sino a nuevas formas de explicación que construyen los mismos estudiantes.
- Resalta la importancia de contar esos sucesos que dieron lugar a organizar lo que en la actualidad se conoce sobre la transformación de la sustancia, lo cual permite la reflexión sobre las prácticas docentes, sobre la necesidad y aplicabilidad de la química en contextos cotidianos.

Según Bacas y Martín (1992). Las propuestas que vinculan la cotidianidad del estudiante traen una serie de ventajas como:

- Facilitar la atención a la diversidad de diferentes estudiantes debido a que: es el profesor quien fija el nivel de dificultad de la experiencia en función de las capacidades y actitudes de los estudiantes.
- Fomentar actitudes positivas en los estudiantes, la motivación, desmitifica la imagen de ciencia como negativa (rígida, aburrida, compleja) a una imagen interesante e inmersa en la vida cotidiana, útil en cada aspecto humano.
- Permite que los estudiantes con mayores capacidades y habilidades generen procesos más complejos y abstractos que fomenten mayor capacidad interpretativa y argumentativa.
- Transforma las prácticas docentes en el aula y fomenta la participación y colaboración de los estudiantes.

Por otra parte, se retoman algunos autores que han trabajado la transformación de la sustancia evidenciando que para comprenderla es necesario comprender qué es la sustancia y viceversa, pues estas dos categorías están estrechamente unidas, igualmente comprender el cambio que sufren las sustancias, cambios relacionados

con lo físico y lo químico. En la antigüedad Nicolas Lemery (siglo XVII), trató de explicar las propiedades químicas y físicas de los ácidos y bases, acudiendo a decir que estos tenían púas y poros respectivamente que permitían su unión; las púas se enganchaban en los poros y formaban sales neutras (Taton, 1998) citado por (Jiménez y Lopez, 2010). Se puede decir que en esa época ya se buscaba explicaciones sobre ¿qué son las sustancias? y ¿cómo o por qué se dan sus transformaciones? aún hoy en día no se ha podido establecer un criterio claro al respecto, así por ejemplo Kurti citado por (Vargas, Ruiz y Castell, 2008) manifiesta que:

“A mi parecer es una triste reflexión sobre nuestra civilización, que seamos capaces de medir la temperatura de Venus, pero que no sepamos qué pasa en el interior de los suflés”. (p. 14)

En este apartado se quiere mencionar de antemano que si la visión de ciencia de un profesor está reducida a una ciencia complicada, aislada de la realidad próxima que vive el estudiante, lo más probable es que transmita esa visión, donde la transformación de la sustancia es reducida al simple hecho de copiar la estructura química de los compuestos y decirle al estudiante de forma simbólica que unos reactivos se transformaron en unos productos sin detallar qué paso durante el proceso de la transformación de las sustancias. En este sentido de la imagen de ciencia que posee el profesor depende el modo de proceder en el aula, por ejemplo si es desde un modelo tradicional, no permite que el estudiante se apropie de los contenidos abordados y más en situaciones complejas como las transformaciones de las sustancias pues las aborda apartado de lo que se debería promover en una clase como generar sentido y comprensión.

En las siguientes citas se puede apreciar el contraste entre una mirada de ciencia como conocimiento establecido que simplemente se ocupa de vincular un evento cotidiano como es la cocina con la enseñanza de la química: (Feique, 2000) *“Las sustancias están formadas por átomos, pues nos nutrimos exclusivamente con átomos y moléculas”.* (p. 3) una mirada de construcción de conocimiento, que resulta ser más amplia en la cual la sustancia y sus transformaciones se enmarcan

desde un proceso (Sánchez, 2008) *“Por medio de los diferentes procesos que sufren los alimentos se permite reflexionar sobre el ¿qué?, ¿cómo? y ¿por qué ocurren esas transformaciones en las sustancias?”*. (p. 61)

3. MARCO TEÓRICO

Dentro del marco teórico, pilar del trabajo que se llevó a cabo se tiene en cuenta los siguientes aspectos, en primer lugar y como eje central la imagen de ciencia en la enseñanza de la química; pues de ahí se derivan los modos de proceder en el aula y el sentido de la ciencia en particular el de la química, en segundo lugar el concepto de sustancia, que permite contemplar desde una visión conjunta sustancia y transformación, en una perspectiva cada vez más organizada y compleja, por último la carne en relación a su composición y transformación durante la cocción.

3.1. Sobre la imagen de la ciencia en la enseñanza de la química

Si se hace una aproximación histórica a la problemática contemporánea de la ciencia, en relación a la perspectiva química como disciplina se evidencia que está inmersa en la vida del hombre contemporáneo, la cual entonces deja de ser un conglomerado de conocimientos vacíos, estructuras, conceptos, teorías y aplicaciones para ser comprendida como un sistema en constante evolución. Por lo que se puede decir entonces que la ciencia debería verse desde una perspectiva compleja, no complicada pues comprenderla desde un punto de vista rígido la hace complicada, lo que se quiere entonces es que se piense en la construcción de conocimiento en ciencias desde nuevas visiones de mundo, vinculándola con eventos cotidianos, comprendiendo el mundo desde la construcción de explicaciones, desde una mirada particular de la realidad, en la cual se caracterice el objeto, se retome conceptos que han sido transformados, lenguaje revalorado, el tránsito de lo simple a lo complejo mostrando de cierta manera que el conocimiento ha ido evolucionando a través del tiempo.

Muchos profesores se preguntan por la pertinencia de la enseñanza de las ciencias ¿Para qué sirve? frente a lo que muchos otros señalan que el estudiante debe ser preparado para enfrentar su contexto más próximo, desde aquí *“La enseñanza de las ciencias se basa principalmente en dar sentido a las ciencias, favoreciendo el diálogo y la reflexión”*. (Merino, Olivares, Navarro, Ovalos y Quiroga, 2014)

Son muchos los trabajos realizados en el campo de la enseñanza de las ciencias, que intentando solucionar el hecho de que la ciencia deje de ser enseñada con una visión aburrida, acabada, verdadera, inaplicable a la vida, alejada de la cotidianidad, descontextualizada de la realidad próxima de los estudiantes. Algunos autores como (Salas, 2009), (Merino, 2014), (Criado, 2001), (Gil, 1991), (Otalli y Ricatti, 2007), (Sánchez, 2008) y (Dumrauf, Cordero, Mengascini y Mordegli, 2009), concuerdan en que las ciencias han venido enseñándose de forma abstracta, tradicional, plana, rígida, aburrida sin ningún tipo de relación con la realidad que vive un estudiante, sin sentido tanto para el docente como para el estudiante- en la cual respecto a ese sinsentido se ha obligado al estudiante a memorizar datos, fórmulas, conceptos, representaciones, símbolos, lenguaje, lo que ha causado un trastorno en su forma de pensar, en sus modos de actuar y en su construcción de esquemas de conocimiento.

En este sentido hace necesario comprender que la enseñanza de las ciencias no se debe basar en la adquisición de un lenguaje simbólico y abstracto, sino en el diálogo, reflexión, interacción, argumentación, validación y generación de explicaciones.

En consecuencia lleva a pensar en dos aspectos importantes a desarrollar, el primero la imagen de ciencia como actividad cultural y el segundo en relación a la enseñanza de las ciencias.

Comprender la ciencia como actividad cultural es entender que es una actividad socialmente construida, por comunidades que tienen unos compromisos ideológico, políticos, económicos y formas propias de concebir los procesos de construcción de conocimiento, en donde el sujeto se encuentra inmerso.

Por lo tanto se debe conocer primero el individuo, reconocerlo como un ser social, reflexivo y sobre todo como aquel que construye significados a través de discursos colectivos. En este sentido se hace evidente entonces que el espacio de clase (el aula) es un espacio en donde se construyen múltiples interacciones en donde tanto el estudiante como el profesor constituyen explicaciones frente a la realidad, se recontextualizan saberes, permitiendo a los participantes transformarse

colectivamente. En consecuencia la ciencia como actividad cultural se consolida en el hecho de construir explicaciones a través de un grupo de personas, en cuya dinámica se da respuesta a problemas, se busca nuevas alternativas, se valida diferentes explicaciones a diversidad de fenómenos, que configuran a la ciencia como una manifestación cultural

La ciencia como actividad cultural se concibe como un espacio en constante reflexión, en donde existen procesos de construcción de conocimiento, construcción de significados, interpretación de realidades que permiten establecer relaciones ideológicas, políticas y sociales.

Pero lastimosamente nuestro sistema educativo actual cumple con la función de fabricar personas, en el cual se crean formas de pensar, se da prioridad a los requerimientos sociales, en consecuencia se puede decir que es un reproductor del sistema social, cuya desigualdad económica causa desigualdad en el contexto académico. Lo que lleva a pensar en ¿Cuál es el sentido de la enseñanza y el de la enseñanza de las ciencias en la educación? El sentido de la educación sería preparar al estudiante para una sociedad de consumo en donde la escuela es un aparato reproductor de técnicos que se desempeñen en un empleo, pero si la enseñanza de las ciencias se retoma como una actividad cultural, se relaciona directamente con diferentes actores, profesores, padres, estudiantes, política y economía, en donde la función del maestro es, ser guía, orientador y crítico. La enseñanza de las ciencias cobra un nuevo sentido, fomenta la reflexión en las prácticas pedagógicas, replantea el quehacer del docente, tiene en cuenta las vivencias del aula, construye discursos propios, mas no en el hecho de transmitir conocimientos de carácter lineal sino apropiarse de aquellas explicaciones, hacerlo parte de la cotidianidad con el fin de generar una mayor reflexión, socialización de experiencias del aula.

En otras palabras la ciencia y su enseñanza tomarían el carácter de elaboraciones discursivas y colectivas y la escuela más que el espacio físico sería el hogar, en donde cada actor se forma como un ser crítico y reflexivo que aporte al desarrollo

del ser en la sociedad, fortaleciendo las relaciones frente a otros contextos como el económico, político e ideológico.

Gracias al Seminario Fenomenología de la Transformación de las Sustancias- ofrecido por la Maestría en Docencia de las Ciencias Naturales, la visión de enseñanza de la química cambia, pues la intención aquí es comprender y dar explicación a los diferentes eventos que se encuentran en el entorno e incluir el todo y sus partes, desde una perspectiva compleja, en la cual el fenómeno se construye a partir de las relaciones que se generan en un sistema.

Por ejemplo para comprender la transformación de las sustancias, (un evento cercano a la realidad del estudiante) desde una postura más amplia- (Sistema), es necesario entender primero sus partes, las cuales finalmente conformarán un todo, se podría decir entonces que se pretende comprender el fenómeno desde una mirada holística la cual incluye una postura compleja dejando atrás la visión reduccionista en la enseñanza de la química en particular cuando se habla de sustancia- (La cual en la actualidad se explica en relación al átomo, la fórmula o simplemente desde la representación por medio de una ecuación en el tablero que difícilmente los estudiantes comprenden).

Es por ello que la construcción de explicaciones en relación a la transformación de las sustancias debe hacerse desde una mirada de sistema, ya que genera una mayor fundamentación en las explicaciones y posibilitan la identificación de los niveles de organización de un evento, no solo desde lo macroscópico sino desde lo microscópico, ya que si solo se intenta comprender (desde una mirada reduccionista) se estaría dejando de lado información valiosa, que implica nuevas relaciones, nuevas rutas de construcción del conocimiento, condiciones, relación parte- todo, estructuras, organización e interacción.

Pascal citado por (Morin, 1994) habló de la complejidad en los siguientes términos *“todas las cosas son ayudadas y ayudantes, todas las cosas son mediatas e inmediatas, y todas están ligadas entre sí por un lazo que conecta unas a otras, aún las más alejadas, considerando imposible conocer el todo si no se conoce sus partes”*. (p. 58) Lo que genera explicaciones en contraposición de lo lineal,

determinista y predictivo o la mera comprobación de leyes a situaciones idealizadas, las cuales brindan la posibilidad de construir explicaciones a comportamientos dinámicos de un sistema, obligando así a ver un evento como un sistema complejo no complicado más bien no lineal, en el cual se vinculen nuevos elementos teóricos que permitan la construcción de un puente entre lo microscópico y macroscópico. En este sentido generar la construcción de un evento desde su complejidad es comprender sus niveles y formas de aproximación a dicho fenómeno basado además en el análisis de aspectos disciplinares que fortalecen dicha construcción.

3.2. Sobre la idea de Sustancia

A través de la historia la visión que se ha construido sobre ¿Qué es la sustancia y por qué se transforma? ha cambiado, contemplado nuevos hechos, supuestos y formas de proceder, ya sea desde lo mágico, lo cualitativo o lo racional, inscritos en un materialismo ingenuo o en constructos. Es de gran importancia analizar los aspectos que en la historia de las ciencias han posibilitado plantear determinadas concepciones sobre la sustancia y sus transformaciones para derivar criterios que permitan orientar procesos de enseñanza de las ciencias, esta tarea se intenta realizar en este apartado.

En la antigüedad las sustancias fueron organizadas desde un realismo ingenuo,¹ basándose en lo que se percibe a través de los sentidos, es decir, en una serie de cualidades como color, olor, sabor, así por ejemplo todas las sustancias que se funden fácilmente deben contener el mismo principio.

Según Garritz, (2012). La sustancia o esencia de los cuerpos en términos Aristotélicos fue vista desde los cuatro elementos (tierra, agua, aire y fuego), que se muestran ante nuestros sentidos a través de las cualidades: frío y caliente;

¹ Actitud desprovista de toda reflexión crítica, la cual considera que las cosas son tal como se perciben, posición intuitiva o sentido común. Por ejemplo cuando se observa un objeto, se puede describir su color, olor, forma.

húmedo y seco; por tanto cada sustancia contenía estos cuatro elementos en proporciones fijas y el cambio se explicaba entonces por la combinación diferente de estos principios.

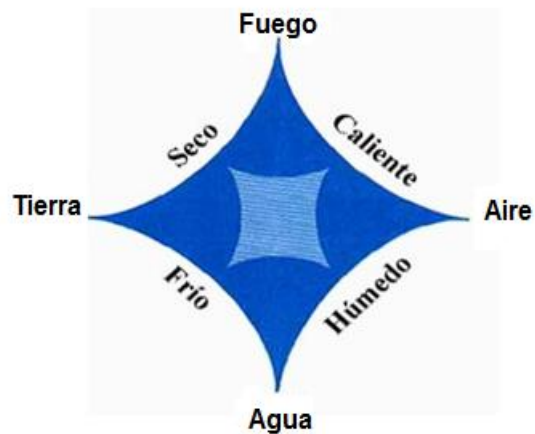


Ilustración 1. Elementos Aristotélicos (Garritz, 2012)

En la ilustración 1 se muestra la sustancia representada mediante los elementos según Aristóteles.

Un ejemplo común que apoyó la teoría de los cuatro elementos Aristotélicos - (Elemento como materia prima de un cuerpo)- Fue la quema de una rama, donde el humo hacía relación al aire, el líquido hirviendo al agua, los residuos a la tierra y la llama al fuego. Sin embargo el hecho de que otros cuerpos como el oro no hacían evidente ninguno de estos elementos o que otros cuerpos como la sangre tenían más elementos como flema, espíritu, aceite y sal, llevó a los Paracelsianos a proponer otra manera de pensar la sustancia.

Según Paracelso las sustancias contenían tres principios: mercurio denominado también como mercurial o espirituoso, azufre conocido como sulfuroso o urinoso y salino o sal, principios que gracias al fuego podían ser separados y cambiados en alguna medida para generar una nueva sustancia.

Sin embargo estos principios no eran constitutivos (hacían parte de la identidad de la sustancia pero no eran principios materiales). Paracelso, consideraba que esos

elementos aparecían en los cuerpos como una tría prima: sal, azufre y mercurio, cuyos elementos, no se identificaban con las sustancias ordinarias de este nombre, sino con los principios de la fijeza, solidez e incombustibilidad «sal»; de la fusibilidad y volatilidad «mercurio», y de la inflamabilidad «azufre». En la explicación que le dio a la quema de la rama, el humo –no podía ser aire, el líquido hirviendo –no podía ser agua y la parte incombustible –no podía ser tierra. En otras palabras no podrían ser elementos Aristotélicos sino cuerpos mixtos disfrazados en otras formas, la llama se debía a la parte sulfurosa del cuerpo, el agua no podía ser agua pues al parecer esta contenía sal- (principio de incombustibilidad), el humo no era aire ya que dejaba una sustancia aceitosa utilizada como unguento, que en algunos casos era benéfico para el hombre gracias a sus propiedades curativas.

Según Paracelso citado por Boyle, (1674). Los filósofos del fuego argumentan que los ingredientes de los cuerpos mixtos (mercurial, sulfuroso y salino), sometidos al fuego se separan en átomos ígneos y que posiblemente se combinan de forma diferente produciendo mixtos nuevos.

En efecto, considero que la genuina propiedades del calor es disociar las partes de los cuerpos, sin embargo en el momento de separación, las partículas componentes del mixto, se asocian cada una con sus semejantes de manera natural y no por operación alguna del fuego, al parecer se unen gracias a que ocupan un lugar dependiendo de su gravedad, ligereza, fijeza. (p. 39)

En este sentido el significado que adquirió la sustancia para los Paracelsianos no solo se basa en los cambios que le ocasionaba el fuego a dicho cuerpo, en aquellos residuos que dejaban las plantas después de ser sometidas al calor. Residuos, unguentos o aceites extraídos de los cuerpos que servían para curar sino también en esas posibles uniones que se dan gracias a gravedad, ligereza, fijeza o volatilidad de las partículas y a aquellos principios de incombustibilidad, fusibilidad, volatilidad e inflamabilidad. Sin embargo son dos elementos los que se destacan en esta ideas de sustancia y transformación: el primero en relación con constitución de los cuerpos de acuerdo con las cualidades que exhiben y el segundo que tienen

semejanza con elementos preponderantes en la cultura como son aire fuego, agua y tierra, o azufre, mercurio y sales y que solo a través de la acción del fuego es posible identificarlos.

Otra forma de pensar la sustancia se puede apreciar en los planteamientos de Sthal 1723, que se pueden mostrar a partir de observaciones y experimentos que llevó a cabo, en relación a los cuerpos que se inflaman (cuerpos combustibles) y se queman (metales), dedujo un principio inflamable al que llamó (fuego fijo), que debido a las características mismas del fuego (fluido sutil), debió asociarlo a un principio terroso – (el cual serviría de unión entre el fuego y los cuerpos combustibles).

En la Imagen 1 se presenta una representación del modelo de Sthal, en donde la combinación de fuego fijo y principio inflamable es lo que él denomina como flogisto:

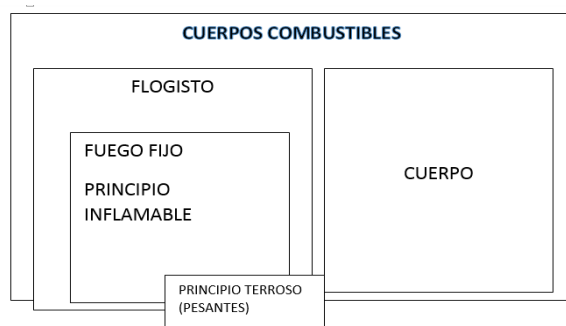


Imagen 1. Modelo Propuesto por Sthal 1723, en relación al flogisto

Siendo cuerpos combustibles los metales, Sthal debió admitir dos situaciones: la primera la existencia de un principio inflamable en los metales – (el cual poseía peso) y explicar que la combustión de estos cuerpos se debía al desprendimiento de un principio inflamable que es fijo.

La segunda que la calcinación de los metales era una combustión, en donde la propiedad de quemarse (ser inflamable) puede transmitirse de un cuerpo a otro, ocasionando que el cuerpo combustible pierda su combustibilidad y que el cuerpo no combustible ahora pueda quemarse.

En otras palabras el someter las sustancias metálicas o cuerpos combustibles a calcinación hace que estas pierdan su propiedad combustible, lo que lo llevó a concluir que el flogisto (principio inflamable) podía pasar de un cuerpo a otro, asumiendo entonces que los metales calcinados deberían perder peso ya que perderían su flogisto, conclusión contradictoria con las observaciones, pues al contrario los metales después de la combustión ganan peso.

En este sentido se puede decir que para Sthal la sustancia, constituye una materia compuesta por sustancia terrosa que queda después de calcinar el metal y el desprendimiento de luz y calor, por otra parte le asigna una característica al flogisto (el peso), que se vuelve contradictoria en relación a la observación, pues según Sthal el flogisto se pierde, lo que llevaría a pensar que el metal pierde peso ya que pierde flogisto, pero al contrario en la combustión las sustancias ganan peso.

Encontramos entonces, que para explicar la calcinación de los metales Sthal propone una materia que está compuesta, que es susceptible de ser separada en partes, es decir divisible y cuya transformación puede ser explicada por la pérdida o ganancia de unos principios particulares en este caso el flogisto, estos principios en todo caso siguen estando asociados con cualidades pues recurre al principio terrosos para justificar la pesantes de un cuerpo o asociar la fluidez con el principio inflamable.

Teniendo en cuenta la contradicción que aparece en la teoría sobre calcinación de los metales. Baume, 1777 replantea el modelo de sustancia, y admite un principio inflamable o como Stahl diría (flogisto), el cual está compuesto por materia de fuego combinado con un principio terroso. Sin embargo Baume adiciona un fuego libre que puede combinarse con el principio terroso durante la calcinación.

En este sentido el modelo de Baume al igual que Stahl, afirma la existencia de un principio inflamable denominado flogisto, el cual posee un peso determinado que se pierde durante la calcinación de los metales, pero que en dicha calcinación también se gana peso debido al ingreso de fuego puro, libre o fijo. En otras palabras el flogisto es remplazado durante la combustión por el fuego puro o menos cargado

del elemento terroso, atribuyendo el aumento de peso a este fuego libre por que se asume que este fuego debería tener un gran peso.

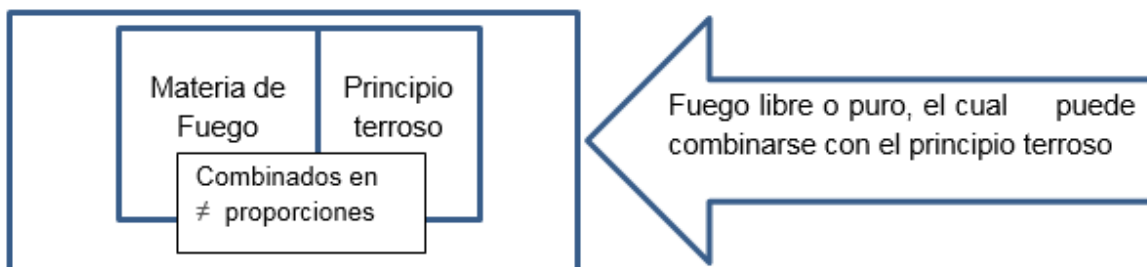


Ilustración 2. Modelo de Baume 1777 en relación al flogisto y el aumento de peso al calcinar los metales

Se puede decir entonces que para Baume la materia está compuesta por una materialidad más el flogisto y principio terroso y que el cambio se explica mediante la pérdida del flogisto y combinación fuego libre y principio terroso.

Sin embargo la principal dificultad que enfrenta Baume es justificar el excesivo aumento de peso que sufren algunos metales durante la combustión, pues la simple combinación de fuego libre con el principio terroso, siendo este fuego tan sutil no representaría el peso ganado de los metales durante la calcinación.

Ante las inconsistencias presentadas en la teoría de Baume (como asignar peso al fuego) Macquer, 1779, citado por Lavoisier, (1789) replantea la explicación conservando el nombre del (flogisto) que propuso Stahl, sin embargo cambia totalmente la esencia de lo que lo compone, mientras que para Stahl el flogisto es la unión entre el elemento del fuego y el principio terroso para Macquer es la materia pura de la luz.

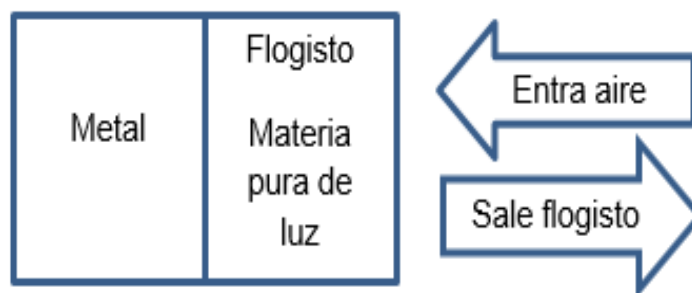


Ilustración 3. Representación de sustancia según modelo de Macquer 1779.

De esta forma se pueden identificar las siguientes características en el modelo de Macquer.

- ✓ Considera que los metales y todos los cuerpos combustibles contienen la materia de la luz en un estado de combinación y fijeza, materia combinada a la que llamó flogisto.
- ✓ Afirma que el flogisto posee peso, mencionando adicionalmente que es el flogisto el que aumenta el peso de los cuerpos a los que se une y que les cambia sus cualidades como color y olor.
- ✓ El flogisto se combina con sustancias fijas sólidas y pesadas como tierras, mas es difícil que se convine con sustancias como el agua o el aire las cuales son fluidas y ligeras.

Según Macquer el flogisto es altamente pesado y es por ello que Lavoisier (1789) menciona que los metales deberían perder un gran peso al calcinarse al contrario de ganarlo. Haciendo evidente el problema en el modelo de sustancia que propone Macquer, quien intenta solucionarlo afirmando que el aire vital se combina con los metales durante la combustión, de tal modo que las sustancias o cuerpo combustible aumentan su peso en relación al aire absorbido, (mientras que el flogisto se pierde o se separa del cuerpo, ingresa aire vital). No obstante el problema en relación al peso continua, mientras Macquer asuma que el flogisto o materia de luz posee un alto peso, ya que otros físicos mediante sus experiencias mencionan que la luz no tiene un peso el cual pueda ser apreciado, lo que llevaría a concluir que el flogisto no podría ser la materia pura de luz.

Finalmente otra característica que Macquer adiciona al flogisto es la penetrabilidad, mencionando que el hecho de reavivar la combustión en los metales se debe a la propiedad de penetrar que tiene la materia de la luz y calor a otras sustancias, contradiciendo completamente la teoría de Stahl sobre el flogisto.

En este sentido la sustancia para Macquer es compuesta (el metal en sí y el flogisto el cual es materia pura de luz) y el cambio se da debido a la pérdida de materia de la luz (flogisto) y la combinación con la parte más pura del aire con el metal, lo cual

es logrado gracias al trabajo experimental con sistemas cerrados y las mediciones de peso.

Hasta este punto se puede dar cuenta que el flogisto fue una parte importante en la historia de la química, que adquirió diferentes concepciones con el paso del tiempo y que los químicos por así decirlo manipularon a su antojo, convirtiéndolo en un concepto cuya esencia y propiedades han resultado contradictorias con la experiencia. Según (Lavoisier, 1789) "los químicos han hecho del flogisto un principio vago e indefinido, el cual se adapta a todas las explicaciones en las cuales se le quiere hacer entrar, a veces como fuego libre, fuego combinado con el elemento terroso, como algo que puede penetrar en otros no puede atravesar, explica la causticidad y no causticidad, la opacidad, el color y la falta de color". En estas explicaciones nuevamente se destaca la cualidad como el elemento generador de las explicaciones y la necesidad de crear supuestos o principios materiales para justificar algunas observaciones como desprendimiento de calor, luz, llama o aumento de peso.

Ahora en el intento de alejarse de las contradicciones generadas por las teorías que se basan solo en las cualidades primeras, Boyle , 1674 despoja la materia de toda cualidad asignándole solo aquellas que considera esenciales, planteando que la materia es universal (compuesta por corpúsculos), los cuales poseen forma, textura y movimiento, denominados accidentes de la materia. Por otra parte explica el cambio o la transformación de las sustancias desde la generación, alteración y corrupción de la materia, gracias al movimiento.

A continuación se expone el modelo corpuscular de la materia, en el cual se hace énfasis en los accidentes de la materia- (forma, textura y movimiento).

- La materia es católica², extensa, divisible e impenetrable, (universal en todos los cuerpos), sin embargo se pregunta ¿A qué se debe la diversidad de los cuerpos si la materia es universal? Asociando entonces que debe existir movimiento con diferentes direcciones en alguna o todas las partes del cuerpo. Dándole gran

² Materia católica, significa que la materia es universal para todos los cuerpos- (compuesta por corpúsculos).

importancia, ya que para Boyle es el movimiento el que provoca el cambio, el cual es causado por otros cuerpos o por agentes externos.

- Gran cantidad de partículas pequeñas e indivisibles conforman la materia, las cuales poseen forma determinada y sólida denominada prima naturalia por su pequeñez y solidez.
- Existen multitud de corpúsculos formados por mínima naturalia, con adherencia firme, los cuales se hallan por debajo de la percepción de nuestros sentidos, cuya adhesión difícilmente se rompe.
- Si los corpúsculos se asocian con otro cuerpo y se ponen en movimiento se puede evidenciar el cambio y nuevas cualidades y si dicha asociación o aglomeración incluye muchos corpúsculos se vuelven un cuerpo visible.
- El color, olor y sabor de los cuerpos es derivado de la forma, tamaño y movimiento de las partículas de la materia, al igual que la textura depende del ordenamiento de los cuerpos, ocasionando cambios si son alterados.

Según el modelo que propone Boyle, la materia, está compuesta por corpúsculos, los cuales poseen tamaño y forma, imperceptibles al ojo humano, con cierta cohesión entre ellos, lo que ocasiona que estén unidos. Gracias a sus accidentes (tamaño, forma y movimiento) se hacen evidentes afecciones primarias como colores, sabores y olores.

A continuación una representación del modelo de materia



Imagen 2. Representación modelo de Boyle, 1674 diferentes corpúsculos que conforman el carbono, oxígeno, mercurio y plata.

Haciendo evidente que tienen diferente tamaño y forma, lo que hace que unos se acoplen mejor a otros, y que al ponerlos en movimiento formen nuevas sustancias.

Boyle asume la transformación de las sustancias se da debido a combinación, menciona que la naturaleza establece relaciones con otras sustancias o cosas gracias al movimiento (Boyle, 1674) *“la propia naturaleza produce, en ocasiones por azar y en ocasiones no, muchas cosas que establecen nuevas relaciones con otras”*. (p. 17) en donde los corpúsculos enteros, indivisibles, posee una forma, los cuales pueden entremezclarse, hasta alcanzar un cierto número, dando paso a dos accidentes, el primero denominado como cuerpo estable, (postura erecta, inclinada u horizontal) y la segunda en relación al orden, cuando dos cuerpos se unen, el modo de colocarse al frente, detrás o al lado del otro, hace que se forme un cuerpo distinto.

Por consiguiente cuando Boyle se refiere a la transformación de las sustancias habla en términos de generación, corrupción y alteración.

Los corpúsculos poseen forma, tamaño, dirección, velocidad, solidez, el ser casi indivisibles y cuando se unen afectan a los sentidos. Sin embargo es esta unión la que ocasiona cambios en tamaño, forma, velocidad de los corpúsculos, provocando que la sustancia produzca nuevos cambios en las cualidades simples, revelando una nueva denominación de la materia.

La causa de esta unión de corpúsculos es el movimiento, el cual no solo causa modificación visibles en las cualidades simples (olor, color, sabor) sino también en la textura. Ahora bien no es que se genere una nueva sustancia- (no es que se produzca algo sustancial), sino que esas partes de la materia preexistían anteriormente, dispersas o compartidas, dispuestas de otro modo se unen ahora y se ordenan de modo preciso para conceder al cuerpo una nueva denominación.

Para aclarar esto, un ejemplo de ello es cuando se funden la arena y la ceniza se deja enfriar, entonces se genera vidrio. Se puede decir que los ingredientes o

sustancias aquí mencionadas ya preexistían y que al asociarse adquieren un nuevo modo de coexistencia. Es pues en este sentido que Boyle menciona que un cuerpo se ha generado.

La corrupción de la materia se puede entender cuando se da la putrefacción, pues los cuerpos adquieren cualidades desagradables a nuestro sentidos como el olor y sabor, debido probablemente a que han perdido la textura y figura de los corpúsculos. Se refiere entonces a la pérdida total de cualidades y a la adquisición de nuevas cualidades, las cuales son totalmente diferentes a las iniciales.

Esta pérdida de cualidades (Boyle, 1674) las explica en los siguientes términos.

En la mayoría de los casos, le sobreviene por medio del aire o algún otro fluido ambiente que, al penetrar en los poros del cuerpo y agitarse en ellos, normalmente arrastra algunas de las partes del cuerpo más ágiles y menos trabadas, desligando y dislocando casi siempre las partes en general, cambiando así la textura y tal vez también la figura de los corpúsculos que lo componen, de manera que el cuerpo así transformado adquiere cualidades inadecuadas para su anterior naturaleza, siendo en su mayor parte desagradable a los sentidos, especialmente el olfato y el gusto. (p. 32)

En este caso la materia pierde totalmente sus cualidades y deja de ser lo que era antes. Sin embargo, si las cualidades solo son alteradas o simplemente se pierde una de ellas, como por ejemplo aquellos casos en que se pronuncia como el cambio de cualidades agradables a lo que se denominaría sazón, como el níspero maduro o el queso, los cuales adquieren cualidades agradables a nuestros sentidos se le denomina alteración. Es decir que (Boyle, 1674) *“Si la materia adquiere o pierde una cualidad que no es esencial para ella, esa adquisición o pérdida se denomina expresamente alteración (mutación)”*. (p. 32) Mientras que si la adquisición de las cualidades que son absolutamente necesarias para constituir su esencia, o la pérdida de alguna de esas cualidades, constituye uno de esos cambios que no han

de denominarse alteración sino corrupción, pues se ha generado un cambio en la esencia de la materia.

En el caso de Boyle se puede apreciar cómo se logra una síntesis en el conocimiento reduciendo la materia a una materia universal y cuya diversidad es explicada por la variación en sus accidentes, el modelo planteado para la transformación es un modelo mecanicista en el cual debido al movimiento los corpúsculos se combinan o se separan teniendo en cuenta la congruencia en las formas, tamaños y posiciones y en el cual no es necesario introducir principios materiales de los cuales no se puede dar cuenta experiencialmente.

Lavoisier (1775), retomando los planteamientos de Macquer, establece experimentalmente que el metal se combina con la parte de aire vital presente, aumentando de peso en la misma proporción de aire absorbido, explicando este hecho a partir de un nuevo concepto: la mayor afinidad de las moléculas con el aire vital que la afinidad entre las moléculas y la materia del calor. Sin embargo para poder comprender el modelo de sustancia y las transformaciones que sufre esta (Lavoisier, 1775) propone que se debe entender primero la naturaleza del calor y los efectos que este produce:

- 1- Si un cuerpo es sometido al calor este aumenta su volumen y si cesa el calor este vuelve a su volumen inicial. De lo cual Lavoisier deduce que las moléculas de los cuerpos no están en contacto, que existe una distancia entre ellas que aumenta con el calor y disminuye con el frío.

Por lo que admite la existencia de un fluido alojado entre las partículas de los cuerpos, al cual llama fluido ígneo (materia del calor y del fuego), asignándole la característica de elasticidad. Cuyo fluido depende del espacio entre las moléculas, por ejemplo en los gases (estado aeriforme) las moléculas están más separadas a comparación que los líquidos y los sólidos, por lo que se podría decir que en el estado aeriforme se encuentra mayor cantidad de material del calor que en los otros estados de la materia.

- 2- Acepta que existe una fuerza de atracción entre las moléculas y una afinidad mayor o menor entre moléculas o (moléculas y materia del calor). Pues según (Lavoisier, 1775) *“No habría cuerpos solidos si las moléculas no estuvieran retenidas por una fuerza de atracción”*. (p. 52)

Gracias a estas dos fuerzas fluido ígneo (material de fuego y calor) y fuerza de atracción, es que Lavoisier da cuenta de la existencia de los estados de la materia, solido, líquido y gaseoso. Pues los sólidos poseen una mayor fuerza de atracción entre sus moléculas y poco fluido ígneo, los líquidos mantienen en equilibrio estas dos fuerzas y los gases un mayor fluido ígneo, por tanto menor atracción entre sus moléculas.

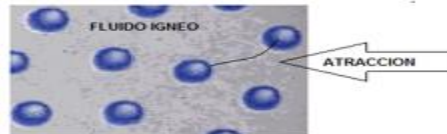


Imagen 3. Representación de un cuerpo según Lavoisier 1775

Sin embargo para explicar la transformación de las sustancias en relación a la combustión, Lavoisier describe dos estados del fluido ígneo o principio del calor.

- 1- Fuego combinado o calor combinado, como la porción que está unida a un cuerpo de tal manera que no puede sacarse sin descomponerlo.
- 2- Calor libre, como todo lo que no esté formando parte de una combinación, aquel que se difunde en otros cuerpos, es decir pasa de un cuerpo a otro, en donde el cuerpo acoge el calor en razón a su masa y su capacidad de contenerlo.



Imagen 4. Representación de materia de fuego y calor entre las moléculas.

Para Lavoisier la materia de fuego o de luz es un fluido sutil, elástico que penetra con mayor o menor facilidad en los cuerpos que lo componen y que cuando está libre se pone en equilibrio con todos. A este fluido (materia de fuego) lo denomina disolvente de gran número de cuerpos y que los cuerpos así combinados o disueltos en el fluido ígneo pierden las propiedades que tenían antes de la combinación y que por adquisición de algunas nuevas se parecen más a la materia del fuego.

El aire puro es entonces la combinación ígnea (la materia de fuego como disolvente y otra sustancia como base³), por lo que si una disolución cualquiera se pone en contacto con esta base, y tuviesen mayor afinidad, se unirían de inmediato dejando libre a su disolvente inicial. ahora bien en la combustión lo mismo le ocurre al aire, el cuerpo que se calcina le quita la base al aire, el cual deja libre su disolvente (materia de fuego) que a su vez recupera sus propiedades de fluido sutil, escapando finalmente como llama, calor y luz.

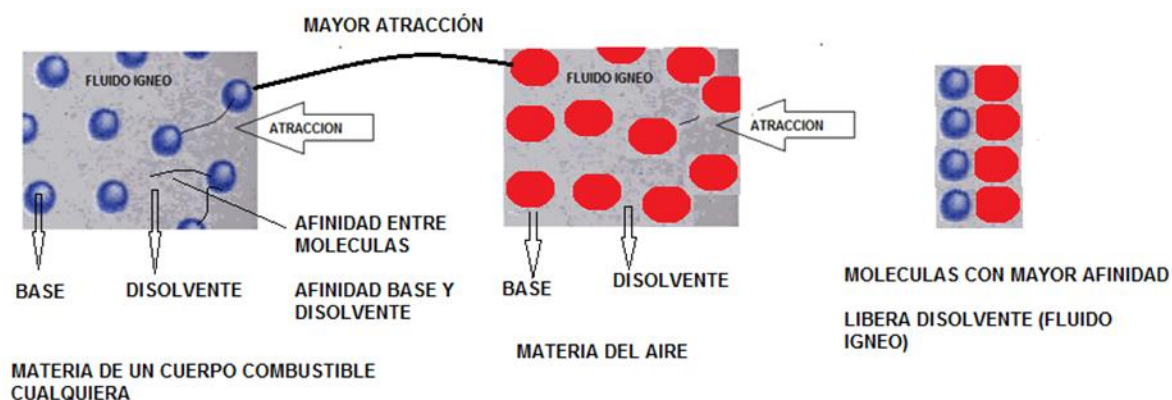


Imagen 5. Representación modelo de sustancia según Lavoisier.

Así cuando se calcina el metal, la base del aire que tiene menos afinidad con su propio disolvente que con el metal, se une a este cuando esta fundido y lo convierte en una cal metálica demostrando así el aumento de peso que experimenta el metal durante la combustión y la destrucción de aire. Pero si la base del aire estuviera en

³ El termino base para Lavoisier era lo que conformaba la sustancia. La cual podía estar conformada por varias bases y un disolvente (fluido ígneo o materia de calor o de fuego). La base estaba contenida en el disolvente con el cual mantenía un grado de afinidad hasta encontrar otra base con la cual fuera más afín.

disolución en la materia de fuego, a medida que la base se combina con el metal, la materia de fuego se liberaría mediante llama y luz.

Por otra parte Lavoisier menciona la existencia de diferentes tipos de aire (fijo⁴ y vital⁵) los cuales se hacen presentes en la combustión. Por lo tanto cuando calcina cal de mercurio en presencia de aire vital, da a entender que es el principio oxígeno el que se une a los metales durante su calcinación, aumentando su peso y los lleva al estado de cales (óxidos), en otras palabras este principio es la porción más pura del aire vital. Por tanto si este aire fuera liberado después de la calcinación del metal sería respirable y de hecho más apropiado que el aire de la atmósfera para mantener la combustión. Aire al que Lavoisier después de varios experimentos le otorga las siguientes características: no se combina con el agua, ni con los álcalis, no precipita el agua de cal, calcina los metales otra vez, no causa muerte a los animales sino por el contrario mantiene la respiración.

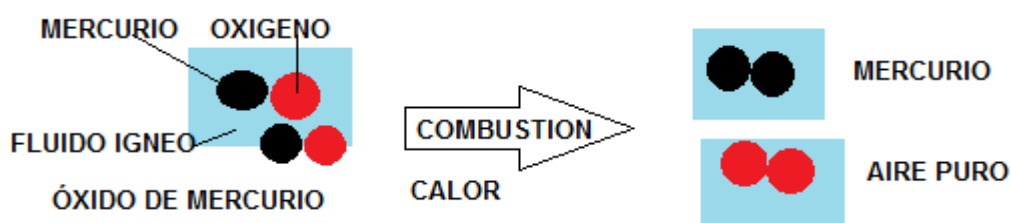


Imagen 6. Representación combustión de cal de mercurio en presencia de aire vital

Sin embargo cuando la combustión de la cal de mercurio se da en aire vital, pero con la adición de carbón se produce aire fijo. El aire o más bien la base del aire es absorbida por el metal, se combina formando una sustancia ácida (aire fijo) y dejando libre a su disolvente. A este aire Lavoisier también le otorga unas propiedades, como el combinarse fácilmente con el agua, capaz de comunicar al agua sus propiedades como acidez, darles muerte a los animales si son expuestos a este, que los cuerpos combustibles se extingan en él y al combinarse con los álcalis les cambie sus propiedades.

⁴ El aire fijo es el resultado de la combustión (dióxido de carbono)

⁵ El aire vital es el oxígeno, el cual debe estar presente para que ocurra la combustión

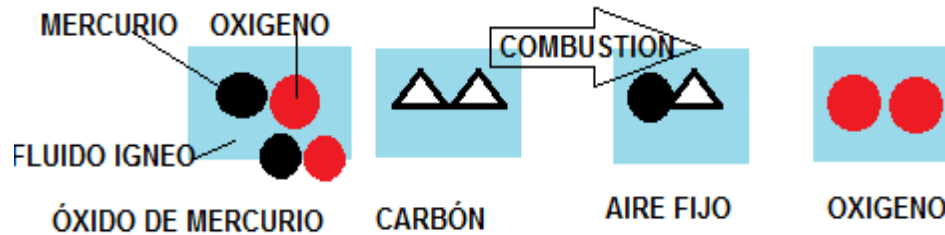


Imagen 7. Representación de combustión cal de mercurio con carbón en presencia de aire vital.

Una de las preguntas que se hace relevante durante los experimentos que realiza Lavoisier es ¿Cómo es posible que el aire vital disminuya su volumen al convertirse en aire fijo, recibiendo durante la combustión una adición considerable de materia?

Teniendo en cuenta que la sustancia para Lavoisier está compuesta de fluido ígneo (materia de calor) que se pierde en la combustión debido a que encuentra una mayor afinidad con otra base, es lógico pensar que el volumen del cuerpo en combustión disminuya. Al igual que se genere una mayor atracción entre las moléculas, en particular cuando en la combustión se adiciona carbón, al poseer este mayor masa genera mayor atracción entre moléculas. En otras palabras el cuerpo disminuye su volumen por pérdida de materia de calor alojada entre sus partes o por aumento de atracción entre sus moléculas.

Por lo tanto para (Lavoisier, 1775), la combustión *“Es un fenómeno que depende de la constitución de nuestra atmosfera, que un cuerpo combustible es aquel que tiene la propiedad de descomponer el aire vital⁶, y con el principio oxígeno tiene mayor afinidad que con la materia del calor”*. (p. 60) en donde el principio oxígeno abandona la materia del calor para entrar en una nueva combinación.

Como lo expone (Lavoisier, 1789, p. 73)

- *“En una combustión (desprendimiento de calor, llama y luz), la cual se da cuando el cuerpo combustible está rodeado de aire vital o lo que es lo mismo aire puro, por tanto la combustión no se produce en el vacío*

⁶ Para Lavoisier el aire vital es el oxígeno el cual está formado por principio oxígeno y calórico.

ni en ninguna otra clase de aire, por el contrario en este aire la combustión se extinguiría.

- *En la combustión hay destrucción o descomposición de aire puro lo que genera una absorción de aire por parte del cuerpo que se sometió a ser quemado.*
- *En una combustión hay aumento de peso del cuerpo quemado y este aumento es exactamente igual al peso del aire que ha sido absorbido.*
- *En toda combustión el cuerpo quemado se transforma en ácido (aire fijo) por la adición de la sustancia que cambia su peso.”*

Se puede concluir que para Lavoisier la materia es discontinua, está formada por moléculas, compuesta por materia y fluido ígneo (materia del calor y fuego). Las moléculas en este caso son pequeñas porciones de sustancia, entre las cuales se ejerce fuerzas de atracción (gravitatorias), que las mantienen en estado gaseoso, líquido o sólido. Por otra parte afirma que también poseen otra fuerza que permite la atracción entre moléculas a la que denomino afinidad, que es la responsable del cambio de las sustancias, pues al combinar una sustancia con otra este cambio depende de si existe una mayor o menor afinidad.

El cambio entonces se da por la pérdida de fluido ígneo o materia de calor y por la combinación entre la base de una sustancia con la base de otra sustancia con la que presenta mayor afinidad a comparación de su disolvente (materia del calor).

En este proceder explicativo se destacan aspectos como: 1) lo que se observa es interrogado a través de la experimentación dando paso a la cualidad, se pasa de lo meramente sensible, se interroga y se elabora 2) se retoman distintos eventos para plantear argumentos explicativos como por ejemplo la modelación de los estados de la materia 3) se realiza la caracterización de las sustancias a partir de sus interacciones y no solo desde lo sensible 4) se plantean supuestos para justificar afinidad, atracción, calor (en relación al movimiento), y materia ígnea 4) se plantea un mecanismo lógico a través del cual ocurren los procesos.

Las reflexiones hechas por Lavoisier en relación a la transformación de las sustancias permite el surgimiento de nuevas teorías las cuales propician el

desarrollo de una ciencia positivista que pretende descubrir los misterios de la sustancia alejada de lo esotérico y de las tradiciones alquimistas. En este sentido durante la construcción de idea de sustancia y transformación de la sustancias surgen muchas preguntas en relación como por ejemplo ¿Por qué se comportan así y no de otro modo? y ¿Por qué en algunas ocasiones reaccionan y en otras no? Las cuales han sido respondidas mediante la observación de los cambios que presentan las sustancias, por ejemplo, en producción o absorción de calor, rendimiento y velocidad de reacción, colores, texturas diferentes, entre tantas otras características que se hacen evidentes cuando las sustancias interactúan.

- Inicialmente en la alquimia, por ejemplo, la unión de las sustancias se ha explicado por la mayor o menor presencia de un principio en los cuerpos.
- En el siglo XVII se explicaba conforme a la teoría del Amor y el odio de Barchusen y posteriormente pasa a ser entendida como producto de atracciones mecánicas.
- Según Boyle, Los cuerpos están formados por partículas en forma de racimos, no muy estrechamente unidos, pero pueden encontrarse en contacto con corpúsculos de otra materia que estén dispuestos a unirse más estrechamente de lo que estaban antes
- Según Lavoisier, desde una perspectiva matemática en relación a la velocidad de ataque de los metales por los ácidos, cuyas fuerzas de afinidad poseen valores numéricos

En este orden de ideas nace un concepto importante para nuestro marco teórico, la afinidad química, pues desde este concepto se explica la manera como en la historia de las ciencias se unen las sustancias, el por qué se forman o se descomponen. Inicialmente las sustancias son o no afines porque existe entre ellas una especie de amor u odio, luego se le atribuye dicha afinidad a la existencia de fuerza eléctrica, fuerzas magnéticas, electronegatividad, carga y polaridad.

Son estas posturas las que llevan a pensar ¿Cómo explicar el poder selectivo de las fuerzas de interacción química?, ¿Por qué una sustancia es más o menos afín con otra? por lo tanto cuando se habla de la transformación de las sustancias se

debe relacionar por una parte desde la afinidad química de las sustancias, por otra parte esta atracción puede ser alterada por medio de la temperatura, por ejemplo cuando los sólidos pasan a ser líquidos y estos a gases. Aquí la fuerza de atracción es disminuida por una fuerza llamada calor, sin embargo el calor no es el único que puede disminuir esta fuerza de atracción, pues la adición de sal al hielo hace que este pase a ser líquido.

En otras palabras cuando disminuimos la atracción de las sustancias o más bien la cohesión (atracción de partículas entre sí) de estas, se hace necesaria la absorción de calor y cuando se aumenta dicha atracción se libera calor, cuyo estado líquido sigue poseyendo una fuerza de atracción menor que cuando está en estado sólido.

Sin embargo si aplicamos más calor podríamos seguir disminuyendo la fuerza de cohesión de tal modo que el agua líquida pasaría a ser ahora un gas, el cual ocuparía un gran volumen. Podemos notar entonces que la fuerza de cohesión se ve afectada (aumenta o disminuye) por la acción del calor y ello de cierto modo se ve reflejado en el volumen que ocupa la sustancia aunque sigue siendo la misma sustancia en otro estado sólido, líquido o gas.

En este sentido para Lavoisier (1798)

Pero si la sustancia (agua) se somete a una fuerza llamada electricidad voltaica, se obtienen dos sustancias diferentes del agua, hidrogeno y oxígeno, se comprende entonces que el agua se compone de dos partículas que se atraen mutuamente ya no por gravitación o cohesión sino por algo que denominaremos afinidad química, o fuerza de acción química entre diferentes cuerpos. (p. 63)

(Lavoisier, 1798) *“Esta afinidad química depende de la energía con la cual las partículas de diferentes especies se atraen y es su atracción química la que las hace combinarse químicamente y producir agua”.* (p. 63) En este sentido la afinidad es la atracción entre partículas las no generan ni aumento ni disminución de materia, pero si dependen de una cantidad de energía para estar unidas o separadas.

Ahora bien ¿qué pasa cuando cesa esa acción química? Al parecer su atracción química o afinidad es limitada, la acción de las sustancias posee un límite en relación a su afinidad.

En lo que se ha presentado se ha dado a conocer diferentes ideas de materia sin embargo en los últimos siglos la teoría de Dalton 1803, nos sumerge en el terreno del atomismo. Dalton recopilando los postulados de Anaxágoras (500 -428 a. C.), Leucipo (siglo V a. C.), Lucrecio (99 – 55 a. C.) y Epicuro (241 – 270 a. C.) caracterizó su modelo atómico como materialista y discontinuo. Posteriormente los trabajos desarrollados por Volta en relación a la conductividad eléctrica permitieron configurar la que hoy conocemos como enlace químico.

En la perspectiva del atomismo, pensadores como Anaxágoras del siglo V, citado por (Villaveces, Cubillos y Andrade, 1983), habla de una materia que esta: *“constituida de pequeñísimas partículas fundamentales, de cuyas combinaciones depende la multitud de los seres que observamos”*. (p. 64) No hay duda que se refería a los átomos que conforman la materia, demostrando experimentalmente por medio de procesos físicos de carácter microscópico, que estos existían en número y variedad infinita, como partículas indestructibles a los que les dio el nombre de semillas, las cuales encerraban en sí mismas las cualidades de todo lo demás. Leucipo suponía la existencia de átomos como elementos innumerables, compactos, siempre en movimiento y de formas infinitas, lo que le permitió justificar el cambio, la transformación de las cosas y la existencia de vacío.

Más adelante Lucrecio citado por, (Villaveces, Cubillos y Andrade, 1983), deja claro que la naturaleza actúa por medio de cuerpos invisibles *“la existencia de cuerpos que se deben reconocer a pesar de que no son vistos, como ejemplo: el viento cuyos cuerpos invisibles rivalizan con los cuerpos de los ríos, los cuales son fáciles de ver”*. (p. 68) Este autor reflexiona desde su experiencia y propone la existencia de unos cuerpos imperceptibles ante nuestros ojos pero que bien podríamos sentir, al parecer se refiere a las partículas que en la actualidad denominamos átomos.

Epicuro citado por (Villaveces, Cubillos y Andade, 1983) quien podría denominarse como un fundador del atomismo, mencionó que debían existir colisiones al azar y vacío entre las partículas, propuso doce principios fundamentales que condensarían al átomo.

- ✓ La materia es increada
- ✓ La materia es indestructible
- ✓ El universo consiste en cuerpos sólidos y vacío
- ✓ Los cuerpos sólidos son simples o compuestos
- ✓ El número de átomos es infinito
- ✓ Los átomos se hallan siempre en movimiento
- ✓ La extensión del vacío es infinita
- ✓ La velocidad del movimiento atómico es uniforme
- ✓ El movimiento es lineal en el espacio, vibratorio en los compuestos
- ✓ Los átomos son capaces de desviarse en lentamente en cualquier punto del tiempo y el espacio
- ✓ Tres cualidades caracterizan a los átomos peso, forma y tamaño
- ✓ La cantidad de formas no es infinita sino innumerable

La teoría atómica a pesar de que había tenido diferentes predecesores en la antigüedad como Leucipo (siglo V a. C.), Epicuro (241 – 270 a. C.) y Demócrito (470 – 360 a. C.), así como en la época moderna Galileo (1564 - 1642), Gassend (1592 – 1655), Descartes 1644 etc fue consolidada por Dalton, quien finalmente explica la ley de conservación de la materia, la ley de las proporciones definidas y el enlace químico con base en las propiedades químicas de los cuerpos,

En el siglo XIX se aceptaba la existencia de los átomos esféricos como pequeñas partículas indivisibles, las cuales se combinaban en proporciones sencillas permitiendo así el surgimiento de las cosas que conocemos, las reacciones químicas eran simples recombinaciones de átomos explicadas mediante un modelo mecánico.

En este sentido se empezó a pensar en compuestos, formados por dos átomos y en algunos casos más complejos, lo que causó el surgimiento de la pregunta en relación a cuál era la fuerza que los mantiene estables y unidos al conglomerado de átomos, a esta se le dio el nombre de enlace químico, pues no era suficiente explicar el reordenamiento de los átomos en una reacción química sino generar explicaciones sobre la fuerza que hacía que fueran posibles esas nuevas reorganizaciones.

Más adelante Volta 1775 citado por, (Villaveces, 1984) interesado en este hecho menciona que no es una fuerza vital sino que este efecto se debe a la electricidad común, pues antes del galvanismo él había inventado el electróforo⁷, más adelante Bennet formó el electrómetro condensador⁸, quien fue el primero en observa la electrificación de los metales por contacto cuando halló que una de las placas del electrómetro toca una navaja de acero y la otra un alambre de hierro se produce una pequeña carga.

Otros estudios realizados por Volta como tocarse la lengua con pedazos de metales sintiendo un sabor ácido el cual asimiló con un conductor electrificado.

Acido		Alcalino	
Estaño	Oro	Oro	Estaño

Tabla 1. Clasificación de metales según Volta

En la tabla 1 se muestra la variación de sabor que percibía Volta al combinar dos metales en contacto en su lengua, lo que le permitió hacer una clasificación de los metales como conductores, entre ellos zinc, estaño, plomo, hierro, bronce, oro, plata entre otros. Consolidando su idea de que la electricidad se produce por el simple contacto entre dos metales, dedicándose ahora a aumentar el efecto percibido y buscar una explicación racional que las vincule con otras manifestaciones de electricidad conocidas.

⁷⁷ El electróforo era un condensador de electricidad que detectaba cargas pequeñas de electricidad.

⁸ Electrómetro condensador o duplicador

Por otra parte Davy en 1798 interesado por el galvanismo empezó a dar explicaciones concretas en relación a la electroquímica, gracias a sus experimentos en diversas disoluciones, analizando los efectos en los electrodos concluye, citado por (Villaveces, 1984) *“la fuerza de combinación no es otra cosa que el efecto del estado eléctrico opuesto de los cuerpos”*. (p. 81) En este sentido el enlace químico empezó a explicarse desde la física como una fuerza denominada electricidad.

Sin embargo Berzelius 1812 citado por (Villaveces, 1984) también había hecho experimentos en electroquímica, quien menciona al respecto:

La electricidad desarrollada por contacto se encuentra en relación con las propiedades químicas de los metales, los cuales han sido citados en el mismo orden en el que disminuyen su afinidad por el oxígeno, resultando que entre mayor es su diferencia en cuanto a afinidad mayor es la cantidad de electricidad desprendida por su contacto. (p. 82)

Lo que le permitió formular su teoría electroquímica del enlace químico, apoyado en la teoría atómica y la teoría dualista de Lavoisier.

La teoría electroquímica de Berzelius citado por (Villaveces, 1984) menciona que:

En todas las combinaciones químicas hay neutralización de electricidades opuestas, y esta neutralización produce fuego en la misma forma que la produce cuando se descarga una botella de Leyden, una pila eléctrica o un trueno, sin que estos últimos fenómenos se acompañen una combinación química. (p. 83)

Mostrando así que los cuerpos pueden dividirse en dos clases electropositivos y electronegativos, lo que le permite clasificar por ejemplo dentro de los electronegativos al O, S, N, F, Cl, Br entre otros hasta finalizar en Li, Na y K. reconociendo que el oxígeno es el más electronegativo pues siempre toma un carácter negativo absoluto, sus relaciones eléctricas son invariables, pues los otros pueden variar dependiendo de con quién estén asociados.

Así *“mientras mayor sea la polaridad de un cuerpo, mayor es su tendencia a combinarse con otros cuerpos, especialmente con aquellos de polaridad opuesta”*. (Villaveces, 1984, p. 84) En este sentido el oxígeno que es electronegativo se combinaría fácilmente con el potasio de carácter electropositivo, combinados con una fuerza mayor que cualquier otra combinación.

De tal forma que como lo expresa (Villaveces, 1984) *“Lo que llamamos afinidad química, con todos sus cambios no es otra cosa que la acción de polaridad eléctrica de las partículas y que es la electricidad la primera causa de la actividad química”* (p. 84) extrayendo de aquí que toda sustancia compuesta, independientemente del número de sus constituyentes puede ser dividida en dos partes una positiva y otra negativa. Comprendiendo que la electricidad posee un carácter positivo y negativo o dual, se empieza a pensar que la fuerza de atracción de sus dos electricidades es a la que se le llama enlace químico.

Así la teoría de Berzelius se concibe totalmente dualista, ya que todo compuesto debe estar formado por una parte positiva como una negativa independientemente de su número de constituyentes. Lo que género, menciona Dumas 1838, citado por (Villaveces, 1984) un rápido progreso en la clasificación de las sustancias (elementos), agrupadas en familias, lo que implica que si se estudia las propiedades de una especie podía predecirse las del grupo que conformaban y con ello tratar de comprender cómo era esa relación en la química orgánica, con aquellas sustancias que poseían en su interior C,H y O. sin embargo menciona Dumas 1837 citado por (Villaveces, 1984) *“la naturaleza ha tomado un camino tan sencillo como inesperado: con los elementos han hecho compuestos que manifiestan a su vez todas las propiedades de los elementos mismos”*. (p. 90) admitiendo la influencia de la fuerza eléctrica en las reacciones químicas, pero no estaba de acuerdo que el átomo conservara una sola polaridad, aceptando entonces que el átomo podía pasar de negativo a positivo.

Finalmente Berzelius termina aceptando que la afinidad es determinada por la naturaleza eléctrica, sin embargo critica el hecho de reducir la materia a simple polaridad positiva y negativa, al contrario él se ubica en caracterizar la materia por

tipos en donde una especie puede representar una familia ya que en este caso todas las especies de esta familia pueden reaccionar igual, en este sentido le dio identidad a un grupo.

Desde aquí se otorga a la materia una naturaleza eléctrica, surgiendo propiedades como la electronegatividad, que es empleada para predecir tanto la posibilidad de formación de compuestos como la fuerza con la que se unen o enlazan estos, así mismo se plantea que es posible describir el comportamiento y posibilidades de interacción ya no de átomos individuales sino grupos de átomos, concibiendo que en estas organizaciones emergen propiedades que le son características.

Es claro que la sustancia es un concepto estructurante en la química que ha evolucionado en el tiempo y que según (Sosa, Guzman y Romero, 2005) *"permite aprender otros conceptos, que se caracterizan por ser abstractos como cambio químico, elemento, compuesto, mezcla entre otros"*. (p. 2)

El concepto de sustancia y transformación ha sido construida desde una perspectiva micro, dejando de lado su relación con el entorno, por lo tanto es hora de construir el concepto de sustancia desde una perspectiva sistémica que abarca un todo y al mismo tiempo una parte o una serie de partes, que dé cuenta de la naturaleza que compone la sustancia, su interacción con otras sustancias y su organización.

El pensar la sustancia como sistema es permitirse ampliar nuestras observaciones de las cualidades sensibles de la materia, preguntarse por ¿qué cambian? y ¿a qué se debe dicho cambio? e imaginarse un mundo micro que justifique un mundo macro, establecer relaciones que permitan comprender que es la sustancia en sí, lo que permite dotar a la sustancia de nuevas características como organización espacial.

Según (Morin, 1994), quien define sistema enfocado en un paradigma complejo *"Es la relación, interacción y organización de del todo y sus partes"*. (p. 61) En este sentido teniendo en cuenta que el sistema posee diferentes partes, las cuales salen a flote desarticulando el sistema, se puede decir que en el caso de la transformación de las sustancias a propósito de la cocción de las carnes, se logra identificar algunas

partes como:, animal, musculo, fibra, célula, proteína, en donde esta última sigue estando compuesta por una serie de partes (actina, misiona, hemoglobina, etc.).

Sin embargo si solo se tienen en cuenta la descripción de sus partes no se lograría comprender este evento, se hace necesario comprender todo el sistema, entender sus interacciones parte/todo con el objetivo de conceptualizar la transformación de las sustancias. Surge entonces una organización e interacción de las partes que conforman el sistema, las cuales deben ser descritas también, pues en el caso de la cocción de la carne, el describir las partes animal, musculo, fibra, célula, proteína, no da cuenta de la transformación de las sustancias, pues lo que finalmente permite esta comprensión es pensar en Las estructuras de las diferentes proteínas, clasificarlas, imaginar, indagar cómo es su interacción con átomos vecinos, cuáles son sus tipos de enlace, su conformación electrónica, las cuales deben ser afectadas por un agente de cambio al que denominamos calor.

En este sentido para comprender sus interacciones y afectaciones se hace necesario entender la afinidad entre sus átomos, interacción eléctrica, organización espacial y finalmente su relación con el entorno como sistema, el cual puede estar o no en equilibrio. Por ejemplo en la carne las proteínas que sufren mayor cambio son la actina en su estructura espacial y la mioglobina en relación a la oxidación del átomo de hierro que posee, debido al calor y al oxígeno respectivamente presentes en el proceso de cocción, lo que genera que se construya una identidad para la sustancia por medio de la interacción con el medio o con agentes externos que afectan la sustancia, desestabilizando la interacción eléctrica de los electrones de los elementos, propiciando un nuevo comportamiento por acción del calor, unión y reorganización de componentes que conforman el sistema y el entorno.

Ahora bien la sustancia como sistema complejo debe ser vista desde los siguientes principios:

- ✓ **Causalidad compleja:** el objeto de estudio es la sustancia sin embargo esta se empieza a configurar desde sus transformaciones por lo tanto se convierte en una causalidad múltiple, pues es imposible conocer la sustancia sino se conoce

sus transformaciones o viceversa, las dos establecen una relación única de causa-efecto.

- ✓ **Temporalidad:** No basta con describir un proceso desde un estado inicial y final, se hace necesario analizar en el tiempo este proceso desde una perspectiva evolutiva, describir etapas, condiciones e identificar procesos irreversibles.
- ✓ **Distinción de objeto:** es importante caracterizar el objeto, diferenciarlo del entorno porque ello permitirá observar los cambios que esté presente durante dicho proceso y así mismo poder dar explicaciones a dichos cambios.
- ✓ **Relación:** tanto el objeto como el sujeto se construyen uno a otro, el objeto se construye en relación con el objeto, lo mismo le sucede al sujeto este se construye gracias a la relación con el objeto. Es decir que cuando el sujeto construye un objeto, en este proceso el sujeto también se transforma.
- ✓ **Auto-organización:** Las relaciones, interacciones y condiciones a las que se someten las sustancias hacen posible que se emerjan nuevas organizaciones dando paso a una auto-organización constante.

El construir la idea de sustancia y transformación de la sustancia desde lo sistémico y complejo, implica sumergirse en el todo y sus partes, comprender sus relaciones e interacciones tanto en el sistema como con su entorno, es por ello que este tipo de construcciones vinculan la termodinámica, pues allí se describen las organizaciones a través del requerimiento de energía y emergen nuevas cualidades de materia como por ejemplo la entropía.

Observar las reacciones químicas por medio de la termodinámica ha ampliado en gran medida lo que se conoce de las sustancias, pues la transformación de las sustancias en la actualidad, no solo obedecen a una serie de leyes de conservación relacionadas con carga eléctrica, elementos, número de átomos, masa, momento y energía, sino también a una serie de nociones como velocidad de reacción, mecanismo de reacción, colisiones moleculares, distribución de energía cinética, energía de activación, fuerza de enlace, equilibrio, entropía y reversibilidad de las reacciones.

La termodinámica se ocupa de aquellos cambios energéticos y redistribuciones espaciales de átomos. (Campbell, 1963) “la energía total de un sistema puede permanecer siempre constante y a pesar de ello el sistema puede cambiar si varía la distribución de energía, de igual modo el número de átomos se puede conservar pero pueden reagruparse para formar nuevos compuestos”. (p, 92) En este sentido se puede decir que el cambio de las sustancias está vinculado a redistribuciones energéticas y de átomos. En otras palabras cuando se varía la cantidad de energía en una sustancia o conjunto de moléculas, se cambia la relación espacial entre las moléculas que conforman dicha sustancia, por consiguiente se varía el comportamiento de la sustancia lo cual se ve reflejado en un cambio que puede ser expresado a nivel macroscópico.

En este sentido los procesos de interacción de las sustancias, en particular los cambios que sufren estas, se asocian a una cantidad de energía que en el proceso se absorbe o se libera, conocida como reacciones de carácter endotérmico y exotérmico respectivamente.

(Campbell, 1963) Señala que para que inicie una reacción existen unos requerimientos

Sin embargo para que esta reacción tenga lugar se requiere una energía de activación, la cual afloja los enlaces primitivos y permite la formación de nuevos enlaces. Pues cuando colisionan moléculas con una energía cinética menor que la energía cinética de activación se produce un simple rebote mientras que si colisionan dos moléculas requiere de una energía de activación con energía suficiente mayor que la energía de activación pueden sobrepasar la barrera y formar nuevos productos, sin embargo no solo es necesario sobrepasar la barrera energética de la energía de activación, sino que la geometría de la colisión ha de ser favorable. (p. 96)

Desde esta perspectiva se puede asumir una serie de elementos que en los anteriores modelos no se tenía en cuenta, uno de ellos, como ya se mencionó es la energía de activación, cuya barrera debe ser vencida para generar una reacción

química, un segundo elemento es la energía cinética de las moléculas, la cual está determinada por la temperatura pues a mayor temperatura mayor energía cinética y por tanto más probabilidad de superar la energía de activación.

Un tercer elemento es la dirección y configuración de las moléculas al momento de colisionar, (Campbell, 1963) dice que:

Las reacciones se producen cuando las moléculas colisionan, se encuentran en la configuración adecuada y poseen la energía suficiente para atravesar la barrera de la energía de activación, así pues si la energía de activación es muy alta o los requerimientos geométricos son muy estrictos la reacción no ocurre.
(p. 93)

Por lo tanto una reacción química puede ser descrita por medio de los cambios de energía, en relación a la energía que se necesita para iniciar una reacción, energía perdida o redistribuida, redistribución y colisión de moléculas en las configuraciones adecuadas.

Otros elementos que salen a flote con la ayuda de la termodinámica son el comprender de una forma cualitativa la velocidad de reacción y equilibrio de reacción.

Existen reacciones que se dan rápidamente y otras que ocurren lentamente, lo que determina la velocidad de reacción y los mecanismos de la reacción son los tipos de colisión que sufren las moléculas, la distribución de energía cinética y la fuerza de enlace.

La fuerza de enlace, no es más que la atracción de átomos entre sí en mayor o menor grado, la cual varía dependiendo los pares de átomos y que gracias a la termodinámica se le ha otorgado un valor, por ejemplo la interacción de átomos puede ser tan pequeña que solo se quedan juntos a bajas temperaturas, mientras que otros átomos pueden poseer una interacción muy fuerte, cuyos enlaces solo se disocian a altas temperaturas. Esta fuerza de enlace depende también de los átomos que estén alrededor, a cuyos valores se les denomina energía de

disociación de enlaces, los cuales son característicos de enlaces que se pueden romper.

Ahora bien cuando se habla de mecanismos de reacción o mecanismos de colisión en una reacción química, se puede decir que esta fue generada gracias a las colisiones de moléculas que provocaron la formación de una molécula que antes no estaba presente, una molécula nueva debido a que se rompieron enlaces anteriores para formar nuevos enlaces y que estos enlaces se rompieron gracias a choques de moléculas en configuraciones, trayectorias y velocidades adecuadas.

En resumen hasta este punto se ha dado a conocer que las reacciones químicas dependen de las colisiones y configuraciones adecuadas de moléculas y de la energía cinética de estas necesaria para superar la energía de activación. En este sentido otro elemento importante que ha legitimado la termodinámica es la reversibilidad de una reacción, las reacciones van de reactivos a productos para dar algún producto, en cuyo caso se ha cumplido los requerimientos antes mencionados, sin embargo si las moléculas chocando del lado contrario de la reacción- (productos a reactivos), se podría decir que con la energía suficiente que sobre pase la energía de activación se volvería a obtener los compuestos iniciales, permitiendo hablar de reacción reversible o irreversible en el caso de no superara la barrera de la energía de activación.

En este sentido la probabilidad de que se produzca una reacción reversible depende de una colisión favorable, del requerimiento geométrico adecuado y de la energía cinética de las partículas (temperatura del sistema) desde este punto de vista no hay ninguna reacción irreversible, dejando la posibilidad que la reacción sea autoreversible.

Uno de los elementos más relevantes en la termodinámica es la entropía, la cual es definida como el paso de orden a desorden en un sistema, encontrándose por ejemplo en mayor desorden los gases que los líquidos y los sólidos, la transformación entonces puede ocurrir en el momento en el cual se identifique el

estado de mayor desorden o que el cambio se produce debido a la tendencia al aumento del desorden.

Por otra parte el orden está asociado también a la estructura molecular, los sólidos por ejemplo están más ordenados que los líquidos y gases, (Campbell, 1963) *“todos los procesos espontáneos de la naturaleza siempre conducen a la descomposición de estructuras ordenadas en estructuras menos ordenadas”*. (p. 108)

En resumen este apartado intentó mostrar la evolución de la idea de sustancia en cada época, así por ejemplo según Aristóteles la sustancia estaba compuesta por elementos, mientras que para los Paracelcianos esta poseía unos principios, al contrario Sthal, Baume y Macquer presumían la existencia del flogisto, llevando a un sin fin de discusiones en su momento. Más adelante Boyle propone unos corpúsculos universales con movimiento, tamaño y forma, Lavoisier admite la existencia de un fluido ígneo alojado entre las partículas, luego en la época moderna la teoría de Dalton, recoge algunos postulados de filósofos antiguos como Anaxágoras, Demócrito, Leucipo, Epicuro entre otros, explicando en gran medida la ley de conservación de la materia y ley proporciones definidas, sin embargo lo que se conoce de sustancia no para con el átomo, al contrario este ha sido dividido en subpartículas atómicas, por otra parte la termodinámica le otorga un grado de orden y desorden a las partículas. Se puede decir entonces que cada teoría propuso una visión de sustancia y por consiguiente una explicación particular a la transformación de las sustancias ya sea por combinación de principios, pérdida de principios, pérdida del flogisto, gracias al movimiento, pérdida de principio ígneo, nuevamente por combinación pero ahora de átomos y finalmente la transformación vista como el paso del orden al desorden, sin embargo seguramente surgirán nuevas teorías que intenten explicar el concepto de sustancia desde perspectivas más complejas.

Se muestra una reconstrucción histórica de la sustancia sin embargo se hace necesario hacer una reflexión sobre sobre las siguientes preguntas, ¿que implica la construcción de un concepto tan abstracto y complejo como es la sustancia?, ¿Qué es la transformación de las sustancias? y ¿por qué es importante para la propuesta de aula?

La primera pregunta permite reconocer que el concepto de sustancia tiene una historia, que está en constante construcción y evolución dependiendo la cada época, que su recorrido histórico inicialmente involucra las cualidades sensibles de la materia –modelo sustancialista- hasta ver la necesidad de involucrar una perspectiva compleja. En este sentido el comprender que la materia ha sido modelada permite dar cuenta que lo que se conoce hoy en día de sustancia fue construido al paso del tiempo, en donde se clasificó la sustancia, se puso en interacción con otras sustancias, se identificó características y comportamientos de estas, que en su momento respondieron a preguntas que surgían desde la observación e interacción de las sustancias, por tanto se puede decir que el conocimiento acerca de sustancia no es acabado y que cada vez se hace necesario proponer nuevos modelos.

El concepto sustancias constante evolución, ha tenido un significado de acuerdo a la época y se ha reconfigurado también lo que se conoce sobre transformación de las sustancias, cada modelo propuesto dio cuenta de la transformación de las sustancias desde una perspectiva particular desde la combinación de principios, pérdida de flogisto, movimiento de corpúsculos, combinación de átomos, en donde surgen conceptos como afinidad, atracción, polaridad, enlace que conllevan a pensar la transformación como un proceso sistémico y un sistema complejo.

Finalmente este análisis histórico permite orientar el proceso de enseñanza de la transformación de las sustancias a propósito de la cocción de la carne, reconoce desde que punto de vista el estudiante está comprendiendo la sustancia –sustancialista, corpuscular, atomista o compleja, lo que implica que la construcción de explicación que haga el estudiante del fenómeno estará enmarcada desde una perspectiva particular.

3.3. Cambio químico y cambio físico en relación a la transformación de las sustancias

Para hablar de la transformación de las sustancias, en este espacio se retomará puntualmente lo relacionado con la idea de materia, cambio, proceso, mecanismo, sistema y condicione, pues se considera que desde estas categorías es posible dar cuenta de la transformación de las sustancias, un concepto complejo y abstracto que se configura cuando la sustancia interactúa con otras sustancias y sus interacciones pueden ser explicadas desde lo macroscópico en relación a la observación directa y desde lo microscópico en relación a la interpretación, la imaginación, la argumentación y los modelos.

En la actualidad la idea de cambio es reducida a los denominados cambios químicos y físicos. Los cambios químicos son aquellos en los cuales las sustancias se transforman en otras, con naturaleza y propiedades diferentes. Algunos de los ejemplos más citados son cuando se produce una combustión, oxidación o descomposición, mientras que se denominan cambios físicos aquellos que ninguna sustancia cambia y el ejemplo más común es hervir agua. Aunque no se encuentra una explicación clara que delimite o permita diferenciar el cambio químico y físico, solo se menciona que la sustancia no cambia mientras que su estado de agregación sí.

Linus Pauling, 1947 citado por (Glasstone, 1946) define como propiedades químicas de las sustancias a *“aquellas que se refieren a su comportamiento en las reacciones químicas”* y a éstas como *“los procesos por los cuales unas sustancias se transforman en otras”*. (p. 16), frente a estos enunciados surgen varios interrogantes ¿Cómo podemos asegurar mediante la observación que ha ocurrido un cambio químico?, ¿Qué significa eso de que una forma de materia se transforme en otra? ¿Qué ocurre realmente en una transformación, acaso una nueva reorganización de estructuras?

Lo interesante de (Glasstone, 1946) es que plantea las reflexiones frente a reorganización de estructuras, ruptura, formación de enlaces y en relación a la

reversibilidad de las reacciones por medio de algunos cuestionamientos. Nos lleva a pensar en que si existe una reorganización de estructuras en la congelación del agua, ¿cómo podríamos estar seguros de que es un cambio físico?, pues en el cambio químico hablamos de reorganización, otro ejemplo es la transformación de diamante en grafito, en donde los átomos se reorganizan, los enlaces se rompen y se forman unos nuevos, pero al estar formados de átomos de carbono ¿por qué no es lo mismo?, finalmente confirma que el hecho de que el agua puede congelarse y descongelarse con acción de la temperatura, da cuenta que es un cambio físico pero algunas reacciones químicas pueden revertirse.

En consecuencia Glasstone, (1946) propone que hay una vaga diferenciación del cambio químico, lo que lleva a pensar que para construir la categoría transformación de la sustancia o de reacción química, se necesita ampliar lo relacionado con el cambio químico y los múltiples cambios que pueda presentar las sustancias. Sin embargo, estos cambios no solo deben estar enmarcados desde lo macroscópico⁹, sino también desde lo microscópico¹⁰.

Garriz, (2012). Señala que se reconoce que algunas sustancias afectan y hacen cambiar a otras cuando se combinan, para explicar esto se acude a conceptos como la fuerza de enlace, capacidad de una sustancia para mantenerse unida o afinidad entre las sustancias, lo que permiten dar cuenta de nuevas sustancias.

Mientras que los cambios físicos son aquellos en los que ninguna sustancia se transforma, por lo general se hace referencia a cambios de estado fusión, sublimación y solidificación. Los cuales se puede volver a su estado inicial por medio de un proceso físico, como por ejemplo el uso de temperatura.

⁹ Lo que se percibe a simple vista

¹⁰ Johnstone, 1993 citado por (Torres, 2004) *"la materia puede ser representada en tres niveles macroscópico, microscópico o submicroscópico y simbólico"*. Cuando se habla de transformaciones de las sustancias se debe tener en cuenta estos niveles ya que para un observador los cambios ocurren en un mundo macroscópico, en otras palabras describe lo que sucede, pero no por que sucede, es ahí donde se acude a lo microscópico representada en la teoría atómico molecular y finalmente el nivel simbólico que es una forma simplificada de representar un proceso.

De esta forma se plantea que *“En los cambios químicos se produce la transformación de unas sustancias en otras diferentes y por lo tanto pueden tener propiedades diferentes”* *“Por lo general la transformación de sustancias está enfocada a la reacción química la cual está en términos de reactivos y productos”*. (p.44) (Garritz, 2012). Lo cual promueve la idea de que hablar del cambio es mostrar unas sustancias iniciales y finales, sin embargo el autor retoma y propone algunos conceptos estructurantes que permiten dar cuenta de la transformación de las sustancias en donde se debe tener en cuenta lo siguiente:

- Estado de agregación
- Reactivos y productos
- Materia “compuesta por partículas que se encuentran unidas por fuerzas”
- Las propiedades de las sustancias químicas dependen fundamentalmente de tres aspectos: el número y tipo de átomos o elementos que las constituyen, de los enlaces que los unen y de la disposición espacial de los átomos en el espacio.
- Energía de reacción
- Velocidad de reacción
- Simbología: letras, flechas, reactivos, productos
- Punto de vista microscópico y macroscópico
- Modelos relacionados con materia discontinua y discreta
- Ley de la conservación de la materia,

En los cambios químicos se produce la ruptura y formación de enlaces entre los átomos, pero el número y tipo de átomos no varía. Si los átomos son los mismos- (se puede decir que sólo ha cambiado la forma de unirse), por tanto tendrán la misma masa los reactivos- (suma de las masas de todos los reactivos) que los productos (suma de las masas de todos los productos). Este fenómeno es conocido como ley de conservación de la masa de Lavoisier o primera ley ponderal, en honor a su descubridor”.

Hasta aquí se ha descrito lo problemático que es diferenciar cambio físico y químico, pero ¿cómo se vincula con el fenómeno abordado en relación con la transformación de las sustancias en la cocción de la carne? y ¿por qué resulta insuficiente explicar las transformaciones de la carne a través de la distinción de cambio químico y físico?

En la cocción de la carne es claro que ocurren cambios sin embargo no es claro para los estudiantes que tipo de cambios son, así mismo vincular el cambio a este fenómeno es el primer paso para hablar de la transformación que sufren las sustancias que conforman la carne en el proceso de cocción, sin embargo pensar que solo ocurre un cambio cuando ocurren muchos de forma simultánea y ver el cambio en un estado inicial y final hace insuficiente la construcción de idea de transformación de la carne

Teniendo en cuenta que resulta difícil identificar qué tipo de cambio ocurre en la cocción de la carne resulta más difícil comprender que estos cambios pueden darse al mismo tiempo de forma simultánea ya que por lo general los estudiantes reducen la idea de cambio a simplemente el paso de un estado inicial y final sin siquiera detallar en si es un cambio físico o químico, no relacionan el proceso del cambio, pareciera que para los estudiantes es inmediato sin tener en cuenta unas condiciones que están inmersas.

Nada se solucionaría con decir que la carne cambia de color sino hay una claridad en cuanto a que tipo de cambio es y a que cambio, lo que posiblemente hace que el estudiante presente confusión ya que se ha reducido el cambio químico a la siguiente expresión es aquel en donde la sustancia se transforma en otra, pero la carne está conformada por muchas sustancias entonces se debería preguntar ¿Qué sustancia se transforma en algo totalmente diferente que hace que la carne cambie de color?, se hace necesario vincular entonces lo macroscópico pues a partir de ello se observa el cambio, sin embargo debemos acudir a lo microscópico para justificar ese cambio, presentándose la siguiente dificultad involucrar al estudiante a ese mundo microscópico implica que reconozca que existen unas sustancias en la

carne, las cuales sufren una reorganización en sus estructuras, ruptura y formación de enlaces.

Es de aclarar que para la construcción de esta propuesta de aula uno de los parámetros importantes es el significado del cambio el cual no solo se debe ver en estado inicial y final, si hacerle seguimiento durante todo un proceso por medio de la observación detallada es indispensable, sin embargo en química para comprender el concepto reacción química se piensa el cambio en la identificación de dos tipos el primero como cambio físico¹¹ y el segundo como cambio químico¹², que como se expone en este marco teórico ha generado complicación en diferenciarlos, lo cual lleva a que sea complicado diferenciar una reacción química.

La reacción química es un cambio químico y tiene formas particulares de representación (simbólica), por medio de ecuaciones, en donde se piensa en reactivos y productos, masas que se conservan (ley conservación de la materia), unas cantidades de reactivos que reaccionan (ley proporciones definidas) y otras características que se le otorgado como la velocidad de reacción.

Sin embargo cuando se habla de transformación de las sustancias se acude a comprender conceptos como cambio físico, cambio químico y reacción química, concepto que es abstracto y que necesita ser explicado desde un punto de vista complejo en donde existen diversas relaciones.

Finalmente se puede señalar que la categoría de cambio es muy importante pues los cambios que se ponen de presente ante el sujeto cognoscente son la base a partir de la cual se despliega toda una actividad en la que se plantean preguntas, se diseñan experiencias, se construyen parámetros, se implementan instrumentos de medida y se establecen variables cualitativas y cuantitativas para dar cuenta de por qué ocurren estos cambios.

¹¹ Cambio físico la naturaleza básica no sufre ninguna alteración

¹² Cambio químico la naturaleza de la sustancia se altera y es asociada con reacción química.

3.4. Elementos conceptuales que permiten comprender el fenómeno de cocción de la carne

En este trabajo de investigación se pretende construir una propuesta de aula que dé cuenta de la transformación de las sustancias en el proceso de cocción de la carne, para ello se desarrollan los elementos conceptuales que permiten comprender la estructura y organización biológica y química de la carne y de esta forma explicar las transformaciones que ocurren durante su cocción.

En este proceso explicativo se va desde lo sensitivo (cualidades que cambian) a la sustancia misma (qué es y cómo está compuesta) y sus interacciones. En el cuadro No. 1 se presentan los niveles de organización que permiten pensar la transformación de las sustancias y las preguntas que se vinculan a ellos.

Sustancias que componen la Carne.	La célula y fibra muscular.	Proteínas - tipos de organización (estructura).	Transformación sustancias contenidas en la carne.
<p>¿De qué está hecha la carne?</p> <p>¿Cómo es esa organización de las sustancias?</p>	<p>¿De dónde sale el agua en la cocción de la carne?</p> <p>¿Cuál y cómo es el tipo de transporte que se lleva a cabo en la célula de la carne durante el proceso de cocción?</p> <p>¿Cómo es la conformación de la célula? En particular la membrana celular.</p> <p>¿Cómo funciona esa permeabilidad de la membrana celular?</p> <p>¿Qué le ocurre a la membrana celular durante el proceso de cocción de la carne?</p>	<p>¿Por qué se dice que la carne tiene alto contenido de proteína?</p> <p>¿Cómo se desnaturaliza una proteína? – (en particular en relación al calor).</p> <p>¿Qué papel juegan las fibras musculares de la carne en todo el proceso de cocción?</p>	<p>¿Qué cambios le ocurren a la carne durante el proceso de cocción desde lo macroscópico?</p> <p>¿Qué explicación se le da a esos cambios macroscópicos?</p> <p>¿Las sustancias pueden actuar de forma diferente dependiendo de la sustancia con la cual interactúen?</p>

Cuadro 1. Breve organización de niveles implicados en la explicación de la cocción de la carne.

3.4.1. En relación al músculo:

Uno de los niveles de organización desde los cuales se puede abordar la descripción de la carne es el músculo, el cual pertenece al carácter macroscópico, se podría decir que es el primero con el que nuestros sentidos tienen relación. Es por ello que es indispensable tratar de comprender cómo se habla de la transformación de las sustancias en este nivel

Cuando se observan cambios en las cualidades de la carne, es necesario preguntarse qué es la carne, qué cambia en la carne y ello lleva a centrar la atención en la carne como un músculo el cual está conformado por fibras musculares, tejido conectivo y células grasas, básicamente tiene proteínas las cuales son el 20% de la masa muscular y se dividen en tres categorías que se relacionan en función de sus propiedades de solubilidad: las primeras proteínas se denominan sarcoplasmáticas 30%, las segundas proteínas miofibrilares 55% y las terceras proteínas citoesqueleto – como el colágeno 15%.

Como se puede observar en la imagen No. 8- la fibra está envuelta por una membrana denominada epimisio¹³, que recubren un manojo de fibras que a su vez están recubiertas por un tejido denominado perimisio¹⁴, finalmente es el endomisio¹⁵ quien recubre solo una fibra -compuesta por miofibrillas las cuales contienen proteínas como actina y miosina, responsables de las propiedades de contracción y elasticidad.

Sin embargo pese a que el colágeno solo hace parte en un 15% en el tejido del músculo, es la proteína a la que se hace mayor relación ya que este uno de los constituyentes del tejido conectivo intramuscular de la carne, por ende es quien ejerce una importante función en la textura, firmeza y dureza. Desde aquí emergen

¹³ **Epimisio:** Es una capa de tejido conectivo que recubre el músculo

¹⁴ **Perimisio.** En el músculo las fibras se agrupan en fascículos o varillas, las cuales están recubiertas por un tejido conectivo fibroso al cual se le conoce como perimisio.

¹⁵ **Endomisio:** Es una lámina fina de tejido conectivo que envuelve cada fibra muscular

preguntas en relación a lo que ocurre en la cocción de la carne a la fibra muscular y a las proteínas que la conforman.

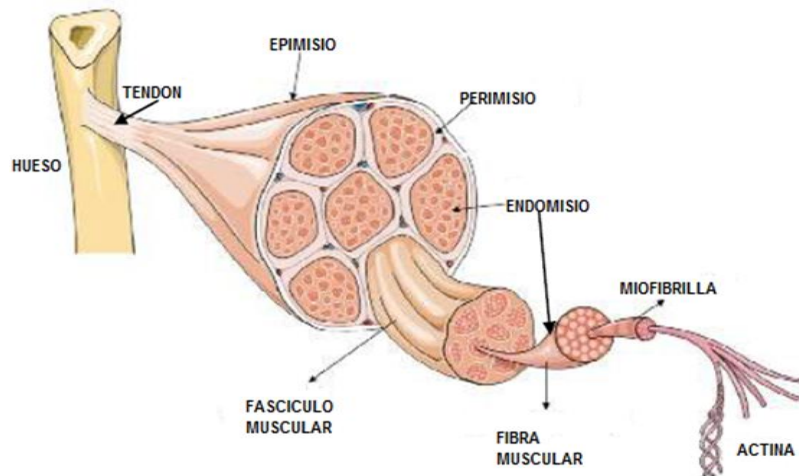


Imagen 8. Estructura general del músculo: fibra muscular

3.4.2. La fibra muscular:

Como ya se ha mencionado la carne está compuesta por fibras musculares las cuales están recubiertas por epimisio, perimisio y endomisio, que al momento en que se rompe por la acción del fuego permite la salida de agua y de otras sustancias, al parecer esa salida de agua y en algunos casos entrada de otras sustancias como son las sales contenidas en los condimentos se hace por medio de los túbulos, los cuales tienen acceso a toda la fibra muscular transportando sangre y una variedad de sustancias.

Cuando la carne durante el proceso de cocción alcanza una temperatura interna de 72°C se puede evidenciar que sus fibras musculares se separan. Por lo tanto, según (Gonzalez, 2009) *“La carne cocida a una temperatura menor a 72°C con un tiempo de cocción de 5 minutos, disminuiría el efecto negativo de la separación de las fibras, por pérdida de integridad estructural de las microfibrillas y de la estructura de la red de colágeno”*. (p. 4) lo que quiere decir que las fibrillas del colágeno mantienen una arquitectura más ordenada junto con la fibra muscular a lo largo del tiempo de cocción.

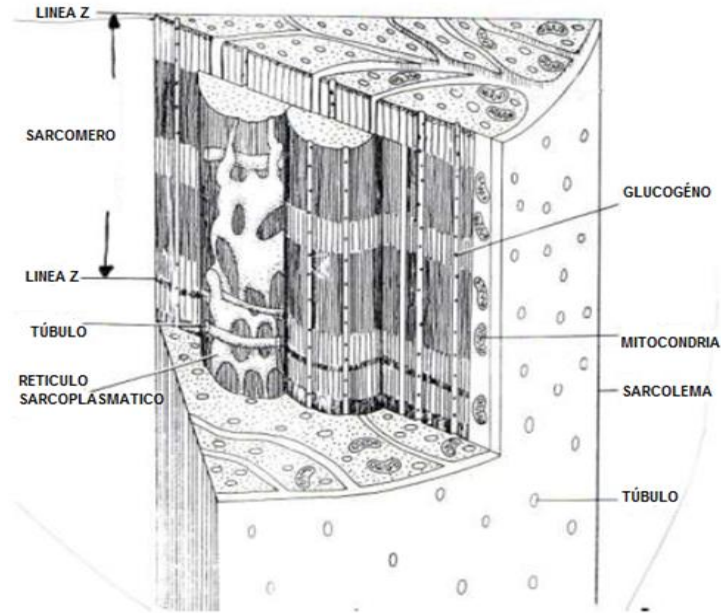


Imagen 9: Estructura Fibra muscular



Imagen 10: Área de separación de fibras de colágeno con diferente temperatura tomado y acoplado de (González M, 2009), imágenes tomadas con cámara digital incorporada canon power shot G5-Japan con lente de 20X.

3.4.3. En relación con la Célula:

Las células que componen la carne poseen una membrana celular, semipermeable y termoestable, esta característica hace relación a que soporta o tolera en cierta medida el calor, y que cuando esta resistencia es superada provoca daños severos en la estructura de la membrana, lo que lleva a hablar de un umbral de temperatura

que cuando es superado ocasiona el rompimiento y daño de esta membrana permitiendo la alteración de permeabilidad, perdiendo sales.

La carne que consumimos como alimento básicamente es la unión de células organizadas en un tejido muscular, estas células, dejan de funcionar debido a que al no estar haciendo parte del organismo vivo no reciben los nutrientes y la energía necesaria que les permita cumplir con sus funciones. Así cuando estas reservas se agotan, la bomba de protones se detiene y se provoca el descenso del pH interno, lo cual causa a su vez desnaturalización de las proteínas y desestabilización de otros componentes estructurales y funcionales de las células provocando homeostasis¹⁶ de pH en el interior de la célula, causando la pérdida de potasio, aminoácidos y moléculas pequeñas- y con ello la pérdida de potencial de la membrana originando la muerte de la célula.

Cuando la carne se cocina se puede evidenciar que las fibras de la carne dependiendo de la sustancia con la que se está cocinando o interactuando, se empiezan a romper, en algunos casos se puede observar que una especie de hilitos se hacen más anchos o que simplemente se separaran

La membrana celular también se ve alterada por la acción del calor, este desestabiliza— las proteínas insertas en la membrana permitiendo el paso indiscriminado de sustancias hacia adentro y fuera de la membrana.

La membrana celular puede interactuar de formas diferentes dependiendo la sustancia con la cual entre en contacto, por ejemplo, en el caso de los ácidos ocasionan la apertura de canales en la membrana que favorecen la entrada y salida de sustancias, el ajo propicia la deshidratación acelerada de la membrana y finalmente los alcoholes como el caso del vino inhibe la entrada y salida de sustancias.

¹⁶ **Homeostasis de pH:** Es un estado de constancia, un tipo de equilibrio ácido-base que mantiene el pH de la célula para garantizar la supervivencia de esta, en este sentido se mantiene en equilibrio el pH, sales y agua dentro y fuera de la célula.

Este mecanismo de transporte es utilizado para expulsar desechos del interior de la célula al exterior de esta, ocurriendo un proceso de osmosis, sin embargo es de tener en cuenta que una de las funciones más importantes de la membrana es amortiguar o mantener el pH interno equilibrado (equilibrio osmótico).

Una función de la osmosis es mantener el transporte de agua a través de la membrana celular, ya que como esta es semipermeable retiene el paso de los solutos, se da de mayor concentración a menor concentración hasta igualar las concentraciones y no requiere gasto de energía. Adicionalmente se puede decir que el contenido de agua que posea la célula determina su volumen y depende de medio Isotónico (paso constante de agua), Hipotónico (la célula absorbe agua y puede llegar a estallar) e Hipertónico (la célula se arruga, se deshidrata y muere)

3.4.4. En relación con la proteína:

La proteína de la carne está formada por cadenas largas de aminoácidos, compuesto por grupo carboxilo –COOH y grupo amino – NH₂ unidas repetitivamente una tras otra hasta alcanzar una larga cadena.

Como se puede ver tabla No. 2- La organización de una proteína viene definida por cuatro niveles estructurales denominados: estructura primaria, estructura secundaria, estructura terciaria y estructura cuaternaria. Cada una de estas estructuras informa de la disposición de la anterior en el espacio.

➤ Estructura primaria:

Se caracteriza por tener una secuencia de aminoácidos unidos por enlaces peptídicos¹⁷, esta secuencia inicia en un extremo con el grupo amino y termina con el grupo carboxilo. Siendo las uniones peptídicas el esqueleto de la proteína, del cual emergen cadenas laterales de los aminoácidos, confiriéndole una estructura

¹⁷ Enlace peptídico: Es la unión de dos aminoácidos mediante la pérdida de una molécula de agua entre el grupo amino de un aminoácido y el grupo carboxilo del otro. El resultado es un enlace covalente CO-NH. El enlace peptídico sólo permite formar estructuras lineales, sin ramificaciones, que se denominan péptidos; estas estructuras son muy estables.

tridimensional estable que junto con una secuencia especial de aminoácidos le asigna una función específica.

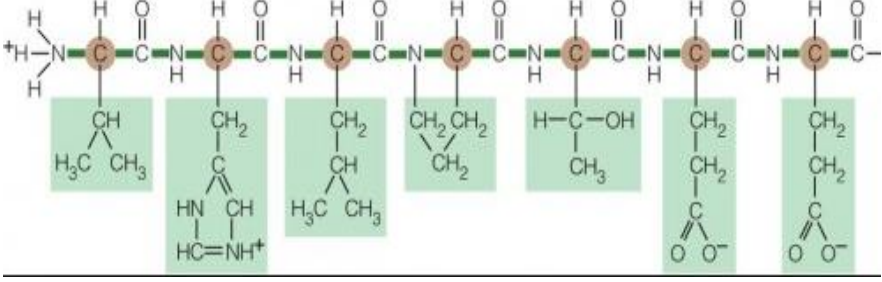
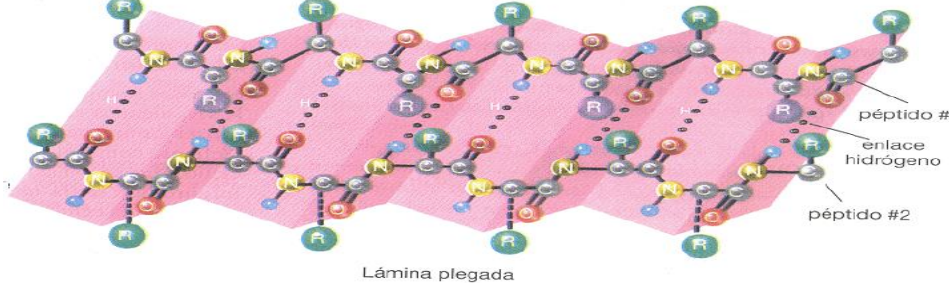
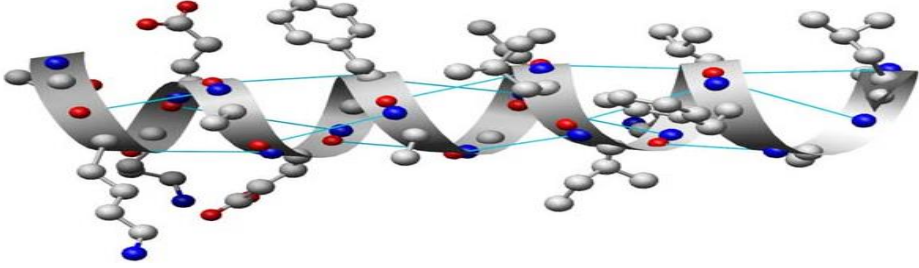
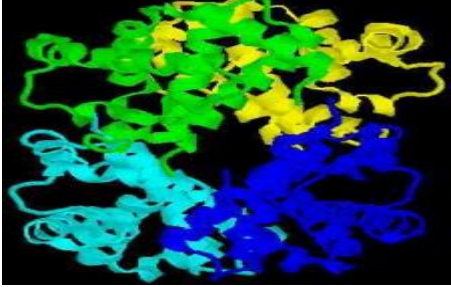
<p>Aminoácido</p>	$ \begin{array}{c} \text{H} \\ \\ \text{R} - \text{C} - \text{COOH} \\ \\ \text{NH}_2 \end{array} $
<p>Estructura primaria</p>	
<p>Estructura secundaria</p>	 <p style="text-align: center;">Lámina plegada</p>
<p>Estructura terciaria</p>	
<p>Estructura cuaternaria</p>	

Tabla 2 Representaciones de Estructuras de Aminoácido y Proteínas primaria, secundaria y terciaria. Tomado y acoplado de (Córdova, 1990).

➤ Estructura secundaria

Se refiere a la estructura que adopta espacialmente una parte de la proteína, lo cual ocurre cuando los hidrógenos de la secuencia interactúan mediante puentes de hidrogeno. Adicionalmente posee dos estructuras la hélice alfa y la lámina beta.

Hélice alfa: la cadena adopta una estructura helicoidal, que se mantiene mediante puentes de hidrógeno, con los grupos R orientados hacia el exterior. Para formar esta estructura, el grupo carboxilo de cada aminoácido (n) se une mediante un puente de hidrógeno al grupo amino de otro aminoácido (n+4). Es una estructura estable porque da lugar a un máximo número de interacciones

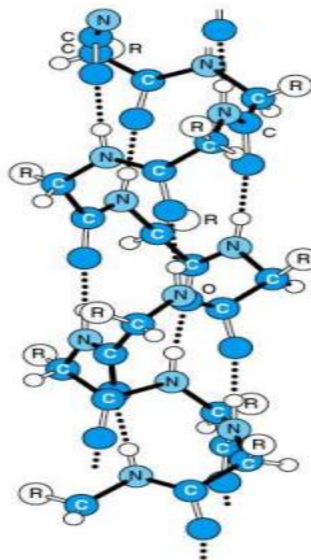


Imagen 11. Hélice alfa (Segui, 2017)

Conformación β : la cadena queda estirada y la estructura se dispone espacialmente en zigzag formando láminas (hojas plegadas β). La disposición puede ser paralela o antiparalela. Puede darse entre regiones próximas o distantes del polipéptido. Los grupos R sobresalen de la lámina en ambos sentidos, de forma alterna. La conformación β se estabiliza mediante puentes de hidrógeno.

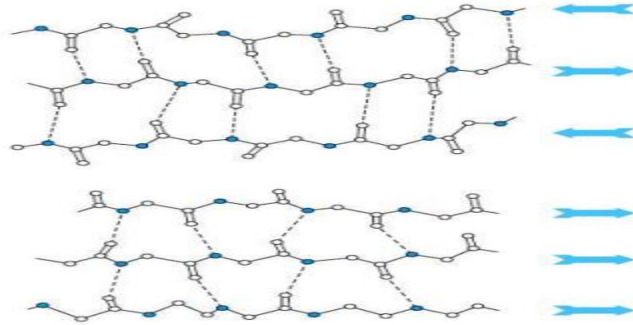


Imagen 12. Laminas Beta antiparalelas y paralelas (Segui, 2017)

➤ Estructura terciaria:

Ocurre cuando hay atracción entre hélice alfa y hojas plegadas (conformaciones beta), existen agrupamiento de estructuras denominadas dominio donde sus uniones son por medio de puentes disulfuro, que se establecen mediante los átomos de azufre del aminoácido cisteína.

➤ Estructura cuaternaria:

Consta de más de una cadena de aminoácidos, se refiere entonces a la unión de distintas cadenas de poli péptidos dando lugar a una estructura tridimensional, como se puede observar en la imagen 13.

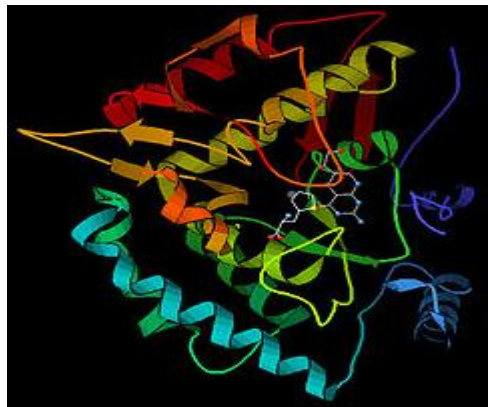


Imagen 13. Estructura proteína cuaternaria (Cordova, 1990)

Teniendo en cuenta esas estructuras de las proteínas dentro de cada célula de carne estas cumplen una función dependiendo precisamente de su estructura ya sea primaria, secundaria, terciaria y cuaternaria. Algunas de esas funciones son:

- Las proteínas realizan una función específica, determinan forma, estructura de la célula y dirigen la mayoría de sus procesos vitales.- algunas de sus funciones específicas son de orden estructural, de resistencia o sostén, facilitan el transporte de sustancias como es el caso de la mioglobina y la Hemoglobina mediante el transporte de oxígeno, una de sus funciones más importantes es que funcionan como amortiguadores, manteniendo en diversos medios tanto el pH interno como el equilibrio osmótico.
- Las proteínas hacen parte de la membrana y están involucradas en el transporte de oxígeno al interior de la célula además de dar estructura al tejido.
- Las proteínas están formadas por cadenas de aminoácidos unidos por enlaces peptídicos, cumplen una función nutricional, dando textura y sabor a los alimentos.
- En el citoplasma de la célula también se encuentran proteínas, las cuales mantienen la estructura de los organeros internos, además de generar una función enzimática que consiste en descomponer sustancias con el propósito de sacarlas de la célula y finalmente prevenir un mal funcionamiento en la célula.

3.4.4.1. En relación con la desnaturalización de las Proteínas

- Las rupturas de algunas interacciones no covalentes son suficientes para desestabilizar o desnaturalizar las proteínas, estas no son estructuras rígidas más bien son flexibles, por lo tanto cualquier modificación de conformación nativa en la estructura secundaria, terciaria o cuaternaria puede considerarse desnaturalización, y aunque en algunos casos esta es reversible en el caso de los alimentos es irreversible, que provoca unas consecuencias como: descenso de solubilidad, capacidad de retener agua, perdida de actividad biológica, mayor ataque de proteasas (mayor digestibilidad).
- Al desnaturalizar una proteína, se altera su estructura terciaria por medio del rompimiento de puentes de hidrogeno, por lo que una proteína soluble se vuelve insoluble.

Las proteínas entonces son catalogadas como macromoléculas compuestas por diferentes aminoácidos, con una estructura determinada que cumple una función, la cual es inhibida al momento en que es sometida a algún tipo de agente físico o químico. En otras palabras, la proteína pierde su función, por lo tanto, es ahí cuando se habla de desnaturalización.

El hecho de desnaturalizar la proteína significa inactivarla, es por ello que cuando se somete a la carne al proceso de cocción, esta libera sus jugos pues las proteínas que se encuentran en la membrana dejan de hacer su función relacionada con retener líquidos. Otro ejemplo de ello es el acortamiento de las fibras musculares el tejido conectivo que recubre las fibras musculares se dilata por la acción del calor hasta el punto de romperse permitiendo una mayor interacción del calor con las proteínas.

La estructura de la proteína puede modificarse por agentes químicos o medios físicos, viéndose afectada por cambios de pH, concentraciones, temperatura, agitación molecular todos ellos pueden ocasionar su desnaturalización.

(Lesk, 2001) ofrece una definición sobre la desnaturalización de las proteínas entendida como *“un aumento de la temperatura destruye las interacciones débiles y desorganiza la estructura de la proteína, de forma que el interior hidrofóbico interactúa con el medio acuoso y se produce la agregación y precipitación de la proteína desnaturalizada”* (p. 55) (Girard, 1994) citado por (Godoy, Vilca, González, Leiva y Sam, 2007).

- Con la interacción de temperaturas circundantes entre los 100 °C se genera un rompimiento de uniones de baja energía- (Puentes hidrógeno) y se refuerzan las interacciones hidrofóbicas, provocando que estos grupos hidrofóbicos queden expuestos al medio, aumentando la digestibilidad de la proteína mientras que si hay una interacción proteína- proteína, se generara una agregación (disminución de solubilidad.)
- Cuando la carne se somete al proceso de cocción esta se deshidrata gracias a un proceso llamado osmodeshidratacion. Las proteínas retienen gran cantidad

de agua “a mayor contenido de proteína mayor retención de agua” Tomado y acoplado de (Lopez, 2016) y (Luque, 2016). Esto quiere decir que, en el momento de cocinar la carne, por el uso de temperaturas mayores se empieza a disminuir esos puentes de hidrogeno y en consecuencia hay menor fijación de agua lo que causa deshidratación acelerada.

- En el caso de refrigeración, el frío refuerza las uniones puente hidrógeno y debilita las cadenas hidrofóbicas, ocasionando una desnaturalización.
- En caso de congelación parcial se aumenta la fuerza iónica de la fase líquida, variando el de pH, ocasionando la desnaturalización de proteínas, aumentando su digestibilidad; un ejemplo claro es: las proteínas del huevo gelifican cuando se congelan.
- Cuando el colágeno de la carne es desnaturalizado por medio del calentamiento, la primera consecuencia de ello es el acortamiento de las fibras.
- La temperatura a la cual es desnaturalizado el colágeno depende del contenido de prolina¹⁸ e hidroxiprolina¹⁹, pues a mayor contenido de estas sustancias mayor es la temperatura que se debe usar en la cocción.

Teniendo en cuenta estas afirmaciones es claro que en el momento en que las proteínas de la carne se desnaturalizan sufren cambios en sus puentes de hidrogeno, los cuales por la acción del calor se alejan, hasta romperse totalmente provocando una reorganización.

Al contrario (Lupano, 2013). Menciona que esta desnaturalización no es romper las proteínas, más bien habla de un despliegue que es lógico pues cuando comemos carne cocida esta es más blanda debido a ese despliegue que han sufrido las proteínas, por tanto, indirectamente la carne modificó su digestibilidad: la cual aumenta porque al desplegarse la proteína quedan más sitios expuestos al ataque de las proteasas.

¹⁸ **Prolina:** Es un aminoácido no esencial que forma las proteínas, su cadena lateral es cíclica y está compuesta por tres unidades de metileno.

¹⁹ **Hidroxiprolina:** es un aminoácido no esencial constituyente de proteínas y derivado de la prolina.

Por otra parte, las proteínas de la carne también pueden ser desnaturalizadas por medio de la utilización de ácidos por ejemplo cuando esta es marinada- (a este proceso se le conoce como desnaturalización acida de proteínas), como se puede ver en la imagen 14, en la cual se utilizó (vinagre de frutas), lo que ocasiona un daño en la membrana.

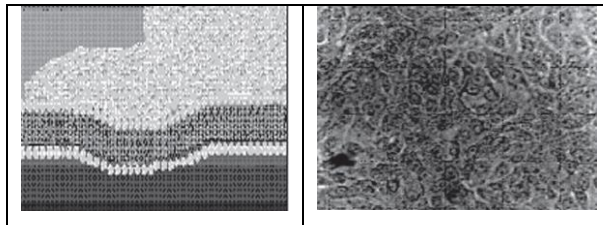


Imagen 14: Representación de Membrana Celular dañada gracias a la adición de sustancia ácida tomada y acoplada de (Vargas, 2004)

Los ácidos generan una especie de poro en la membrana celular de las fibras musculares de la carne, ocasionando daños en ella, posibilitan la entrada y salida de sustancias. En relación con sustancias alcohólicas utilizadas también en la cocción de la carne, como se puede ver en la imagen 15 en donde se adicionó vino (etanol) el cual provoca un hinchamiento en la membrana.

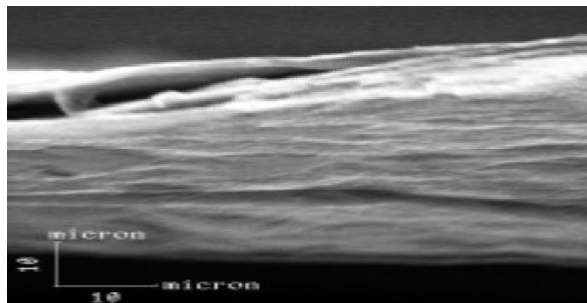


Imagen 15: Hinchamiento de membrana celular provocado por una sustancia alcohólica, tomada y acoplada de (Caicedo, 2003).

La interacción de la membrana celular con otras sustancias, entre ellas “*la presencia de etanol provoca estrés e inhibición de absorción por parte de la membrana*”. (Rivera y Lima, 2013, p. 95). En otras palabras, evita el paso de sustancias e impide el paso de anticuerpos.

En estudios realizados por (Caicedo, 2003) se evidencia que pueden retener hasta 690 veces su peso en agua, pues una vez esta ingresa los clústeres²⁰ internos aumentan y evitan que el agua salga, la membrana aumenta su grosor más no el largo y que este hinchamiento aumenta a medida que aumenta el tiempo, sin embargo, se podría decir que tiene un umbral de hinchamiento.

3.4.5. En relación con otras sustancias que contiene la carne:

La carne contiene Hemopigmentos, los cuales son proteínas globulares, solubles en agua y en soluciones salinas diluidas, formadas por un grupo hemo (ver fórmula estructural en la imagen No. 16), el cual le da el color rojo a la carne. El contenido de mioglobina permite dar una tonalidad más roja o menos roja a la carne dependiendo del tipo de animal, sin embargo, también está asociado al estado de la carne, pues adquiere diferentes tonalidades que dependen del estado de oxidación. En la tabla No 3. Se presenta los estados de la carne.

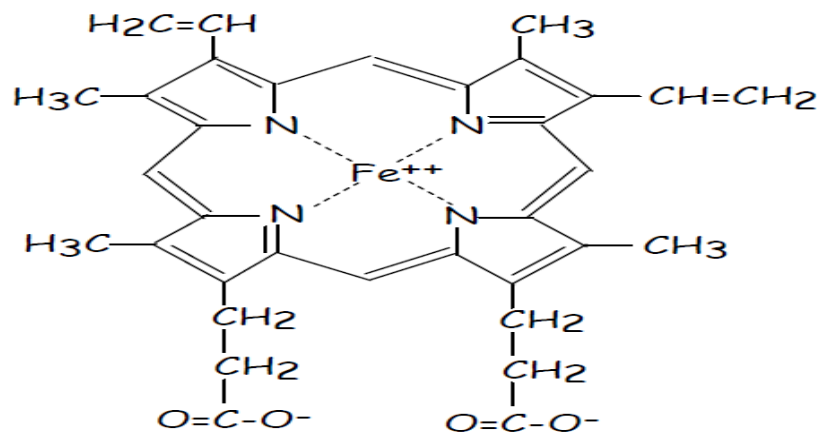


Imagen 16: Grupo Hemo tomado y acoplado de (Lupano, 2013).

La hemoglobina y la mioglobina son sustancias encontradas en la carne, sin embargo, la primera encargada del transporte de oxígeno está en menor cantidad

²⁰ **Clústeres:** son macromoléculas marcadoras en la superficie celular, los cuales no pueden traspasar la membrana celular de manera fluida por lo que los iones o cargas eléctricas tampoco pueden intercambiarse. un "cluster" origina un aumento del volumen y una disminución de la densidad lo que provoca una menor adhesión de líquido intersticial a la membrana plasmática

respecto a la mioglobina, debido a que en el proceso de sacrificio esta es eliminada por sangrado del animal.

En carnes frescas se puede encontrar tres estados ²¹		
Mioglobina o desoximioglobina: Fe (II)	Oximioglobina: Fe (II)	Metamioglobina: Fe (III)
<ul style="list-style-type: none"> • Ligando unido al grupo hemo: ninguno • Estado de la globina: nativo • Color: rojo púrpura 	<ul style="list-style-type: none"> • Ligando unido al grupo hemo: O₂ • Estado de la globina: nativo • Color: rojo brillante 	<ul style="list-style-type: none"> • Ligando unido al grupo hemo: agua • Estado de la globina: nativo • Color: pardo

Tabla 3 Estados de la carne fresca. Tomado y acoplado de (Lupano, 2013),

En la tabla No. 3 se puede evidenciar que el pardeamiento se puede evitar si la carne es almacenada al vacío, ya que el color rojo pardo se adquiere gracias a la interacción que la metamioglobina tiene con el oxígeno, sin embargo en la cocción de la carne el pardeamiento se da porque la proteína globina se desnatura, desprendiendo el grupo Hemo y favoreciendo la oxidación del Fe (II) y (III)- dando origen al ferrohemocromo, mientras que la mioglobina forma carboximioglobina.

Hasta aquí se ha hecho una especie de zoom en relación a lo que compone la carne, de la fibra a la comprensión de su estructura, de la célula a los procesos de deshidratación, de la proteína a su estructura y desnaturalización, sin embargo para el desarrollo de este trabajo, los cambios ocurridos en la cocción de la carne, son de naturaleza no enzimática, lo que en otras palabras quiere decir que se presentan un conjunto de reacciones químicas, aparición de pigmentos, formación de productos volátiles los cuales cambian el sabor y el olor, se lleva a cabo entre aminos, depende del pH, temperatura, concentración y tiempo, por ende, esta reacción es catalogada como una de las más complejas.

²¹ Para (Lupano, 2013) los estados de la carne muestran una cualidad sensible de la sustancia, en este caso el color rojo púrpura, rojo brillante y rojo pardo, adicionalmente el color es signo de que el animal fue sacrificado hace unas horas, fresca o que lleva un tiempo de exposición al aire.

3.4.6. Reacción de Maillard en la carne

Esta reacción fue descrita por primera vez por el investigador francés Louis-Camille Maillard (1878-1936) citado por (Hector, 2016). En la situación puntual de cocinar la carne, se evidencia un color café pardo, lo cual hace referencia a la reacción de Maillard

(Gisella, 2007) las reacciones de pardeamiento son algunos de los fenómenos que ocurren frecuentemente en los alimentos, como es el caso de la reacción de Maillard, clasificada también como una reacción de pardeamiento no enzimático, responsable del sabor, color y aroma- dependiendo fundamentalmente de las sustancias, temperatura, pH, tiempo, actividad del agua y concentración de las sustancias. La presencia de los colores pardos en la cocción de las carnes es otorgada a la producción de sustancias melanoidinas y cabe aclarar en este punto que aún no se conoce la estructura exacta de estos compuestos.

Teniendo en cuenta la complejidad de la reacción de Maillard y que en esta se lleva a cabo un proceso de pardeamiento no enzimático se llevará en tres etapas que se muestran en la Tabla No. 4

Productos sin color, sin absorción en el UV.	Productos sin color o amarillos, con fuerte absorción en el UV.	Productos muy coloridos.
<p>Reacción A: Condensación azúcar-amina.</p> <p>Reacción B: Reordenamiento de Amadori.</p> <p>Reacción C: Ruptura por radicales libres de los intermediarios de Maillard.</p>	<p>Reacción C: Deshidratación de azúcares.</p> <p>Reacción D: Fragmentación de azúcares.</p> <p>Reacción E: Degradación de aminoácidos (Degradación de Strecker).</p>	<p>Reacción F: Condensación aldólica.</p> <p>Reacción G: Condensación aldehído-amina y formación de compuestos heterocíclicos nitrogenados.</p>

Tabla 4 : Simplificación Reacción de Maillard- Tomado y acoplado de (Lupano, 2013)

En la reacción de Maillard, influyen los siguientes factores: Naturaleza de los grupos carbonilo- (reactividad según orden ribosa, glucosa, fructosa, lactosa y maltosa), temperatura- las reacciones que producen pardeamiento no enzimático tienen una

energía de activación muy alta, por tanto la temperatura solo las acelera, en este sentido el hecho de cocinar las favorece, la actividad acuática- si el contenido de agua es alto, hay poca deshidratación promoviendo el pardeamiento, y finalmente el pH básico favorece el pardeamiento. Es de aclarar que los melanoidinas no producen efectos adversos en el cuerpo sin embargo los premelanoidinas provocan efectos adversos de tipo cancerígeno en el riñón y otros órganos.

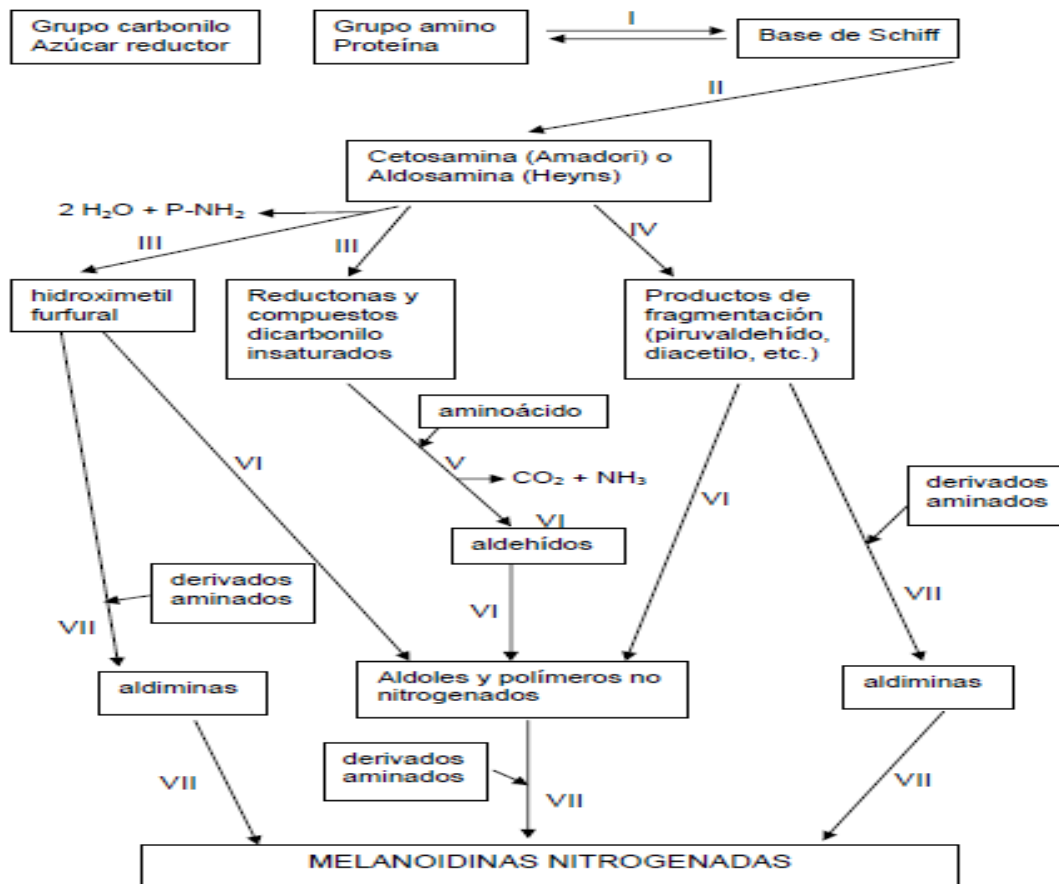


Imagen 17. Reacción de Maillard (Lupano, 2013)

(Gisella, 2007) “La reacción de Maillard tiene como base la interacción entre azúcares reductores y aminoácidos libres o grupos aminos terminales de las proteínas, se lleva a cabo a través de la formación de una base de Schiff, seguido del reordenamiento de Amadori, la formación de dicetosaminas, una enolización y la reacción de Strecker”. (p. 1)

Según Ferrer Lab, (1972). El pardeamiento no enzimático es el resultado de productos reductores, inicialmente azúcares, que reaccionan con proteínas o con grupos amino libres. Es importante en este punto entender que tanto las propiedades químicas como fisiológicas de las proteínas cambian, se evidencia la aparición de pigmentos de color marrón indica que la reacción se ha producido en alimentos que contienen hidratos de carbono y proteínas. – Esta reacción está relacionada o más bien depende del contenido de humedad que poseen los alimentos, pues la relación de oscurecimiento decrece al aumentar el contenido de agua, al parecer porque el efecto inhibitor del alto contenido de agua puede deberse a que el agua es un producto con numerosas etapas de condensación durante las reacciones de oscurecimiento.

Según Hernandez, (2009). Indica que es diferente el pardeamiento que sufre la carne en el proceso de descomposición al pardeamiento que sufre cuando es sometida a un proceso de cocción, en el primero se producen olores desagradables, (acción enzimática)- mientras que en el segundo olores agradables (acción no enzimática). La reacción de Maillard, comprendida en tres etapas inicial: 1) los azúcares-amino que se condensan inicialmente deben tener un grupo carboxilo libre (formación sustancias parduzcas), etapa intermedia: 2) eliminación del grupo amino y deshidratación- produciendo en condición acida furfural, base de Schiff y arreglo de compuesto de Amodori, mientras que en medio alcalino produce reductonas, etapa final: producción de pigmentos oscuros llamados melanoidinas.

Como se puede evidenciar este tipo de reacción es compleja, los cambios de color a causa de la reacción de Maillard, generan diferentes sabores, olores y colores que van de amarillo pardo a un café oscuro, sin embargo estas ocurren a temperaturas mayores de los 140 °C, por lo tanto se utiliza baja temperatura nunca ocurrirá la reacción de Maillard.

Finalmente las interacciones que sufren las sustancias de la carne con otras sustancias permiten obtener un mejor sabor, aroma y textura, por ejemplo, en el caso del uso del vinagre que es un compuesto que presenta características acidas

permite inhibir la naturaleza lipofílica de las células de la carne, atravesar la membrana y disociarse en el citoplasma.

En el proceso de cocción de la carne, se tiene en cuenta el tiempo y la temperatura, al igual que otro tipo de condiciones como el congelamiento antes de la cocción- (ya que demora menos tiempo en cocinarse y es más blanda al momento de consumir), dando a entender que, es posible que las estructuras internas de la carne fuesen modificadas por la acción de los cristales de hielo, cambiando así propiedades como dureza y la ternura las cuales están relacionadas con la presencia de tejido conectivo (Valkova, 2007).

Como dijimos anteriormente la cocción de la carne es un proceso, en el cual un factor determinante es la temperatura, pues gracias a esta se hacen evidentes cambios no solo en las cualidades visibles de la carne sino también en su estructura.

A continuación se muestra una de las variables más importantes en los procesos de cocción de la carne, la temperatura dado que tiene la facilidad de cambiar las cualidades de la carne como color, olor y textura, es responsable de la desnaturalización de la proteína. Por otra parte al ser una variable que se puede controlarse o manipularse no solo ocasiona aumento o disminución del área entre las fibras, pérdida de organización de las fibras, reorganización de estructuras sino también una pérdida controlada de agua.

3.4.7. *En relación con la temperatura*

- La temperatura y tiempo de cocción tienen un amplio efecto sobre las propiedades físicas de la carne, como: textura, desnaturaliza las proteínas colágeno y elastina, causando cambios estructurales en la carne, como destrucción de membranas celulares, incremento de área entre fibras musculares, agregación y formación de gel miofibrilar de proteína miofibrilar y sarcoplasmática.
- Pérdida de área entre las fibras musculares fue durante el tiempo de cocción (pérdida de organización) a causa de la desnaturalización del colágeno, al igual

en donde estaban depósitos granulares (endomisio y masa muscular) provocando el acortamiento pasivo de fibras musculares.

- La distorsión progresiva de endomisio y perimisio a altas temperaturas provoca la pérdida de organización estructuras en las fibras de la carne, desnaturalizando la proteína en una temperatura de 70 a 90 grados, cuyos cambios son más visibles cuando se cocinan carnes frescas.
- Cuando el endomisio y perimisio se ablanda durante la cocción, la carne pierde agua, por tanto, la carne se ablanda, lo que causa menor aplicación de fuerza de penetrabilidad, producido también a causa de la desnaturalización de la miosina.

En este apartado se expuso uno de los aspectos más relevantes en el proceso de cocción de la carne, las reacciones de Maillard, clasificadas como las reacciones más complejas, denominadas también como reacciones de pardeamiento no enzimático en consecuencia a la reacción de un azúcar reductor con una proteína, dando como resultado el cambio de color, olor y sabor de la carne. Sin embargo estas reacciones se deben también a una serie de variables como pH, concentración, sustancias que componen la carne y sobre todo debido al uso de altas temperaturas que en últimas son las que permiten la producción de compuestos diferentes.

En suma estos elementos conceptuales permiten comprender el fenómeno de cocción de la carne vinculando lo disciplinar, lo que se conoce de la carne desde lo químico con relación a estructuras de las proteínas y biológico desde una perspectiva más compleja ya que abarca unos niveles de organización referenciados en la estructura biológica la célula las cuales también poseen una estructura, función y organización.

Estos elementos conceptuales surgen a propósito de brindarle al estudiante un hilo conductor para el desarrollo de la propuesta, fraccionar el fenómeno en sus partes permite preguntarse por el que pasa en cada nivel de organización, comprender que cada nivel de organización posee una estructura determinada que implica ir de lo

general a lo particular, de lo macroscópico o lo microscópico, siendo lo microscópico la célula en la biología y el átomo en la química.

Sin embargo es de aclarar que los niveles de organización que se presentan en el apartado elementos conceptuales no funcionan como contenedor²² ya que cada nivel está en constante relación e interacción con un nivel más general, por tanto el fenómeno estudiado aquí funciona como un todo y sus partes a la vez, en donde se hace indispensable mostrar una mirada de zoom de la carne privilegiando que se quiere construir a idea de transformación no solo desde lo que ocurre en cada parte sino que esas partes representan y generan relaciones frente a un todo.

En este sentido el abordar, pasar y devolverse de un nivel a otro se vuelve muy fácil, ya que si se quiere explicar la coacción de la carne desde lo microscópico en biología se debe ahondar en la teoría celular mientras que si se hace desde la química se hace necesario recurrir desde la teoría atómica lo que permite transitar de estructuras biológicas a organizaciones moleculares.

Para finalizar se puede decir que en general en el marco teórico se recogió una serie de elementos que aportan a la problemática de la transformación de las sustancias, en primera instancia la imagen de ciencia en la enseñanza de la química, en segundo lugar la concepción de sustancia desde la antigüedad hasta la modernidad, resaltando las posturas de Aristóteles, Paracelso, Sthal, Baume Macquer, Boyle, Lavoisier, Dalton, que explican la transformación de las sustancias desde una perspectiva particular de acuerdo a cada época. En tercer lugar aquellos elementos conceptuales en relación a las sustancias que conforman la carne, a los que se les dio el nombre de niveles de organización, organismo, músculo, fibra, célula, proteína lo que finalmente llevo a comprender las interacciones de las sustancias que están en mayor proporción en la carne las proteínas y de hay derivar elementos secundarios como su estructura ya sea primarias, secundarias, terciarias y cuaternarias, sus funciones y desnaturalización consolidando por último que la

²² Que contiene algo

cocción de la carne está enmarcada también en una perspectiva explicada desde las reacciones de Maillard en donde la variable más relevante es la temperatura.

4. REFERENTES METODOLÓGICOS:

Los aspectos metodológicos que se tuvieron en cuenta en esta investigación cualitativa se enmarcan en una metodología descriptiva con un enfoque interpretativo.

4.1. Investigación cualitativa

A continuación se muestra los parámetros que caracterizan una investigación cualitativa, (Goetz y LeCompte, 1988) citado por (Quecedo y Castaño, 2002). Los cuales permiten el registro detallando mediante la observación, la interpretación, el análisis de las diferentes perspectivas de los integrantes y del fenómeno en estudio.

- **Inducción:** Se registran datos mediante la observación, se generan relaciones, se categorizan y se hacen proposiciones teóricas mediante una teoría explicativa.
- **Generación:** Se centra en descubrir y construir por medio de diversos instrumentos como escritos entre otros.
- **Construcción:** Proceso de abstracción en el que las unidades de análisis se revelan en el transcurso de la observación.
- **Subjetivo:** Mediante estrategias adecuadas, se busca obtener y analizar datos de tipo subjetivo. Su propósito es reconstruir las categorías específicas que los participantes emplean en la conceptualización de sus experiencias.

La investigación cualitativa según (Quecedo y Castaño, 2002) “Es flexible en cuanto al modo de conducir los estudios, en la cual se siguen lineamientos orientadores, pero no reglas y en la que los métodos están al servicio del investigador; el investigador no está supeditado a un procedimiento o técnica”. (p. 9). En este sentido se puede decir que esta investigación es inductiva refiriéndose a que los investigadores siguen un diseño flexible en el cual las interrogantes planteadas inicialmente se van reformulando, está enmarcada en un contexto holístico, ya que no se considera variables independientes sino un todo, las personas involucradas

interactúan de modo natural sin ser cohesionadas o influenciadas por los investigadores y el papel del investigador es tratar de comprender e interpretar como experimentan la realidad aquellas personas involucradas en la investigación en carácter de observador, apartando sus propias creencias y teniendo en cuenta todas las perspectivas pues cada una de ellas es valiosa.

4.2. Enfoque interpretativo:

En este trabajo de investigación se retoma el enfoque interpretativo porque permite adaptarse a un contexto, comprender realidades múltiples, describir por completo el ambiente en el cual se está trabajando, facilita la comunicación con los sujetos involucrados y finalmente entiende que lo subjetivo hace parte de un proceso.

Según González, (2017) El enfoque interpretativo se caracteriza por:

- **La naturaleza de la realidad:** la realidad es simple y fragmentable, múltiple y construida, lo que implica que no existe la predicción sino la comprensión de algún fenómeno
- **La relación entre el investigador y lo conocido:** se refiere a la interacción y la influencia entre investigador y objeto investigado, los cuales son inseparables.
- **Posibilidad de generación:** desarrollo de conocimientos bajo la generación de universal en donde se describa el objeto de indagación
- **Posibilidad de nexos causales:** cada acción puede ser explicada mediante el efecto, es una relación causa-efecto
- **Papel de los valores en la investigación:** la investigación está influenciada por el investigador, por sus paradigmas, teorías utilizadas para recolección, análisis de datos y resultados

En este sentido el paradigma interpretativo se hace relevante para este trabajo, pues según sus postulados los actores no poseen una sola verdad sino una configuración de diversos significados que le dan las personas a cierto evento, por tanto no hace generalizaciones a partir de los resultados obtenidos sino que busca dar sentido a las explicaciones por medio de la interpretación.

4.3. Propuesta de aula en la cual se hace un ejercicio descriptivo

Para esta investigación en particular es indispensable estar enmarcada dentro un estudio descriptivo, ya que en todo el trabajo se pretende describir y dar respuesta a ¿cómo? y ¿Por qué? ocurren los cambios en las sustancias, lo que permite formular y reformular nuevas preguntas a medida que se va desarrollando la propuesta de aula.

(Maya, 2014) menciona que describir *“es la observación detallada y cuidadosa de algo, centrar la atención, es algo más que mirar, decir lo más característico mencionando pocos rasgos”* (p. 19) por tanto en esta propuesta se caracteriza un fenómeno indicando sus rasgos más relevantes.

Según (Cazau, 2006)

En un estudio descriptivo se selecciona una serie de cuestiones, conceptos o variables y se mide cada una de ellas independientemente de las otras con el fin precisamente de describirlas, estos estudios buscan especificar las propiedades importantes de personas, grupos, comunidades o cualquier fenómeno (p. 27)

En este sentido en esta investigación se pretende constituir una descripción del fenómeno transformación de las sustancias a propósito del proceso de cocción de la carne, ¿cómo es? y ¿cómo se manifiesta? sin pretender una correlación a profundidad, simplemente se busca destacar las características más importantes del fenómeno y mostrar de forma completa lo relacionado con él.

En este orden de ideas el investigador describe situaciones y eventos, según (Hernandez Sampieri , Fernandez Collado , & Baptista Lucio , 1997) *“los estudios descriptivos mencionan como es determinado fenómeno, seleccionan una serie de cuestiones y las mide independientemente conceptos relacionados a un fenómeno en particular con mayor precisión”* (p.14)

4.4. Población de estudio:

Se incluyó treinta estudiantes de grado undécimo del Colegio Bachillerato Patria-Liceo del Ejército Nacional, pertenecientes a la clase de Química y Biología, comprendidos entre mujeres y hombres, con edades de 16 y 17 Años. Es de resaltar que este ejercicio en el aula puede ser aplicado a cualquier edad o nivel de estudio, sin embargo se decidió escoger a estudiantes de grado 11 porque a pesar de que tienen unos supuestos en relación a la transformación de las sustancias, fibra muscular, célula y proteínas, les es difícil dar una explicación en relación a: ¿Qué pasa en la cocción de la carne con argumentos lógicos y sustentados en las diferentes observaciones que realizan?, la cual fue desarrollada durante el primer semestre del año 2016 en espacios de clase en el aula, laboratorios y en casa, seleccionada con un año de antelación.

4.5. Descripción del fenómeno

Un concepto importante en la enseñanza de las ciencias y en particular para la química es la sustancia y consigo sus transformaciones, sin embargo se ha evidenciado que la forma de enseñarla ha sido desde una perspectiva lineal con el ánimo de confirmar una teoría y reducida a ser explicada mediante la simbología o representaciones en el tablero, dejando de lado la historia del concepto, la observación y el proceso que finalmente es quien da cuenta de los cambios que sufren las sustancias y lo que realmente permitiría que el estudiante comprenda que es y cómo se dan las transformaciones en este sentido el caso a abordar es construir la categoría de transformación de las sustancias a propósito de un evento cotidiano como es la cocción de la carne e identificar cuáles son esos elementos que permiten dicha construcción, por medio de la intervención en el aula en donde se desarrollara propuesta de aula diseñada para ser aplicada con estudiantes de grado once.

4.6. Etapas de la investigación

El presente estudio consta de dos etapas como se puede ver en la ilustración No 4: procedimientos metodológicos de la investigación, la primera está constituida por la

recolección de información y diseño de intervención en el campo- en donde también se tiene en cuenta diferentes parámetros en relación a planteamiento problema, antecedentes, elaboración de marco teórico, ejercicio exploratorio, diseño e implementación de propuesta de aula, mientras que la segunda se refiere a la interpretación, descripción y redacción del fenómeno. Dentro de la recolección de información se realizó un ejercicio exploratorio, el cual busca que el propio investigador vivencie la construcción de explicaciones sobre la transformación de las sustancias en el caso de la cocción de la carne iniciando con un reconocimiento de ideas cuyo origen está en las tradiciones culturales y luego identificando los diferentes cambios que ocurren en la cocción de la carne para de allí ir delimitando el proceso en un diálogo permanente entre la observación y la re-contextualización de la información apreciando los distintos niveles involucrados para dar cuenta comprensivamente de la transformación de las sustancias. Esta actividad exploratoria posibilita pensar en momentos y actividades que deben vincularse en el proceso del aula así como puntualizar en qué es la transformación de las sustancias desde una perspectiva más cercana al estudiante.

Para el diseño de la propuesta de aula se tuvo en cuenta una serie de productos originarios de los estudiantes como (informes de laboratorios, mapas conceptuales, dibujos, representaciones, esquemas, videos, asesorías, socializaciones y construcciones de textos). Con el fin de sistematizar cada actividad llevada a cabo en el aula y proponer nuevas actividades a medida que se va desarrollando la intervención en el aula. Es de aclarar que para este trabajo no se pre-diseño²³ una serie de actividades, lo que si se tenía claro eran las intenciones y las fases de la intervención: fase introductoria, fase explicativa y fase de consolidación de explicaciones.

²³ Es de resaltar que se tuvo en cuenta un hilo conductor en relación a los elementos conceptuales que se tratan en la propuesta de aula: UN ACERCAMIENTO A LA CONSTRUCCIÓN DE LA CATEGORÍA DE TRANSFORMACIÓN DE LAS SUSTANCIAS A PROPÓSITO DEL PROCESO DE COCCIÓN DE LA CARNE EN LA EDUCACIÓN MEDIA. Como sustancia, carne, músculo, célula, proteína, estructura y desnaturalización de la proteína. Sin embargo cuando se usa las palabras no se pre-diseño, se quiere dar a entender que la propuesta muestra flexibilidad frente a las actividades, pues muchas veces fueron construidas con los mismos estudiantes o surgieron por curiosidad.

4.7. Proceder investigativo

En el proceder investigativo se buscó en todo momento dar respuesta a la pregunta problema, para ello se tuvo en cuenta las siguientes acciones primero la selección de la experiencia, segundo el ejercicio exploratorio, tercero la sistematización de la actividad en la cual se hace la lectura global de registro desde las intenciones investigativas a partir de la cual se identifican las ideas y procedimientos que plantean los estudiantes sobre cada objeto de estudio así como la ruta seguida por ellos para hablar de las sustancias y sus transformaciones y luego un proceso en el que se determinan las ideas que tienen una regularidad tratando de caracterizarlas con mayor profundidad constituyendo las categorías de análisis para finalmente derivar criterios para la enseñanza de esta fenomenología.

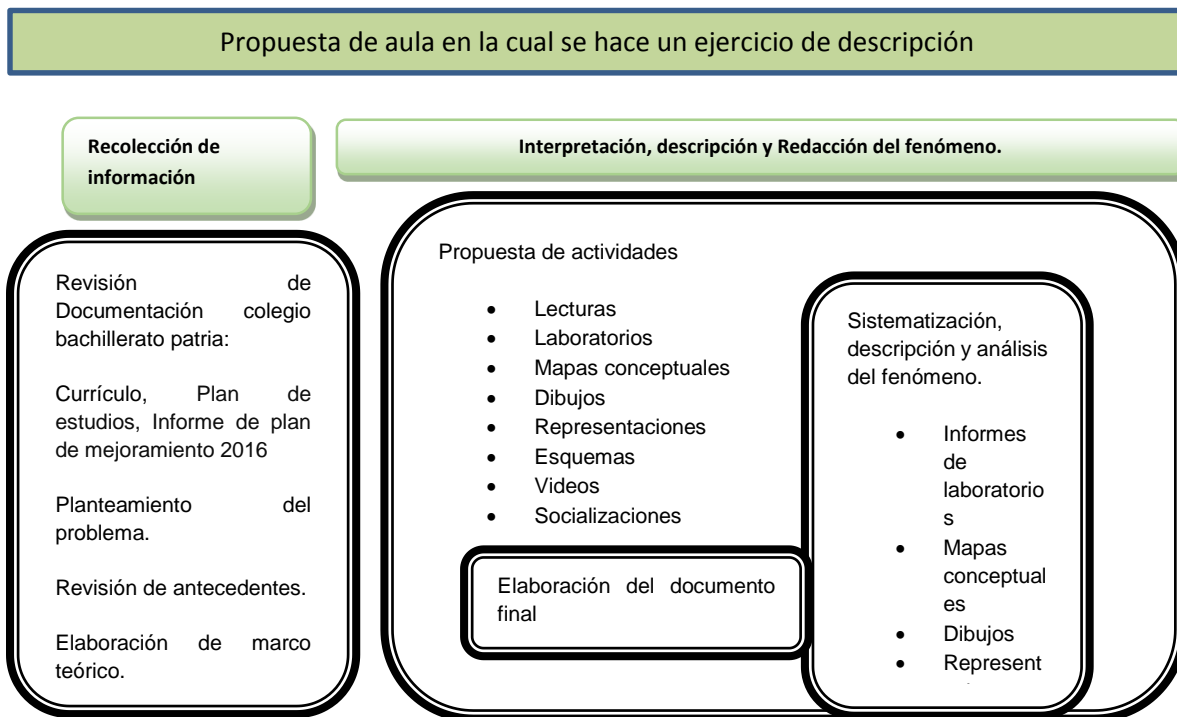


Ilustración 4: Procedimiento metodológico de la investigación (Shaw, 1999)- Tomado y acoplado de (Martínez, 2006).

4.8. Selección de experiencia

El pensar en la selección de la experiencia estuvo en gran medida motivado por las reflexiones que se generaron en seminarios de la MDCN en particular el relacionado con la transformación de las sustancias el cual se preguntaba por los modos de proceder en el aula y la construcción de explicaciones.

4.9. Intervención en el aula:

Como se ha expuesto anteriormente la transformación de las sustancias ha sido enseñada de forma lineal y rígida dejando de lado el contexto del estudiante y situaciones cotidianas, es por ello que se ha diseñado esta propuesta de aula en donde se pretende construir la idea de transformación de las sustancias a propósito de la cocción de la carne, lo que permitirá una mayor comprensión en los estudiantes de grado once en relación al concepto sustancia y transformación, el cual es base fundamental en la química.

En el desarrollo de esta propuesta de aula se tuvo en cuenta seis momentos, en los cuales se realizó una especie de zoom frente a lo que contienen la carne, inicialmente se caracteriza al animal, luego se comprende que es un músculo que posee unas estructuras, sin embargo al emerger nuevos elementos se hace obligatorio comprender la carne como un conglomerado de células en la cual ocurren unos procesos donde el más relevante es su deshidratación, todo ello conlleva a entender la carne como proteína la cual finalmente es desnaturalizada por la acción del calor. Ver tabla No. 5

La ruta explicativa se configuró a partir de las preguntas que fueron surgiendo al hablar de lo que le ocurre a la carne en la cocción en un proceso que va desde lo sensitivo a lo modelado, de lo macro a lo micro, adentrándose cada vez más en lo no visible apoyados por la información. En el siguiente diagrama se aprecia esta ruta:

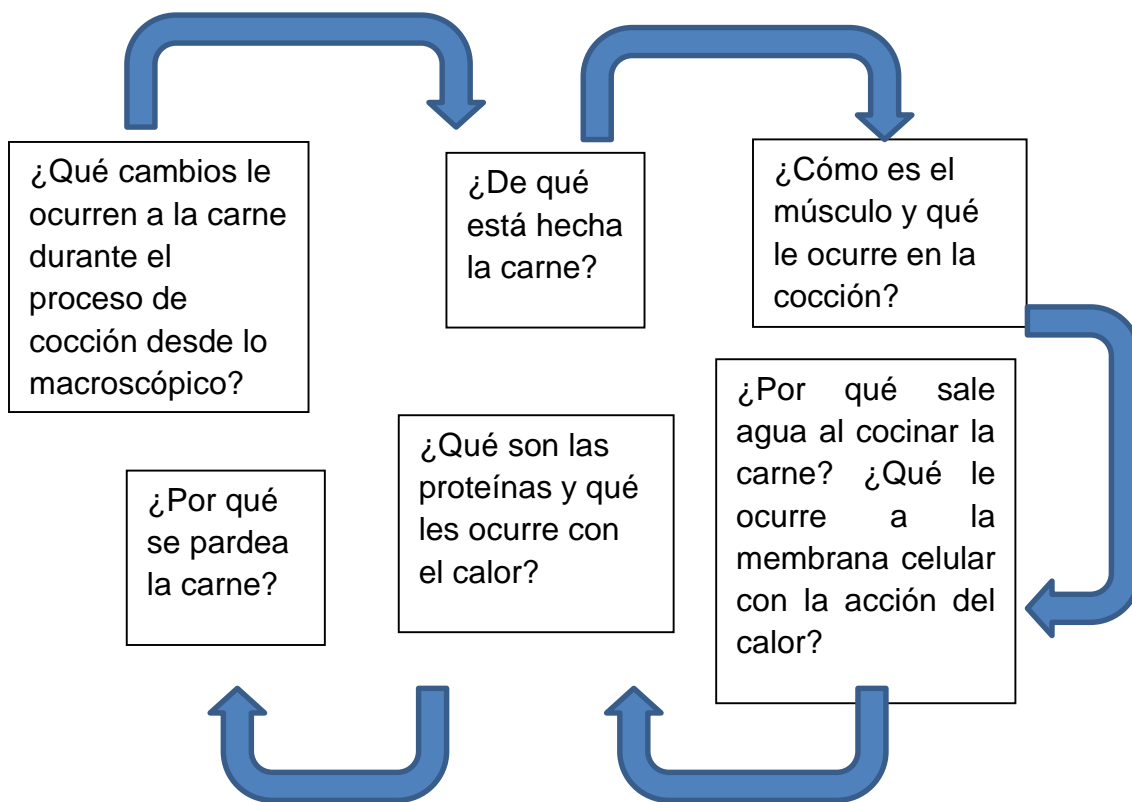


Ilustración 5: Ruta que configura la transformación de las sustancias a propósito de la cocción de la carne.

4.10. Sobre la sistematización

Después de aplicar una serie de actividades inmersas en seis momentos, como se muestran en el tabla No. 4 Se procede a sistematizar el trabajo aplicado en el aula, en el cual surgen aspectos importantes como los beneficios de la implementación de la carne a nuestra dieta, el fuego como agente de cambio, diferentes formas de preparar la carne, la importancia de la observación, develar las diferentes explicaciones que proponen los estudiantes frente a los cambios observados y comprender la transformación de las sustancias como un proceso en el cual intervienen factores como tiempo, temperatura, entre otros.

MOMENTO	FINALIDAD	ACTIVIDADES
I- UN TROZO DE CARNE PERMITIÓ LA EVOLUCIÓN	Uso de lecturas y cuestionarios relacionados con la búsqueda de explicación de la estructura interna de la carne.	Lecturas relacionadas con el consumo de carne- Ver anexo (1) Cuestionario ¿cómo nos imaginamos el interior de la carne? Ver anexo (2)
II- INTERACCIÓN CON LA SUSTANCIA: LA CARNE	La carne es caracterizada a nivel sensorial.	Proposición de recetas para cocinar la carne en grupos de cinco integrantes. Ver anexo (3) Conversatorio Ver anexo (5)
III- EL CORTE DEL ANIMAL Y SU RELACION CON EL MUSCULO	Los estudiantes reconocen que la carne está conformada por diferentes cortes como chatas, lomo, punta de anca entre otros, puntualizan en la composición de carne de diferentes animales como vaca, pollo, cerdo etc.	Lectura el corte del animal y su relación con el músculo Lectura el músculo. Ver anexo (4) Socialización. Ver anexo (13)
IV- CARACTERIZACION DE LA CARNE EN EL ESTEREOSCOPIO Y MICROSCOPIO	Reconocer las fibras musculares y compararlas con los diferentes cortes del animal.	Laboratorio observación de la carne en el estereoscopio y microscopio con muestras de carne y pollo preparadas por los mismos estudiante. Ver anexo (5)
V- DONDE ESTÁ EL AGUA DE LA CARNE	Empezar a generar explicaciones en relación a la pérdida de agua, en la cual la carne debe verse como un conglomerado de células.	Construcción de tablas en relación a contenidos de agua en muestras de carne con la ayuda de diferentes lecturas. Ver anexo (11) Consultar fuentes de información, desarrollo de informes de laboratorio y socializaciones. Ver anexo (5) Elaboración de mapas mentales. Ver anexo (10)
VI- SABÍAS QUE LA CARNE POSEE MÁS DE CIENTO CINCUENTA PROTEÍNAS	Pensar en la estructura de la proteína y a partir de ello explicar el cambio mediante la desnaturalización de la proteína, para finalmente construir la que es la transformación de las sustancias a propósito de la cocción de la carne.	Laboratorio identificación de proteínas Ver anexo (9) Laboratorio desnaturalización de proteínas Ver anexo (6) Laboratorio identificación de hierro III en muestras de mioglobina. Ver anexo (7) Desarrollo de informes de laboratorio y Conversatorio Ver anexo (5)

Tabla 5: Momentos relacionados a la intervención en el aula

4.11. Sobre las categorías de análisis:

Después de sistematizar el trabajo realizado por los estudiantes en el aula, registrar las diferentes explicaciones que construyeron en relación a los cambios observados se realizó un nuevo análisis que permitió develar las categorías de análisis para este trabajo: La primera, Niveles de aproximación al fenómeno, se muestra que inicialmente los estudiantes se acercan al fenómeno desde lo macroscópico para finalmente comprender y relacionar lo microscópico (en la cual la carne es vista como alimento, parte de un organismo, músculo, fibra, proteína, célula y finalmente desde la interacción con la sustancia). La segunda: Formas de comprender la sustancia (evidenciando que la carne como sustancia puede ser comprendida desde tres perspectivas: sirve como alimento, compuesta genéricamente y como una sustancia en particular, como proteína específica (miosina, mioglobina y miosina). La tercera: Niveles de organización de la proteína (los estudiantes empiezan a dar cuenta de una organización puntual de las proteínas ya sea primaria, secundaria, terciaria o cuaternaria), lo que más adelante les permitió hablar del cambio desde la desnaturalización de las proteínas y finalmente la cuarta categoría: Calidad, cambio y proceso: el generar observaciones detalladas en cuanto al color, olor, textura, flexibilidad, tamaño, humedad y dureza de la carne, generando que los estudiantes se pregunten por el cambio y empiecen a proponer una serie de explicaciones que dieron cuenta de qué es la transformación de las sustancias.

5. CONSTRUCCIÓN EN EL AULA: TRANSFORMACIÓN DE LAS SUSTANCIAS A PROPÓSITO DE LA COCCIÓN DE LA CARNE

En el presente capítulo se describe la construcción que logran hacer los estudiantes de grado once del Colegio Bachillerato Patria- Liceos del Ejército. Construcción que emerge de la vivencia en el aula y de la aplicación de la propuesta de aula en relación a la transformación de las sustancias a propósito de la cocción de las carnes, a partir de la cual se pretende dar cuenta de aquellos elementos que surgen

durante el proceso, por medio de escritos, informes de laboratorio y socializaciones entregados por el estudiante, al igual que las observaciones y notas del docente.

Lo que permitió la realización de una construcción teórica en la cual se permitió la resignificación y construcción de la idea de transformación de las sustancias a propósito de la cocción de la carne. La lectura y análisis de la actividad en el aula permite hablar del proceso en el cual se configuraron tanto el fenómeno de la cocción de la carne como de la transformación de las sustancias, para ello emergen en el análisis aspectos como: Niveles de aproximación al fenómeno, formas de comprender la sustancia y cualidad, cambio y proceso- transformación de las sustancias.

5.1. Niveles de aproximación al fenómeno:

Inicialmente los estudiantes tienen un primer acercamiento al evento cotidiano como el hecho de cocinar carne y a partir de ello unas primeras observaciones las cuales van resignificando a medida que se desarrolla la propuesta de aula y que les permite dar cuenta de: ¿Qué?, ¿Cómo? y ¿Por qué? se transforman las diferentes sustancias de la carne desde distintas etapas, reconociendo variedad de explicaciones, en este sentido se encontró que los estudiantes se aproximan al fenómeno de la cocción de la carne centrando su atención en diferentes niveles los cuales se describen a continuación:

- **El alimento-** La carne como fuente nutricional de proteína, la cual está involucrada directamente con la evolución del hombre.
- **El organismo-** Se deja de lado la carne como un simple trozo o alimento para pensarla como proveniente de un animal, es decir de un organismo – (la vaca), la cual está ubicada en una parte específica del animal y allí cumple una función particular.
- **El músculo-** al reconocer que la carne hace parte de un organismo y corresponde a un corte, ubicación y función particular, se vuelca la mirada al músculo el cual desempeña un trabajo diferente en el organismo y por tanto tiene una estructura diferente.

- **La fibra-** Una vez el estudiante relaciona el músculo empieza a identificar las estructuras que lo conforman: la fibra muscular caracterizándola en cuanto a su tamaño, grosor, dureza, flexibilidad entre otras y se pregunta por el efecto de la cocción sobre estas estructuras.
- **Proteína-** Inicialmente se emplea la palabra proteína desde la información que se maneja en la cultura común, es decir, como un elemento que contienen los alimentos, solo de manera nominal, pero posteriormente al analizar la composición de la fibra muscular esta fue resignificándose, involucrando composición y organización.
- **Célula-** A medida que se indaga por el contenido de agua en la carne se logra pensar la carne como un conglomerado de células en las cuales ocurren cambios en el proceso de cocción.
- **Interacción de las sustancias-** En este nivel para hablar de la cocción de la carne, se requiere pensar en las sustancias que la componen y la manera como estas interactúan y se transforman.

Hablar de la construcción de la transformación de las sustancias a propósito de la cocción de la carne no es solo nombrar los elementos que surgen en el aula, es necesario mostrar ¿Qué los ha hecho posible?, ¿Cómo se ha resignificado y construido cada elemento?, ¿Cuáles son las condiciones para que surjan?, ¿Cuáles son las preguntas claves que permiten avanzar en dicha resignificación?, ¿Qué experiencias o situaciones permiten su construcción?

Inicialmente los estudiantes comprenden la carne simplemente como un alimento que contiene gran cantidad de proteína, sin embargo el abordaje de las lecturas sobre la manera como la carne contribuyó a la evolución del ser humano les permitió reconocer que la carne como alimento aportó en la evolución del hombre pues permitió mejoras en nuestro cuerpo, aportó gran cantidad de energía a nuestro cerebro lo que hizo que los humanos se connotaran como seres pensantes, desarrollando el cerebro y formación de la sangre, consumir carne cocinada generó que el hombre adquiriera más fácilmente los nutrientes de la carne, pues si esta se consumía cruda era más difícil poder adquirir sus nutrientes, llevaba más tiempo

masticarla y evidentemente el tiempo de digestión en el intestino era mucho mayor lo cual conllevaba a un intestino grande. Sin embargo otra postura desde lo negativo, la carne produce cáncer si se consume de modo exagerado, por lo general trae consecuencias para la salud como tapar las arterias y es mejor ser vegetariano.

Comprender que la carne no es solo un alimento sino que hace parte de un organismo o de un animal posibilita preguntarse ¿Qué es lo que cambia en la cocción? Al inicio los estudiantes solo se referían al trozo de carne, sin embargo cuando se empieza a socializar diferentes platos y recetas preparadas tienen en cuenta una serie de características puntuales para cada trozo de carne en relación a su color por ejemplo, lo que permite que surja la pregunta ¿Qué hace diferente a cada trozo de carne, si es parte de un mismo animal?, lo cual hace que ahora piensen el organismo como un conjunto, reconociendo sus partes (pierna, lomo, cadera entre otros) y la ubicación de los mismos.

Inicialmente los estudiantes no asocian la carne a una parte del animal, simplemente es un alimento esencial para el consumo y la nutrición de los humanos, sin embargo apoyados en las lecturas y en la búsqueda de recetas para su preparación, empiezan a significar la carne como proveniente de un organismo. En este momento surgen preguntas sobre la dureza de la carne, también surge la necesidad de aplicar diferentes técnicas de cocción para lograr que su textura sea blanda y desde allí preguntarse por qué la carne interactúa de diferentes formas con el fuego, si es de un mismo organismo (la misma res)- esto lleva a centrarse en el organismo

Las actividades propuestas en el momento III: El corte del animal y su relación con el músculo- En relación al músculo y fibra, permitieron que los estudiantes empezaran a reconocer diferentes cortes de carne en la vaca, por ejemplo chatas, punta de anca, pierna, cadera, lomo entre otras, gracias a la experiencia de cocinar la carne en casa con ayuda de sus familiares o compañeros, así mismo identifican la ubicación de los diferentes cortes en el animal y se preguntan por las características de este corte de carne llevándolos a pensarla como un músculo.

Este momento es muy importante para el estudiante porque al pensar la carne como un músculo advierte que este cumple una función según su ubicación en el animal llevándolo a pensar en el organismo y permitiendo que este empiece a reflexionar sobre el cambio que sufre la carne desde el momento en que muere el animal. Al examinar la carne como un músculo se hace necesario tratar de comprender qué es un músculo y cuál es su estructura. Cuyos parámetros llevan al estudiante a reconocerlo como un tejido blando que posee movimiento al contraerse o relajarse, pues señalan que la carne se encoje, cambia de color y a medida que se cocina se pone dura. Por otra parte surge la idea de que la carne contiene agua, pues desde sus observaciones es lo más evidente, dicha observación es contrastada según consultas bibliográficas lo que permite que los estudiantes mencionen que el contenido de agua es equivalente a un 70% y que esta a su vez contiene sangre.

Como sabemos el músculo está estrechamente relacionado con un conglomerado de fibras musculares, apiladas una sobre otra –como mencionan los estudiantes- esta construcción la hacen gracias a que pudieron observar variedad de fibras de diversos cortes y carnes en el estereoscopio electrónico-. Esta intervención permitió pensar en ¿cómo es la estructura de la fibra?, ¿cómo circula el agua dentro de la fibra?, ¿cómo es la salida de esta agua del interior de la fibra?, pues la fibra para los estudiantes es un conglomerado de barras, que están recubiertas por una delgada capa denominada epimisio como lo menciona la teoría, que son alargadas y que en algunos casos al momento de cocción estas se contraen mientras que en otros casos se rompen- (debido a la variedad de temperatura) y que igualmente la carne a mayor temperatura y mayor tiempo produce coloraciones marrones en tonos variados.

Por otra parte este trabajo permitió que los estudiantes comprendieran que aúnsiendo el mismo organismo las fibras son diferentes en grosor y largo, debido a que cada corte del organismo está expuesto a un trabajo diferente y necesita fibras más largas, más cortas, más gruesas, más resistentes entre otras características como lisas, rugosas, duras, flexibles y recubiertas por algo que no saben que es por el momento.

La carne entonces al considerarse como un músculo, conduce a su vez a pensar su estructura como un conglomerado de fibras y estas un conjunto de proteínas y de aminoácidos. Cuyos aspectos fueron apareciendo en el proceso de construcción de explicaciones. Pues aunque desde el principio y basados en lo cotidiano es común que los estudiantes manifiesten que la carne tiene proteínas, esta palabra solo empieza a llenarse de significación cuando reconocen la constitución de las fibras, en este momento surgen nuevas maneras de comprender la proteína desde su composición y estructura, lo que permitirá más adelante que reconozcan diversidad de las mismas, es decir que no sea proteína en genérico, sino con nombre, estructura y función, lo cual se retomará más adelante.

En este momento los estudiantes no entran en detalle ¿Qué proteínas? o ¿Cuántas proteínas están involucradas en un trozo de carne?, únicamente se limitan a mencionar que la carne es proteína. Sin embargo existe la noción de paso de energía al cuerpo al consumir proteína que permite que los músculos crezcan, lo que hizo que se relacione la carne con la palabra músculo nuevamente. Dentro de las representaciones de músculo que proponen los estudiantes se encuentran nociones desde lo animista (porciones de carne en función de caricaturas de televisión), simples trozos de carne (macroscópicos- no detallan los músculos, pero que si se puede observar un conglomerado de hilos que dan cuenta de fibras) y finalmente músculos del cuerpo (brazos y piernas)- cuyas fibras coinciden en características como largas, ordenadas, paralelas y juntas. Aunque les cuesta mucho imaginarse cómo las proteínas están organizadas en los músculos, las dibujan de formas macroscópicas.

Después de comprender en el momento III- que la carne es un corte particular de un animal y que es un músculo- compuesto de fibras musculares, los estudiantes ya no solo mencionan la palabra proteína sino nombres de proteínas particulares como mioglobina responsable del cambio de color, la cual está localizada en los músculos o miosina y actina involucradas en la contracción muscular, que tomarán mayor importancia al final del trabajo, mencionando en este momento que las

proteínas son muy relevantes en la cocción de la carne, lo que conlleva a dedicar un espacio especial en este trabajo.

Trajeron diferentes cortes de carne al igual que carne de diferentes animales incluido el cerdo y el pollo, lo cual les permitió pensar en ¿Por qué las carnes poseen diferentes coloraciones rojas?, esta observación les lleva a pensar por qué la carne de res es más roja que la de pollo y cerdo, esta inquietud se resuelve desde la información que comparten en las socializaciones, pues mencionan que se debe al contenido de mioglobina- (una proteína) en mayor proporción para la carne de res.

Finalmente el abordaje de distintos niveles como: el alimento, organismo, músculo, fibra, Proteína, Célula e Interacción de las sustancias aportan a la construcción de transformación de las sustancias a propósito de la cocción de la carne, porque permite ampliar nuevos puntos de vista que promueven el conocimiento en el aula de clase por parte del estudiante.

A continuación se muestra elementos que surgen a propósito de las consultas teóricas de los estudiantes, que permiten resaltar algunas ideas que generan en el estudiante la comprensión de la proteína en el aula.

Las proteínas están conformadas por moléculas de aminoácidos, las cuales se pueden clasificar en globulares y fibrosas, con estructuras primaria, secundaria (posee una hélice alfa y una hoja beta- en la carne el colágeno), terciaria (fuerzas que estabilizan su estructura) o cuaternaria.

Dentro de los escritos y socializaciones que hacen los estudiantes se puede identificar que logran comprender algunas funciones, que no mencionan con nombre particular o con un lenguaje específico, sin embargo se logra evidenciar desde sus formas de hablar en el aula algunas funciones de la proteína: estructural, transporte, reserva, contracción muscular y homeostática en un organismo.

- **Estructural-** Cuando los estudiantes relacionan la estructura de las fibras musculares la asocian a la forma, elasticidad y resistencia- logrando relacionar el colágeno y elastina a esta función en particular.

- **Transporte**- Los estudiantes relacionan esta función desde lo que han consultado en libros u otras fuentes de información mencionando únicamente una característica de la proteína hemoglobina la cual transporta oxígeno.
- **Reserva**- los estudiantes relacionan las proteínas como una reserva de energía, lo mencionan desde las vivencias cotidianas y desde información en textos que mencionan la gran función energética de algunos alimentos como el huevo y la leche- igualmente desde la parte experimental relacionan los nombres puntuales de estas proteínas en dichos alimentos como la lactoalbúmina en leche y la ovoalbúmina en el huevo.
- **Contracción muscular**- durante todo el desarrollo de la unidad los estudiantes han logrado comprender que las proteínas de la carne facilitan el movimiento, casos particulares como la miosina y actina las cuales constituyen las miofibrillas responsables de la contracción muscular.
- **Homeostática**- Los estudiantes relacionan esta función básicamente a nivel celular, sin embargo se puede evidenciar que la concentración de sales dentro y fuera de la célula no es más que una cantidad para ellos, en otras palabras tienden a pensar que concentración es lo mismo que cantidad.

Los estudiantes al final de todo este proceso lograron comprender que las proteínas poseen una estructura organizada, que les brinda una estabilidad- cuya organización se ve afectada por agentes de cambio como el calor, generando que se pierda su estructura, desnaturalizándose.

La carne posee proteínas que están organizadas en diferentes niveles, que al exponerla al calor se produce una ruptura de los puentes de hidrogeno que unen las cadenas, posibilitando que esta interactúe de diferente manera con otras sustancias o condiciones. Por otra parte pensar la carne como proteína y observar constantemente la pérdida de agua que sufre al momento de cocinarla llevó a reflexionar sobre el proceso de deshidratación – (OSMODESHIDRATACION) provocado por un agente de cambio como el calor o por la concentración de sales en la que se encuentra este acercamiento permitió reconocer que el músculo está formado por células en las cuales se dan estos procesos.

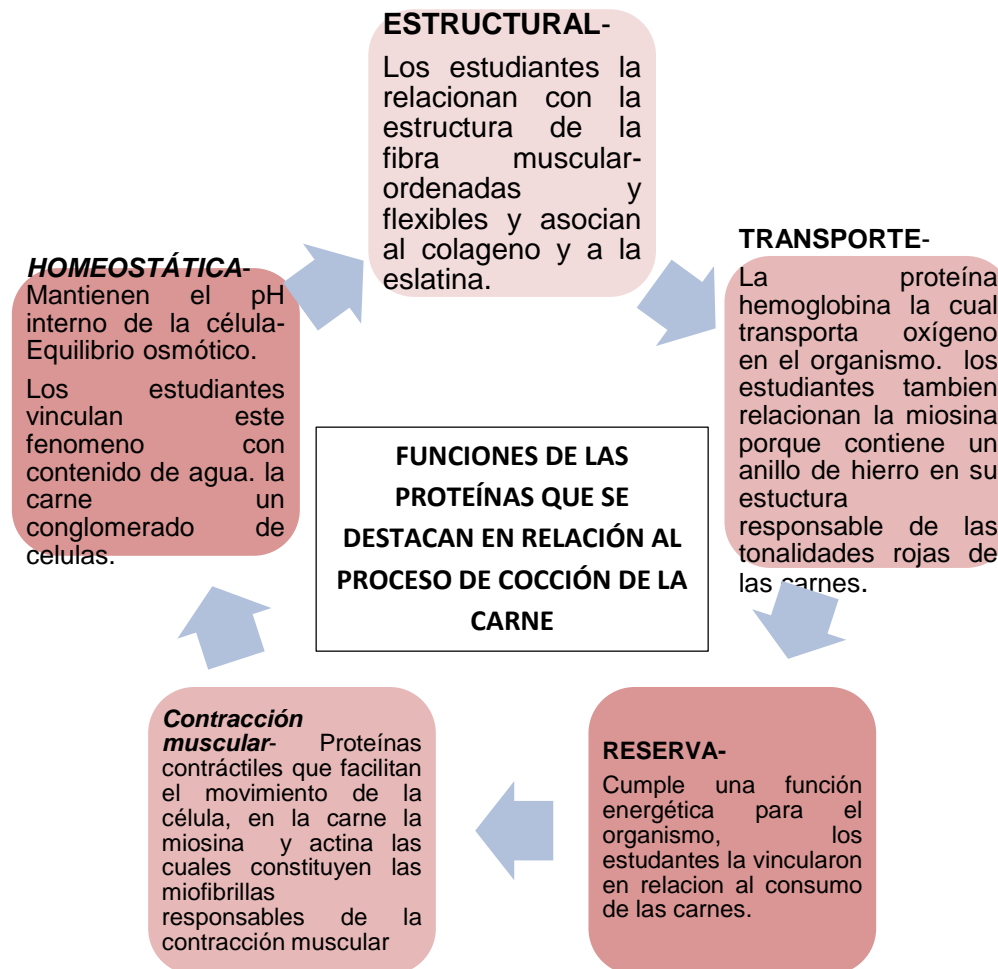


Ilustración 6: Funciones más relevantes que complementan las explicaciones del proceso de cocción de la carne según estudiantes de grado 11.

Antes de que los estudiantes relacionaran la pérdida de agua que sufre la carne durante el proceso de cocción con la célula, buscan dar explicaciones desde lo macroscópico, desde la fibra muscular que es lo más cercano a ellos, han indagado sobre la estructura de la fibra, han relacionado nombres de esta estructura como epimisio, perimisio y endomisio, he imaginado que dentro de estas fibra y miofibrillas deben existir pequeños canales o tubos diminutos que permiten la entrada y salida de agua, cuya circulación depende de la exposición a bajas o altas temperaturas- (en otras palabras la resistencia de la fibra a los cambios de temperatura), pues cuando esa resistencia es superada se provoca la salida de agua. Es de resaltar que en este punto los estudiantes no asocian la fibra como célula y que de igual forma imaginan que el agua está circulando por fuera de la fibra y por pequeños tubos dentro de la fibra o que simplemente las fibras se encojen y por ello sale agua, es más adelante durante el proceso que logran pensar la carne como célula.

Pensar la carne como célula y preguntarse por el contenido de agua permite que los estudiantes propongan diferentes experimentos en los que miden el contenido de agua antes y después de la cocción de la carne, cuyos datos fueron comparados con fuentes teóricas para llegar finalmente a mencionar que el contenido de agua oscila en un 70% a 80%, por otra parte también comparan contenidos de agua de diferentes tipos de carnes- (diferentes organismos o animales como ternero, vaca, cerdo y pollo), logran mencionar que el gran porcentaje de agua es el que le da suavidad a la carne, le cambia el sabor y finalmente lo relacionan con algunas industrias dedicadas a la venta de carnes las cuales manipulan estos contenidos de agua.

Debido a que los estudiantes no solo someten la carne a un proceso de cocción sino a diversos procesos como congelarla, les permite mencionar que es posible que las células de la carne se rompan y ello genere más rápido y en mayor cantidad la pérdida de agua al momento de la cocción, sin embargo se logra develar otra postura de los estudiantes, quienes mencionan que la célula no sufre rupturas, pues esta posee una estructura recubierta por una membrana celular, que posee unas características particulares de flexibilidad, selectividad y semipermeable.

En sus análisis identifican principalmente la función de **Intercambio** como el paso de sustancias entre el interior y exterior de la célula, al poner a deshidratar la carne con sal configurando la idea de permeabilidad de la membrana, al igual que la salida de agua por la presencia de condimentos, es decir variaciones en el medio.

Se refiere al paso de agua a través de la membrana, la cual es permeable solo con ciertas sustancias, esta permeabilidad es la que permite una cantidad de sales dentro y fuera de la célula. Debido a las observaciones que hacen los estudiantes durante todo este proceso asocian que en el caso de la carne las células de carne se encuentran en un medio exterior con mayor cantidad de sales, debido a la adición de condimentos o ingredientes, que la cantidad en el interior de las células de carne, lo cual refuerza el sabor de la carne, gracias a la pérdida de agua, provocando que una cierta cantidad de proteínas estén contenidas en un menor contenido de agua, sin embargo este proceso no es inmediato, mencionando que se necesita un tiempo prolongado para que se evidencie la salida de agua. Por lo tanto en estas condiciones el agua tiende a salir de la carne, aunque se logra evidenciar que los estudiantes no comprenden el significado de concentración al parecer lo asocian con la cantidad de sustancias dentro y fuera de la membrana, este fenómeno lo pueden evidenciar tanto porque la carne se arruga, pierde su color y disminuye su volumen- que no es solo agua lo que sale de la carne sino miosina diluida en agua, ya que esta es una proteína soluble en el agua. Adicionalmente este suceso lo asocian con la cotidianidad mencionando que es por ello que los chefs al inicio de la cocción de la carne hacen un proceso de sellado, el cual consiste en cerrar los bordes de la carne para evitar la salida de los jugos, proteínas y nutrientes, lo cual posibilita un mejor sabor de la misma, finalmente que el uso de sal para generar la deshidratación es un proceso habitual para la conservación no solo de carne sino de otros alimentos.

La deshidratación de la carne se da básicamente por los condimentos utilizados como la sal o por la acción del calor. En el caso en el que la carne se encuentra en contacto con la sal, “se origina un flujo de salida de agua desde el interior de las células de carne al exterior, para igualar las cantidades de agua en los dos lados de

la membrana” mejorando el sabor de la carne y ayudando a una futura conservación. En este sentido los estudiantes reportan la deshidratación de la carne por medio de pérdida de agua, peso o volumen de un trozo de carne y la velocidad con que la carne se deshidrata la asocian principalmente a la cantidad de un agente externo ósea la sal, la temperatura y el tiempo en que este sometida la carne a estos dos factores. Finalmente los estudiantes mencionan que la deshidratación de la carne, relacionada principalmente con la cantidad de agua dependen de los siguientes factores: cantidad de sal dentro y fuera de la célula, la temperatura interior y exterior de la célula, la presión y la capacidad de la membrana para promover el paso del agua al exterior.

Finalmente el nivel: Interacción de las sustancias, este nivel es construido por los estudiantes gracias a las observaciones grupales, socializaciones en el aula y consultas en bibliográficas las cuales relacionan con los cambios que se hacen evidentes en la carne, puntualizando específicamente en las sustancias denominadas proteínas que han ido surgiendo en el desarrollo del proceso como mioglobina, miosina, elastina, actina y colágeno. Las cuales fueron caracterizadas y expuestas a la acción del calor para observar en detalle sus cambios- en este sentido se proponen las siguientes preguntas ¿Cuál sería la caracterización de las proteínas involucradas en la cocción de la carne? y ¿Qué cambios sufren estas proteínas con la acción del calor? Y finalmente ¿Cómo explicar esos cambios? Sin dejar de lado la interacción con otras sustancias que inicialmente los estudiantes denominaron condimentos o ingredientes los cuales fueron resignificando a través del proceso de cocción de la carne, denotándoles unas características particulares que permitieron que los estudiantes los clasifiquen como diversas sustancias que no solo interactúan con otras sustancias, provocando el cambio sino cambiando ellas mismas.

Explicaciones de los estudiantes en relación a la pérdida de agua que sufre la carne en el proceso de cocción

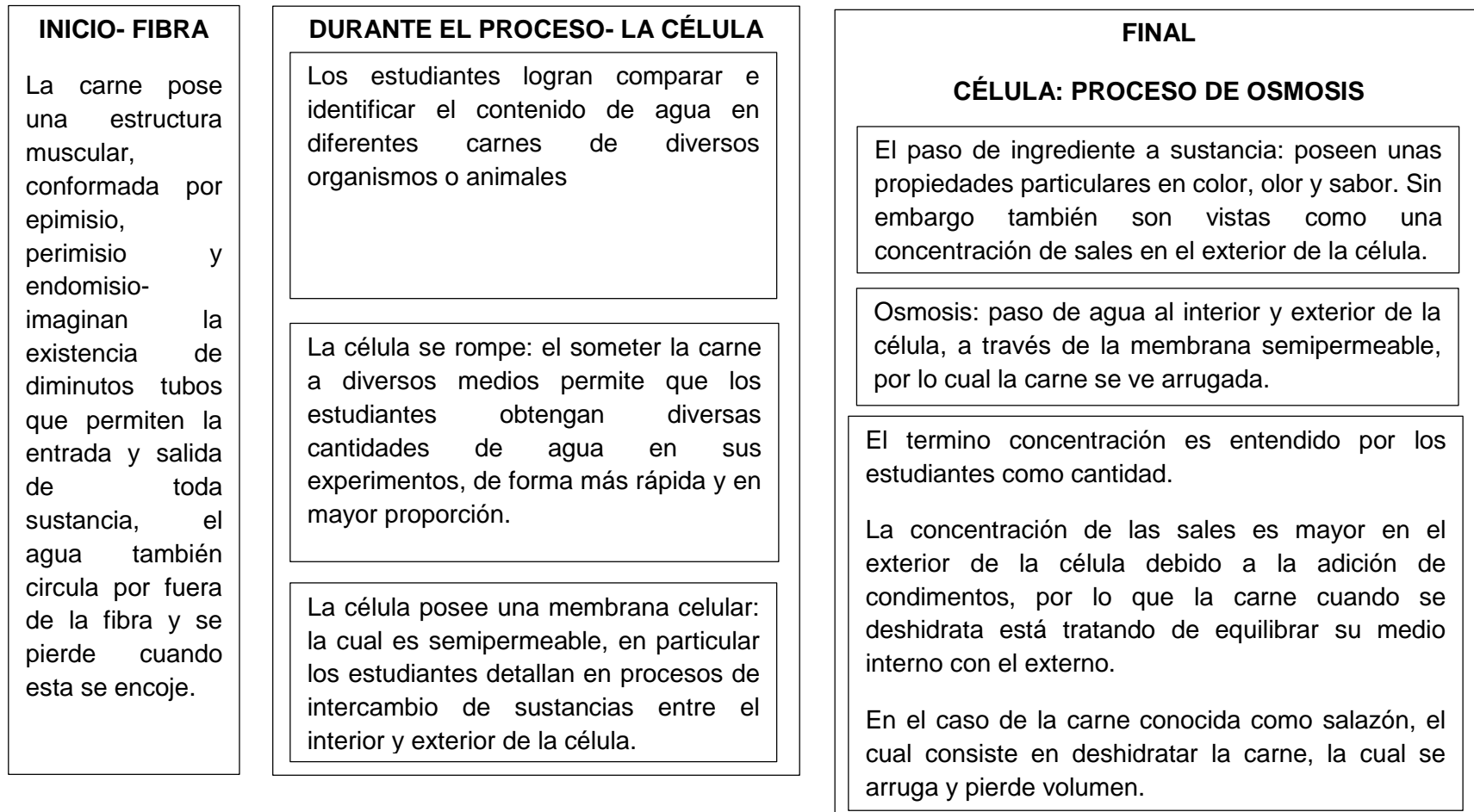


Gráfico 1: Explicaciones construidas por los estudiantes en relación a la pérdida de agua que sufre la carne durante el proceso de cocción.

Los estudiantes encuentran en sus búsquedas bibliográficas que la actina y miosina están en grandes cantidades en la carne y reconocen que estas cumplen funciones en el movimiento muscular. La miosina genera fuerza y movimiento es por ello que las células musculares especializadas en la contracción muscular, pertenecen a músculo esquelético- estriado, el cual está constituido por miofibrillas de filamentos gruesos- (miosina) y filamentos delgados- (actina), formando cadenas contráctiles denominadas sarcomeros lo cual da una apariencia estriada en el músculo esquelético. Sin embargo los estudiantes también relacionan otras proteínas como la titina y nebulina, que ayudan a mantener la estabilidad del músculo, sin entrar en mayor detalle de estas.

El colágeno es visto como componente que recubre y une las fibras musculares y al cocinar la carne este se rompe, puntualizando en que es la temperatura la hace que las fibras de colágeno se rompan, igualmente logran asociar las siguientes características al colágeno: es una proteína estructural fibrosa, de color blanco que hace parte de los tejidos como tendones particularmente en el caso de la carne con los tejidos que recubren la fibra muscular, el cual es parecido una tela casi transparente lo que les permite afirmar que es por ello que el colágeno mantiene unidas las fibras musculares, adicionalmente hacen relación a un tipo de aminoácido la prolina, responsable de la rigidez y resistencia de la fibra y a otro tipo de aminoácido denominado glicina.

Antes de seguir con la una descripción breve de las proteínas se hace necesario aclarar cuál es la diferencia entre proteínas fibrosas y globulares.

Las proteínas fibrosas poseen varias cadenas de aminoácidos ordenadas, resistentes e insolubles en agua, entre ellas los estudiantes clasifican al colágeno porque a simple vista pueden notar una especie de fibras apiladas sobre sí mismas. Por otra parte, las proteínas globulares, están constituidas por una o varias cadenas de aminoácidos, que se organizan de forma esférica o globular, desempeñando diferentes funciones, entre ellas: proteínas transportadoras (hemoglobina y mioglobina).

Mioglobina es una proteína globular que se encuentra en el tejido muscular, almacena y facilita la distribución de oxígeno al músculo, cuya función los estudiantes la asocian cuando el animal está vivo pues mencionan que cuando se tiene únicamente el pedazo de carne este ya no cumple la función, indican adicionalmente que según la información consultada contiene un grupo prostético, denominado grupo hemo que permite la oxigenación y desoxigenación de forma reversible, que contiene hierro II en el centro. Otra proteína que surge a propósito del proceso de cocción de la carne es la hemoglobina de carácter cuaternario la cual se encuentra en la sangre, aunque a esta los estudiantes no le mayor importancia, si destacan su función como transportadora de oxígeno.

Por último, la elastina una proteína muy parecida al colágeno, porque hace parte al igual que este del tejido conectivo, contiene los aminoácidos glicina, prolina y valina. Responsable de la flexibilidad, en otras palabras la suavidad de la carne está asociada a la estructura y composición de las proteínas que las conforman, contracción muscular, muerte del animal, maduración y manejo industrial de la carne. Sin embargo los estudiantes asocian dicha suavidad de la carne directamente con altas cantidades de la proteína elastina o de agua, aclarando que mientras la carne contenga altas cantidades de elastina la carne es más dura.

En el gráfico 2 se resume la caracterización que hacen los estudiantes de las proteínas de la carne, en particular desde la función que cumple cada una de ellas, ya sea como responsable de la contracción muscular, suavidad o rigidez de la carne o como transporte de oxígeno vinculando directamente esta última característica al color de la carne.

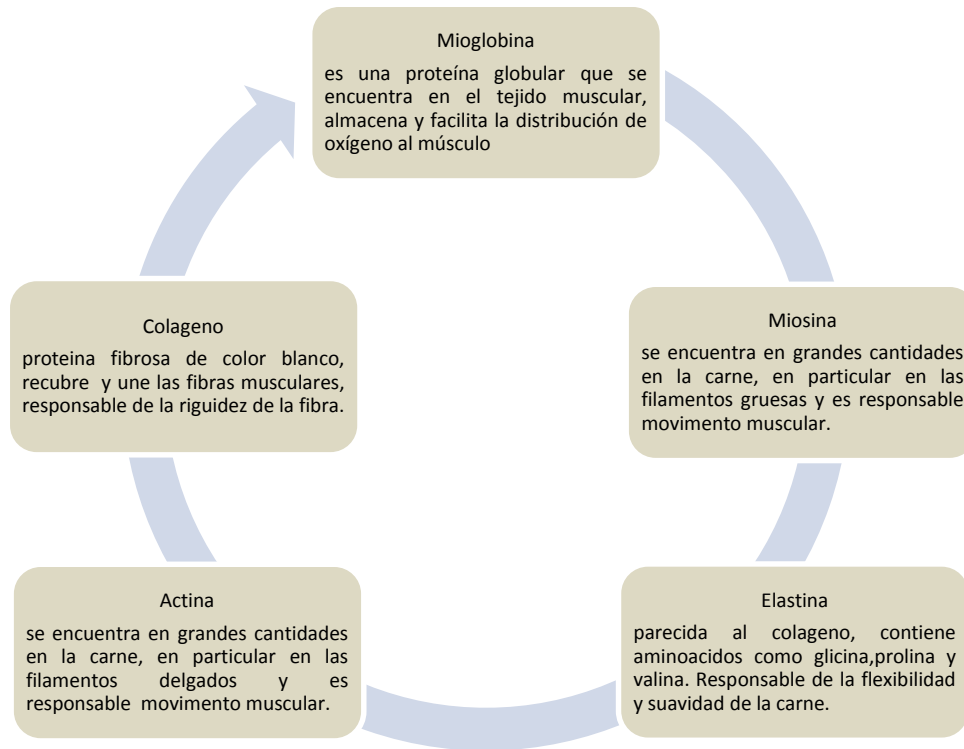


Gráfico 2: Caracterización de las proteínas en relación a su función

Es muy importante resaltar que los estudiantes se centran en los nombres particulares de cada proteína y que ello permitió que reflexionaran sobre la función principal que cumple cada una de ellas, lo cual es muy interesante porque a partir de ello es que empiezan a relacionar el cambio y construir posibles explicaciones.

Los estudiantes han identificado que el colágeno es responsable de la rigidez de la fibra muscular, lo cual indica que la carne es dura y que para ablandarla como ellos dicen se necesitaría mayor tiempo de exposición al calor con una alta temperatura, superando la resistencia que el colágeno tiene al calor y finalmente provocando su ruptura y así generando que la carne se más blanda. Otra de las construcciones que logran en relación al colágeno es que debido a la rigidez de esta proteína es difícil la entrada de condimentos a su interior por ende la ruptura de este facilitará dicha entrada de sales, lo cual es probable que ocurra en el momento de cocción. Finalmente el colágeno es relacionado a la elastina debido a su estructura y función pues como se mencionó anteriormente esta última es responsable de la flexibilidad

y suavidad de la carne gracias a la cantidad que se encuentre en el trozo de carne por lo tanto los estudiantes le atribuyen la misma explicación.

En el caso de la actina y miosina responsables de la contracción muscular los estudiantes logran comprender que mientras la carne esté cruda esta es más fácil de contraer gracias a las altas cantidades que posee de estas dos proteínas, sin embargo cuando se expone al calor estas proteínas pierden su función lo cual genera que la carne ahora se vuelva rígida, igualmente aclaran que entre más tiempo se someta la carne al calor esta se volverá mucho más rígida no solo porque se alteró la estructura de estas proteínas ocasionando la pérdida de esa función sino también por la pérdida de agua.

Finalmente, los estudiantes logran comprender que el paso de oxígeno en la carne es gracias a la mioglobina, lo cual se ve reflejado directamente en el color de la carne desde el momento en que se sacrifica al animal, hasta el momento en que se cocina la carne, identifican que la carne al inicio posee un color más vigoroso un rojo brillante mientras que con la acción del calor esa tonalidad cambia a una coloración purpura y finalmente en tonalidades marrones u oscuras.

Por otra parte es importante aclarar que las sustancias externas utilizadas son denominadas por los estudiantes inicialmente como ingredientes aceite, sal, ajo, achiote y algunas especias como tomillo. Los cuales están vinculados a lo cultural, más adelante piensan en dichos ingredientes como sustancia porque les otorgan propiedades particulares como color, olor, sabor y en algunos casos como el achiote desinflamatorio y desinfectante, el ajo que aparte de poseer un fuerte olor es también un antioxidante, el orégano ablanda la carne, la sal absorbe la humedad del medio. Más adelante empiezan a tener en cuenta cantidades y calidad de los productos utilizados, infiriendo que ello tiene implicación en el cambio de la carne al momento de cocción, sobretodo en la pérdida de agua de la carne. Finalmente logran construir la siguiente premisa: igual que en la carne los ingredientes también sufren un cambio por los mismos agentes como el calor, al igual que la carne estos también pierden humedad y cambian de color y sabor, logran comprender que dependiendo el medio en el que se encuentre la carne, en este caso en un medio

lleno de ingredientes o concentrado en diferentes sustancias que entran en interacción con la carne, provocan que el agua de la carne salga más rápido y en mayor proporción.

5.2. Formas de comprender la sustancia:

Esta categoría es una de las más importantes, pues al igual que la anterior sustenta el paso de comprender la carne como: un músculo, organizado con fibras musculares apiladas una sobre otras, las cuales contiene muchas sustancias, entre ellas proteínas. En este sentido le permite comprender al estudiante que la carne no solo está compuesta por una sustancia (proteína) sino un conglomerado de sustancias (diferentes proteínas, grasas, vitaminas, minerales, agua, entre otras). Es necesario aclarar que esta noción surge a propósito de las consultas en fuentes de información realizadas por los estudiantes socializadas en los conversatorios, sin embargo se profundizará en las proteínas que han sobresalido durante todo el proceso (mioglobina- miosina), al igual que en el contenido de agua, en el cual los estudiantes prestan mayor interés, explicado finalmente desde la parte celular.

Una vez construida la idea de que la carne posee variedad de sustancias entre ellas proteínas y agua, se empieza a dar explicación en relación a: ¿cómo es la interacción de esas sustancias cuando se someten a proceso de cocción de la carne? sustancias afectadas por agentes de cambio como el calor, pH, condimentos como la sal. Aunque en este nivel no se tenía como objetivo principal pensar cómo actúan estos agentes de cambio en las sustancias que posee la carne, sino más bien entender como comprenden los estudiantes la sustancia en particular la proteína para dar paso a cómo se desnaturaliza ya que más adelante se enfocará únicamente en la acción del calor en dichas sustancias. Sin embargo se hace necesario pensar en los diferentes aspectos que permitieron describir ¿Cómo se da el proceso de cocción en la carne? ¿Qué sustancias posee la carne? ¿Cuáles son las proteínas? y ¿Qué nivel de organización poseen las proteínas?

En el gráfico No 3 se hace un resumen de los diferentes niveles de aproximación al fenómeno que el estudiante debe ir superando para poder comprender la transformación de las sustancias, dentro de las cuales se evidencia que es necesario aprovechar la percepción macroscópica que posee el estudiante para ir a lo microscópico en este sentido el estudiante inicialmente se ubica en un nivel macroscópico, busca comprender el organismo, luego el músculo, la fibra, para acercarse a un mundo microscópico el de la célula, para finalmente generar explicaciones en relación a la transformación de las sustancias.

Al inicio los estudiantes entendían la sustancia desde un término genérico derivada del hecho de pensar la carne como un alimento, sin embargo cuando este alimento es sometido a un agente de cambio como el calor y los condimentos, el estudiante empieza a pensar la carne como una sustancia e intenta dar explicaciones fundamentadas tanto en lo que observa como en la información que consulta, de igual forma al final el estudiante comprende que la carne no es solo una sustancia sino varias sustancias las cuales se ven afectadas y por tanto hay que buscarle una explicación coherente a cada uno de esos cambios, los cuales se deben sostener con argumentos frente a sus compañeros en las diferentes socializaciones.

La carne posee sustancias que sirven como alimento- Al inicio los estudiantes relacionan la carne como un alimento de gran importancia para el crecimiento del cuerpo, mencionan que posee sustancias que aportan nutrientes.

Sustancia compuesta genéricamente- Pese a que los estudiantes durante el desarrollo de la primera etapa de unidad didáctica mencionan compuestos generales como grasas, vitaminas, sales entre otras, se enfocan en mencionar la palabra proteína, cuya significación está asociada a lo nutricional.

Sustancia específica o particular- Los estudiantes reconocen que existe variedad de proteínas sin embargo detallan en proteínas particulares miosina, actina y mioglobina, debido a su abundancia en la carne, estructura y organización.

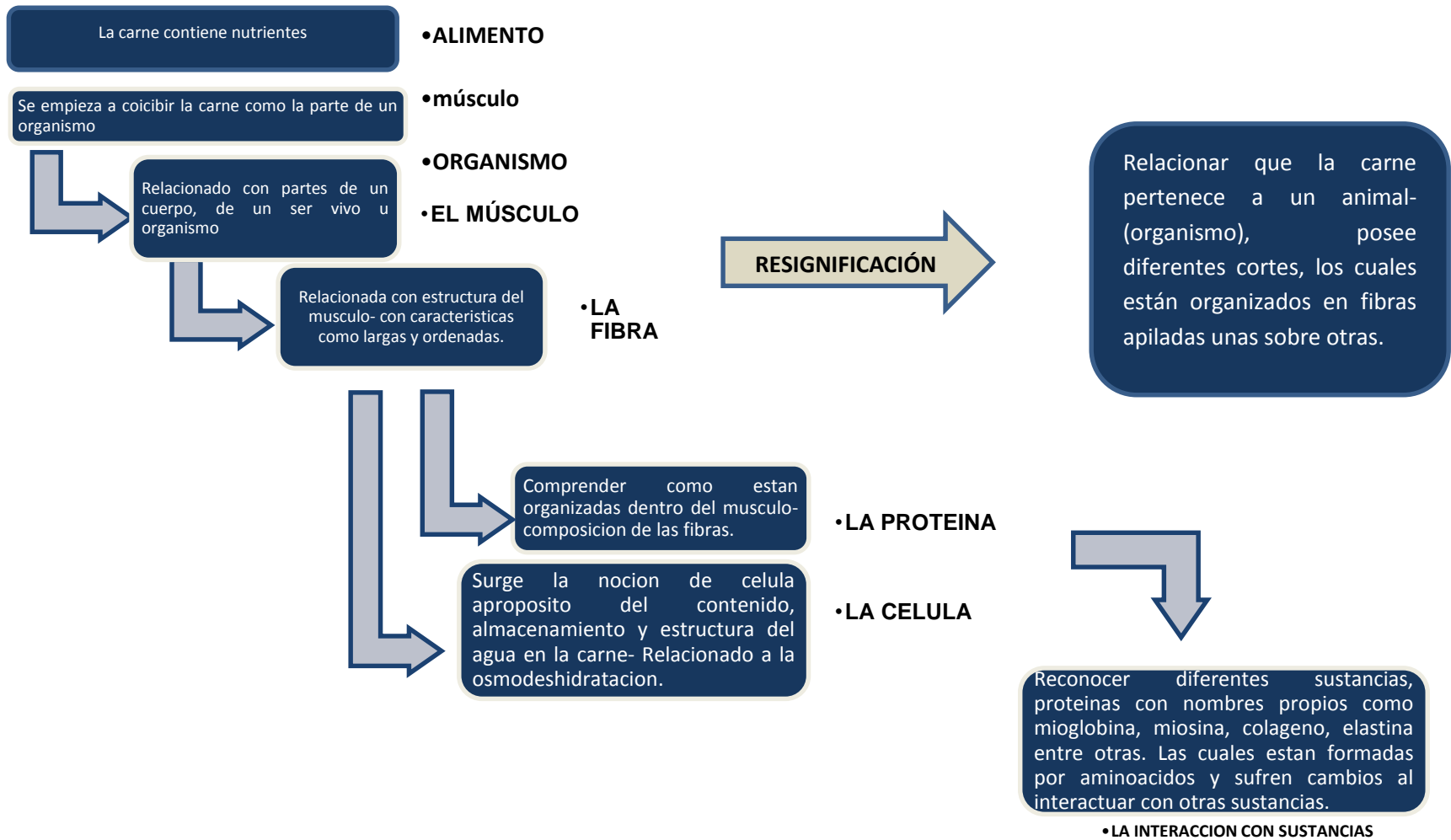


Gráfico 3. Diferentes etapas que el estudiante debe superara y relacionar para finalmente comprender la transformación de las sustancias.

En este sentido se puede decir que los estudiantes en algunos momentos se ubicaron en uno de estos niveles de sustancia, con la posibilidad de vincular los tres niveles o sencillamente que los fueran resignificando a través del proceso.

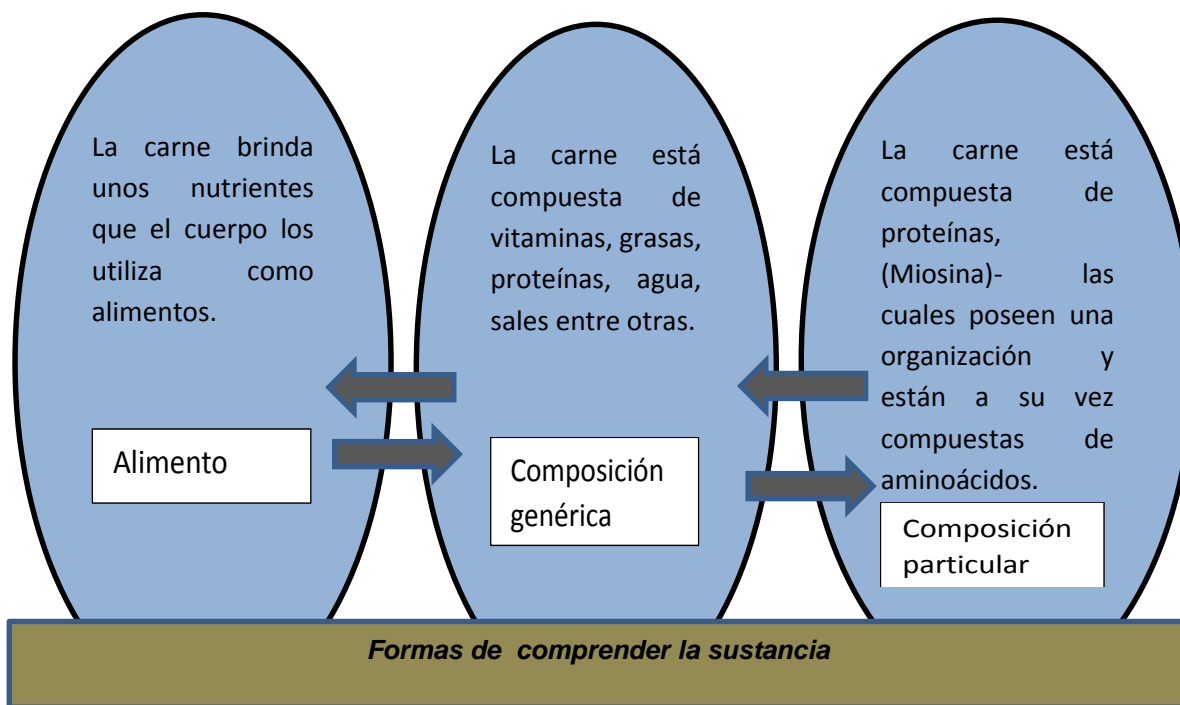


Gráfico 4: Diferentes construcciones que hacen los estudiantes en relación a ¿Cómo se entiende la sustancia durante el proceso de cocción de las carnes?

5.2.1. La carne posee sustancias que sirven como alimento:

Como se mencionó anteriormente la carne como alimento es vista desde su uso- (por ejemplo el lomo es muy suave y sirve para una serie de platos específicos como- (Muchacho relleno, Roast Beef, entre otros), gracias a que posee una serie de cualidades como flexibilidad, color, ternura, jugosidad y sabor (neutro) a comparación de otro corte del mismo organismo) la cual es vinculada por el estudiante como parte de un animal o específica a un corte del organismo y como un alimento que aporta nutrientes al cuerpo de ser humano.

En esta parte los estudiantes indagaron sobre el contenido nutricional de diferentes cortes de carne y de diferentes organismos o animales, logrando mencionar que es la carne de cerdo la que aporta mayor cantidad de calorías al cuerpo 293, seguida

del cordero 258 calorías, el pollo 16 calorías, vacuno 14 calorías y que igualmente estas tienen una cantidad de proteínas variada pues según las afirmaciones que hacen durante las socializaciones es el pollo quien aporta mayor cantidad de proteína siendo el vacuno el de menor aporte, descartan el cerdo ya que mencionan que esta carne contiene una cantidad de grasa mayor que las otras.

En este sentido los estudiantes Reconocen unas sustancias en genérico como nutrientes contenidos en la carne, pero no logran hablar específicamente de la forma como se encuentran en la carne, cuál es su estructura o como se relacionan unas con otras sustancias.

5.2.2. Sustancia compuesta genéricamente:

A partir de la información recolectada por parte de los estudiantes en diferentes fuentes de información, empezaron a relacionar diversos compuestos en la carne como grasas, vitaminas, minerales, agua y proteínas como miosina, actina, mioglobina, colágeno y elastina desde un carácter genérico.

Un carácter genérico significa que estos componentes carecen de significación, solo son nombrados como un grupo particular, sin entrar en detalle en relación a: ¿Cuáles grasas?, ¿Qué vitaminas?, ¿Qué minerales? o ¿Por qué se caracteriza cada uno de estos? Y ¿Cuál es su estructura o su organización?

Los estudiantes mencionaban de manera general que la vitamina que se encuentra en la carne es vitaminas del grupo B, algunos minerales como hierro, zinc, fosforo y potasio, al igual que mencionan que esta tiene un contenido de 18% en grasas y descartan totalmente un contenido en carbohidrato.

Dentro de esta composición genérica también se encuentran las proteínas, pues al inicio solo mencionan la palabra proteína dejando de lado que posee una estructura, una organización y cadenas largas de aminoácidos, que más adelante reconocerán y tratarán de modelar, evidentemente desconocen su estructura, aunque se ha filtrado la palabra desnaturalizar en su lenguaje durante el desarrollo de esta unidad.

Por otra parte desde esta composición genérica se logró identificar que los estudiantes piensan en ¿Qué compuestos poseen los ingredientes utilizados como por ejemplo el aceite, la sal y ajo? Ingredientes comunes en las recetas propuestas los cuales también fueron vinculados a los diferentes usos que le da una comunidad en su vida cotidiana.

El agua como sustancia fundamental de la carne siempre generó inquietud, una pregunta latente en el desarrollo de esta unidad fue ¿Cómo es posible que la carne posea gran cantidad de agua? ¿Que genera que el agua salga de la carne? y ¿cómo sale el agua de la carne durante el proceso de cocción? Para resolver estas preguntas se generó una pregunta general, que buscaba que los estudiantes no contestaran desde lo inmediato sino que propusiera diversas inquietudes y generaran por tanto diferentes explicaciones, ¿Dónde está el agua de la carne?-(Propuesto en el momento V)- En el desarrollo de este proceso se ha evidenciado que, durante la cocción de la carne esta pierde constantemente agua, lo que lleva a preguntarse cómo esta almacenada el agua dentro de la carne y por qué no se sale sin la aplicación de un proceso externo.

Para ello se propuso una lectura y un experimento en casa, sometiendo la carne a diferentes condiciones en las que finalmente el estudiante toma medidas del contenido de agua y las compara con la información teórica, inicialmente los estudiantes mencionan que la carne debe tener tubos que permiten tanto la entrada y salida de agua, que dichos tubos se deben cerrar y abrir sin embargo no dan cuenta de que activa el abrir y cerrar. Igualmente según información mencionan que encontraron representaciones de fibras musculares que poseen túbulos por los cuales circulan varias sustancias que es posible que ellos sirvan de escape al agua. Sin embargo como al ojo humano le es difícil ver estos túbulos el docente propone orientar al estudiante con un nuevo experimento, en el cual le permite comprender que la carne es un conglomerado de células, justificando desde una perspectiva microscópica la salida de agua al momento de cocción y relacionándola con las observaciones macroscópicas. Lo cual permite dejar de ver la carne como un contenedor de sustancias nutritivas y evidenciar que esta tiene una estructura y

organización particular, es decir que las sustancias que han identificado se encuentran en unos lugares particulares de esta estructura.

Por otra parte un aporte muy valioso que se resalta en los conversatorios es que el agua al ser un solvente universal no sale con sangre sino con una proteína llamada miosina soluble en agua y responsable del color de la carne, igualmente que la textura de la carne depende de su humedad, y que esta a su vez se pierde por la acción del calor o de los condimentos utilizados.

Igualmente asumen que el hecho de congelar y descongelar la carne antes de la cocción podría generar un cambio en los sabores de la misma. Por otra parte es de aclarar que aunque los estudiantes mencionaron la palabra proteína desde el principio solo es hasta la aplicación del último momento que relacionan con propiedad nombres y características de las proteínas.

5.2.3. Sustancia específica o particular:

pese a que durante el desarrollo de esta unidad y en la constante construcción de explicaciones por parte de los estudiantes salieron a flote varias proteínas como (miosina, actina, colágeno, elastina y mioglobina) y sustancias en particular como grasas, vitaminas, minerales, agua entre otras, los estudiantes se enfocan en dos sustancias particulares una es el agua debido al alto contenido de esta en la carne y la segunda es la proteína mioglobina debido a que es la responsable del cambio de color en la carne durante la cocción.

El agua permitió que los estudiantes comprendieran la carne como célula, la cual tiene un contenido de agua de 70% a 80%, siendo los organismo es más jóvenes los que poseen mayor contenido de agua, haciendo de su carne más suave, igualmente que el agua se encuentra en diferentes espacios de la célula, relacionando tanto una estructura para la célula como una estructura para el agua, *“El agua no solo está dentro de la célula sino fuera de la célula- existen tres tipos de agua en la célula que sean denominados intracelular, extracelular e intersticial”* Karoline señala: “Agua ligada (agua unida fuertemente a las proteínas miofibrilares como actina y miosina), agua atrapada o inmovilizada (se encuentra retenida en la

superficie de las proteínas miofibrilares) y finalmente el agua libre (se encuentra en el interior de las miofibrillas retenida débilmente por un fenómeno conocido como capilaridad) la cual se puede perder fácilmente si se aplica presión sobre la carne”, adicionalmente logran hacer aportes como es mejor comprar la carne sin estar congelada, pues el hecho de congelarla y luego descongelarla ocasiona que sus células se rompan y se pierda tanto agua como nutrientes.

Dentro del desarrollo de la propuesta de aula y en específico en el trabajo experimental, los estudiantes identifican una de las sustancias particulares en la cocción de la carne a la cual le dieron gran importancia la proteína mioglobina.

El color de la mioglobina en su estado natural es de color rojo o púrpura el cual depende del estado de oxidación Fe^{2+} , que durante el proceso de cocción de la carne es quien se oxida a Fe^{3+} y recibe el nombre de oximioglobina- por consultas de los estudiantes y según sus procesos de observación logran identificar que dicha oxidación se da por el oxígeno y que se promueve mediante la exposición del calor y los diferentes niveles de temperatura.

Para comprender un poco más lo relacionado con el estado de oxidación del hierro en los procesos de indagación que realizan los estudiantes se logra que asocien que el hierro está en altos contenidos en un organismo en este caso el animal, los estudiantes mencionan “el hierro está presente en todas las células de un organismo” Camila vinculándolo a almacenamiento y transporte dentro de la célula y desatacando dos tipos de hierro el primero como hémico u orgánico (el cual se encuentra en organismos de origen animal o carnes rojas como vaca, cerdo, entre otras en las proteínas hemoglobina y mioglobina) mientras que el segundo no hémico o inorgánico (encontrado en los alimentos de origen vegetal como los cereales).

En el gráfico No. 5 Propuesto por un grupo de trabajo, se vincula tres ideas importantes 1- no es sangre lo que sale de la carne al cocinarse es mioglobina y esta es la que determina el color de la carne rojo o púrpura porque contiene un anillo

de hierro, 2- la mioglobina cambia en el proceso de cocción y 3- la mioglobina contiene un anillo de hierro que es quien se oxida al momento de cocción.

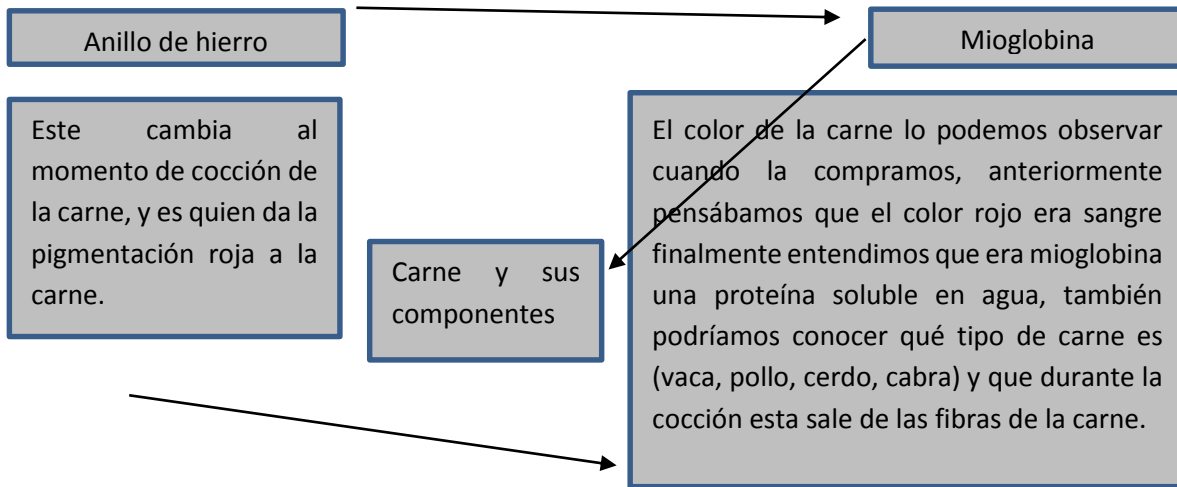


Gráfico 5: Mioglobina en relación a su anillo de hierro

Pese a que proponen diferentes estructuras de mioglobina, algunas desde su propia imaginación, otras desde lo simbólico de la química es predominante la idea que se ha expuesto en libros de texto y fuentes de información pues los estudiantes tratan de comprender dichas estructuras.

5.3. Niveles de organización de la proteína

Teniendo en cuenta que cuando se habla de la carne y de su proceso de cocción se parte inicialmente desde la cotidianidad y desde la información se resaltan las proteínas, sin embargo los estudiantes profundizaron en su estructura y en particular cómo es su desnaturalización. Como ya se había mencionado anteriormente se busca dar respuesta a la siguiente pregunta ¿Cómo configuran los estudiantes la proteína?, ¿Qué elementos o que características les permite mencionar qué son las proteínas?.

Inicialmente la proteína es un alimento que necesita el cuerpo para crecer, luego vista como una proteína organizada, biomoléculas formadas por cadenas largas de aminoácidos, los cuales poseen nitrógeno, oxígeno, carbono e hidrógeno, lo que lleva a pensar que los estudiantes están involucrándose con una estructura de que conforma las proteínas, cuya estructura les permite cumplir unas funciones

particulares como estructural, transporte, reserva, homeostática y en particular para este grupo el de contracción muscular.

Estas están compuesta por una serie de aminoácidos, los cuales se caracterizan por tener un grupo carboxilo (COOH) y un grupo amino (NH₂), unidos unos a otros mediante enlaces peptídicos- (el cual es expresado por los estudiante como una unión de aminoácidos que se da gracias a la perdida de una molécula de agua, entre un grupo amino y carboxilo (CO-NH) siendo este último más estable). En este sentido las proteínas son grandes cadenas de aminoácidos con estructura tridimensional definida en el espacio, según fuentes de información que los estudiantes consultaron se logra dimensionar que una proteína puede contener entre cien y trescientos aminoácidos, por otra parte los estudiantes mencionan que estas poseen una conformación entendida como la disposición tridimensional en particular con los enlaces covalentes- (puente de hidrógeno, enlace disulfuro y agua).

Dentro de las construcciones que hacen los estudiantes y gracias a sus comparaciones teóricas se puede evidenciar que la carne posee proteínas tanto de estructura primaria, secundaria, terciaria y cuaternaria.

Estructura primaria- Para los estudiantes esta es la más sencilla porque consta de la unión de aminoácidos que forma una cadena larga, cuyos aminoácidos forman el esqueleto de la proteína permitiendo que esta se mantenga estable. Por otra parte mencionan que las proteínas se diferencian entre sí, por secuencia ósea diferente orden de ubicación del aminoácido y por el número de aminoácidos contenidos en ella.

Estructura secundaria- Los estudiantes la describen como la unión de dos cadenas largas de aminoácidos que contienen puentes de hidrogeno.

Estructura terciaria- Según las descripciones de los estudiantes esta estructura es básicamente la unión de tres cadenas largas de aminoácidos que contienen puentes disulfuro.

Estructura cuaternaria- son aquellas proteínas que se engloban así mismas, forman una especie de enrollamiento con su propia estructura.

Por otra parte los estudiantes se refieren a la organización de proteínas en la carne desde el punto de vista muscular, en este caso las proteínas están clasificadas como sarcoplasmáticas, las cuales están contenidas en un 29% en el músculo, puntualizando en una parte específica de este denominado el sarcómero, dentro de este se encuentra la mioglobina (muy abundante), las proteínas miofibrilares (en la cual la proteína globina está unida a un grupo hemo) y están en un 60%- proteína estructurales de la fibra muscular, clasificadas también como contráctiles (actina 20%- miosina 50%) y no contráctiles como la tropomiosina 4.5% (que es reguladora de la contracción y relajación muscular) finalmente destacan otras tipo de proteínas que no detallan sino de una forma nominalista proteínas como (conectina, niomesinina, nebulina, desmina, filamina, vimentina, cinemina dentro de las cuales destacan la proina que es la encargada de unir la miosina y actina la cual tiene un 5%).

Finalmente una organización de proteínas que se logra identificar es en relación a la célula, en la cual particularizan en el estroma el cual está ubicado fuera de la célula, corresponde al tejido conectivo, contenidas en un 15%, este tipo de proteínas son insolubles, fibrosas, las cuales se encargan de aportar dureza, forma y protección al musculo- (colágeno 95%, elastina 5% y queratina que no reportan un porcentaje).

En la tabla No. 6 se presenta la organización de proteínas, la cual es transcrita a partir de los aportes y escritos de los estudiantes, en la cual se resaltan características de las proteínas y aunque no se logran clasificar con los parámetros de primaria, secundaria, terciaria y cuaternaria, se evidencia un lenguaje más completo cuando se habla de estas. Igualmente se empieza a entender qué es la desnaturalización- (cualquier factor que modifica la estructura de la proteína, pérdida de estructura, una de las formas de evidenciar de manera observable la desnaturalización es cuando la mioglobina se coagulación).

Miosina y Actina	Proteína fibrosa o miofibrilar- longitud- 60 a 70% de abundancia en el musculo- adicionalmente salen a flote proteínas como la actina, tropomiosina y troponina que al igual que la miosina son de contracción rápida.
Mioglobina	Al parecer es pigmentada de color rojo, es la encargada de llevar oxígeno a las células musculares y entre más mioglobina en la carne esta es más roja, se compone de globina- tienen en el centro un grupo hemo al que puede unirse otro tipo de molécula generando su oxidación. Los estudiantes mencionan que poseen varias cadenas de aminoácidos, que
Colágeno	Es una proteína fibrosa que cuando se desnaturaliza es parecido a una gelatina, Los estudiantes mencionan que poseen varias cadenas de aminoácidos
Hemoglobina	La hemoglobina- posee una parte proteica denominada globina con una no proteica denominada grupo prostético, de color rojo que al entrar en contacto con el oxígeno toma una coloración rojiza oscura.

Tabla 6: Organización y caracterización de las proteínas elaborada por los estudiantes de grado 11

Por otra parte a lo largo del trabajo, los estudiantes han logrado anexar palabras nuevas en su construcción de argumentos, por ejemplo son más de ciento cincuenta proteínas involucradas en la composición de la carne, las cuales están distribuidas en espacios diferentes del músculo y en cantidades diferentes, es por ello que algunas se han mencionado más que otras, como es el caso de la actina, miosina y mioglobina mientras que otras no fueron eje fundamental en sus construcciones como la elastina y el colágeno.

Uno de los momentos aplicados en esta propuesta de aula recibió el nombre de ¿Sabías que la carne posee más de ciento cincuenta proteínas?, en cuyo momento no solo se identifica la presencia de proteínas, sino también la oxidación del hierro de la mioglobina, proponer la estructura de la mioglobina y apoyarse con lecturas relacionadas, para finalmente comprender la estructura de las proteínas y su desnaturalización.

Los estudiantes mencionan la existencia de proteínas fibrosas y globulares sin mencionar cuales corresponden a esta clasificación. Por otra parte las proteínas miosina y actina han tomado mucha importancia ya que estas son las que se encuentran en mayor proporción y por su característica de color y contractilidad respectivamente.

Los estudiantes logran comprender que la carne posee proteína, debido a que los resultados de sus experimentos son positivos para proteínas en diferentes alimentos como huevo, leche y gelatina comparados con la carne mediante el método xantoproteico y biuret.

5.4. *Las cualidades, el cambio y el proceso: permiten hablar de la transformación de las sustancias.*

Proponer a los estudiantes observar y caracterizar la carne permite evidenciar que aunque este es un alimento cotidiano existen muchos aspectos que los sorprende, pues antes no habían centrado su mirada en él como objeto de estudio. Al realizar la cocción de la carne inicialmente los estudiantes caracterizan la carne mencionando diversas cualidades como:

Textura- Relacionada con el tacto del estudiante, le otorgan calificativos como liso o rugoso dependiendo corte del animal.

Flexibilidad- Relacionada igualmente con el tacto pero también con un sentido de movilidad, moldeabilidad, adaptación y acomodación

Olor- Relacionado con el olfato- (Al parecer según manifiestan los estudiantes cada carne posee un olor diferente)

Color- Relacionado con las diferentes tonalidades propias de la carne de cada animal e incluso de sus cortes en particular.

Tamaño: Relacionado con el cambio de forma y volumen asociado a los procesos de cocción en cuanto a la pérdida de agua.

Humedad- vinculado directamente al contenido de agua que posee la carne, de hecho también es relacionado con la ternez de la carne pues según consultas de los estudiantes los animales más jóvenes poseen mayor contenido de agua.

Dureza: Es una cualidad que surge durante el proceso de la cocción haciendo referencia a que la carne cada vez se va poniendo rígida a la percepción de nuestros sentidos.

En la descripción de la carne el proceso de comparación posibilita otorgar otras características como el tamaño, forma y grosor de la fibra de la carne, pues el compararla con diferentes cortes y con diferentes carnes de animales, evidencian cambios en estas características. Es desde estas cualidades que los estudiantes empezaron a percibir el cambio e intentaron darle explicación y a su vez estos cambios permitieron centrar la atención en el proceso de cocción, en los tiempos utilizados y condiciones necesarias para que ocurran estos cambios. En este proceso la organización y sistematización de la información realizada por los estudiantes a través de tablas, juega un papel importante pues les permite identificar cambios relevantes en algunas cualidades desde donde emergen preguntas sobre por qué cambia, qué ocurre, qué es lo que cambia, entre otras.

Al principio los estudiantes solo se limitan a los cambios iniciales como color, olor y sabor pero durante el proceso, no solo mencionan las sustancias de la carne las cuales están involucradas en relación al cambio como el agua y las proteínas, sino también a los ingredientes utilizados, los cuales son caracterizados desde un lenguaje cotidiano (olor, sabor, aroma), o científico (antioxidante o absorbente), desde su uso común, cuyos ingredientes dejan de ser ingredientes para pensarse como sustancias que aportan al cambio de la carne y que al igual que esta también cambian como la sal, el ajo y el aceite.

La Textura de la carne cambia, después de cocinar esta es más rugosa, su **Flexibilidad-** ya no es la misma ahora es más rígida, **Olor** es más agradable, **Color** toma tonalidades cafés. **Tamaño y humedad básicamente** el volumen de la carne cambia debido a la pérdida de agua ocasionando que esta sea más **Dura y rígida.**

Los cambios permiten centrar la mirada en distintos eventos como por ejemplo la deshidratación de la carne, se plantea que en este evento la fibra pierda su tamaño allí los estudiantes construyen su explicación no desde la carne como un trozo de carne sino como un conglomerado de células las cuales albergan agua, estableciendo un puente entre lo microscópico y lo macroscópico, pues intentan resolver una cuestión que observan a nivel macroscópico y argumentar su explicación desde lo microscópico.

La deshidratación de la carne es muy importante porque aunque es claro que el agua se evapora, los cambios se hacen más evidentes cuando el contenido de agua se va perdiendo en el transcurso del tiempo y dependiendo del nivel de temperatura, sin embargo una de las construcciones más importantes que hacen los estudiantes es que en el proceso de cocción de la carne no se debe dejar la carne totalmente sin agua, pues tendría un sabor desagradable y sería como comerse una suela de zapato.

Otro punto de vista que los estudiantes tienen en cuenta para explicar los cambios que sufre la carne al momento de cocción es la reacción de Millard, expresando básicamente que el cambio de color de la carne se debe a una serie de reacciones químicas que se resumen con el nombre de Millard, destacando igualmente que es muy importante la oxidación de la mioglobina en el cual la carne sufre un pardeamiento no enzimático, que involucra directamente la mioglobina produciendo diferentes tonalidades marrones, cuando esta proteína es alterada en su estructura por la acción del calor, aspectos que dan relevancia a dos elementos centrales en la configuración de la idea de transformación de las sustancias y que son las condiciones y el proceso.

En este sentido la contrastación de las cualidades de la carne antes, durante y después de la cocción permiten al estudiante no solo determinar los cambios de las cualidades sino hablar de unos eventos, procesos y condiciones como: tiempo, pH, deshidratación y particularmente en la temperatura, aspectos que como se mostró en el apartado anterior, permiten pensar en diferentes niveles de organización y

composición de la carne posibilitando la construcción de la idea de transformación de las sustancias.

Así por ejemplo al establecer la relación del mundo macroscópico (lo que el estudiante puede observar y percibir con sus sentidos) y el mundo microscópico (explicaciones que construyen los estudiantes apoyados en la teoría, gracias a que piensan la carne como un conjunto de células y en proceso de deshidratación que sufre por agentes externos), se genera que los estudiantes identifique nuevos conceptos, resignifiquen sus ideas, adquieran nuevo lenguaje, que aporta a la construcción de sus explicaciones.

El proceso de cocción de la carne ahora no solo se enfoca en el momento de la cocción, los estudiantes vinculan otros momentos como la muerte del animal en donde hablan del rigor mortis- cese de oxígeno en el músculo del animal, evidenciado con cambio de color de rojo a púrpura vinculado directamente a la oxidación de la mioglobina, otro momento es la procedencia o tratamiento de la carne antes de cocinar como por ejemplo el hecho de ser congelada pues para los estudiantes es posible que se genere una ruptura de fibras musculares o una ruptura de la membrana celular, lo cual evidenciaría un cambio de sabor en la carne, más bien una disminución o pérdida de sabor por la pérdida de sales de la carne.

Adicionalmente durante este proceso los estudiantes observan cambios de color que pueden ser controlados por la cantidad de calor suministrada, el tiempo de exposición de la carne al calor que es un factor determinante en su color, sabor y olor al final de la cocción, igualmente estos dos factores cantidad de calor y tiempo influyen en la pérdida de agua que sufre la carne, cuya pérdida la reportan en porcentajes, alterando igualmente el producto final (carne cocinada en relación a textura y cualidades anteriormente mencionadas.) permitiendo que el estudiante comprenda este proceso como un sistema.

A continuación algunas construcciones que se logran develar en el desarrollo de la propuesta de aula las cuales dejan ver que los estudiantes comprenden el hecho de cocinar carne como un proceso:

- ✓ “La composición química y el estado original de la carne pueden verse afectadas por un determinado proceso, en el cual se involucra el tiempo”
- ✓ “La carne sometida a un proceso que involucre calor sufre no solo unos cambios químicos sino físicos, los cuales mejoran sus características sensoriales”
- ✓ “El proceso de cocción de la carne aumenta su digestibilidad, al igual que ocasionan la muerte de microorganismos dañinos para el ser humano”

Por otra parte dentro de este mismo proceso se logra rescatar una serie de términos que empiezan a vincularlos en su lenguaje explicativo:

- ✓ **Concentración:** Asociado a la cantidad de sales, nutrientes y minerales que tiene la carne o simplemente a la costra que se forma en la carne mediante la adición de condimentos cuando esta se cocina.
- ✓ **Salazón:** Asociado a la adición de sal o variedad de condimentos a la carne, otro término utilizado por los estudiantes es salmuera.
- ✓ **Fuente de calor:** Los estudiantes mencionan que una fuente de calor es el fuego y que este calor es transmitido por medio de una parrilla, horno o sartén a la carne.

Al igual que el pensar en los condimentos desde su origen sin entrar en detalles más profundos, dentro de esos condimentos, ingredientes o sustancias mencionan los siguientes:

- ✓ **Aceite:** Los estudiantes la clasifican como una grasa de origen animal o vegetal, en el trabajo de aula utilizaron por lo general aceite de oliva.
- ✓ **Ajo:** Allium Sativum- familia liliáceas.
- ✓ **Cebolla:** Allium Cepa.
- ✓ **Orégano:** Origanum Vulgare - provee de sabor y amor.
- ✓ **Pimienta:** Originaria de la india, usada desde la antigüedad y es cultivada en zonas tropicales como Asia.
- ✓ **Sal:** Son cristales pequeños de color blanco (Cristalinos), soluble en agua, se utiliza como condimento y conserva de alimentos.

Este proceso sistemático permite ver el cambio como el paso al pensar la explicación de transformación de las sustancias, en donde pese a que aparecen varias sustancias desde una perspectiva nominal se resaltan sustancias particulares como la mioglobina, (ver imagen No. 20) una proteína que da explicación al cambio de color en el proceso de cocción, ya que esta se oxida y se transforma en un nuevo producto oximioglobina, aunque la reacción que se presenta está muy ligada a la información, se destaca que los estudiantes identifican estructura y cambio en la estructura de la proteína cuando se desnaturaliza, lo cual se puede evidenciar por los cambios en las cualidades o caracterización inicial de esta proteína. Estas reflexiones permiten que el estudiante construya una explicación alrededor del fenómeno observado, que piensen en que dichos cambios no son repentinos o que simplemente se transforman de la nada sino que detrás de todo este proceso sistemático y complejo se generan una serie de cambios, se identifica una serie de estructuras relacionadas con los compuestos en particular con las proteínas que cambian en el proceso configurándose la idea de transformación de las sustancias.



Imagen 18: Estructuras de mioglobina propuesta por los estudiantes de grado 11- Colegio Bachillerato Patria en la cual se evidencia cadenas de largas, unión de dichas cadenas y se muestra un anillo de hierro en el centro de la mioglobina.

La estructura de la mioglobina permite que los estudiantes identifiquen el cambio desde una perspectiva gráfica, desde una imagen en la cual se puede evidenciar el cambio en la estructura, una reorganización que finalmente da cuenta del color del producto final.

Se parte del cambio desde una perspectiva macroscópica sabor, color, olor, textura y desde el evento continuo que es la pérdida de agua a razón de la temperatura y el tiempo, lo que permite generar pregunta desde ¿Qué es lo que cambia?, ¿Cómo

cambia?, indagando sobre cualidades, características de la sustancia, generando al final de todo este proceso explicaciones en relación a la desnaturalización de proteínas y porcentaje de humedad reportado como perdida durante la cocción y explicado a nivel celular.

La elaboración de explicaciones gira en torno a la desnaturalización de proteínas que son las responsables de color, olor y sabor, sin embargo se puntualiza en la mioglobina, que es la responsable particular del color, la actina y miosina que es responsable de la rigidez de la carne, los ingredientes que son sustancias que igualmente se ven afectados por agentes de cambio como el calor y el tiempo cuyos cambios son observados durante el proceso y se hacen más evidentes al final del proceso, en el cual aparece un lenguaje más técnico en las socializaciones de los estudiantes, el cambio ya no es un simple cambio es la puerta a la explicación de transformación de las sustancias en la cual se relaciona nuevas palabras como coagulación de proteínas en el caso de la miosina y el colágeno, cambio de estructura como es la mioglobina o reorganización de las estructuras de las proteínas.

Para la identificación de mioglobina en la carne- no se encontró una prueba que haga la identificación puntual, sin embargo se utilizó tiocianato que permitió que los estudiantes identificaran el hierro existente en la mioglobina de res, pollo y cerdo- en agua sustraída de la carne con un día de anticipación, agua cruda, baño maría y agua hervida. Con cuyo experimento se logró que es estudiante reflexionara sobre el cambio que sufre el hierro de la mioglobina si el agua es calentada a baño o que sencillamente se oxida el hierro ocasionando la desnaturalización de la proteína. Por otra parte se evidencia la importancia de la experimentación en el aula, la cual genera verdaderas construcciones en torno a un fenómeno por parte de los estudiantes.

Es en este momento sale a flote el término coagulación de la proteína (Actina y Miosina) gracias al aumento de temperatura, provocando que la carne adquiera firmeza o el colágeno que recubre las fibras musculares el cual se desnaturaliza, mientras que las construcciones de los estudiantes en torno a la mioglobina se

evidencian argumentadas desde una relación con las fuentes teóricas, a continuación algunas construcciones de los grupos de trabajo *“La mioglobina es una proteína muscular de estructura cuaternaria formada por una cadena polipeptídica unida al grupo hemo, el cual contiene un átomo de hierro, su función es transportar oxígeno a los músculos”* (Camila), *“La mioglobina es la responsable del color rojo en la carne, pues entre más mioglobina contenga la carne será más rojo”* (Johan), sin embargo un estudiante en particular se refiere a *“Las proteínas al calentarse sufren cambios en su estructura, las uniones de aminoácidos se rompen”* (Cristian) *“La mioglobina es de forma globular, soluble en agua mientras las proteínas fibrosas son alargadas como el colágeno y son insolubles en agua”* como se puede evidenciar los estudiantes abarcan una caracterización puntual de dichas proteínas y empiezan a relacionar la información con el objeto de construir una explicación argumentada en relación a la transformación de las sustancias.

En el siguiente párrafo se logra percibir que los estudiantes después de hacer una caracterización de las proteínas buscan involucrar términos como reacción para intentar explicar que la transformación de las sustancias en la carne se debe a un proceso de coagulación. *“Entre las reacciones más comunes está la coagulación de la proteína responsable de la contracción muscular, la misiona, que coagula a los 50 °C, lo que hace que la carne adquiera firmeza, al mismo tiempo liberan moléculas de agua y esta es la causante de los jugos iniciales que desprende la carne al ser cocinada”* (Daniel). Al alcanzar la temperatura de 60 °C otras proteínas empiezan a coagular y la carne se va poniendo cada vez más firme, cuando se alcanza una temperatura en el intervalo de 60 °C y 65 °C la carne libera muchos jugos y encoge apreciablemente, cuyos cambios se producen debido a la desnaturalización del colágeno en las células.

Los estudiantes logran comprender que durante la cocción no hay ruptura de aminoácidos ya que mencionan que dichas rupturas se llevan a cabo en el momento en que se consume la carne gracias a los jugos estomacales, igualmente que el color de la carne permite identificar en qué estado de maduración esta la carne, contiene el grupo hemo al estar vinculado con el oxígeno forma oximioglobina de

color rojo brillante, mientras que si no tiene dicha unión ha formado deoximioglobina un rojo purpura y finalmente cuando se ha oxidado el hierro la carne es de color rojo pardo.

Otra apreciación que surge en el grupo es que la carne puede variar la tonalidad del color rojo de brillante a pardo y que este color depende de la mioglobina la cual es en parte proteína que contiene un anillo de porfirina con un átomo de hierro en el centro, el cual es un agente que al oxidarse determina el color de la carne y ya que el oxígeno esta adherido a este en diferentes concentraciones porque en el organismo hay diferentes músculos los cuales necesitan diferentes cantidades de mioglobina se puede ver que los músculos de un mismo organismo son de tonalidades diferentes por el tipo de ejercicio que realizan.

Finalmente analizar el evento de la coagulación en el proceso de cocción de la carne es otro aspecto que posibilita comprender el proceso de transformación de las sustancias pues los estudiantes puntualizan en que la proteína pierde su estructura y que ello lo pueden evidenciar en que ahora la carne es más rígida, dura o con fibras firmes. Inclusive mencionan que el transformar la sustancia es desestabilizar la proteína en el caso de la carne, porque finalmente se está coagulando la proteína, que es debido a ello que las fibras se encojen o que en otros casos se rompen dependiendo del tipo de proteína y del proceso al que fue sometida pues en este se involucra el tiempo y la temperatura a la que la carne sea expuesta.

Los estudiantes entienden el término coagular en dos sentidos uno en relación al momento en que muere el animal, mencionan que no hay bombeo de sangre, por lo tanto la sangre se concentra en la cabeza del animal, sin embargo en los tejidos del animal, su carne o desde una perspectiva más cercana al estudiante en las fibras queda sangre la cual contiene mioglobina una proteína soluble en agua, la cual queda retenida en las fibras por un efecto denominado capilaridad. La otra perspectiva es que la mioglobina también puede coagularse por el calor al que es sometida como en el caso de la cocción de la carne, en este caso la mioglobina disuelta en el agua se vuelve espesa deja de ser líquida, el agua se evapora y la mioglobina ahora es sólida.

En resumen se puede decir que en este apartado: Construcción en el aula, se involucró en gran medida las observaciones y participaciones de los estudiantes, quienes resignifican totalmente lo que se comprende en la actualidad en relación a la transformación de las sustancias, ya que terminan vinculando nuevos niveles de aproximación al fenómeno que desde una enseñanza tradicional sería impensable. Estos niveles de organización como ya se habían mencionado anteriormente fueron denominados como: alimento, organismo, músculo, proteína, célula e interacciones, que en consecuencia permitieron que el estudiante de explicaciones a cambios macroscópicos desde relaciones microscópicas, por medio de la adquisición de argumentos que dan cuenta de las diferentes formas de comprender la sustancia (compuesta o específica), organización de las proteínas, sustancias que pueden clasificarse como primarias, secundarias, terciarias o cuaternarias. En fin todo ello llevo al estudiante a comprender el fenómeno de la transformación de las sustancias de forma deferente, no solo desde las cualidades sensibles (textura, flexibilidad, color, olor, humedad) sino a través de procesos más complejos como la deshidratación de la carne, desnaturalización de las proteínas en particular la mioglobina y un leve acercamiento a las reacciones de Maillard.

6. REFLEXIONES FINALES

Se concluye que los elementos que permiten que los estudiantes construyan explicaciones para dar cuenta de la transformación de las sustancias a propósito de la cocción de la carne son dos, el primero en relación con los conceptos disciplinares enmarcados en la química y la biología que dan cuenta de la carne como alimento, organismo, músculo, fibra, célula y proteína y el segundo el cual vincula aspectos pedagógicos relacionados con las concepciones espontaneas que poseen los estudiantes, el nivel de abstracción que alcanza cuando interactúa con un fenómeno determinado, la observación detallada y controlada de proceso.

Trabajar este tipo de propuesta (vinculada con la cotidianidad del estudiante) ha puesto en evidencia que se puede subsanar la brecha existente entre la química y la realidad próxima del estudiante, pues sirven tanto a docentes como una herramienta de apoyo para modificar los modos de enseñanza como a los estudiantes permitiéndoles que sean ellos mismos quienes construyan y argumenten nuevos conocimientos en relación a eventos cotidianos. En este sentido se hace indispensable desarrollar este tipo de propuestas con el propósito de indagar sobre qué y cómo construyen los estudiantes la idea de transformación de la sustancia.

El permitirse enseñar un concepto base para la química como la sustancia y sus transformaciones desde este tipo de propuestas que vinculan el contexto, vivencias y experiencias del estudiante a un fenómeno complejo, hace que tanto el estudiante como el docente aprenda. En este sentido los procesos de enseñanza se vuelven reflexivos, promueven el diálogo, no tienen límites de espacio tiempo o contenidos simplemente siguen un curso natural que los lleva a la exploración autónoma.

Esta propuesta le permitió al estudiante desmitificar el paradigma de ciencia complicada, alejada de su realidad ya que le permite construir en grupo, como un ser social, crítico y reflexivo argumentos que dan cuenta de un fenómeno en

particular como es el caso de la transformación de las sustancias, en donde necesariamente debe apoyarse no solo desde la visión explicativa que ofrece la química sino desde otras posturas que deben ser complementarias como la cultura, las creencias, lo disciplinar de la física y la biología.

Durante el desarrollo de esta propuesta se evidenció que resalta la importancia de conocer esos sucesos que dieron lugar a organizar lo que en la actualidad se conoce sobre la transformación de la sustancia, pues permite la reflexión sobre las prácticas docentes, sobre la necesidad y aplicabilidad de la química en contextos cotidianos. Al recocer las diferentes formas de explicar en la historia de las ciencias se abre la posibilidad de validar diferentes rutas explicativas en el aula en las que la sustancia y sus transformaciones pueden ser entendidas desde perspectivas distintas, pero además centrando la atención en diferentes aspectos como la naturaleza eléctrica de la materia, combinación de las sustancias en proporciones definidas expuestas en la teoría atómica de Dalton, que adicionalmente fueron enriquecidas con experiencias como las de Volta en donde se le otorgo un carácter eléctrico a la materia, polaridad, electronegatividad, afinidad que conllevo a denominar lo que hoy se conoce como enlace químico.

La realización de esta actividad investigativa sobre ¿Qué elementos permiten que los estudiantes construyan explicaciones que den cuenta de la transformación de las sustancias a propósito de eventos cotidianos como la cocción de la carne?, es posible establecer las siguientes reflexiones sobre el papel que juega la Maestría en Docencia de las Ciencias Naturales en la formación profesional docente, la resignificación de fenómenos que por lo general se enseñan desde las argumentaciones particulares de la química (explicados desde un punto de vista complejo, aburrido, poco comprensible o de manera poco atractiva) dejando de lado las construcciones propias de los estudiantes, el descubrir por sí mismos, comprender los procesos desde una perspectiva sistemática que vincule y relaciona multiplicidad de conceptos desde lo biológico, químico, cultural, entre otros que se logran identificar en esta investigación en el aula.

En este trabajo en particular se identificaron seis momentos en los cuales se resaltaron diversas concepciones, en las que se transita desde el uso o función del material estudiado, en nuestro caso como alimento, que al preguntarse qué le ocurre en la cocción lleva adentrarse en otros niveles como la identificación de la constitución del músculo, las fibras musculares, las células, las proteínas y los aminoácidos en una especie de zoom al interior de la carne desde el nivel macro hasta el micro. En este sentido la sustancia emerge como una materialidad con cualidades como color, olor, sabor, textura, composición, estructura y posibilidades de cambio de acuerdo con unas condiciones e interacciones de entender el cambio y vincularlo a lo biológico y lo químico, para poder construir diferentes explicaciones en relación a un determinado fenómeno.

Por otra parte la aplicación de este trabajo permitió reflexionar sobre la labor como docente, el pensar en cómo abordamos la explicación de un determinado tema en el aula, como promovemos los conocimientos disciplinares -en particular de la química-, qué estrategias diseñamos y utilizamos en pro de facilitar la construcción de explicaciones, en donde debe prevalecer el observar un fenómeno, el registro detallado de los cambios, el promover no solo lo cuantitativo sino lo cualitativo, escuchar a los estudiantes en sus diferentes socializaciones, escritos e informes que dan cuenta de que no solo el profesor es el que enseña sino que aprende junto con los estudiantes y finalmente establecer ese puente entre lo macroscópico y microscópico.

El construir la explicación de transformación de las sustancias a propósito de la cocción de la carne desde un punto de vista sistémico, permite evidenciar que este tema estructurante en la enseñanza de la química, no solo consiste en explicarlo simplemente representado en el tablero de forma simbólica, sino pensarlo como cercano a las vivencias del estudiante, lo cual refleja que el hablar de la transformación de la sustancia no solo debe limitarse a una explicación o a la información de un libro más bien debe complementarse con las socializaciones del estudiante y sus propias explicaciones.

Es de resaltar que el trabajo autónomo realizado por parte de los estudiantes les permitió consolidar que significa explicar y construir la explicación de un fenómeno desde un punto de vista sistémico, donde existen un proceso, condiciones, relaciones e interacciones, lo cual resalta la importancia de la actividad experimental, proponiendo nuevas condiciones, controlando dichas condiciones y generando nuevos argumentos que exponen en las socializaciones en el aula.

En relación a las ventajas y desventajas del consumo de carne los estudiantes logran interiorizar que si bien es cierto la carne suministra proteínas a nuestro cuerpo, también puede traer consecuencias negativas al mismo como cáncer de colon por su consumo exagerado o por la forma en que se cocinó la carne, resaltando que el hecho de hacer quemar la carne -como ellos expresan coloquialmente “chamuscar” o ponerla directamente al fuego en especial sobre los 300 C genera sustancias nocivas para nuestro organismo que podrían producir cáncer.

Uno de los aportes pedagógicos está relacionado con el uso del lenguaje, pues mediante el desarrollo de este trabajo se evidenció que en la enseñanza de la química puntualmente lo relacionado con la transformación de las sustancias tanto el conocimiento cotidiano, como el lenguaje técnico que posee un gastrónomo, un cocinero y profesor en relación a los fenómenos que nos rodean, vinculan diferentes explicaciones.

Esta intervención en el aula permitió Integrar las ciencias a la cotidianidad del estudiante a propósito de la cocina, en el cual se vincularon conceptos estructurantes de la química como sustancia y las transformación de la sustancia, generando que la ciencia no sea vista desde una perspectiva de teorías establecidas sino como una construcción colectiva por medio de la realidad próxima de los estudiantes en donde el dialogo, debate y argumentación constante juegan un papel importante.

En relación a los aportes didácticos, los cuales surgen mediante el desarrollo de este trabajo, se favorece la construcción de transformación de la sustancia a partir

de los fenómenos observables, en un ambiente y espacio agradable que promueve el interés y comprensión por parte de los estudiantes.

En este trabajo se logró un acercamiento a la comprensión de qué es la sustancia, cómo se da la transformación de las sustancias, cuál es el proceso de transformación de la sustancia y bajo qué condiciones se da la transformación a propósito de un evento cercano a los estudiantes como es la cocción de la carne, en donde la observación juega un papel importante durante todo el proceso, no solo al inicio o al final, sino durante el desarrollo de la propuesta de aula, lo cual permite dar cuenta de la sustancia no como la sustancia en si misma sino en relación a sustancia en tanto se transforma, pues este hecho lleva a pensar en el interior de la materia, de que está hecha, observarla desde un todo, preguntarse por el medio, condición, organización, interacción y procesos, de los cuales han surgido variedad de modelos tratando de brindar una explicación en relación a la sustancia, surgiendo modelos continuo y discontinuo de la materia, sustancialista o atomista, en donde la materia puede tener o no propiedades como masa, forma, carga eléctrica entre otras que podrían dar lugar a la transformación.

El construir explicaciones permite avanzar en diferentes niveles de complejidad en relación a un contenido disciplinar, partiendo del desarrollo de la experiencia a través de un evento cotidiano como el cocinar carne para dar cuenta de las transformaciones que sufre la sustancia, en cuyo proceso surgen diferentes preguntas, descripción e interpretación de observaciones, que permiten generar nuevos modelos que permitan dar explicación a dicho evento, el cual empieza a promover la construcción de explicaciones, desde una mirada sistemática enfocada en los cambio, promoviendo la elaboración de un discurso profundo, completo y nada reduccionista de la ciencia, destacando que se permite que el estudiante piense la composición de las cosas, organización y estructura.

Tanto en la proposición como en el desarrollo de este trabajo, al igual que en el seminario transformación de las sustancias en donde surge esta investigación se

logra aportar en el diseño de alternativas pedagógicas y didácticas que permitan superar en parte el aprendizaje de la química por medio de la relación a eventos cotidianos que dan lugar a la construcción de explicaciones propias rompiendo con la memorización de terminologías, cálculos o simples reducciones de identificación sensorial de cambio químico.

Esta propuesta es un aporte a una de las grandes preocupaciones que ha permanecido durante la historia y aúnahora, en relación con la sustancia y las transformaciones de la misma, sin embargo hasta en este momento no existen respuestas satisfactorias a los posibles cuestionamientos que nacen a partir de las posibles situaciones a estudiar.

Como se puede evidenciar en este trabajo el conocimiento no es acabado al contrario en cada momento se va re-significando, pues al inicio los alquimistas dedicados a la búsqueda de la piedra filosofal, hablaban de transmutaciones de la materia, luego Aristóteles, habla de unos principios constitutivos de la materia relacionados con el aire, fuego, agua y tierra, de aquí también la noción de flogisto (aire fijo) y aire desflogistado, al igual que la noción de elemento, átomo, compuesto, en la actualidad se habla de racionalidad geométrica, matemática o filosófica de cualidades y cantidades en donde la observación juega un papel importante permitiendo preguntarse por qué las sustancias reaccionan unas con otras, que condiciones permiten que las sustancias se transformen, lo que lleva a comprender de forma más cercana el mundo de las sustancias, modificando a la vez las formas de proceder, de actuar, de hablar y de representar en el aula.

En relación al conocimiento nos permite pensar qué se está enseñando, muchas veces el profesor enseña sus creencias en el aula, hace que el estudiante memorice conceptos que fácilmente olvidará, limitando las posibles explicaciones que el estudiante pueda construir (ilustraciones y representaciones de contenidos abstractos). Por lo que en este trabajo se procuró replantear la enseñanza de contenidos desde la interpretación y la relación de con otras materias desde la comprensión, en cuyo caso se debe tener en cuenta dos aspectos lo disciplinar y el

otro una visión pedagógica. Pues los profesores no solamente se encargan de enseñar los contenidos disciplinares sino también generan prácticas que modelan contenidos, generan nuevas estrategias de enseñanza, buscan que el estudiante interprete, proponga ilustraciones e imágenes tratando de explicar los nuevos conocimientos construidos.

REFLEXIONES BIBLIOGRÁFICAS

Ariza, E. y Vargas, M. (2015). *Fenomenología de la transformación de las sustancias parte II*. Bogotá: Programa de Maestría en Docencia de las Ciencias Naturales, Universidad Pedagógica Nacional.

Ariza, E. y Vargas, M. (2015). *Fenomenología de la transformación de las sustancias parte III*. Bogotá: Programa de Maestría en Docencia de las Ciencias Naturales, Universidad Pedagógica Nacional.

Avogadro, A. (1811). *Ensayo sobre la manera de determinar las masas relativas de las moléculas elementales de los cuerpos y proporciones en las cuales entran estos compuestos*. *Journal de physique*. pp.58-76. Publicado en *Annales de physique, de chimie et d'histoire naturelle*. Consultado en: <https://www.uv.es/bertomeu/material/clasico/avogadro.htm>

Boyle, R. (1674). *Reflexiones sobre los experimentos vulgarmente propuestos para probar los cuatro elementos peripatéticos o los tres principios químicos de los cuerpos mixtos: Tomado de física y filosofía mecánica: Modulo III sobre transformación de las sustancias*. Madrid: Alianza Editorial

Campbell, J. (1963). *¿Por qué se producen las reacciones químicas?* *Chemistry Today*, OECD. [capítulo 8] pp. 81-163.

Carrizosa, E. (2012). *Propuesta de enseñanza de preconceptos sobre las funciones químicas inorgánicas para estudiantes de octavo grado en la institución educativa Santa Juana de Lestonnac*. [tesis maestría] Medellín: Universidad Nacional de Colombia. Recuperado de: <http://www.bdigital.unal.edu.co/9542/1/21938767.2013.pdf>

Castells, C. (octubre, 2011). *La nueva cocina científica*. *Investigación y ciencia: De la incertidumbre a la predictibilidad culinaria mediante la ciencia: el gran paso de la cocina del siglo XXI*. (421) recuperado de: <http://www.investigacionyciencia.es/revistas/investigacion-y-ciencia/cristales-gigantes-536/la-nueva-cocina-cientifica-9191>

- Castro. S., Ramos. V. y Huerta. A. (2012). *Uso de la termoestabilidad de la membrana celular para la estimación de la tolerancia al calor en maíz*. 37 (12). pp. 921-926
Venezuela: *interciencia*. Recuperado de:
<http://www.redalyc.org/pdf/339/33925592009.pdf>
- Chastrette, M. y Franco, M. (1918). *La Reacción Química: Descripciones e interpretaciones de los alumnos del liceo*. *Investigación y Experiencias Didácticas*, 243-245.
- Criado, A. (2001). *Química de la cocina: Un enfoque para maestros y maestras*. *Revista Alambique*, pp. 1-3.
- Córdova, J. (1990). *La química y la cocina*. Fondo de cultura económico.
- Dumrauf, A., Cordero, S., Mengascini, A. y Mordeglia, C. (2009). *La cocina de una investigación colaborativa: escenarios, escenas y algunos ensayos*. 12 (2). pp. 221-244. Bauru: *Ciencia y Educación*. Recuperado de:
http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1516-73132009000200001&script=sci_abstract&lng=es
- Garriz, A. y Reyes, F. (octubre-diciembre, 2006). *Conocimiento pedagógico del concepto de reacción química- Profesores Universitarios Mexicanos*. 11 (31). *Investigación Temática*. pp. 1175-1205. México: Consejo Mexicano de Investigación Educativa, A.C. Recuperado de: <http://www.redalyc.org/pdf/140/14003105.pdf>
- Sánchez. M. (Abril, 2008). *Cómo aprender ciencia cocinando: Ciencia en paella*. *Revista Química Viva*. 1 (7). Argentina: Universidad de Buenos Aires. Recuperado de:
<http://www.quimicaviva.qb.fcen.uba.ar/v7n1/sanchezquadix.pdf>
- Esqueda. D. (2006). *La química y la cocina*. México: Acta Universitaria Guanajuato DOI:
<https://doi.org/10.15174/au.2006.193>
- Díaz, A. (2008). *Estructura de una propuesta didáctica basada en la resolución de problemas de una perspectiva de investigación para la enseñanza del concepto de membrana celular*. Bogotá: Universidad Pedagógica Nacional.
- Bueno. E. *Aprendiendo química en casa*. (2004), 1 (1). pp. 45-51. España: *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*. Recuperado de:
<https://es.scribd.com/document/51548624/APRENDIENDO-QUIMICA-EN-CASA>

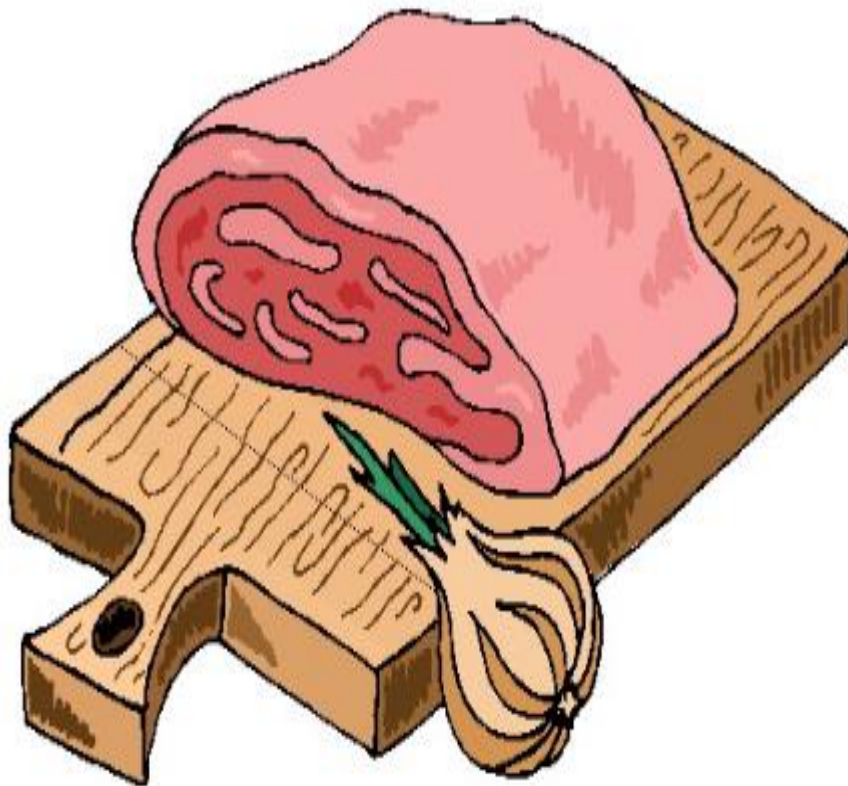
- Federación Empresarial de la Industria Química Española - FEIQUE. (2000). *La química y la cocina. España: Foro permanente química y sociedad*. Recuperado de: <http://www.quimicaysociedad.org/wp-content/uploads/materiales/archivo28.pdf>
- Ferrer. L. (s.f.). *Actividad del agua en alimentos: Pardeamiento no enzimático [fichas técnicas]*. Recuperado de: http://depa.fquim.unam.mx/amyd/archivero/9Awypardnoenz_14225.pdf
- Garritz, A. (2012). *Una secuencia de enseñanza/aprendizaje para la enseñanza de los conceptos de sustancia y reacción química con base a naturaleza de la ciencia y la tecnología. México: IX Congreso internacional sobre investigación*. Consultado en: <http://www.raco.cat/index.php/Ensenanza/article/viewFile/307303/397277>
- Gisella, H. (diciembre, 2007). *Actividad citotóxica y antioxidante de los productos de la reacción de Maillard de los sistemas D-Glucosa-Glicina y D- Glucosa - lisina.4 (73). Perú: Revista de la sociedad Química del Perú*. Consultado en: http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1810-634X2007000400005
- Glasstone, S. (1946). *La materia en la naturaleza: Manifestaciones de la materia. [Capítulo 1]*. Pp. 16-34. Recuperado de: <https://andoni.garritz.com/documentos/01-Garritz.pdf>
- Glossman, P. Suzzane W. y Lee S. (2005). *Profesores de sustancia: El conocimiento de la materia para la enseñanza. Revista de Currículum y Formación de Profesorado. 9 (2). pp. 1:25. España: Universidad de Granada*.
- Godoy R., Vilca M., Gonzáles A., Leyva V. y Sam R. (2007). *Saneamiento de la carne de llama (Lama glama) infectada con sarcosystis aucheniae mediante cocción, horneado, fritura y congelado. Investigaciones veterinarias, 18 (1). pp. 51-56*.
- Gómez. J., Mendoza. J. y Arbeláez. O. (2008). *Electrofisiología básica de la membrana celular del músculo y su analogía en el modelo hodgkin-huxley. 14 (38). pp. 329-334 Colombia: Universidad Tecnológica de Pereira*.
- González, J. (s.f.). *El paradigma interpretativo en la investigación social y educativa: Nuevas respuestas para viejos interrogantes. España: universidad de Sevilla*. Recuperado de: https://idus.us.es/xmlui/bitstream/handle/11441/12862/file_1.pdf

- González. M., Suárez H. y Martínez. O. (2009). *Análisis estructural de la carne de jamón durante el proceso de cocción y temperatura de almacenamiento*. pp. 1803-1811 Colombia: Universidad de Córdoba. Recuperado de: <http://www.redalyc.org/pdf/693/69312390004.pdf>
- Guzmán. C., Méndez. N., Romero. M., Sosa. P. y Trejo. L. (2005). *Estrategias para introducir el concepto sustancia y para distinguir el cambio químico del cambio físico en estudiantes de bachillerato. Enseñanza de las ciencias*. pp. 1-5. Recuperado de: https://ddd.uab.cat/pub/edlc/edlc_a2005nEXTRA/edlc_a2005nEXTRAp180estpar.pdf
- Anónimo. (s.f.). *La reacción de Maillard: Oscurecimiento no enzimático*. Recuperado de http://depa.fquim.unam.mx/amyd/archivero/07LareacciondeMaillard_20547.pdf
- Hernández, C. (2009). *Acción y efecto de la polioxidasa en la carne*. Universidad Pontificia Javeriana, 1:77.
- Jiménez. M. y López, R. (2010). *Química y Cocina: Del contexto a la construcción de modelos*. Alambiqui, pp. 1-12. España: Universidad de Almería. Recuperado de: https://chemistrynetwork.pixel-online.org/data/SUE_db/doc/27_alambique%20quimica%20y%20cocina.pdf
- Jiménez. G. y Flórez. I. (2015). *La ciencia como actividad cultural unidad I*. Bogotá: Maestría en Docencia de las Ciencias Naturales, Universidad Pedagógica Nacional
- Jiménez. G. y Flórez. I. (2015). *La ciencia como actividad cultural unidad II*. Bogotá: Maestría en Docencia de las Ciencias Naturales, Universidad Pedagógica Nacional
- Ortalli, A. y Ricatti, J. (diciembre, 2007). *La retroalimentación de la ciencia y la cocina*. (6). pp. 104-111. Argentina: Revista Química Viva. Recuperado de: <http://www.redalyc.org/pdf/863/86360304.pdf>
- Lavoisier. (1775). *Reflexiones sobre el flogisto*. Las Memorias de la Academia de Ciencias. Seminario transformación de las sustancias. Buenos Aires. EMECE editores S.A.
- Lavoisier, A. (1789). *Reflexiones sobre el flogisto*. Memorias de la academia de las ciencias: Seminario Transformación de las sustancias. Buenos Aires. EMECE editores S.A.

- Lavoisier, A. (1798). *Tratado elemental de la química, presentado bajo nueva orden y conforme a los descubrimientos modernos: Modulo III transformación de las sustancias*. Buenos Aires. EMECE editores S.A.
- Lavoisier, A. (2001). *Historia y Memoria de la química. Las tablas de afinidades, cohesión y afinidad química*. pp. 50-115. Buenos Aires. EMECE editores S.A.
- López, L. (s.f.). *Estructura de las proteínas, estabilidad conformacional y adaptabilidad: Desnaturalización de las proteínas*. Obtenido de Cátedra de Bromatología. Facultad de Farmacia y Bioquímica.
- Lupano, C. (2013). *Modificaciones de componentes de alimentos: Cambios químicos y bioquímicos por procesamiento y almacenamiento*. Serie: libros de cátedra. Argentina: Universidad Nacional de la Plata. Recuperado de: <https://www.biol.unlp.edu.ar/alimentosysalud/ModificacionesComponentes.pdf>
- Luque, M. (s.f.). *Estructura y Propiedades de las Proteínas*. Recuperado de: http://www.uv.es/tunon/pdf_doc/proteinas_09.pdf
- Luzardo, F. y Arteaga Y. (2012). *Selección y manejo de ilustraciones para la enseñanza de la célula: propuesta didáctica*. *Enseñanza de las ciencias*, 30 (3). pp. 1-14. Recuperado de: <http://www.raco.cat/index.php/Ensenanza/article/view/285694>
- Mammino, L. (2001). *Algunas reflexiones sobre la imagen de la química*. *Anales de la real sociedad española de química, Laboratorios de química: Aulas de química*, pp. 1-5. Sudáfrica: Universidad de Venga. Recuperado de: <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/867216.pdf>
- Merino, C., Olivares, C., Navarro, A., Ovalos, k., y Quiroga, M. (2014). *Tus competencias en ciencias en educación parvularia: ¿Nuestra cocina es un laboratorio químico?* *Didáctica de la química*, 25 (1). pp. 229-239. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0187-893X\(14\)70562-2](https://doi.org/10.1016/S0187-893X(14)70562-2)
- Merino, J. (2016). *Fisiología General: transporte a través de la membrana*. Universidad de Cantabria., pp. 1-14.
- Morin, E. (1994). *La complejidad y la empresa*. [incluido en *introducción a pensamiento complejo*]. Barcelona: Ed. Gedisa S.A.

- Quecedo, R. y Castaño. C. (2002). *Introducción a la Metodología de Investigación Cualitativa*. (14). *Revista de Psicodidactica*. pp. 5-39. España: Universidad del País Vasco/Euskal Herriko Unibertsitatea. Recuperado de: <http://www.redalyc.org/pdf/175/17501402.pdf>
- Rivera, J. y Lima, E. (2013). *Efecto desorbedor del metanol en la membrana celular*. 16 (2). pp. 93-97. *Revista especializada en ciencias Químico: Biológicas*, México: Universidad Nacional Autónoma de México. Recuperado de: <http://www.redalyc.org/pdf/432/43228901002.pdf>
- Salas, C. V. (2009). *La química en la cocina. Innovaciones y experiencias educativas*, 1-10.
- Sánchez. I. y Albarracín. W. (2010). *Análisis Sensorial de la Carne*. *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias*. 23 (2). pp. 2-14. Recuperado: <https://aprendeenlinea.udea.edu.co/revistas/index.php/rccp/article/view/324566/20781790>
- Guzmán Vazquez, C., Méndez Vargas, N., Romero Rodriguez, M., & Sosa Fernandez, P. y. (2005). *Estrategias para la introducir el concepto sustancia y para distinguir cambio químico y cambio físico en alumnos de nivel bachillerato . Enseñanza de las ciencias .*
- Hernandez Sampieri , R., Fernandez Collado , C., & Baptista Lucio , P. (1997). *Planteamiento del problema: objetivos, preguntas de investigación y justificación del estudio*. En *Metodología de investigación* (págs. 1-128). Mexico: Mc Graw Hill.
- Maya, E. (2014). *Métodos y técnicas de investigación*. Mexico : Universidad Nacional Autónoma de México .
- Molina, J. E. (2017). *Descripción de los términos idea previa, preconcepcion y concepcion alternativa o espontanea y su posible uso en las clases de química . Seres, Saberes y contextos, Vol. 2 N.º especial Bogotá, Colombia / ISSN 2500-8463 / pp. 90-96.*
- Sosa, M., Guzman, C., & Romero, N. (2005). *Estrategias para introducir el concepto sustancia y para distinguir el cambio químico del cambio físico en estudiantes de bachillerato. Enseñanza de las ciencias , 1-5.*
- Seguí, M. (s.f.). *Estructura y propiedades de las proteínas* Universidad de Valencia. Recuperado de: https://www.uv.es/tunon/pdf_doc/trabajo_matilde.pdf

- Vargas A., (2008). *Química y cocina: curso de otoño. Merkur.6 (496). Universidad Almería*
[recopilador] Recuperado de:
http://www2.ual.es/cursosdeotonno/ponencias/quimica_y_cocina.pdf
- Vargas. E., Rincón. C. y Reyes. E. (2004). *Formación de poro en membrana celular por medio de glicoproteína de secreción de virus de Ebola Zaire. 9 (2). pp. 43-48. Revista de la Facultad de Ciencias. Bogotá: Pontificia Universidad Javeriana.*
- Vásquez. S., Suárez. H. y. Zapata. S. (marzo, 2009). *Utilización de sustancias antimicrobianas producidas por bacterias ácido lácticas en la conservación de la carne. 36 (1). pp. 64-71. Revista Chilena de Nutrición. Recuperado de:*
http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0717-75182009000100007
- Villaveces, J. (1984). *El enlace químico en el siglo XIX. Academia de las ciencias exactas, físicas y naturales, pp. 76-97.*
- Villaveces, J., Cubillos, G., y Andade, E. (1983). *¿Es Dalton el padre de la teoría atómica? ICFES: Memorias de eventos científicos colombianos, 1-10.*



PROPUESTA DE AULA...

Transformación de la sustancia a propósito de la cocción de la carne

La transformación de las sustancias, involucra hablar del cambio que se puede evidenciar mediante la observación de un evento particular como la cocción de la carne, sin embargo, para poder llegar a comprender y relacionar esta categoría se hace necesario hablar primero de la sustancia, de la acción de las sustancias con otras, de las proteínas, de la célula, del músculo y de algunos elementos que dan cuenta de la transformación.

Transformación de las sustancias a propósito de la cocción de la carne.

REFLEXION –

Lecturas- artículos.

Experimento

Caracterización de la carne como sustancia- interacción con los ingredientes (sustancias)

Condiciones

Temperatura- tiempo- velocidad de reacción (acción de la sustancia en relación al calor)

COLEGIO
BACHILLERATO
PATRIA
GRADO 11
CIELITO MARCELA
ERASO

ANEXO 1. ACTIVIDAD “UN TROZO DE CARNE PERMITIÓ LA EVOLUCIÓN”

“UN TROZO DE CARNE PERMITIÓ LA EVOLUCIÓN”

La transformación de las sustancias aplicada a un evento cotidiano, como cocinar carne, permite que el estudiante genere sus propias explicaciones, replantee y organice sus nuevas explicaciones a medida que avance en la comprensión de conceptos abstractos como la sustancia y su transformación.

El objetivo de este primer momento es motivar e interesar al estudiante por la carne, hacer de ello un objeto de estudio que permita construir la categoría transformación de las sustancias en el transcurso del trabajo de investigación. Este momento está compuesto por dos sesiones de trabajo:

El primero propone lecturas que contienen información en relación a: La carne y el consumo humano y ¿Como el hombre paso a consumir carne cocida? - La primera actividad tiene como objetivo generar interés en el estudiante en relación a la cocción de la carne, enfocada en la importancia de la carne en la alimentación del hombre y el paso de la evolución.

El segundo momento en relación a la socialización de carteleras diseñadas por los estudiantes en las cuales expresen lo comprendido de la lectura y finalmente un tercer momento en el cual respondan una serie de preguntas relacionadas con cómo se imagina la estructura interna de la carne.

INSTRUCCIONES PARA EL TRABAJO DE LA SESIÓN NO. 1

Cada grupo de estudiantes debe estar conformado por cuatro integrantes, quienes recibirán una lectura y deberán cumplir la siguiente meta: leer detalladamente y construir un mapa mental, que recoja la idea principal del texto para finalmente socializarlo con los otros grupos de trabajo. -Tiempo estimado para esta actividad 45 minutos.

ACTIVIDAD

- ¿Cómo influyo la carne en la evolución del hombre?
- ¿Es posible consumir carne cruda en nuestra época? - ¿Qué crees que pasaría?
- ¿Por qué la carne es tan importante en la nuestra nutrición?

TAREA: PRÓXIMA SESIÓN

Pregunta en tu familia y personas cercanas ¿Que maneras, procesos o formas conocen de cocinar la carne? - Escoge una de esas formas de cocinar la carne y aventúrate en el mundo de la cocina, preparando la receta que más te gusto, propone un diagrama de flujo para la receta, luego registra el antes y el después de cocinar la carne, al igual que todos los cambios que observes durante el proceso, genera una tabla de resultados con esos cambios.

Nota: algunas sugerencias de cambio son: humedad, color, olor, textura, dureza, sabor, pH, temperatura, flexibilidad, entre otros. Finalmente piensa que explicación podrías dar a dichos cambios.

ANEXO 2: CUESTIONARIO COMO NOS IMAGINAMOS EL INTERIOR DE LA CARNE

COMO NOS IMAGINAMOS EL INTERIOR DE LA CARNE

El objetivo de esta actividad es conocer las ideas previas de los estudiantes, la imagen que poseen de musculo, fibra muscular y proteínas, mediante el siguiente cuestionario.

1- Como se imagina la estructura interna de un trozo de carne. _____

2- Dibujar diferentes fibras, entre ellas las que posee la carne.

3- De que está hecha la carne.

4- De que está hecha la fibra muscular- como podría ser su estructura interna

5- Como podría ser su estructura interna de la fibra.

6- Es posible que las fibras varíen si se utiliza cortes de un mismo animal.

7- Cuáles son las proteínas de la carne

8- Como creerías que es la estructura de las proteínas. _____

ANEXO 3. ACTIVIDAD- INTERACCIÓN CON LA SUSTANCIA: LA CARNE

INTERACCIÓN CON LA SUSTANCIA: LA CARNE

El objetivo de este momento es interactuar con la carne, hacer de esta un objeto de estudio que permita caracterizarla, por medio de la experiencia cercana, comprarla, condimentarla, cocinarla y degustar en familia su receta.

Se plantea actividades que les permitan a los estudiantes la visualización de los elementos que permiten hablar del cambio presente en la cocción de la carne, que posibilite generar explicaciones de dicha transformación de la sustancia y si hay una transformación que es lo que se transforma.

Teniendo en cuenta lo mencionado anteriormente se propuso a los estudiantes realizar la cocción de un trozo de carne en sus casas, realizar observaciones detalladas del proceso en relación al cambio que sufre dicho alimento y si es posible generar una explicación de lo que puede estar causando dicho cambio en la carne. Para orientarlos en la realización de esa actividad se propone que en grupos:

- Diseñar un diagrama de flujo que permita dar a conocer la receta utilizada para preparar la carne.
- Preparar la carne con base a la receta propuesta y registrar de forma fotográfica el proceso de preparación de la carne.
- Hacer registro de observaciones mediante tablas comparativas.
- Preparar una exposición de 10 minutos en la cual se muestre lo que se realizó en casa.

La tarea de los estudiantes era indagar sobre las diferentes formas de preparar la carne, proponer una receta, prepararla y registrar características iniciales y finales de la carne, al igual que los cambios observados.

Durante la clase se dará diez minutos para que organicen sus presentaciones y en cinco diapositivas muestren los avances al grupo.

Después de escucharlos se les entregara una lectura en la cual se les mostrara las diferentes clases de músculo que puede tener un animal, en este caso la vaca. Luego se entregará una parte del animal, para que sea consultado, indagado y cocinado- con la siguiente receta.

Actividad

1. Registrar en una tabla de datos, las características y cambios de la carne.
2. Proponer una segunda tabla en la cual se compare los dos cortes de carne utilizados.
3. Consultar sobre el músculo específico, tipo de músculo y composición química del mismo.

ANEXO 4. CUESTIONARIO PROPUESTO PARA LA LECTURA RELACIONADA CON EL MUSCULO.

RESPONDA LAS SIGUIENTES PREGUNTAS:

1- ¿Cómo relacionaría la lectura el músculo con las fibras musculares de los diferentes cortes del animal?

2- ¿Cuáles son las partes de la fibra muscular?

3- ¿Cuáles son los componentes de la fibra muscular?

4- ¿En el laboratorio pudo observar las células que conforman la carne?

5- ¿Pudo observar con nitidez la membrana de este tipo de células?

6- Describa la forma y longitud de los "hilos". Estos "hilos" ¿a que corresponden?

7- Enuncie su conclusión sobre las características particulares de las células del tejido muscular de carne.

8- ¿Qué clase de células ha observado?

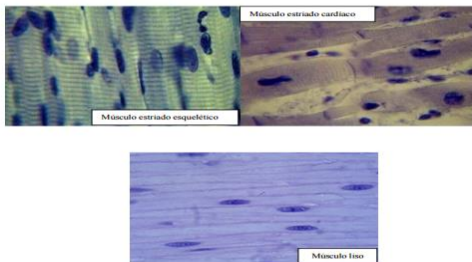
ANEXO 5. LABORATORIO OBSERVACIÓN DE LA CARNE

OBSERVACIÓN DE LA CARNE EN EL ESTEREOSCOPIO Y MICROSCOPIO.

TRAER POR GRUPOS DE 5 PERSONAS: 5 portaobjetos, 5 cubreobjetos, 1 gotero, 1 cuchilla o bisturí nuevo, 5 palillos, un vaso desechable, Porción pequeña de carne de res (lomo, pecho, cadera, chatas)- pollo, paño absorbente de cocina y jabón de manos.

INFORMACIÓN TEÓRICA

TEJIDO MUSCULAR: Presenta grupos de células especializadas para la contracción; son alargadas y se disponen en forma paralela. Los componentes de la célula muscular relacionados con la contracción son los miofilamentos de miosina y de actina.



PRIMERA PARTE

OBJETIVO:

- Hacer observaciones detalladas de la carne.
- Registrar las observaciones por medio de esquemas y tablas propuestas por el docente.

INSTRUCCIONES:

Ser detallado con las observaciones
Tomar nota de preguntas que le surjan Hacer los dibujos a lápiz

MATERIALES:

- Estereoscopio
- Microscopio óptico
- Portaobjetos y cubreobjetos
- Colorante azul de metileno

PROCEDIMIENTO 1.

1. Limpiar con alcohol el portaobjetos y cortar una delgada capa de carne cruda
2. Extender el material recogido sobre el portaobjetos.
3. Colocar una gota de agua y una de azul de metileno. (muestras con y sin azul de metileno)
4. Aplicar el cubreobjetos.

5. Observar al microscopio y dibujar las estructuras que observa. Observar los preparados incrementando progresivamente el aumento.
6. Observar la carne antes y después de cocinarla en el estereoscopio y microscopio. - Observar fibras en cortes longitudinales y transversales.
7. Usar los objetivos de mayor aumento para ver los detalles celulares del tejido muscular.
8. Diferenciar los distintos tipos de tejido muscular, compararlos y establecer las diferencias
9. Llenar la siguiente tabla tanto para la carne cruda como cocinada.

	Cerdo	Vaca	Res	Pez
Parte del animal				
Forma de las fibras musculares.				
Tamaño de la fibra.				
Color de la fibra.				
Flexibilidad				
Dureza				
Rigidez				
Textura				

Actividad:

1. Resaltar las similitudes y explicar detalladamente el ¿por qué de dichas similitudes en las diferentes carnes?
2. Proponer una representación que le permita comprender como es la fibra muscular.

PROCEDIMIENTO 2

Teniendo en cuenta las observaciones del primer laboratorio se hace necesario realizar nuevamente el laboratorio ajustando el tamaño de los cortes de carne al igual que el diluido del azul de metileno y el observar micropreparados de la Universidad Pedagógica Nacional, en los cuales hay variedad de tejido estriado y cortes muy delgados.

1. En una cápsula de Petri colocar un trozo de carne (pollo) en una gota de agua y con la aguja de disección separarla en “hilos” muy delgados.

2. Colocar unos "hilos" en un portaobjeto, cubrir con cubreobjeto y observar al microscopio.
3. A los "hilos" restantes colocarle Azul de Metileno, esperar 5 minutos, enjuagar y observar al microscopio colocando unos "hilos" en un portaobjeto y cubrir con cubre-objeto
4. Esquematice lo observado

Nota: De un trozo de carne de res cruda separa una membrana muy delgada. Corta unos tres milímetros. Agrega una gota de agua sobre el portaobjetos. Coloca la membrana de carne en el portaobjetos y luego el cubreobjetos. Observa al microscopio primero con el menor aumento y luego con el mayor aumento.

Llene las siguientes tablas.

CRITERIOS PARA LA OBSERVACIÓN	CARNE		Micropreparados
	RES	POLLO	1:8
Dibujo de lo observado en el microscopio			
Caracterización del tejido			
Cuál cree que sería la función de este tejido.			
Similitud entre los tejidos			
Diferencias entre tejidos			

COMPARE

	Res	Pollo
Parte del animal		
Forma de las fibras musculares.		
Tamaño de la fibra.		
Color de la fibra.		
Flexibilidad		
Dureza		
Rigidez		
Textura		

RESPONDA LAS SIGUIENTES PREGUNTAS:

1. ¿Pudo observar con nitidez las fibras musculares de los diferentes cortes del animal?

2. ¿Cuáles son las partes de la fibra muscular?
3. ¿Cuáles son los componentes de la fibra muscular?
4. ¿pudo observar las células que conforman la carne?
5. ¿Pudo observar con nitidez la membrana de este tipo de células?
6. Describa la forma y longitud de los “hilos”. Estos “hilos” ¿a que corresponden?
7. Enuncie su conclusión sobre las características particulares de las células del tejido muscular de carne.
8. ¿Qué clase de células ha observado?

ANEXO 6. LABORATORIO IDENTIFICACIÓN DE PROTEÍNAS

LABORATORIO IDENTIFICACIÓN DE PROTEÍNAS

MATERIALES:

IDENTIFICACIÓN DE PROTEÍNAS CON ACIDO NÍTRICO.

2 tubos de ensayo, gradilla, vaso de precipitado, mechero, malla de asbesto, pinzas, ácido nítrico, yodo o lugol, reactivo de Benedict, papel calcante, diversos tipos de carne y otras sustancias que contengan proteínas.

PROCEDIMIENTO:

- 1- Coloca un poco de clara de huevo en un tubo de ensayo, añade 5 gotas de ácido nítrico, caliéntalo directo a la flama o a baño de María. Observa la reacción y anota. Los alimentos que presenten esta misma reacción poseen alta concentración de proteínas. (realice este eoxperimento con la mayoría de muestras como leche, carne entre otras)
- 2- (Trocitos carne). Si es necesario agrega agua hasta cubrir la muestra, añade unas 5 gotas de ácido nítrico, calienta en baño de María o directamente a la flama, observa si hay reacción que indique presencia de proteínas.

IDENTIFICACIÓN DE PROTEÍNAS CON BIURET

La reacción de biuret la producen los péptidos y las proteínas, pero no los aminoácidos, ya que se debe a la presencia de enlace peptídico (-CO-NH-) que se destruye al liberarse los aminoácidos. Cuando una proteína se pone en contacto con un álcali concentrado, se forma una sustancia compleja llamada Biuret. Debido a dicha reacción fue que observamos que al agregar el reactivo sulfato de cobre mas solución de proteína precipito una coloración violeta. Quedando en el tubo una tonalidad azul cielo reacción positiva. Sin embargo precipitando a una coloración amarilla la reacción es negativa al no haber presencia de proteínas.

¿CÓMO SE LLEVA A CABO ESTA PRÁCTICA?

Se macera un trozo de carne, agregar agua, calentar hasta 40°C, luego agregar ácido etanoico 2M, extraer el líquido y depositarlo en el tubo de ensayo 1. A continuación, en el tubo 1, practicamos el ensayo de Biuret: este consiste en agregar 20 gotas de NaOH al 10% y luego agregamos 2 gotas de CuSO_4 al 1%. - Si es positivo violeta.

En el tubo 2, realizamos el ensayo Xantoproteico, que consiste en agregarle al sólido 10 gotas de HNO_3 concentrado - si es positivo anaranjado.

Tomado y acoplado de <http://dea.unsj.edu.ar/biologia1/musc.pdf>.

ANEXO 7. LABORATORIO IDENTIFICACIÓN DE HIERRO III EN MUESTRAS DE MIOGLOBINA DE POLLO Y DE RES

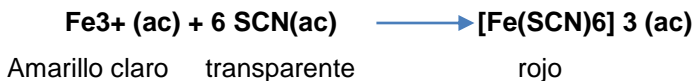
LABORATORIO

IDENTIFICACIÓN DE HIERRO III EN MUESTRAS DE MIOGLOBINA DE POLLO Y DE RES

OBJETIVO: Identificar el Hierro III en una muestra de mioglobina de pollo y de res cuando esta ha sido sometida al calor.

Reacción de tiocianato con tricloruro férrico

La reacción elegida es la formación del ión complejo hexakis(tiocianato)ferato (III), $[\text{Fe}(\text{SCN})_6]^{3-}$ de color rojo sangre. Este ión complejo se forma mezclando una disolución transparente de tiocianato de potasio, KSCN, con otra de cloruro de hierro (III), FeCl_3 , de color amarillo claro. Los iones tiocianato, SCN^- , reaccionan con los iones hierro (III), Fe^{3+} , dando lugar al ión $[\text{Fe}(\text{SCN})_6]^{3-}$ de color rojo. El equilibrio dinámico que se establece entre los tres iones está dado por:



La intensidad del color rojo nos indica, de manera cualitativa, la cantidad del ión $[\text{Fe}(\text{SCN})_6]^{3-}$ en la mezcla.

En la práctica de laboratorio se llevará a cabo la anterior reacción como muestra control, sin embargo se ha preparado dos soluciones que contienen la mioglobina de pollo y de res por separado desde la noche anterior, dicha preparación consistió en dejar las carnes en 50 mililitros de agua y al día siguiente recoger dicho líquido para poder realizar la práctica.

Materiales	Reactivos
Vaso de precipitado de 250 ml	Tiocianato de potasio 0,1 M
Gradilla	Cloruro de hierro III 0,1
Tubos de ensayo	Ácido clorhídrico 0,1 M
Pipeta	Muestras de mioglobina diluidas
Varilla de vidrio	

PROCEDIMIENTO 1

En un vaso de precipitados de 250 mL se adicionan, por este orden: - 1 mL de una disolución de FeCl_3 0,1 M y 1 mL de una disolución de KSCN 0,1 M. - Diluir esta mezcla con 50 mL de agua con objeto de disminuir la intensidad del color y poder observar más fácilmente los cambios del mismo. Agitar con una varilla de vidrio para facilitar la reacción química.

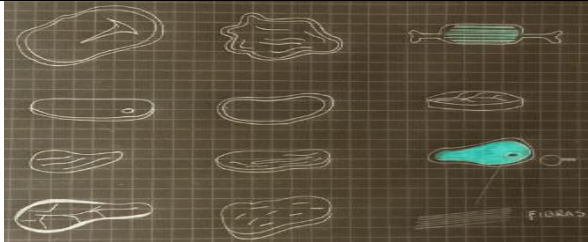
PROCEDIMIENTO 2

- Tomar 1ml de mioglobina de pollo, adicionarle 1 mL de una disolución de KSCN 0,1 y unas gotas de HCl.
- Tomar 1ml de mioglobina de pollo, caentarla a baño maria, adicionarle 1 mL de una disolución de KSCN 0,1 y unas gotas de HCl.
- Tomar 1ml de mioglobina de res, adicionarle 1 mL de una disolución de KSCN 0,1 y unas gotas de HCl.
- Tomar 1ml de mioglobina de res, calentarla adicionarle 1 mL de una disolución de KSCN 0,1 y unas gotas de HCl.

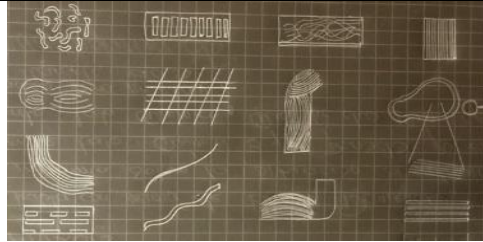
NOTA: Complete la siguiente tabla de resultados, en la primera casilla con la adición de tiocianato y en la segunda con la adición de ácido clorhídrico.

MUESTRA CONTROL TIOCIANATO Y CLORURO DE HIERRO III	MIOGLOBINA POLLO SIN CALENTAR		MIOGLOBINA POLLO BAÑO MARÍA		MIOGLOBINA RES SIN CALENTAR		MIOGLOBINA RES BAÑO MARÍA	

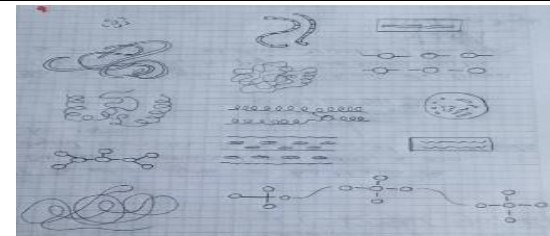
ANEXO 8. REGISTROS FOTOGRÁFICOS- CUESTIONARIO MUSCULO, FIBRA MUSCULAR Y PROTEÍNA



Registro fotográfico: conglomerado de representaciones que proponen los estudiantes en relación a la estructura interna de la carne.

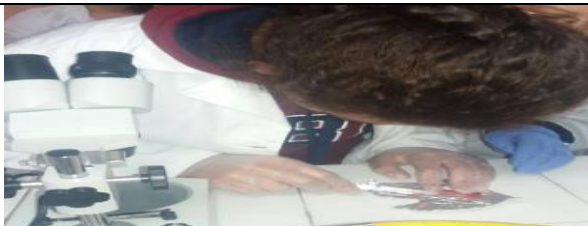


Registro fotográfico: Representaciones de los estudiantes en relación a la estructura interna de la fibra muscular.

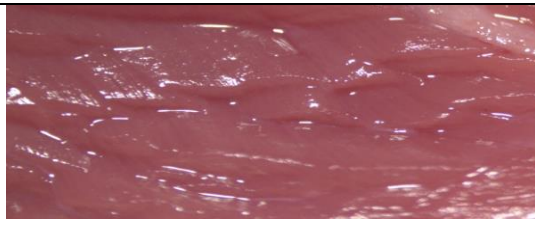


Registro fotográfico: Representación de proteína propuesta por los estudiantes.

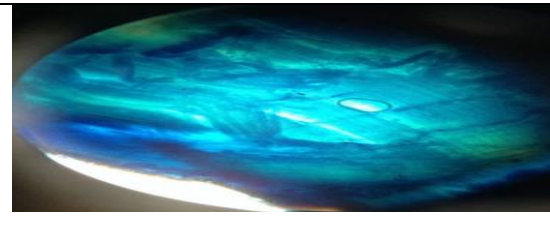
ANEXO 9. REGISTRO FOTOGRAFICO CARACTERIZACIÓN FIBRA MUSCULAR



Registro fotográfico. Estudiantes de grado once observando las fibras musculares en el estereoscopio y microscopio.



Registro fotográfico. Observación en estereoscopio de un trozo de carne, en la cual se pueden ver fibras musculares apiladas una sobre otras formando una especie de barras.



Registro fotográfico. Observación en microscopio de las fibras musculares de la carne coloreadas con azul de metileno.

animal, músculo y estructura de la fibra muscular por los cuales tuvo que pasar el estudiante para generar explicaciones más complejas al proceso de cocción de la carne y dar cuenta de la transformación de las sustancias en la carne.

ANEXO 11. TABLAS EN RELACION AL CONTENIDO DE AGUA EN LA CARNE DE RES Y POLLO PRODUCTO DE LOS INFORMES DE LAORATORIO

Agua corporal total	Ternero	Adulto
Participación en el peso corporal	76%	60%
Intracelular	40%	40%
Extracelular	40%	20%
Intersticial	30%	13%
Intravascular	7%	7%
En sangre	5%	5%
La linfa	2%	2%

Porcentaje de agua en la carne de un ternero adulto- tomada de informe de laboratorio presentado por estudiantes del Colegio Bachillerato Patria: Grado 11.

CONTENIDO DE AGUA RES Y POLLO		
Nombre del producto	Porcentaje de agua crudo	Porcentaje de agua cocido
Pollo entero	66%	60%
Carne blanca de pollo con piel	69%	61%
Carne oscura de pollo con piel	66%	59%
Carne molida de res, 85% magra	64%	60%
Carne molida de res, 73% magra	56%	55%
Carne de res, trasero.	73%	65%
Carne de res, pecho	71%	56%

Contenidos de agua y tipos de agua en la carne. "El agua no solo está dentro de la célula sino fuera de la célula- existen tres tipos de agua en la célula que sean denominados intracelular, extracelular e intersticial" (Karoline)

ANEXO 12. LABORATORIO DESNATURALIZACIÓN DE PROTEÍNA

MUESTRA	INICIAL	ADICIÓN DE TIOSIANATO Y CLORURO FÉRRICO	REFLEXIONES QUE HACEN LOS ESTUDIANTES:
Líquido extraído de la carne cruda res	Rojo brillante	No se evidencia cambio	<ul style="list-style-type: none"> Los estudiantes relacionan este tipo de coloraciones con la oxidación del hierro que posee la estructura de mioglobina en sus interior, al igual que lo comparan con la oxidación de un clavo de hierro, mencionando así que en todos los casos ocurre lo mismo. Resaltan que las diferentes tonalidades que presenta la carne dependen de la cantidad de mioglobina en el músculo del animal. Destacan que la cantidad de mioglobina depende de tipo de animal, tipo de musculo, edad, sexo y madurez de la carne.
Líquido extraído de la carne cocinada res	Coloración purpura	Color marrones	
Líquido extraído de la carne cruda pollo	Rosa pálido	Color marrones	
Líquido extraído de la carne cocinado pollo	rosa oscuro	Color marrones	

ANEXO 13. CONSTRUCCIONES DE LOS ESTUDIANTES A PROPÓSITO DE LOS CAMBIOS QUE SE PRESENTAN EN EL PROCESO DE COCCIÓN DE LA CARNE

Quien cambia	Descripción	Causa	Producto
La carne empieza a cambiar desde la muerte del animal.	En este caso los estudiantes lo atribuyen al rigor mortis en que entra el animal al momento de muerte.	La sangre del animal se acumula en el cerebro es por ello que la carne queda con una coloración roja brillante, ya no hay exceso de sangre en las fibras musculares, sino una proteína llamada miosina diluida en el alto contenido de agua de la carne.	La carne toma un color púrpura
		El cese de oxígeno en el que entra el animal, la proteína involucrada es la mioglobina la cual pasa a oximioglobina.	Oximioglobina
La estructura del agua cambia al congelarse.	El hecho de congelar la carne antes de cocinarla genera que esta pierda sus nutrientes y pierda su sabor.	El agua se congela de tal forma que al momento de cristalizarse, rompe las células que conforman la carne. Otra explicación que dieron los estudiantes, es que la membrana de la célula se rompe. – Debido a ello los estudiantes asumen que los nutrientes se salen o más bien se pierden nutrientes lo cual se ve reflejado en el sabor de la carne, un sabor no agradable al paladar porque es simple.	Perdida de sabor agradable en la carne.
Igualmente la cantidad de sales que contiene la carne involucradas al proceso cambia	Esta cantidad de sales cambia debido a los procesos de osmódeshidratación que se llevan a cabo durante la condimentación o la exposición al calor.	Proceso de osmódeshidratación por la salazón o condimentación. El calor al que la carne es expuesta.	Variación en la cantidad de sales en la carne, mejor sabor al final de proceso.
Cambian una serie de proteínas.	La carne posee una serie de proteínas sin embargo los estudiantes resaltan las siguientes: miosina, actina, colágeno, mioglobina y hemoglobina.	Los estudiantes mencionan un momento inicial y final que luego van ampliando a un proceso intermedio en el que caracterizan variedad de proteínas las cuales se desnaturalizan a causa del calor y el tiempo de exposición a este, sin embargo destacan la desnaturalización de la mioglobina, el colágeno, actina y miosina. Se destacan ciertas condiciones para que se promueva dicha desnaturalización como temperatura, tiempo, humedad, sartén o recipiente en el que se cocina la carne, proceso de condimentación o salazón, cantidad y calidad de ingredientes y sobre todo el agente precursor del cambio el calor.	<ul style="list-style-type: none"> • Mioglobina- oximioglobina • Colágeno- se vuelve gelatinoso más fácil de digerir. • Actina y miosina facilitan que la carne sea rígida. • La miosina coagula.
Los ingredientes	Algunos ingredientes como ajo, cebolla, aceite, son denominadas sustancias por parte de los estudiantes.	Al igual que la carne los ingredientes o sustancias como los estudiantes las terminan definiendo también cambian por la misma acción del calor, por la interacción con otras sustancias de la carne y debido a la deshidratación que estas sufren.	Condimentos o ingredientes se deshidratan y aportan a las coloraciones marrones de la carne. Provén de sabores y olores agradables a la carne.

