



**UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA  
NACIONAL**

*Educadora de educadores*

***LAS PRÁCTICAS DE LABORATORIO EN LA FORMACIÓN INICIAL DE  
PROFESORES DE CIENCIAS. UNA APROXIMACIÓN AL ANÁLISIS  
EPISTEMOLÓGICO Y DIDÁCTICO PARA EL CASO DE LA BIOQUÍMICA***

**ESTUDIANTE**

**EDWARD FERNNEY ROZO GONZÁLEZ**

**UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL  
FACULTAD DE EDUCACIÓN  
MAESTRÍA EN EDUCACIÓN  
Bogotá, D. C.  
2012**



UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA  
NACIONAL

*Educadora de educadores*

***LAS PRÁCTICAS DE LABORATORIO EN LA FORMACIÓN INICIAL DE  
PROFESORES DE CIENCIAS. UNA APROXIMACIÓN AL ANÁLISIS  
EPISTEMOLÓGICO Y DIDÁCTICO PARA EL CASO DE LA BIOQUÍMICA***

**EDWARD FERNNEY ROZO GONZALEZ**  
Código 2007287575

**Director**  
**EDGAR ORLAY VALBUENA USSA**  
Doctor en Didáctica de las Ciencias Experimentales

**Tesis presentada como requisito parcial para optar al título de Magister en  
Educación**

**UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL**  
**FACULTAD DE EDUCACIÓN**  
**MAESTRÍA EN EDUCACIÓN**  
**Bogotá, D, C.**  
**2012**



## **AGRADECIMIENTOS**

*Al Profesor Edgar Orlay Valbuena Ussa, quien supo acompañar y dirigir de manera profesional desde su amplio conocimiento en la línea de investigación “Conocimiento Profesional del profesor”, su experiencia docente en pregrado, maestría y Doctorado, todas las características propias de la búsqueda e integración del conocimiento en este trabajo.*

*A las Profesoras Cecilia Bacca y Adis Ayala, por su apoyo incondicional, para iniciar este recorrido de investigación en los trabajos prácticos de la Bioquímica.*

*A mis compañeros de la Línea de Investigación: Gloria, Giomar, Gladys, Germán, Daniel y Yoban, por sus aportes durante las sesiones que nos reunieron y nos hicieron identificar diversos aspectos de interés en torno al tema de investigación.*

*A la Universidad Pedagógica Nacional por permanecer formado formadores a nivel de maestría para fortalecer el diseño de una sociedad incluyente desde la Escuela.*

*Al Dios del Universo y su luz por iluminar cada paso de mi recorrido hacia el encuentro con el conocimiento.*

*Dedicado a:  
Luisa Fernanda,  
Alejandra y Daniela  
Por permitirme robarle tiempo al tiempo.*



FORMATO

RESUMEN ANALÍTICO EN EDUCACIÓN - RAE

Código: FOR020GIB

Versión: 01

Fecha de Aprobación: 10-10-2012

Página 5 de 256

### 1. Información General

<b>Tipo de documento</b>	Tesis de Maestría
<b>Acceso al documento</b>	Universidad Pedagógica Nacional. Biblioteca Central
<b>Título del documento</b>	<b><i>LAS PRÁCTICAS DE LABORATORIO EN LA FORMACIÓN INICIAL DE PROFESORES DE CIENCIAS. UNA APROXIMACIÓN AL ANÁLISIS EPISTEMOLÓGICO Y DIDÁCTICO PARA EL CASO DE LA BIOQUÍMICA</i></b>
<b>Autor(es)</b>	Rozo González Edward Fernney
<b>Director</b>	Valbuena Ussa Edgar Orlay
<b>Publicación</b>	
<b>Unidad Patrocinante</b>	
<b>Palabras Claves</b>	Bioquímica, Estructura disciplinar, Conocimiento disciplinar Específico

### 2. Descripción

El presente es el informe de la investigación en la cual se analizan las guías de laboratorio de Bioquímica utilizadas en cuatro programas de formación inicial de profesores de Ciencias Naturales, desde el marco del Conocimiento Profesional del Profesor de Ciencias (CPPC), el Conocimiento Disciplinar específico, (CD), para el caso, la Bioquímica, y desde el planteamiento del Conocimiento Didáctico del Contenido, (CDC), los trabajos prácticos y en estos, la utilización de las guías de laboratorio. El enfoque metodológico de la investigación es cualitativo, mediante el método de análisis de contenido, para efectos de sistematización de los datos de investigación. El informe de la investigación está estructurado en cinco capítulos.

### 3. Fuentes

CAAMAÑO. (1992): *Los trabajos prácticos en ciencias experimentales*. Aula, Vol. 9, pp. 61-68. Aula de innovación educativa, 9, 61-68. ... Vol. III. Barcelona: Graó.

SANDÍN. (2003): *Investigación cualitativa en educación. Fundamentos y tradiciones*. Madrid: Mc Graw Hill.

SCHWAB. J. (1973): *Problemas, tópicos y puntos de discusión; en Elam S, La educación y la estructura del conocimiento*, Buenos Aires, Ateneo.

SHULMAN. (1987): *Knowledge and Teaching: Foundations of the New Reform*, Harvard Educational Review, 57 (1), 1-22.

VALBUENA, E. (2011): *Hipótesis de progresión del Conocimiento Biológico y del Conocimiento*

*Didáctico del Contenido Biológico*. Tecné, Episteme y Didaxis. N° 30. Págs 30-52.

VALBUENA, E. (2007): *El Conocimiento Didáctico del Contenido Biológico. Estudio de las concepciones disciplinares y didácticas de futuros docentes de la Universidad Pedagógica Nacional (Colombia)*. Tesis para optar al título de Doctor en Didáctica de las Ciencias Experimentales. Universidad Complutense de Madrid.

VAN DRIEL, NICO VERLOOP, WOBBE DE VOS. (1998): *Developing Science Teachers' Pedagogical Content Knowledge*, Int. J. Sci. Educ., 86, (4) 572-590.

VANDER, ARTHUR, SHERMAN, JAMES. (1978) *Fisiología Humana*, Editorial MacGraw-Hill, México. Pags. 220 al 248.

#### **4. Contenidos**

Capítulo 1. La presentación de los antecedentes, el planteamiento del problema y los objetivos de la investigación.

Capítulo 2. La fundamentación teórica de la investigación: El Conocimiento del Contenido Disciplinar.

Capítulo 3. La metodología de la investigación que presenta el modelo cualitativo, mediante la técnica de análisis de contenido.

Capítulo 4. La presentación y análisis de los resultados de la investigación.

Capítulo 5. Análisis de resultados, proyecciones de la investigación y elementos de discusión.

Bibliografía y

Anexos, en los cuales se presentan las unidades de información de las guías de laboratorio de Bioquímica.

#### **5. Metodología**

Para este estudio, abordamos una investigación de tipo cualitativo teniendo en cuenta el planteamiento de Cerda (2005), puede ser descrita en relación con sus características propias, como lo es la interpretación que se da a los fenómenos que no pueden ser explicados totalmente desde la estadística o la matemática, en este caso se utiliza preferentemente el análisis documental. En cuanto al método de investigación, se abordó el método del Análisis de Contenido. Entre los objetivos de este método se encuentra: la superación de la incertidumbre y el enriquecimiento de la lectura. Según Bardín (1977).

#### **6. Conclusiones**

En la formación de futuros profesores de ciencias, es necesario incluir el conocimiento de las estructuras sintáctica, sustantiva de la Bioquímica, y la organización de los contenidos disciplinares, constituyen referentes metadisciplinares importantes en la organización de las prácticas de laboratorio ya que contribuyen a la construcción del Conocimiento Didáctico del Contenido Bioquímico.

Otro aspecto relevante, en este ejercicio pedagógico y didáctico, requiere el conocimiento de la historia de la Disciplina identificando los aspectos epistemológicos promoviendo la importancia de los avances, aplicaciones, proyecciones a nivel general de la investigación Bioquímica.

Lo anterior se sustenta en los principales hitos que han incidido en la consolidación de la Bioquímica como campo de conocimiento, producto de la interacción histórica existente entre la Bioquímica y otras ciencias biológicas. Lo anterior demarca gran importancia ya que el desarrollo y aporte han sido mutuos, si bien es cierto que otras ciencias han contribuido al desarrollo de la Bioquímica, es también relevante conocer que esta ha impulsado de manera considerable el desarrollo y avance de las demás ciencias y disciplinas, particularmente las biomédicas. De igual manera, la producción y generación de conocimiento mediante la investigación en Bioquímica y su articulación interdisciplinar.

Con respecto de las características de la guía de laboratorio de Bioquímica, es de anotar que se muestra una selección de actividades experimentales de moderada complejidad para posibilitar la enseñanza de las principales técnicas utilizadas en el análisis físico-químico de sustancias de interés biológico. Si bien es cierto, estas técnicas posibilitan la introducción a la investigación, se requiere hacerlas explícitas; lo cual no se evidencia en el planteamiento de las guías.

Como tampoco se evidencian elementos contundentes acerca del conocimiento de las estructuras sintáctica y sustantiva de la Bioquímica, los cuales pueden estimular en los futuros profesores una tendencia hacia la investigación presentando la práctica de laboratorio de tal forma que se puedan deducir métodos de análisis experimental que conduzcan a la producción de conocimiento.

De la misma manera se pueden implementar aquellas ilustraciones experimentales que induzcan hacia la investigación aunque requieran más tiempo y eficiencia.

Mediante esta clase de trabajo práctico los estudiantes tienen contacto con características de la metodología experimental de laboratorio instrumental y comienzan a aplicarla en la búsqueda de caracterización de determinadas sustancias problema, planteadas por el docente y los estudiantes siguen protocolos dirigidos por el profesor a través de la guía.

Observamos una Bioquímica experimental con actividades prácticas que se plantean encaminadas a reforzar lo trabajado como componente teórico, por ejemplo en actividades centradas en relacionar variables y determinar propiedades, reconocer características fisicoquímicas de las sustancias planteadas en las temáticas.

Con relación a los aspectos metodológicos se evidencia el trabajo práctico basado en el seguimiento de protocolos, en donde el estudiante manipula de manera hábil técnicas, métodos y materiales promoviendo el desarrollo de habilidades y destrezas en el manejo de materiales y el seguimiento de instrucciones. También se plantean procesos algorítmicos de los cuales los estudiantes comprueban lo expuesto en la introducción por el profesor.

<b>Elaborado por:</b>	Rozo González Edward Fernney		
<b>Revisado por:</b>	Valbuena Ussa Edgar Orlay		
<b>Fecha de elaboración del Resumen:</b>	13	11	2012



## TABLA DE CONTENIDO

	Págs.
<b>Resumen analítico en educación - RAE</b>	5
<b>Introducción</b>	15
<b>Capítulo 1. Antecedentes, planteamiento del problema y objetivos</b>	18
-Antecedentes	18
-Planteamiento del problema	22
-Objetivos	23
<b>Capítulo 2. El conocimiento del contenido disciplinar</b>	24
El Conocimiento Base del Profesor Shulman, (1987)	24
Las categorías del Conocimiento Base del Profesor Tamir, (1989)	25
Áreas generales del Conocimiento Base del Profesor Grossman, (1990)	25
Carácter del Conocimiento del Profesor	26
Categorías del conocimiento profesional del profesor Tardif, (2004)	26
El conocimiento didáctico del contenido como elemento nucleador del CPP Valbuena, (2007)	27
El conocimiento didáctico del contenido (CDC)	29
El conocimiento disciplinar específico (CDE) como componente del conocimiento profesional del profesor	31
La estructura de las disciplinas, según Joseph Schwab, (1978)	31
Saber académico y el conocimiento disciplinar, según Barnett y Hodson, (2001)	32
Los conceptos estructurantes en el conocimiento de las disciplinas	32
Los trabajos prácticos (Tp)	33
La práctica de laboratorio	36
La guía de Laboratorio	37
La bioquímica: Una revisión documental	37
- <i>El Desarrollo de la bioquímica en cuanto orientación interdisciplinar de la investigación en fisiología y química orgánica</i>	39
- <i>La Bioquímica y el estudio de las enzimas en procesos de descomposición del azúcar</i>	40
- <i>La Bioquímica y los procesos de respiración y la fotosíntesis desde la Biología y la Química</i>	41
- <i>La Bioquímica y la enzimología</i>	43

- <i>La Bioquímica y las proteínas</i>	45
- <i>La Bioquímica y la influencia de los adelantos tecnológicos y metodológicos en la física y la química</i>	46
Principales perspectivas epistemológicas del desarrollo de la bioquímica	52
- <i>Sobre la Naturaleza de la materia viva: el Vitalismo</i>	52
- <i>La Bioquímica en la óptica del Reduccionismo</i>	55
- <i>La concepción Mecanicista de la vida</i>	57
<b>Capítulo 3. Metodología de la investigación</b>	61
Enfoque metodológico	61
Método, fuentes y sistematización de datos de la investigación	62
Etapas la investigación	64
Análisis de contenido	65
Establecimiento de categorías de análisis	68
- <i>Categoría 1. Naturaleza del trabajo de los trabajos prácticos en la Bioquímica</i>	69
- <i>Categoría 2. Finalidades de los Trabajos Prácticos en la Bioquímica</i>	71
- <i>Categoría 3. Aspectos metodológicos de los Trabajos Prácticos en la Bioquímica</i>	72
- <i>Categoría 4. Formas de la Evaluación de los Trabajos Prácticos en la Bioquímica</i>	73
- <i>Categoría 5. Relación con Aspectos epistemológicos de la Bioquímica</i>	74
Contextualización	75
<b>Capítulo 4. Presentación y análisis de los resultados de la investigación</b>	83
Características de las guías de laboratorio de Bioquímica	83
- <i>Análisis por categorías: Universidad A, Licenciatura en Biología</i>	83
- <i>Análisis por categorías: Universidad A, Licenciatura en Química</i>	107
- <i>Análisis por categorías: Universidad B, Licenciatura en Biología</i>	136
- <i>Análisis por categorías: Universidad B, Licenciatura en Química</i>	154
Síntesis comparativo por categorías: Universidades A y B, Licenciatura en Biología	169
- <i>Categoría 1. Naturaleza del trabajo de los trabajos prácticos en la Bioquímica</i>	169
- <i>Categoría 2. Finalidades de los Trabajos Prácticos en la Bioquímica</i>	172
- <i>Categoría 3. Aspectos metodológicos de los Trabajos Prácticos en la</i>	174

<i>Bioquímica</i>	
- <i>Categoría 4. Formas de la Evaluación de los Trabajos Prácticos en la Bioquímica</i>	177
- <i>Categoría 5. Relación con Aspectos epistemológicos de la Bioquímica</i>	179
<b>Capítulo 5. Conclusiones, elementos de discusión y proyecciones de la investigación</b>	182
Conclusiones a nivel del análisis formal guías de laboratorio	182
Conclusiones a nivel didáctico pedagógico	183
- <i>Algunas características de la Bioquímica que se enseña</i>	184
- <i>Nociones centrales de la Bioquímica</i>	184
- <i>Estatus del Conocimiento de la Bioquímica</i>	185
- <i>Objeto de estudio de la Bioquímica</i>	186
- <i>Relación de la Bioquímica con las Principios y/o Leyes Universales</i>	187
- <i>Producción del Conocimiento Disciplinar Específico de la Bioquímica</i>	188
Conclusiones a nivel del perfil profesional profesor de Bioquímica	190
Proyecciones de la investigación	192
<b>Referencias Bibliográficas</b>	194
<b>Anexos</b>	209

## ÍNDICE DE TABLAS Y FIGURAS

	<i>Págs.</i>
<i>Tabla 1. Autores y contenidos principales de interés en los antecedentes de la investigación.</i>	19
<i>Figura 2.1. Conocimiento del Profesor Grossman, (1990)</i>	26
<i>Figura 2.2. El Conocimiento Profesional del Profesor (CPP). Categorías de estudio</i>	28
<i>Figura 2.3. Modelo integrador del Conocimiento Didáctico del Contenido de Gess-Newsome, (1999:26)</i>	30
<i>Figura 3.1. Metodología de la investigación.</i>	64
<i>Figura 3.2. Análisis de contenido aplicado en la investigación.</i>	65
<i>Tabla 3.1. Guías de Laboratorio de bioquímica utilizadas en cuatro programas de formación inicial de futuros profesores.</i>	67
<i>Tabla 3.2. Categorías de la investigación. A partir de Puentes (2008: categorías 1, 2, 3 y 4), y de Schwab, (1978: categoría 5)</i>	68
<i>Figura 3.3. Esquema curricular de la Universidad A, para el programa de Licenciatura en Biología, en el cual se identifica el semestre (V) en el que se ve la Bioquímica.</i>	76
<i>Figura 3.4. Esquema curricular de la Universidad A para el programa de Licenciatura en Química, en el cual se identifica el semestre (VIII) en el que se ve la Bioquímica.</i>	78
<i>Figura 3.5. Esquema curricular de la Universidad B para el programa de Licenciatura en Biología, en el cual se identifica el semestre (V) en el que se ve la Bioquímica</i>	81
<i>Figura 3.6. Esquema curricular de la Universidad B para el programa de Licenciatura en Química, en el cual se identifica el semestre (VIII) en el que se ve la Bioquímica.</i>	82
<i>Tabla 4.1. Relación teoría - práctica de las guías de laboratorio de bioquímica del programa de Licenciatura en Biología de la Universidad A (AB)</i>	84
<i>Tabla 4.2 Finalidades de las guías de laboratorio de Bioquímica del programa de Licenciatura en Biología de la Universidad A (AB)</i>	86
<i>Tabla 4.3. Aspectos metodológicos de las guías de laboratorio de bioquímica del programa de Licenciatura en Biología de la Universidad A (AB)</i>	88
<i>Tabla 4.4. Formas de la Evaluación de las guías de laboratorio de Bioquímica del programa de Licenciatura en Biología de la Universidad A (AB)</i>	90
<i>Tabla 4.5. Aspectos relacionados con la Estructura Sustantiva de la Bioquímica del programa de Licenciatura en Biología de la Universidad A (AB)</i>	92
<i>Tabla 4.6. Aspectos relacionados con la Estructura Sintáctica de la Bioquímica del programa de Licenciatura en Biología de la Universidad A (AB)</i>	97

<i>Tabla 4.7. Aspectos relacionados con la Estructura Organizativa de la Bioquímica del programa de Licenciatura en Biología de la Universidad A (AB)</i>	102
<i>Tabla 4.8. Relación teoría – práctica de las guías de laboratorio de Bioquímica del programa de Licenciatura en Química de la Universidad A (AQ)</i>	107
<i>Tabla 4.9. Finalidades de las guías de laboratorio de Bioquímica del programa de Licenciatura en Química de la Universidad A (AQ)</i>	109
<i>Tabla 4.10. Aspectos metodológicos de las guías de laboratorio de Bioquímica del programa de Licenciatura en Química de la Universidad A (AQ)</i>	110
<i>Tabla 4.11. Formas de Evaluación de las guías de laboratorio de Bioquímica del programa de Licenciatura en Química de la Universidad A (AQ)</i>	113
<i>Tabla 4.12. Aspectos relacionados con la Estructura Sustantiva de la Bioquímica del programa de Licenciatura en Química de la Universidad A (AQ)</i>	116
<i>Tabla 4.13. Aspectos relacionados con la Estructura Sintáctica de la Bioquímica del programa de Licenciatura en Química de la Universidad A (AQ)</i>	122
<i>Tabla 4.14. Estructura Organizativa de la Bioquímica del programa de Licenciatura en Química de la Universidad A (AQ)</i>	131
<i>Tabla 4.15. Relación teoría – práctica de las guías de laboratorio de bioquímica de la Licenciatura en Biología de la Universidad B. (BB)</i>	136
<i>Tabla 4.16. Finalidades de las guías de laboratorio de bioquímica de la Licenciatura en Biología de la Universidad B. (BB)</i>	138
<i>Tabla 4.17. Aspectos metodológicos de las guías de laboratorio de Bioquímica de la Licenciatura en Biología de la Universidad B. (BB)</i>	140
<i>Tabla 4.18. Formas de la Evaluación de las guías de laboratorio de Bioquímica de la Licenciatura en Biología de la Universidad B. (BB)</i>	142
<i>Tabla 4.19. Aspectos relacionados con la Estructura Sustantiva de la Bioquímica de la Licenciatura en Biología de la Universidad B. (AB)</i>	144
<i>Tabla 4.20. Aspectos relacionados con la Estructura Sintáctica de la Bioquímica de la Licenciatura en Biología de la Universidad B. (AB)</i>	146
<i>Tabla 4.21. Aspectos relacionados con la Estructura Organizativa de la Bioquímica de la Licenciatura en Biología de la Universidad B. (AB)</i>	149
<i>Tabla 4.22. Relación teoría – práctica de las guías de laboratorio de Bioquímica de la Licenciatura en Química de la Universidad B. (BQ)</i>	154
<i>Tabla 4.23. Finalidades de las guías de laboratorio de Bioquímica de la Licenciatura en Química de la Universidad B (BQ)</i>	155
<i>Tabla 4.24. Aspectos metodológicos de las guías de laboratorio de Bioquímica de la Licenciatura en Química de la Universidad B (BQ)</i>	156
<i>Tabla 4.25. Evaluación de las guías de laboratorio de Bioquímica de la Licenciatura en Química de la Universidad B (BQ)</i>	159
<i>Tabla 4.26. Aspectos relacionados con la Estructura Sustantiva de la Bioquímica de la Licenciatura en Química de la Universidad B (AB)</i>	161
<i>Tabla 4.27. Aspectos relacionados con la Estructura Sintáctica de la Bioquímica de la Licenciatura en Química de la Universidad B (AB)</i>	163

<i>Tabla 4.28. Aspectos relacionados con la Estructura Organizativa de la Bioquímica de la Licenciatura en Química de la Universidad B (AB)</i>	166
<i>Tabla 4.29. Comparativo específico por Categorías, Universidades A y B y Licenciaturas Biología y Química. Categoría 1. Naturaleza del Tp en la Bioquímica</i>	166
<i>Tabla 4.30. Comparativo específico por Categorías, Universidades A y B y Licenciaturas Biología y Química. Categoría 2. Finalidades del Tp en la Bioquímica.</i>	170
<i>Tabla 4.31. Comparativo específico por Categorías, Universidades A y B y Licenciaturas Biología y Química. Categoría 3. Aspectos metodológicos del Tp en la Bioquímica</i>	172
<i>Tabla 4.32. Comparativo específico por Categorías, Universidades A y B y Licenciaturas Biología y Química. Categoría 4. Formas de evaluación del Tp en la Bioquímica</i>	174
<i>Tabla 4.33. Comparativo específico por Categorías, Universidades A y B y Licenciaturas Biología y Química. Categoría 5. Aspectos epistemológicos del Tp en la Bioquímica</i>	177

## INTRODUCCIÓN

*“La vida entera es un gran experimento. Entre más experimentos hagamos, más intensamente viviremos” Ralph Waldo Emerson*

---

*“La misión de la vida, es descubrir la vocación  
y luego entregarse a ella con todo el corazón”  
Buda*

El presente es el informe de la investigación en la cual se analizan las guías de laboratorio de Bioquímica utilizadas en cuatro programas de formación inicial de profesores de Ciencias Naturales, desde el marco del Conocimiento Profesional del Profesor de Ciencias (CPPC), el Conocimiento Disciplinar específico, (CDE), para el caso, la Bioquímica, y desde el planteamiento del Conocimiento Didáctico del Contenido, (CDC), los trabajos prácticos y en estos, la utilización de las guías de laboratorio. El enfoque metodológico de la investigación es cualitativo, mediante el método de análisis de contenido, para efectos de sistematización de los datos de investigación. El informe de la investigación está estructurado en cinco capítulos:

Capítulo 1. La presentación de los antecedentes, el planteamiento del problema y los objetivos de la investigación; en el Capítulo 2. La fundamentación teórica de la investigación: El Conocimiento del Contenido Disciplinar, luego en el Capítulo 3. La metodología de la investigación que presenta el modelo cualitativo, mediante la técnica de análisis de contenido; Capítulo 4. La presentación y análisis de los resultados de la investigación; y en el Capítulo 5. Análisis de resultados, proyecciones de la investigación y elementos de discusión. Finalmente, se presenta la Bibliografía y se muestran los Anexos, en los cuales se enseñan las unidades de información de las guías de laboratorio de Bioquímica.

Para este estudio, se abordó una investigación de tipo cualitativo teniendo en cuenta el planteamiento de Cerda (2005), puede ser descrita en relación con sus características propias, como lo es la interpretación que se da a los fenómenos que no pueden ser explicados totalmente desde la estadística o la matemática, en este caso se utiliza preferentemente el método de investigación, análisis de contenido; entre los objetivos de este método se encuentran: La superación de la incertidumbre y el enriquecimiento de la lectura. Según Bardín (1977).

A partir del sistema de categorías planteado por Puentes, (2007) relacionadas con el Conocimiento Didáctico del Contenido, y las categorías planteadas por Schwab, (1978) relacionadas con el Conocimiento Disciplinar Específico, se realizó en análisis. Cabe anotar que durante el desarrollo del análisis y ya avanzado en lo que respecta a las categorías sobre el conocimiento didáctico del contenido, e iniciar con las categorías relacionadas con el conocimiento disciplinar específico, hubo que hacer un replanteamiento profundo sobre la metodología, ya que se requería un referente histórico de la Bioquímica, por lo tanto fue necesario consultar en textos especializados y se encontró la mayor parte de información en libros especializados de medicina. Una vez

consolidado el referente documental sobre la historia de la bioquímica, se retomó el análisis, para completar el análisis aplicando las categorías del Conocimiento Disciplinar Específico.

Las guías de laboratorio de Bioquímica, material de este análisis, las aportaron dos profesoras expertas, que imparten la Bioquímica, en la formación de futuros profesores, en distintas universidades.

Del análisis realizado acerca de las características de las guías de laboratorio de Bioquímica utilizadas en cuatro programas de formación inicial de profesores de ciencias, es de anotar que se muestra una selección de actividades experimentales de moderada complejidad para posibilitar la enseñanza de las principales técnicas utilizadas en el análisis físico-químico de sustancias de interés biológico. Si bien es cierto, estas técnicas posibilitan la introducción a la investigación, se requiere hacerlas explícitas; lo cual no se evidencia en el planteamiento de las guías.

Aunque no se evidencian, elementos contundentes acerca del conocimiento de las estructuras sintáctica, sustantiva y organizativa de la Bioquímica, hacerlos explícitos pueden estimular en los futuros profesores una tendencia hacia la investigación presentando la práctica de laboratorio de tal forma que se puedan deducir métodos de análisis experimental que conduzcan a la producción de conocimiento. Como también se pueden implementar ilustraciones experimentales que induzcan hacia la investigación aunque requieran más tiempo y eficiencia.

Se observó, que mediante esta clase de trabajo práctico, los estudiantes tienen contacto con características de la metodología experimental de laboratorio instrumental y comienzan a aplicarla en la búsqueda de caracterización de determinadas sustancias problema, planteadas por el docente y los estudiantes siguen protocolos dirigidos por el profesor a través de la guía.

Se identificó, una Bioquímica experimental, con actividades prácticas que se plantean encaminadas a reforzar lo trabajado como componente teórico, por ejemplo en actividades centradas en relacionar variables y determinar propiedades, reconocer características fisicoquímicas de las sustancias planteadas en las temáticas.

Con relación a los aspectos metodológicos, se evidencia el trabajo práctico basado en el seguimiento de protocolos, en donde el estudiante manipula de manera hábil técnicas, métodos y materiales promoviendo el desarrollo de habilidades y destrezas en el manejo de materiales y el seguimiento de instrucciones. También se plantean procesos algorítmicos de los cuales los estudiantes comprueban lo expuesto en la introducción por el profesor.

Como algunos elementos de discusión, podemos anotar que es necesario incluir el conocimiento de las estructuras sintáctica, sustantiva de la Bioquímica y la organización de los contenidos disciplinares, constituyen referentes meta-disciplinares importantes en

la organización de las prácticas de laboratorio ya que contribuyen en la construcción del Conocimiento Disciplinar Específico, en el caso de la Bioquímica.

## **Capítulo 1**

### **ANTECEDENTES, PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA Y OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN**

*“Un científico debe tomarse la libertad de plantear cualquier cuestión, de dudar de cualquier afirmación, de corregir errores” Julius Robert Oppenheimer (1904-1967)*

---

*“Una segunda clase de conocimiento del contenido es el conocimiento Pedagógico que va más allá del conocimiento del tema per se hacia la dimensión del tema para la enseñanza.”  
(Shulman, 1986)*

En este capítulo se plantean los antecedentes que constituyen la investigación acerca de las guías de laboratorio de Bioquímica utilizadas para la formación inicial de futuros profesores de ciencias, como también, el planteamiento del problema de la investigación y los objetivos.

Cabe anotar, que en la selección de las universidades y los programas, se tuvieron en cuenta dos criterios principalmente: Formación de profesores y la bioquímica en los programas. Se ha decidido utilizar códigos en los programas y las guías de laboratorio, con el objetivo de para salvaguardar la confidencialidad de las universidades del material de estudio.

#### **- ANTECEDENTES**

La mayor parte de la información se obtuvo a través de la consulta en buscadores especializados como Webson y ERIC; la base de datos de Dialnet, Willey Intersciences empleando los descriptores: Trabajos prácticos, trabajos de laboratorio, actividades de laboratorio, prácticas de laboratorio, protocolos, el trabajo experimental y guías de laboratorio. También se accedió a las revistas: Enseñanza de las Ciencias, Revista de currículum y formación del profesorado, Review of Educational Research, Science and Education, Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias. y Revista de Estudios y Experiencias en Educación, y se seleccionó material a partir del año 1984 hasta el año 2012. Finalmente se consultó en algunos textos especializados en Didáctica, Medicina y Bioquímica.

De la búsqueda realizada se seleccionaron artículos que tuvieran aspectos relacionados con la investigación entre los cuales se relacionan a continuación atendiendo a sus principales tendencias:

- Aspectos metodológicos de los trabajos prácticos: Baldaia, (2006), Álvarez y Carlino, (2004), De Cudmani, *et al* (2000), Izquierdo, *et al* (1999), Díaz, J y Jiménez, M (1997); Avi, H y Lunnetta, V, (2003), García , *et al* (2003), Reigosa y Jiménez, (2000),

- Insuasti, M (1997), (1996), Gil, D; Valdés, P (1996), Tamir, P, (1989), Kirschner & Meester (1988), Comin, (1984).
- Enfoque y formación de futuros profesores: García, et al (1998) y Contreras, (2009).
  - El trabajo práctico en Bioquímica: Liras, (1985).
  - Evaluación de aspectos sintácticos y semánticos de un protocolo de laboratorio: González, *et al*, (2005).
  - Proceso de calidad en el laboratorio para reportar datos en Bioquímica: Mantovani, *et al* (2003).
  - Aprendizaje basado en problemas: Fonz, *et al*, (2005).
  - Propuesta de un sistema de categorías para el estudio de los trabajos prácticos en Biología: Puentes, (2008).
  - Características del Conocimiento didáctico del contenido Biológico (CDCB): Valbuena, (2007).
  - Trabajos prácticos de laboratorio sin receta de cocina en cursos masivos de ciencias.

En la Tabla 1 se sintetizan los contenidos abordados en la revisión realizada acerca de los antecedentes.

Autore/s	Análisis del estudio realizado	Aspectos abordados que se relacionan con el presente estudio
Baldaia, (2006), Álvarez y Carlino, (2004), De Cudmani, <i>et al</i> (2000), Izquierdo, <i>et al</i> (1999), Díaz, J y Jiménez, M (1997); Avi, H y Lunneta, V, (2003), García, <i>et al</i> (2003), Reigosa y Jiménez, (2000), Insuasti, M (1997), Gil, D; (1996), Valdés, P (1996), Tamir, P, (1989), Kirschner & Meester (1988), Comin, (1984)	Aspectos metodológicos de los trabajos prácticos.	Naturaleza de los trabajos prácticos
García, et al (1998) y Contreras, (2009)	Enfoque y formación de futuros profesores.	Formación de futuros profesores
Liras, (1985)	El trabajo práctico en Bioquímica.	Didáctica de la Bioquímica
González, <i>et al</i> , (2005)	Evaluación de aspectos sintácticos y semánticos de un protocolo de laboratorio.	Análisis de protocolo de laboratorio

Fonz, <i>et al.</i> , (2005)	Aprendizaje basado en problemas.	Trabajo de laboratorio de Bioquímica basado en problemas
Puentes, (2008)	Propuesta de un sistema de categorías para el estudio de los trabajos prácticos en Biología.	Categorías de estudio de los trabajos prácticos
Valbuena, E, (2008)	Características del Conocimiento didáctico del contenido Biológico (CDCB).	Conocimiento didáctico del contenido Biológico.
Carp, D, et al,(2012)	Se describen los cambios de enunciado de las guías de laboratorio de Cinética y equilibrios Químico.	Propuesta de diseño de la guía de trabajo práctico de laboratorio.

*Tabla 1. Autores y contenidos principales de interés en los antecedentes de la investigación.*

Se encontró que estudios relacionados con el análisis de las guías de laboratorio son escasos, sin embargo se han seleccionado algunos de ellos por tener elementos en común la presente investigación, los cuales se mencionan a continuación:

- El estudio de Liras, M, (1985), “Didáctica de la Bioquímica a través del método científico que se desarrolla en la clase de Enzimología primer curso de Medicina. En el cual se propone a los estudiantes como punto de partida un tema de laboratorio de Bioquímica a desarrollar. Como instrumentos de investigación se utilizó el problema para resolver experimentalmente a través del método científico, contando con la revisión teórica previa a la experiencia. La experiencia se realizó en Madrid España, durante el curso 1983-84 con 175 estudiantes de primer curso de Medicina durante una sesión práctica de Bioquímica.

- Fonz, et al, (2005) “El impacto del Aprendizaje Basado en Problemas en la enseñanza de la Bioquímica (ABP)”, es un estudio realizado en cuatro etapas. La muestra de estudio fueron los alumnos que cursan Bioquímica Médica, en el área básica de Licenciatura de Medicina en México. Es un estudio de enfoque positivista, cuantitativo y experimental. Como parte de la metodología se realizaron entrevistas a profesores, indagando acerca del plan de estudios, estructura, contenidos e implementación, sobre el proceso de enseñanza-aprendizaje. De lo cual hallaron que los contenidos manejan temas complejos que requieren procesos de integración, de conocimientos con otras áreas y que cuentan con pocas horas clase destinadas al curso, poca relación entre la teoría y la práctica, existe aplicación del conocimiento Bioquímico hacia la clínica.

- El trabajo realizado por González, et al, (2005), “Análisis y evaluación de un protocolo experimental” en este estudio se realiza el análisis de los aspectos sintáctico y semántico de un guión experimental. Para la evaluación del material se seleccionó “Equilibrio ácido-base” que corresponde al Programa de Química General, asignatura de primer semestre de Licenciatura en Química. Facultad de Química (UNAM) y \*Colegio de Ciencias y Humanidades, Plantel Sur. Se analizó con los instrumentos elaborados por

Lorenzo y Reverdito, (2003-04) Después de aplicar el análisis se hicieron adaptaciones a las guías originales.

- Valbuena, E, (2007) “El Conocimiento Didáctico del Contenido Biológico: Estudio de las concepciones disciplinares y didácticas de futuros docentes. Mediante el cual plantea algunas las características del conocimiento disciplinar, específicamente para el caso de la Biología. Se abordan los siguientes aspectos del Conocimiento Biológico: la naturaleza en cuanto al objeto de estudio y a los referentes epistemológicos predominantes, la manera como se produce y la estructuración. Los datos de la investigación fueron obtenidos a partir de la información suministrada por veintitrés futuros profesores, con una edad media de 22,4 años, quienes cursaron el Seminario de Pedagogía y Didáctica I del Eje Curricular Dinámica y Mantenimiento de los Sistemas, del Proyecto Curricular de Licenciatura en Biología (PCLB), de la Universidad Pedagógica Nacional (Colombia), durante el primer semestre lectivo de 2004.

-Puentes, M, (2008), quien mediante el estudio del estado del arte acerca de los Trabajos prácticos, plantea un sistema de categorías para el estudio de los trabajos prácticos específicamente en Biología, categorías que se toman como base en la presente investigación.

- Carp, D, et al, (2012), “Trabajos prácticos de laboratorio sin receta de cocina en Cursos masivos” En este trabajo se describen los cambios de enunciado en las consignas de trabajos de laboratorio de cinética y equilibrio químico en un curso correspondiente a los primeros años de carreras de ingenierías no químicas, con el objetivo de promover el desarrollo de habilidades intelectuales y sociales en los estudiantes, y hábitos de razonamiento científico. Asimismo en las guías se incluyó una sección que relaciona los contenidos aprendidos con una situación profesional hipotética.

Es de resalta, que en los documentos revisados se reitera el papel crucial del trabajo práctico en la enseñanza de las ciencias y por ello la importancia que representa reflexionar al respecto, por ejemplo, podemos mencionar lo que asegura, Barberá, (1996), sin duda, el trabajo práctico y, en particular, la actividad de laboratorio constituye un hecho diferencial propio de la enseñanza de las ciencias. Hace casi trescientos años que John Locke propuso la necesidad de que los estudiantes realizaran trabajo práctico en su educación, y a finales del siglo XIX ya formaba parte integral del currículo de ciencias en Inglaterra y Estados Unidos (Gee y Clackson, 1992; Layton, 1990; Lock, 1988). Desde entonces, se ha mantenido una fe inamovible en la tradición que asume la gran importancia del trabajo práctico para la enseñanza de las ciencias.

Y, Adolf Cortel, A, (1999), la Ciencia es una actividad práctica además de teórica y una gran parte de la actividad científica tiene lugar en los laboratorios, si la enseñanza de las Ciencias ha de promover la adquisición de una serie de procedimientos y habilidades científicas, desde las más básicas (utilización de aparatos, medición, tratamiento de

datos, etc.) hasta las más complejas (investigar y resolver problemas haciendo uso de la experimentación) , es clara la importancia que los trabajos prácticos han de tener en el currículo de las Ciencias en todos los niveles, y ello a pesar de las graves dificultades que parecen pesar en la programación y realización de estas actividades en la Formación de futuros profesores.

## - PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Considerando que los documentos estudiados hacen referencia a investigaciones desarrolladas en relación con los trabajos prácticos, entre estos las prácticas de laboratorio y sus principales tendencias como la reflexión acerca del objeto del trabajo práctico, los aspectos metodológicos y la tendencia a formar para la investigación. Se encontró que los estudios realizados, no se abordan investigaciones que problematicen la estructuración de las guías de laboratorio de Bioquímica. Estudios a través de los cuales se puedan identificar elementos que contribuyan a reflexionar acerca de la formación de futuros profesores de ciencias.

Otro aspecto a tener en cuenta, es la Bioquímica como campo de conocimiento que se imparte como asignatura, en los programas de formación de futuros profesores y de la cual resulta escaso el estudio al respecto de la estructura disciplinar.

Profesores, elaboradores del currículo y autoridades educativas han mostrado una confianza en el trabajo práctico, con frecuencia sin una manifestación clara de su papel u objetivos (Hodson 1987). Tradicionalmente, al menos en Gran Bretaña y en los Estados Unidos, forma una gran parte de la enseñanza de las ciencias. Un amplio entendimiento de los fines de las prácticas requiere una clarificación del significado de los varios tipos de actividades prácticas, que son diferentes en naturaleza y pueden ser empleadas en distintas formas y utilizadas para lograr diversas metas.

Se propone reflexionar acerca de los fundamentos epistemológicos, teóricos, prácticos, en el diseño de programas de formación inicial de profesores, para el caso de la Bioquímica; teniendo en cuenta la revisión de los aspectos metodológicos, los objetivos fundamentales, y las principales dificultades a enfrentar para que futuros profesores sepan construir su propia identidad profesional, dominar la interacción social en las aulas, organizar a los alumnos como un grupo social capaz de trabajar de forma efectiva y traducir los contenidos de enseñanza para que con sus estudiantes construyan conocimiento.

Lograr una formación inicial de profesores efectiva exige abandonar enfoques idealizados y afrontar las principales fuentes de tensión, personales, sociales, políticas e ideológicas que encontramos en el trabajo diario en la enseñanza. Frente a los enfoques formativos que pretende basarse en la inútil búsqueda del perfil del profesor ideal y que pretenden definir lo que el profesor debe ser, lo que debe hacer y lo que debe pensar, el autor propone centrar la formación del profesorado en el análisis de lo que el profesor

hace. Ello supone enseñarle, en primer lugar, a estudiar el complejo entramado de interacciones que configuran el clima del aula; para, desde este análisis, elaborar estrategias de intervención adecuadas a los problemas reales de la enseñanza, los niveles de conocimientos de los alumnos.

Por ello, las actividades de formación inicial de profesores deben centrarse, en primer lugar, en enseñar al futuro profesor a analizar, con el mayor detalle posible, los múltiples factores que están influyendo en las situaciones de enseñanza en las que desarrolla su actividad docente cotidiana. Uno de los denominadores comunes de los profesores que fracasan en la enseñanza es que, como dicen los alumnos, no se enteran de dónde están, de quiénes mueven las dinámicas de la clase, de qué piensan de verdad los alumnos.

Con lo anterior se considera relevante el planteamiento de cuestionamientos como: ¿Qué caracteriza las guías de prácticas de laboratorio de Bioquímica utilizadas en cuatro programas de formación inicial de profesores de ciencias?

¿Cuáles son las características de la Bioquímica que se enseña a futuros profesores de ciencias mediante las prácticas de laboratorio, analizadas a través de la guía de laboratorio?

## **- OBJETIVOS**

### **OBJETIVO GENERAL**

Caracterizar las guías de laboratorio de Bioquímica utilizadas en cuatro programas de formación inicial de profesores, desde las perspectivas del trabajo práctico y del Conocimiento Disciplinar Específico.

### **OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Identificar las características epistemológicas del conocimiento disciplinar específico de la Bioquímica a partir de una revisión bibliográfica.
- Implementar el sistema de categorías tanto de los Trabajos prácticos (Tp) y el Conocimiento Disciplinar Específico de la Bioquímica (CDBq), mediante la sistematización del contenido presente en las guías de laboratorio de Bioquímica.
- Comparar y analizar las características de las guías de laboratorio de Bioquímica de los cuatro programas.

## Capítulo 2

### EL CONOCIMIENTO DIDÁCTICO DEL CONTENIDO DISCIPLINAR

*“El que puede hacer, el que comprende, enseña” Shulman, (1986)*

---

*“... el profesor puede ser un profesional de la enseñanza que aprenda de su propia acción y de la reflexión que realiza en grupo sobre su práctica docente. Diseñando, desarrollando y evaluando su propia opción metodológica”. Boja, (1992b)*

Los futuros profesores requieren en su formación inicial los tópicos en la comprensión de la naturaleza de la disciplina que enseñan, así como el conocimiento contextual y el pedagógico, a continuación se presenta el planteamiento de algunos elementos que constituyen el estudio de las estructuras que conforman el Conocimiento del Contenido Disciplinar, según Schwab, (1974) en el marco del Conocimiento Profesional del Profesor a partir de Shulman, (1986).

Los estudios relacionados con Conocimiento Profesional del Profesor (CPP) se han establecido en un fundamentado referente de conocimientos, acerca de lo que demanda saber el profesor para enseñar y hacer enseñable su disciplina de manera coherente; ya que cada una de ellas representa una forma sistemática de pensar, con características definidas de ideas dirigidas y una manera particular de cuestionar y abordar la producción del conocimiento.

En lo que sigue, se presentan algunos de los autores y los planteamientos que caracterizan el estudio del Conocimiento Profesional del Profesor.

#### **El Conocimiento Base del Profesor Shulman, (1987)**

Las iniciativas adoptadas en el pasado por los responsables de las políticas y por los formadores de profesores han sido coherentes con la idea de que la enseñanza requiere habilidades básicas, conocimiento del contenido y habilidades didácticas.

Shulman, (1987) afirma que el conocimiento base para la enseñanza de un profesor debe incluir al menos siete categorías de conocimiento diferentes:

*“Si hubiera que organizar los conocimientos del profesor en un manual, en una enciclopedia o en algún otro tipo de formato para ordenar el saber, como mínimo incluirían:*

- Conocimiento del contenido;
- Conocimiento didáctico general, teniendo en cuenta especialmente aquellos principios y estrategias generales de manejo y organización de la clase que trascienden el ámbito de la asignatura;

- Conocimiento del currículo, con un especial dominio de los materiales y los programas que sirven como “herramientas para el oficio” del docente;
- Conocimiento Pedagógico del Contenido: esa especial amalgama entre materia y pedagogía que constituye una esfera exclusiva de los maestros, su propia forma especial de comprensión profesional;
- Conocimiento de los alumnos y de sus características;
- Conocimiento de los contextos educativos, que abarcan desde el funcionamiento del grupo o de la clase, la gestión y financiación de los distritos escolares, hasta el carácter de las comunidades y culturas; y
- Conocimiento de los objetivos, las finalidades y los valores educativos; y, sus fundamentos filosóficos e históricos.

Así mismo, señala que el proceso docente propiamente dicho se inicia cuando el profesor empieza con una planificación reflexiva de su actividad docente, desde las finalidades educativas, la estructura conceptual y las ideas del tema que va a enseñar, hasta el contexto educativo y entonces, comprende a fondo lo que debe ser aprendido por sus estudiantes.

#### **Las categorías del Conocimiento Base del Profesor Tamir, (1989)**

Las siete categorías de conocimiento base, que plantea Shulman (1987) tienen alguna semejanza con las propuestas por Tamir (1989) de manera que se puede articular el conocimiento base para la enseñanza que necesitan los profesores de ciencias en formación inicial, el cual incluye conocimiento de:

- a. La materia,
- b. La didáctica general,
- c. La didáctica específica de la asignatura,
- d. La educación avanzada general,
- e. El desempeño personal y
- f. Los fundamentos de la enseñanza

#### **Áreas generales del Conocimiento Base del Profesor Grossman, (1990)**

Estas categorías son redefinidas por esta autora en cuatro áreas generales:

- a. El conocimiento pedagógico general,
- b. El conocimiento del contenido,
- c. El conocimiento pedagógico del contenido y
- d. El conocimiento del contexto. Esta última clasificación ha sido la que ha orientado mayoritariamente el desarrollo de este programa de investigación. Ver figura 2.1. la relación del conocimiento del profesor y los principales componentes.



*Figura 2.1. Conocimiento del Profesor (Grossman, 1990)*

Adicionalmente a las características generales mencionadas anteriormente, en esta parte se presentan algunas características específicas planteadas por estos autores acerca del conocimiento Profesional de los Profesores.

### **Carácter del Conocimiento del Profesor**

- a. El Carácter situado y contextualizado. La generación de este conocimiento, su aprendizaje y su aplicación están vinculados a contextos y experiencias de enseñanza, tiene raíces sociales y se conforma, como otros conocimientos, por la experiencia en un contexto socio-histórico determinado, Corcuff, (1998).
- b. El Carácter profesional, porque de este modo consideramos al profesor que, al igual que el médico o el ingeniero, realiza una actividad en la que debe tomar decisiones y asumir importantes cuotas de responsabilidad, Benejam, (1986); Imbernón, (1994b) y Palonsky, (1993).
- c. El Carácter práctico. Está ligado a la práctica docente y se transforma durante sus interacciones en la práctica Porlán *et al*, (1996)

### **Categorías del conocimiento profesional del profesor Tardif, (2004)**

En el marco del conocimiento profesional del profesor, este autor afirma que así como el médico, el abogado o el ingeniero poseen un conocimiento que los distingue entre sí y

entre los demás profesionales, los profesores cuentan con un conocimiento profesional particular; el trabajo docente se diferencia de otros trabajos teniendo en cuenta que:

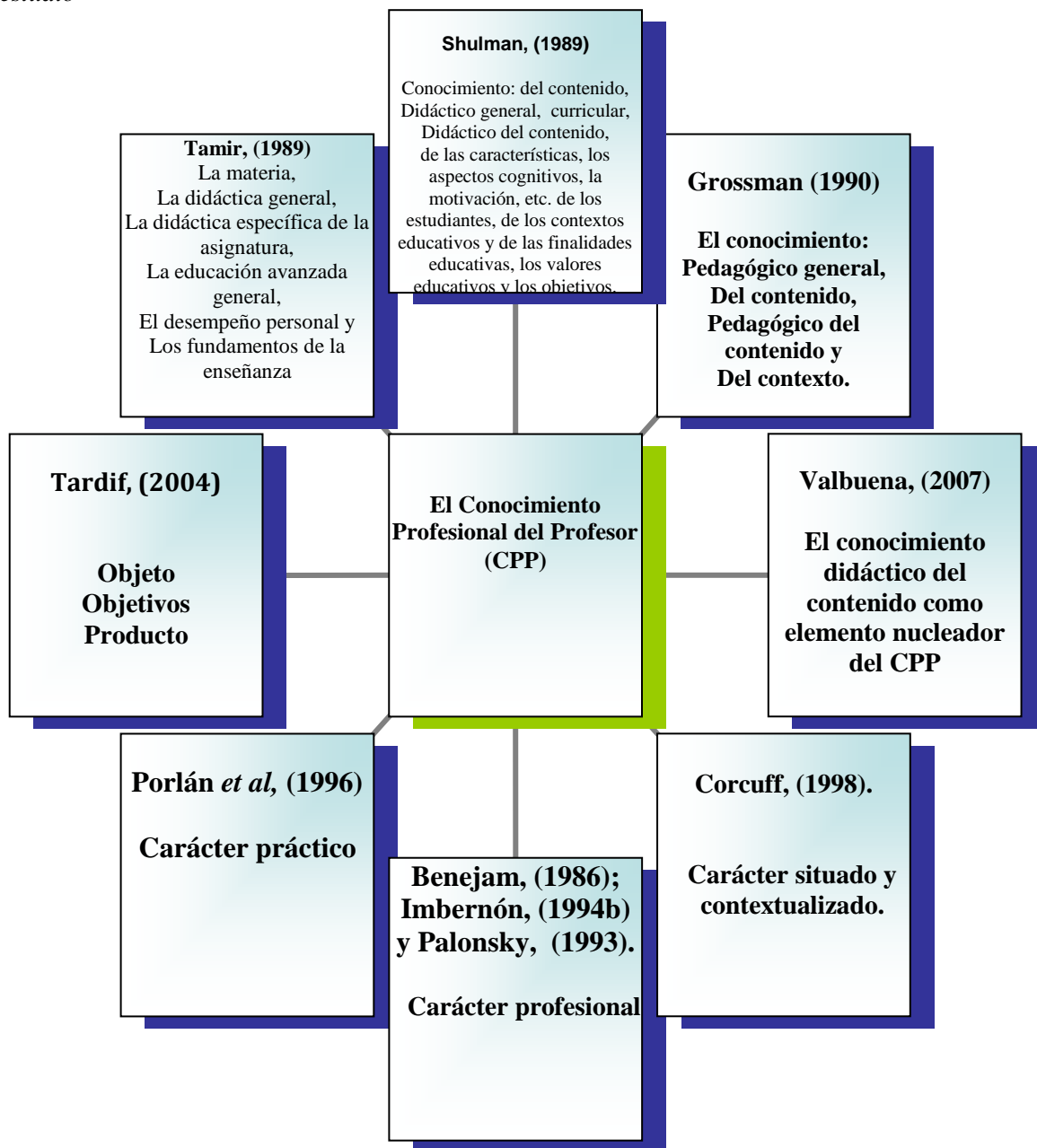
- a. Su objeto es heterogéneo y está conformado por sujetos humanos e interacciones humanas.
- b. Sus objetivos son ambiguos, amplios, ambiciosos y a largo plazo.
- c. Implica relaciones complejas.
- d. Su producto es intangible e inmaterial, ya que el proceso de aprender a ser maestro es simultáneo con la producción (enseñar, es decir, hacer, aprender), con lo cual es difícil separar al trabajador del resultado; y en la investigación, se debe observar al profesor dentro de su lugar de producción.

### **El conocimiento didáctico del contenido como elemento nucleador del CPP Valbuena, (2007)**

Según Valbuena, (2007), para el profesor, no es suficiente contar con conocimientos de origen académico tales como la Disciplina específica, la Pedagogía y la Didáctica. Tampoco basta con sus Concepciones y el Saber Experiencial adquirido en la práctica docente. Se requiere, construir un conocimiento profesionalizado a partir de la integración de los diferentes Saberes, Conocimientos y Concepciones. Dicho conocimiento es epistemológicamente diferenciado, al mediar entre las teorías formalizadas y la acción profesional. Se le ha denominado Conocimiento Profesional del Profesor (CPP). Según este autor, el conocimiento didáctico del contenido específico constituye el elemento nucleador e integrador de los otros componentes del CPP (conocimiento y concepciones de la disciplina específica, conocimiento contextual, conocimiento y concepciones pedagógicas y didácticas, y conocimiento cultural)

En la figura 2.2. Se muestran las categorías del (CPP) planteadas por los autores mencionados anteriormente y que son tomados como referentes en el presente estudio.

Figura 2.2. El Conocimiento Profesional del Profesor (CPP). Categorías de estudio



## **El conocimiento didáctico del contenido (CDC)**

El Conocimiento Didáctico del Contenido, (CDC) es aquel conocimiento que le permite a profesor transformar pedagógicamente el Conocimiento del Contenido Disciplinar que posee en formas y estructuras comprensibles para los receptores de la formación, igualmente dicho conocimiento le posibilita al profesor transformar otros conocimientos, concepciones y saberes que confluyen en el aula de clase, tales como el conocimiento cotidiano y el conocimiento curricular, entre otros. Precisamente es esa capacidad de transformación lo que da especificidad a la función docente permitiendo distinguir entre un docente y un especialista en la materia. Poseer un profundo conocimiento de Química no es suficiente para poder representar esa disciplina de modo comprensible para los alumnos.

Con el concepto "Conocimiento Didáctico del Contenido" se intenta explicar qué conocen los formadores de su materia y cómo traslada este conocimiento a sus acciones formativas. El conocimiento didáctico del contenido implica la capacidad del formador para transformar el conocimiento de la materia que posee en formas pedagógicamente útiles y adaptadas a los diversos niveles y habilidades de los receptores de la formación.

Shulman, (1987), publica sus estudios sobre la interacción entre el contenido temático de la materia y la pedagogía, presenta el concepto "Pedagogical Content Knowledge" para referirse al producto de dicha interacción que describe como, *"...es el conocimiento que va más allá del tema de la materia per se y que llega a la dimensión de conocimiento del tema de la materia para la enseñanza..."* Shulman, (1987:9).

Dado que el modelo pretende describir cómo los profesores comprenden la materia y la transforman didácticamente en algo enseñable, además de los restantes componentes, es clave en este proceso el paso del "conocimiento de la materia", y es Mellado, (1996) quien recogió este término y le llamó "Conocimiento didáctico del contenido" (CDC), introduciéndolo en España con esa connotación. Bolívar, (2005)

El Conocimiento Didáctico del Contenido, (CDC) es una sub-categoría del Conocimiento Pedagógico del Contenido, incluye diversos componentes: *"Los tópicos que más regularmente se enseñan en un área, las formas más útiles de representación de las ideas, las analogías, ilustraciones, ejemplos, explicaciones y demostraciones; en una palabra, la forma de representar y formular la materia para hacerla comprensible a otros"* Shulman, (1986: 9). Esta forma de conocimiento integra entre otros, estos cuatro componentes, Grossman, (1989); Marks, (1990):

- a. Conocimiento de la comprensión de los alumnos: modo cómo los alumnos comprenden un tópico disciplinar, sus posibles malentendidos y grado de dificultad;

- b. Conocimiento de los materiales curriculares y medios de enseñanza en relación con los contenidos y alumnos;
- c. Estrategias didácticas y procesos instructivos: representaciones para la enseñanza de tópicos particulares y posibles actividades/tareas; y
- d. Conocimiento de los propósitos o fines de la enseñanza de la materia: concepciones de lo que significa enseñar un determinado tema (ideas relevantes, prerequisites, justificación, etc.).

En este sentido, el modelo integrador de CDC de Gess-Newsome (1999) considera tres tipos de conocimiento que se constituyen en conceptos claves para aproximar los saberes disciplinarios, didácticos y contextuales, complejizando la actuación docente, (Figura 2.3.)

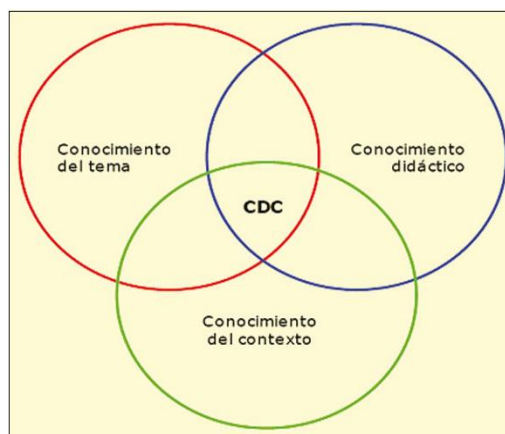


Figura 2.3. Modelo integrador del Conocimiento Didáctico del Contenido de Gess-Newsome, (1999:26)

Para el docente de química, el conocimiento de las diversas concepciones alternativas de los estudiantes es una pieza clave de lo que se ha denominado el conocimiento pedagógico del contenido (*pedagogical content knowledge* o PCK en inglés.) (Shulman, 1986; Talanquer, 2004; Garritz y Trinidad, 2004). Este tipo de saber incluye el conjunto de ideas, ejemplos, modelos, analogías y metáforas que el docente posee en su área de especialidad y que le permiten construir variadas representaciones didácticas de un concepto o diseñar experiencias educativas que promueven el aprendizaje significativo.

Así también, Valbuena (2011) da a conocer que el Conocimiento Didáctico del Contenido Biológico (CDCB) se produce a partir del proceso de transformación, procesamiento, interrelación, e integración de diversos componentes, entre los cuales enuncia:

- Los contenidos biológicos por enseñar.
- Las finalidades de la Biología y de su enseñanza.

- Las estrategias metodológicas para la enseñanza de la Biología.
- Las concepciones, experiencias, expectativas e intereses de los alumnos acerca de la Biología.
- Las dificultades en la enseñanza-aprendizaje de la Biología.
- La evaluación de los aprendizajes de la Biología.

Aquí es importante aclarar que los trabajos prácticos son considerados en la variedad de estrategias para la enseñanza, en ellos ubicamos la guía de laboratorio fuente de información del presente estudio.

### **El conocimiento disciplinar específico (CDE) como componente del conocimiento profesional del profesor**

Hasta ahora se han expuesto las principales características a nivel general del Conocimiento Profesional del Profesor (CPP) y las específicas referentes a los conocimientos Pedagógico y Didáctico, ahora se realiza una revisión de otro componente fundamental del Conocimiento Profesional: El Conocimiento Disciplinar Específico, CDE Concretamente se hará referencia a las características de las disciplinas en general.

Cada una de las disciplinas que constituyen el conocimiento científico presenta características propias en lo que se refiere al objeto de estudio en la búsqueda y consolidación del conocimiento, como también a los métodos de investigación que implementan en la producción del mismo. Estas características forman parte de la especificidad de cada disciplina, Bolívar, (2005)

La denominación de Conocimiento Disciplinar Específico hace referencia al conocimiento de la materia que se enseña, tanto de los contenidos concretos de enseñanza, como de la forma como están organizados en su estructura disciplinar. Al respecto, Grossman, (1989), plantea que los estudios del conocimiento disciplinar con profesores, ponen acento en aspectos como la naturaleza, la forma de producción, la organización y los contenidos de dicho conocimiento.

### **La estructura de las disciplinas, según Joseph Schwab, (1978)**

Este autor plantea tres áreas de problemas básicos en la reflexión epistemológica sobre cualquier disciplina, a saber: sus estructuras sustantiva, sintáctica y organizativa. La estructura sustantiva, señala Schwab (1973:6), sirve de base y orientación de la investigación que se realiza en una ciencia. La expresión equivale en alguna de sus acepciones al término paradigma, en funcionamiento o vigente, dentro de una ciencia. Constituye la estructura cognitiva que determina el tipo de preguntas que nos hacemos al investigar y que determinan, a su vez, el tipo de datos que deseamos hallar y el tipo

de experimentos a llevar a cabo. Además, a los datos, una vez reunidos, se les otorga significado a la luz de la concepción que originó la investigación. De forma más concreta, hace referencia a los contenidos y viene determinada por el conjunto de hechos, conceptos, principios, generalizaciones e hipótesis que constituyen, en definitiva, el conocimiento que la ciencia sistematiza sobre el tipo de fenómenos de que trate.

La estructura sintáctica de una disciplina incluye la serie de reglas (procedimientos) que rigen las relaciones entre los elementos de la estructura sustantiva. No es exactamente el método general, sino más bien las estrategias operativas. No se puede describir una sintaxis más que a través de la referencia al tema concreto estudiado en las investigaciones concretas. Supone, pues, la especificidad de una disciplina en cuanto a la definición de lo que para ella constituye un descubrimiento o una comprobación, qué criterios emplea para medir la cualidad de sus datos y, en general, cuáles son las vías por las que se mueve desde ellos.

Y, la estructura organizativa aborda el problema relacionado con la articulación de las ciencias según sus estructuras, sus modos característicos de acercamiento a la realidad y los conocimientos que se sistematizan en relación con la misma; lo que contribuye a especificar la peculiaridad clasificatoria de cada disciplina y las posibles relaciones interdisciplinares que entre sí pueden mantener.

### **El saber académico y el conocimiento disciplinar, según Barnett y Hodson, (2001)**

El saber académico se refiere al conocimiento disciplinar que el profesor tiene sobre la materia que enseña. Para Barnett y Hodson (2001) incluye el conocimiento del contenido de la ciencia (conceptos, hechos y teorías); conocimientos sobre la naturaleza de la ciencia, incluyendo historia, filosofía y sociología de la ciencia y las relaciones entre ciencia, tecnología, sociedad y medioambiente; conocimiento sobre cómo y por qué los estudiantes aprenden (desarrollo de los niños, teorías de aprendizaje y teoría de la motivación). Se adquiere en la formación inicial y permanente. La participación en redes de profesores o equipos de investigación, son medios adecuados para su desarrollo.

### **Los conceptos estructurantes en el conocimiento de las disciplinas**

De otra parte, es importante resaltar que además de conocer los contenidos y la estructura de las disciplinas, es necesario el conocimiento de sus características históricas y epistemológicas, dado que aportan elementos importantes para la enseñanza, como son las condiciones y obstáculos en la producción del conocimiento, así como la identificación de los conceptos estructurantes, según, Gagliardi, 1986; Gagliardi y Giordan, 1986; Gil-Pérez, 1993 Giordan y De Vecchi, 1999.

Al respecto, Porlán (2003), refiriéndose a los principios para la formación del profesorado, pone de manifiesto la relevancia de tener en cuenta la estructura de los conceptos, la cual posibilita establecer relaciones y redes con otros conceptos. Es decir, destaca la necesidad de identificar conceptos estructurantes al momento de la definición de objetivos, contenidos y actividades de enseñanza.

En el caso del conocimiento profesional hegemónico que se ha configurado durante su etapa de estudios universitarios y se trata de conocimientos explícitos y en principio formalizados siguiendo la lógica de las respectivas disciplinas; entre los profesores de secundaria, es común pensar que este conocimiento es suficiente para desempeñar su labor docente, sin embargo es necesario incluir aquí los conocimientos sobre ciencias de la educación entre el profesorado de enseñanza secundaria.

### **Los trabajos prácticos (Tp)**

En cuanto al Trabajo Práctico y la formación del profesorado en la enseñanza de las ciencias, éste ha venido constituyendo una faceta muy valorada entre los enseñantes (Boyer y Tiberghien 1989; Rodrigo 1993; García Barros 1998; citados en M. Rodrigo *et al* (1999); no obstante los estudios realizados sobre la efectividad de estas actividades, son escasos Rodrigo *et al*, (1999).

Algunos investigadores en didáctica y profesores de las disciplinas científicas reconocen la importancia de los trabajos prácticos de laboratorio (Tp) para la enseñanza, por su frecuente presencia en el quehacer diario del aula (Richoux, 2003; Jaén y García, 1997), pero que también ha sido cuestionado en lo que se refiere a su valor didáctico (Barberá y Valdés, 1996; Batida, 1990; Duque, et al, 1996).

Otros autores han considerado que el trabajo de laboratorio es una pérdida de tiempo y de recursos. (Hofstein y Lunetta, 1982; Toothacker, 1983; cit. por Barberá y Valdés, 1996). Por otra parte, Claxton, (1994) afirma que las prácticas no conducen a una mayor comprensión de las ciencias ni a un mayor entusiasmo por ellas. Descalifica, además, el laboratorio escolar por diferir en cuanto al vocabulario, los aparatos, los cuidados, de los contextos de aprendizaje y resolución de problemas de la cotidianidad de los estudiantes, lo que dificulta que las clases de ciencias naturales puedan impactar por su aplicabilidad en el entorno de la comunidad escolar. Hodson (1994) plantea que el Tp es sobre-utilizado, en el sentido del uso indiscriminado del mismo por parte de los profesores, que lo hacen suponiendo que les permitirá el logro de gran cantidad de objetivos de aprendizaje.

Según, Miguens y Garret, (1991), el término general de “práctica o trabajo práctico” refiere las siguientes actividades:

1. Ejercicios: Son actividades o manipulaciones de equipos guiados por claras y precisas instrucciones.

- Ejercicios prácticos: son actividades diseñadas para desarrollar específicamente:
  - Habilidades prácticas (medición, manipulación de aparatos) estrategias de investigación (repetición de medidas, tratamiento de datos, diseño de experimentos, control de variables, realización de un experimento, etc.).
  - Habilidades de comunicación (saber seguir instrucciones para utilizar un aparato, comunicar los resultados oralmente y a través de informes, etc.). proceso cognitivos en un contexto científico (observación, clasificación, inferencia, emisión de hipótesis, interpretación en el marco de modelos teóricos, aplicación de conceptos). Ej.: uso de la balanza y del material volumétrico, observación y dibujo de la flora, etc.

2. Experimentos: son trabajos prácticos destinados a obtener una familiarización perceptiva con los fenómenos (ver el cambio de color en una reacción química).

- Experiencias: Son simples experimentos exploratorios, generalmente cualitativos, muy cortos y rápidos.
- Experimentos ilustrativos: Son actividades para ejemplificar principios, comprobar leyes o mejorar la comprensión de determinados conceptos operativos.
- Experimentos de descubrimiento guiado: (Garrett y Roberts, 1982). Son experimentos llevados a cabo por los alumnos y que conducen a una predeterminada y simple respuesta correcta.
- Experimentos para contrastar hipótesis: Por ejemplo, Diseñar un experimento para confirmar que el tiempo de caída de un cuerpo no depende de su masa.
- Demostraciones: son experimentos realizados por el profesor a un grupo de estudiantes, involucrando o no alguna discusión sobre lo que se está haciendo.

3. Ejercicios prácticos: Son actividades diseñadas para desarrollar específicamente, habilidades prácticas (medición, manipulación de aparatos) estrategias de investigación (repetición de medidas, tratamiento de datos, diseño de experimentos, control de variables, realización de un experimento; habilidades de comunicación (saber seguir instrucciones para utilizar un aparato, comunicar los resultados oralmente y a través de informes; proceso cognitivos en un contexto científico (observación, clasificación, inferencia, emisión de hipótesis, interpretación en el marco de modelos teóricos, aplicación de conceptos).

4. Investigaciones: Son actividades diseñadas para dar a los estudiantes la oportunidad de trabajar como los científicos o los tecnólogos en la resolución de nuevos problemas, buscando, investigando, estudiando con más o menos profundidad los temas relacionados a un problema particular y encontrando posibles soluciones Estas investigaciones proponen que pueden ser:

- Investigaciones teóricas, dirigidas a la resolución de un problema teórico (Ej.: establecer la relación entre la presión y el volumen de un gas).
- Investigaciones prácticas, dirigidas a resolver un problema práctico (Ej.: qué material de un conjunto dado abriga más; cómo se podría reducir la contaminación de las aguas).

## Los objetivos en relación al Tp

Con respecto a los objetivos según Miguens y Garrett, 1991, los objetivos que se han planteado obtener con el uso de las distintas modalidades de trabajos prácticos han estado relacionados, fundamentalmente, con dos aspectos: Apoyo para comprender la teoría y apoyo para el desarrollo de destrezas prácticas.

Al respecto, Caamaño, (1992), profundiza el análisis proponiendo diversos objetivos que clasifica según estén relacionados con contenidos conceptuales, procedimentales o actitudinales.

- ***En relación a los hechos, los conceptos y las teorías:***
  - Objetivos relacionados con el conocimiento vivencial de los fenómenos en estudio.
  - Objetivos relativos a una mejor comprensión de los conceptos, las leyes y las teorías.
  - Objetivos relativos a la elaboración de conceptos y teorías por la vía de la contrastación de hipótesis.
  - Objetivos relativos a la comprensión de la forma como trabajan los científicos y los tecnólogos.
  
- ***En relación a los procedimientos:***
  - Objetivos relativos al desarrollo de habilidades prácticas (destreza, técnicas, etc.) y de estrategias de investigación (control de variables, diseño de experimentos, tratamiento de datos, etc.).
  - Objetivos relacionados con el desarrollo de procesos cognitivos generales en un contexto científico (observación, clasificación, inferencia, emisión de hipótesis, evaluación de resultados).
  - Objetivos relacionados con las habilidades de comunicación (buscar información, comunicar oralmente, gráficamente o por escrito los resultados y las conclusiones de una investigación, etc.).
  
- ***En relación a las actitudes:***
  - Objetivos comunes a las otras áreas: promover la objetividad, la perseverancia, el espíritu de colaboración, etc.
  - Objetivos propios del área de ciencias: promover el interés por la asignatura de ciencias y por la ciencia en general, la confianza en la propia capacidad para resolver problemas.

En relación con el trabajo práctico como investigación, Calatayud, et al, (1988, 1980). Plantea que la idea general de estas investigaciones, es que alumnos sigan un proceso similar al trabajo de los científicos (partiendo de situaciones problemáticas intentan dar respuesta a las mismas).

Así mismo, Carrascosa, (1995): Afirma que para conseguir un aprovechamiento adecuado de estos trabajos, deben poseer una serie de características, por ejemplo:

- ***Sobre el planteamiento del problema:***
  - Se plantea inmerso en el proceso de construcción de un cuerpo de conocimientos,
  - Se debe plantear el interés de la situación problemática abordada
  - Debe aclararse el marco teórico en el que se sitúa el trabajo práctico (mediante búsqueda bibliográfica).
  
- ***Acerca del planteamiento de hipótesis:***
  - El alumno debe tener oportunidad de emitir hipótesis como intento de repuesta al problema planteado, así como de aplicar el control de variables operativizar las hipótesis y estudiar cómo contrastarlas, estudiar situaciones límite
  
- ***Sobre el diseño experimental:***
  - El alumno propone su propio diseño experimental: qué variables influyen, cómo medirlas, cómo recoger los datos, qué precauciones son necesarias, etc.
  - En la realización del experimento: Es conveniente que el alumno realice el experimento (una vez diseñado)
  - Pueden realizarse distintos experimentos para contrastar los resultados
  
- ***Sobre el análisis de los resultados y conclusiones finales:***
  - Análisis crítico de los resultados por los alumnos (en qué medida se verifican las hipótesis, campo de validez de los resultados, etc.)
  - Tener en cuenta el carácter social de la experimentación (comparación de resultados con otros grupos, libros etc.)
  - No dar una imagen cerrada de la investigación: plantear nuevos problemas que surgen los alumnos deben presentar una memoria del trabajo realizado.

### **La práctica de laboratorio**

Es pertinente mencionar que la práctica de laboratorio es introducida en la educación, hace casi trescientos años, por John Locke, planteada como la necesidad de realizar trabajos prácticos experimentales para la formación de los alumnos.

A finales del siglo XIX ya formaba parte integral del currículo de ciencias en Estados Unidos, extendiéndose posteriormente a los sistemas educativos de otros países como Inglaterra, Crespo Madera, et al, (1996).

Desde entonces se ha mantenido la tradición centrada en la importancia del trabajo práctico para la enseñanza de las ciencias.

### **La guía de laboratorio**

Parte de poner en escena los contenidos temáticos correspondientes al programa consiste en la planeación de la guía de la actividad práctica; para lo cual existen diferentes opciones; desde adoptar una guía ya preparada hasta elaborarla conjuntamente con los alumnos, en ocasiones pueden utilizarse guías ya elaboradas que correspondan a los propósitos que se tienen y otras se puede hacer adaptaciones a guías ya existentes.

Según Del Carmen, L, (2004), una guía debe ser comprensible por todos los alumnos y alumnas del grupo, breve, clara y concreta, esquemática, ilustrada con dibujos y esquemas que faciliten su comprensión y una vez preparado el trabajo práctico, llega el momento de ponerlo en escena. La preparación facilita este proceso, aunque no la garantiza. El momento inicial de la misma tiene una gran importancia, lo que resulta una oportunidad para captar el interés de los estudiantes hacia la cuestión abordada.

La motivación inicial se favorece teniendo en cuenta aspectos como, por ejemplo:

- El tema objeto del trabajo práctico se plantea en forma de pregunta comprensible y sugerente para los alumnos.
- Se relaciona con aspectos de la vida cotidiana que sean atractivos e interesantes para los alumnos.
- Se relaciona con otros trabajos anteriores que les hayan interesado
- Se clarifican los objetivos que se pretenden y lo que deben hacer para conseguirlos.
- Se clarifican los aspectos que se valorarán en el desarrollo del trabajo.
- Se permite que los alumnos y alumnas expresen y discutan abiertamente sus ideas en relación con las cuestiones planteadas.
- Se otorga protagonismo desde el inicio y en el desarrollo del trabajo, permitiéndoles tomar las decisiones que se consideren oportunas.

### **La bioquímica: Una revisión documental**

Como parte de la revisión documental, se presenta el siguiente texto referente teórico sobre la evolución de la Bioquímica, atendiendo a las principales Escuelas y su aporte en el desarrollo de la misma.

Teniendo en cuenta lo que afirma Boyer, C, (1999):

*“Es costumbre de la humanidad dividir su historia en eras y periodos en relación con las diversas características y niveles culturales, estas divisiones resultan útiles, aunque debemos tener presente que se trata sólo de unos marcos superpuestos arbitrariamente según la conveniencia y las particiones no son aisladas y estancadas”*

Sin embargo, se considera que conocer la Historia debería servir para proyectar el futuro.

Según Bacon, en Martín, (1992) una de las parcelas de la sabiduría se ha atribuido tradicionalmente a la historia y en la presentación del estado general del saber, se refería Bacon al valor de la historia de esta manera:

*“Una historia correcta del saber, donde se contengan las antigüedades y orígenes de los conocimientos; sus invenciones, sus tradiciones, sus florecimientos, decadencias y olvidos, con las causas y ocasiones de los mismos, y todos los demás sucesos relacionados con el saber, a lo largo de las edades del mundo, puedo afirmar con certeza que no existe”*

La historia de la Bioquímica, como casi todas las historias, implica otras historias que van entrelazadas, resultaría un ejercicio muy interesante incursionar en cada una de ellas, Acerenza, (2002); sin embargo, para el caso, se muestra el recorrido a partir de algunos hilos que convergen en el desarrollo del conocimiento de este campo disciplinar.

La historia de la Bioquímica está asociada íntimamente con el desarrollo las ciencias de la Química a finales del siglo XVIII y de la Biología del siglo XIX, no fue sin embargo, hasta los primeros años del siglo XX que la Bioquímica empezó a emerger como disciplina científica independiente. Así la Bioquímica descrita como el estudio de la Química de la vida, es una ciencia polifacética que incluye el estudio de todas las formas de vida y que utiliza los conceptos básicos de la Biología, la Química, la Física y la Matemática, para alcanzar sus objetivos.

La investigación bioquímica que surgió en el siglo XIX con el aislamiento y caracterización de compuestos orgánicos presentes en la naturaleza es un componente integral de la mayoría de las investigaciones biológicas modernas influenciando áreas de la investigación. El comprender esta influencia requiere apreciar la evolución histórica de la Bioquímica y su aporte en el desarrollo de la Biología Molecular, como en otros campos del conocimiento. Es la historia de una disciplina producto de la evolución de la Química básica de los organismos vivos y se desarrolló convirtiéndose en parte fundamental en la indagación científica para comprender las bases moleculares de la vida.

*“La Bioquímica se constituye como tal en el siglo XX. Sin embargo, se estructuró a partir de una necesidad que naturalmente se dio al seno de la misma química: la separación gradual entre la química orgánica y la inorgánica*

*y su relación con la fisiología. Pero este proceso no se inicia antes de 1800; por ejemplo, fue hasta 1828 cuando el químico alemán Friedrich Wöhler (1800-1882) sintetizó por primera vez un compuesto orgánico de origen animal (la urea), demostrando con ello que los constituyentes biológicos no son fruto de misteriosas “fuerzas vitales” Hill, R, (1974)*

### ***El Desarrollo de la bioquímica en cuanto orientación interdisciplinar de la investigación en fisiología y química orgánica***

En el siglo XIX surge la química fisiológica que intentó explicar el proceso de los alimentos en el ser humano, además de indagar la causa del calor en el cuerpo. Se percibía claramente que la química se tornaba indispensable para la explicación racional de los procesos de la vida y es la bioquímica, que se encarga de estudiar en rigor los cambios químicos de la materia viva en condiciones normales fisiológicas y también patológicas.

Cuando en el año 1903 Carl Neuberg utilizó por primera vez (con motivo de su habilitación como profesor en la universidad de Berlín) el término “bioquímica” disponía ya de muchos resultados obtenidos en este campo de la ciencia. Su desarrollo se había producido a lo largo del siglo XIX dentro de la medicina, en el marco de la fisiología vegetal y animal, y de la “química fisiológica”, prosperando gracias a los trabajos de Liebig, Claude Bernard, H. Mulders y L. Pasteur, así como por el auge experimentado por la química orgánica con Wholer, E. Frankland, A. Kekulé, J. H. van t'Hoff y D. Mendelejev. Sin embargo faltaban aún los fundamentos teóricos y metodológicos capaces de resolver con los métodos del análisis químico las cuestiones generales relativas a la naturaleza material de los procesos de la vida. El problema consistía en separar exactamente los componentes materiales, aislar del organismo las materias activas y obtenerlas sin impurezas.

Los precursores de la *química fisiológica* contribuyeron de manera notable con sus descubrimientos de métodos y técnicas de laboratorio a abrir camino hacia el conocimiento de los procesos elementales de intercambio metabólico y energético. La mayoría de las veces se trataba de médicos, farmacólogos, químicos y agro químicos que habían completado dos carreras o que coincidían en algún trabajo interdisciplinar Y que fundaron las primeras escuelas científicas de química fisiológica. *Su interés se centró cada vez más en la investigación de las materias y procesos metabólicos de células y tejidos y en la búsqueda de leyes biológicas de carácter general.* Este interés tuvo su expresión hacia finales del siglo XIX en obras como la *Allgemeine Physiologie* (Fisiología general) de M. Verworn (1895).

F. Hoppe Seyler (1825-1895) como uno de los fundadores de la fisiología fue quien reunió a numerosos alumnos que más tarde serían célebres (desde 1861 en Tubinga y desde 1872 en Estrasburgo) y trabajando en colaboración con ellos, con la consigna

lograr: “el conocimiento de casi todas las clases de sustancias que cumplen alguna función en el organismo” (Rothschuh, 1953, p. 175).

Sus trabajos sobre la hemoglobina y el contenido de oxígeno en la sangre, así como sobre el proceso de oxidación en los tejidos, posteriormente se ocupó de cuestiones relativas a la distribución de glucógeno, lecitina y colessterina en los cuerpos, analizó y clasificó las proteínas y estudió la clorofila, la revista de química fisiológica, *Zeitschrift für physiologische Chemie*, en 1877; fundada por él refleja la multiplicidad de temas de investigación suyos y de sus alumnos (Karlson, 1977).

Otra escuela de química fisiológica fue la que se formó en torno a Fr. Hofmeister (1850-1922); rodeado de un gran círculo de alumnos, Hofmeister (desde 1883 en Praga y de 1896-1918 en Estrasburgo) realizó descubrimientos fundamentales en química y biología de las proteínas (caseína, albúmina, asparagina, cistina), trabajó en metabolismo intermediario y demostró en 1902 que las proteínas son polipéptidos; impulsó los conocimientos sobre enzimas, hormonas y vitaminas e investigó los efectos de las sales en los coloides orgánicos (serie iónica de Hofmeister). Uno de sus alumnos fue C. Neuberg (1877-1956), más tarde director del Instituto Kaiser Wilhelm de Bioquímica (1918), la primera institución que recibió tal nombre. Trabajó en el Instituto de Terapia Experimental (dirigido por Von Wassermann), luego desde 1925 se dedicó a la investigación de las enzimas. A comienzos del siglo XX:

*“La joven “bioquímica” nacida por así decirlo como una rama especializada de la química fisiológica, se había canalizado en el estudio de las enzimas, sus efectos y sus alteraciones evolucionando hasta convertirse en una disciplina independiente” (Olby, 1974, p. 133)*

### ***La Bioquímica y el estudio de las enzimas en procesos de descomposición del azúcar***

Comienza una nueva fase de la enzimología y el nuevo programa de la bioquímica comenzaron con la extracción del fermento zimasa, realizada por E. Buchner (1897), que permitió por vez primera una investigación controlada experimentalmente de su modo de actuación. Hasta entonces había estado vigente en términos generales la teoría expuesta por L. Pasteur (contraria a las hipótesis de Liebig), según la cual la acción de los fermentos sólo puede ser causada por organismos vivos (microorganismos como levaduras y bacterias) a los que incluso se llegó a considerar como la expresión de los procesos de la vida. (Dubos, 1988)

En esta misma dirección, W. Kühne (1877) había empleado el término enzima para los biocatalizadores activos fuera de las células vivas. (Ya en 1893 W. Ostwald había identificado las enzimas como “catalizadores” en el sentido del concepto acuñado por Berzelius en 1835.) La observación de Buchner de que la fermentación alcohólica está también causada por un extracto de levadura extracelular, con lo que el “fermento” actuaría independientemente de la actividad viva de los hongos por un proceso

puramente químico, se oponía a la teoría de Pasteur e invalidaba la distinción entre fermento y enzima. Como señala acertadamente Collard (1976, p. 86):

*“Nos encontramos aquí con uno de los ejemplos históricos destacados de la dialéctica del progreso, en el que a la tesis y a la antítesis le sucede una síntesis en un nivel conceptual superior. A partir de este momento la descomposición de los sacáridos podía conseguirse y analizarse por métodos químicos mediante la adición de la zimasa extraída”*

Desde entonces y durante varios años predominó el interés por los procesos de la descomposición del azúcar y de la liberación de energía en el organismo. Otra nueva escuela bioquímica sería también la fundada por Emil Fischer, partiendo de problemas enzimológicos; ya en 1894 había demostrado la especificidad de las enzimas y había explicado su acción propia con el «principio de la llave y la cerradura» para la relación entre enzima y sustrato, principio que se mostró como teoría directriz en el estudio de la actuación de las enzimas. Por sus contribuciones en el terreno de la química de azúcares y purinas obtuvo en 1902 el premio Nobel. Consiguió también explicar el tipo de enlaces polipeptídicos de las proteínas (E. Fischer, 1906), Shamin, (1971).

En 1909 Sörensen pudo probar la influencia de la concentración de iones de hidrógeno, el valor del pH, en la actividad enzimática y Warburg en 1911 postuló un “fermento respiratorio” para la activación del oxígeno, mostrando la necesidad de la presencia de hierro en el proceso respiratorio; un año más tarde Willstätter y Stoll consiguieron partiendo de los mismos planteamientos, aislar y analizar la clorofila. Aunque sólo las nuevas investigaciones realizadas en el transcurso de los años veinte determinaron progresos decisivos en los dos grupos de problemas, el del proceso de la respiración y el de la fotosíntesis: en 1922 logró Warburg medir el quantum de influencia en la fotosíntesis y en 1924 descubrió el “fermento respiratorio”, la citocromoxidasa. Keilin descubrió en 1923 la histohematina, o citocromo, y la modificación de su estado de oxidación durante el proceso respiratorio, y en 1932 aisló el citocromo, Lehninger, (1975).

### ***La Bioquímica y los procesos de respiración y la fotosíntesis desde la Biología y la Química***

De otra parte, las investigaciones bioquímicas llevadas a cabo de 1911 a 1915 por el profesor de Química fisiológica de Halle, E. Abderhalden, alumno de Emil Fischer, quien publicó más de 1000 trabajos particulares sobre la química de las proteínas, el metabolismo, los fermentos, las hormonas y las vitaminas; y las consolidó en la publicación del primer Handbuch de biochemischen Arbeitsmethoden (Manual de métodos de trabajo en bioquímica) y obtuvo el apoyo de la Sociedad Kaiser-Wilhelm por sus estudios sobre la estructura de las proteínas. Entonces, O. Meyerhof, en Kiel desde 1913-1924 en su cargo de director del Instituto Kaiser-Wilhelm de Fisiología

General, trabajó sobre todo en cuestiones de química muscular descubrió el ciclo de los fosfatos de guanina y del ácido trifosfórico de adenina, fundó igualmente una importante escuela de bioquímica. Fue uno de los primeros en exponer el decurso cíclico de los procesos químicos del organismo la causa del estado de equilibrio de los sistemas vivos y en exponer el ciclo del ácido láctico en el músculo en su relación numérica de ciclos de descomposición y síntesis (cociente de Meyerhof, 1922). En su obra *Die chemischen Vorgänge im Muskel* (Los procesos químicos en el músculo, 1930) resumió los resultados de estos estudios. Armstrong, et al, (1959)

Así, con la demostración cuantitativa de la formación del ácido láctico a partir de glucosa en condiciones de falta de oxígeno y del consumo de oxígeno en el ciclo del ácido láctico realizada por O. Meyerhof en 1918 se consolidó una etapa importante en el camino hacia la explicación del sistema redox y de los procesos de oxidación-reducción, es decir, que los mecanismos bioquímicos centrales en el intercambio energético y metabólico de los organismos, catalizados mediante enzimas. (Fletcher y Hopkins en 1907)

En cuanto a la investigación de la naturaleza misma de las enzimas entendidas por Traube ya en 1878 como proteínas y del tipo de su acción conjunta en el proceso de catálisis, en los primeros treinta años del siglo no fue posible pasar de las hipótesis. Así, C. Neuberg en 1912 dedujo, a partir de los resultados con los que hasta entonces se contaba, un proceso gradual en la fermentación presentada por L. Michaelis y N. L. Menten en 1913; realizaron el primer análisis matemático de los efectos de las enzimas, determinaron las constantes de la disociación del complejo enzima-sustrato como norma de la afinidad entre enzima y sustrato “constante Michaelis” y elaboraron una “teoría cinética de la actividad enzimática” que simplificó las investigaciones posteriores en este campo. Esta teoría fue desarrollada en 1925 por Briggs y Haldane, quienes pudieron demostrar que en sistemas con un “equilibrio fluido” la constante Michaelis. (Cornish, 2004)

La prueba de la naturaleza proteínica supuesta por Traube (1878) y los bioquímicos, tampoco pudo obtenerse hasta los años veinte, cuando F. A. Sumner (1926) consiguió aislar por primera vez la enzima ureasa, catalizadora de la urea, exponerla como sustancia cristalina e identificarla como proteína; entre 1930 y 1933 Northrop consiguió una prueba equivalente para la pepsina cristalina y la tripsina, mientras Von Euler y Willstätter suponían una composición más complicada para las enzimas y opinaban que se trataba de un “soporte coloidal” (proteína) y un “grupo prostético” (grupo activo, coenzima). (Irwin H. 1993)

Warburg en 1929, identificó la acción del grupo activo para el “fermento respiratorio” de la porfirina al nitrógeno con un átomo de hierro (premio Nobel) y K. Lohmann consiguió (1929) analizar el trifosfato de adenosina (ATP) como una importante coenzima. (Santiago, 2004)

## ***La Bioquímica y la enzimología***

Mediante la influencia de la enzimología se logró dar explicación sobre otras sustancias y mecanismos importantes para la vida, en los que se ocupaba la joven bioquímica, vitaminas y hormonas, se logró así mismo en fases relativamente largas y en varias etapas, desde su primer descubrimiento hasta la demostración de su composición y forma de actuación. (Okamura, 1974)

Después de que Eijkman en 1903 demostrara que el beri-beri es una enfermedad por carencia de vitamina y se cura con un componente del arroz soluble en agua; Funk en 1911 acuñó el término “vitamina” para designar la sustancia cristalina aislada por él de efectos B-vitámicos; sólo en 1926 pudieron Jansen y Donath aislar la vitamina B1 (tiamina) del arroz descascarillado y R. Kuhn la vitamina B2 en 1933.

Los fenómenos de carencia por falta de vitamina A fueron demostrados por McCollum en 1917 mediante experimentos con ratas, siendo también él quien en 1922 atribuyó los efectos del raquitismo a la falta de vitamina D; en 1927 Windaus descubrió el ergosterol como preparación para la vitamina D y en 1928 Euler aisló la carotina y demostrar su actividad como vitamina A. La vitamina C (ácido ascórbico) fue aislada en 1928 por Szent-Gyorgy y sintetizada en 1933 por R. Kuhn (Lehninger, 1975).

En torno a 1900 comenzó también la investigación hormonal, considerada entonces, una tarea de la bioquímica (Fruton, 1972). Tuvo sus inicios en los estudios neurofisiológicos realizados con animales vertebrados. La primera hormona aislada fue la adrenalina, segregada por la médula suprarrenal (J. Abel, 1899; J. Takamine, 1901; Takamine y Aldrich, 1902); la secretina fue descubierta por los fisiólogos ingleses Bayliss y Starling en sus experimentos sobre los movimientos peristálticos del intestino (1902). La observación de que la secretina, formada en la mucosa intestinal, provoca la secreción del jugo pancreático llevó a verificar el concepto de “hormona” aplicado a las sustancias formadas en los órganos animales y transportadas por la sangre a otros órganos donde provocan determinados efectos (Starling, 1905).

La hormona tiroidea fue descubierta en 1914 por Kendall, quien la llamó tiroxina. El concepto de hormona se empleó primero en sentido genérico para designar “emisarios químicos” en el organismo de los vertebrados y con él se entendieron, además de la adrenalina, la secretina, la tiroxina y los extractos fetales y de la hipófisis, también, por ejemplo, el dióxido de carbono y el ácido láctico (Gersch, 1964).

Los estudios sobre las hormonas no alcanzarían un nuevo estadio hasta los años veinte, con el descubrimiento de la insulina (Banting y Best 1921), la demostración experimental por parte de O. Loewi (1921) de la transmisibilidad humoral de la acción de los nervios cardiales y el aislamiento, por parte de Butenandt entre 1929 y 1934, de las hormonas sexuales de ovarios y testículos. Se llegó a saber que tanto el lugar de formación de las hormonas como el de su actuación en el organismo son específicos, pero que sin embargo las hormonas, al contrario que las enzimas, no lo son, Y que los

efectos de las hormonas constituyen un fenómeno fisiológico estrechamente vinculado a la actividad nerviosa y organizado, como ésta última, a modo de sistema jerárquico (J. Needham, 1942, 1950). Al investigar la distribución de adrenalina en los actos emocionales, el fisiólogo americano W. B. Cannon en 1915, comprobó la llamada por él “función de urgencia” de la hormona, que provoca un aumento en la excitación del sistema nervioso simpático (Rothschuh, 1953)

Ya muy poco después de idearse el concepto de hormona en la fisiología animal se descubrieron también en los vegetales sustancias activas equivalentes; fue, por ejemplo, el caso de una sustancia que provoca el crecimiento, obtenida por Fitting en 1909, del polen de las orquídeas, o el de la “sustancia difundible”, transportada de la punta a la base, comprobada por Boysen-Jensen en 1910; que se haya en el germen de la avena, causante de las reacciones de crecimiento fototrópicas y también de las curvaturas traumatópicas enunciadas por Paal, en 1918, y denominada por tal razón por Söding en 1923 “hormona del crecimiento” M. Mobius, (1937).

Soding (1931) comprobó el lugar de formación de la auxina en los renuevos de las hojas y en los brotes, confirmando experimentalmente que las materias del crecimiento no actúan de manera específica. A esta cuestión se sumaron experimentos e hipótesis sobre el problema relacionado con el modo y los límites de actuación de la auxina y su manera de cooperar con las “sustancias inhibidoras” descritas por A. Kockemann en 1934. M. Mobius, (1937).

La formación y los modos de actuación de las diferentes hormonas, especialmente las neurohormonas, se investigaron en detalle en tiempos muy recientes, en relación con los estudios quimicofisiológicos del sistema nervioso, los procesos de muda de piel y metamorfosis, el cambio de pigmentación y las fases de actividad en insectos y crustáceos. En estos casos se vio que en cada ocasión aparecen actuando de manera antagonista dos grupos de hormonas; en las larvas de las mariposas se comprobó que las hormonas de la metamorfosis generadas en las glándulas cerebrales, iniciadoras de la fase de latencia y de metamorfosis, sufren la inhibición de su actividad mientras dura la formación de las hormonas juveniles o larvales en los corpora allata Piepho, 1950).

También se descubrieron hormonas antagonistas en los dípteros de los géneros *Calliphora* y *Drosophila*, que se forman en las glándulas anulares situadas en la parte anterior del cerebro, donde la parte dorsal de la glándula es homóloga a un *Corpus allatum* y segrega hormonas juveniles o larvales (Fraenkel, 1943; Bodenstein, 1938, 1944; Hadorn y Neel, 1938). La gran influencia ejercida por la hormona de la metamorfosis en la formación del imago en la drosófila indujo a M. Vogt (1946) a denominarla también “hormona imaginal”, pues determina en particular el desarrollo posterior de los órganos del imago, la espermiogénesis y la formación de los conductos ovulares. Mediante experimentos de extirpación y trasplante se conocieron otros varios órganos secretores de hormonas, como los cuerpos cardiacos (hormonas juveniles) y las glándulas protorácicas, que contribuyen a la formación de la pupa

(Hadorn, 1941; M. Vogt, 1946), resultando evidente la existencia de un sistema hormonal igualmente complicado en los invertebrados, que correspondería a los procesos de regulación nerviosa, genética y enzimática (Butenandt, 1936; A. Kuhn, 1941; L. R. Cleveland, 1949; Plugfelder, 1952). La constatación de que tampoco estas hormonas actúan de manera específica tuvo una gran importancia metódica y práctica, (idem, 1964).

Las dificultades que se presentaban en la explicación de la composición material de los agentes orgánicos y de sus formas de reacción química no estribaban sólo en la situación en que se encontraban las técnicas de laboratorio (Rothschuh, Idem 1976), sino también en los conceptos teóricos entonces dominantes.

### ***La Bioquímica y las proteínas***

A inicios del siglo XX estuvo determinada por la teoría “enzímica de la vida” (Olby, 1974, p. 143) y por las teorías de los coloides y agregados de las proteínas vivas según las cuales las proteínas y los proteidos existen en el protoplasma de las células vivas como agregados de pequeñas moléculas. Así, por ejemplo, Emil Fischer, en su tratado *Versuche zur Synthese lebender Proteine* (Intentos de síntesis de proteínas vivas, en 1916, en la afirmó que las cadenas polipeptídicas constan de sólo 30 aminoácidos, oponiendo su hipótesis a la macromolecular, discutida ya en el siglo XIX; esta última había sido defendida por Kekulé, E. Pflüger, en su obra *Theorie der intrazellularen Respiration* (Teoría de la respiración intracelular); Pflüger, (1875), en la que utilizaba el concepto de polímero, atribuido por aquél a los átomos de carbono.

Un nuevo apoyo le vino de la moderna cristalografía radiológica (Bragg, 1922) y finalmente de la misma química coloidal, concebida como puente entre Química, Física y Biología. La investigación quimicoloidal llevó de manera indirecta a plantear la hipótesis macromolecular, por el descubrimiento de la ultracentrifugadora y a posibilitar una explicación fisicoquímica de muchos procesos de transformación energética y metabólica en el organismo (Fruton, 1972).

Hasta entonces se tenía la idea de que el estadio coloidal de las composiciones de proteínas se había de considerar la característica específica de las células vivas, a la que no serían plenamente aplicables las leyes químicas. Así, durante los veinticinco primeros años del desarrollo de la Bioquímica el predominio de la teoría coloidal constituyó un impedimento para reducir consecuentemente a leyes químicas los procesos fisiológicos de las células, los fenómenos intracelulares y la función del núcleo celular o de sus componentes materiales (Olby, 1974, p. 19).

Cuando Kekulé, expuso su concepto de los enlaces polímeros oponiéndolo a la hipótesis de la agregación, aceptada generalmente hasta entonces, tardó en encontrar adhesiones. Las más tempranas fueron las de los fisiólogos vegetales R. Willstätter y A. Frey-Wyssling y de los zoólogos y fisiólogos del desarrollo N. Koltsov, H.

Przibram y R. Goldschmidt. El citólogo soviético Koltsov planteó ya en el congreso de genética de Leningrado (1927) la hipótesis de que los cromosomas se podían concebir como grandes moléculas y a semejanza de la sentencia de Harvey (o del principio de Redi), tan repetida a lo largo de los años de investigación acuñó el axioma: “Omnis molecula ex molecula” (Koltsov, 1927, p. 368).

El vuelco decisivo en la bioquímica citológica lo provocó el descubrimiento de la ultracentrifugadora, por parte del coloidólogo danés T. Svedberg en 1924; con ella se pudo determinar el peso molecular de proteínas y aminoácidos y obtener la demostración de las macromoléculas. La determinación del peso molecular de moléculas de hemoglobina supuso un valor cuatro veces superior al estimado (Fahraeus y Svedberg, 1926). Diez años de intensas investigaciones con la ultracentrifugadora, en las que participó inicialmente de manera decisiva el Instituto Rockefeller de Nueva York (Olby, 1974), se confirmó la hipótesis de Staudinger según la cual las proteínas son originalmente moléculas individuales y las reacciones proteínicas que constituyen procesos químicos elementales que han de obedecer también a las leyes de la mecánica cuántica (Svedberg, 1924).

### ***La Bioquímica y la influencia de los adelantos tecnológicos y metodológicos en la física y la química***

La influencia de los progresos metodológicos y teóricos de la Física y la Química, sobre la Bioquímica y en mayor medida que las demás disciplinas biológicas porque a la vuelta del siglo habían accedido a una nueva situación. La teoría de las partículas en física, especialmente la teoría de los quanta (Planck, 1900), la teoría de los fotones de la luz (Einstein, 1905) y los procedimientos para investigar las “partículas” y la estructura del átomo, llevaron al conocimiento de los fundamentos comunes a todos los elementos químicos J. J. Thomson, (1904). El modelo conceptual de la estructura y las fuerzas integradoras del átomo Rutherford, (1911); Bohr, (1913) y de su relación con la clasificación de los elementos químicos en un sistema periódico permitió comprender con más precisión la teoría de los enlaces químicos. Fue también el fundamento de la deducción de estructuras moleculares y de la explicación del desarrollo de las reacciones químicas. La base teórica de los procesos químicos y físicos resultó cada vez más segura Mason, (1961) y concilió, además, muchos puntos de vista de las orientaciones “Físicas” y “Químicas” en fisiología hasta entonces divergentes. Harper, (1995) Manual de Bioquímica. Ediciones El Manual Moderno. México.

Después de 1920 las concepciones teóricas que tenían los químicos de la estructura de los átomos y de los enlaces químicos se fueron fundiendo progresivamente con las de los físicos atómicos. La mecánica cuántica, desarrollada por Schrodinger (1926) y Dirac (1928), influyó también pronto en la bioquímica y en la genética. Un gran avance metodológico, con repercusiones en la investigación Fisiológica y Bioquímica, fue el descubrimiento de los isótopos radiactivos de elementos conocidos J. J.

Thomson, (1912); F. W. Aston, (1927) y su incorporación a la Química para el control del desarrollo de las reacciones química. Kuchel, P y Ralston, G. (1994)

En 1913 los químicos húngaros G. von Hevesy y F. Paneth habían empleado isótopos radiactivos de plomo como indicadores del plomo, experimento al que luego seguirían otros más Hevesy y Paneth, (1913, 1914, 1915, 1923). A comienzos de los años veinte la utilización de indicadores isotópicos se extendió a los estudios de fisiología vegetal; J. A. Christiansen, S. Lomholt y G. von Hevesy utilizaron átomos marcados en investigaciones sobre absorción, circulación y precipitación de plomo y bismuto realizadas en Copenhague, Nova octa Leopoldina, nueva serie, (1959).

El descubrimiento de la radiactividad artificial Joliot-Curie, (1934) y la formación de nuevos isótopos radioactivos artificiales abrieron nuevas posibilidades que ampliaron el horizonte de aplicación de estos métodos en Fisiología animal y vegetal y en Bioquímica. El trabajo realizado entre el Instituto de Física Teórica dirigido por Niels Bohr, el Laboratorio Carlsberg y el Instituto de Química Física de Copenhague produjo importantes avances pioneros en los que cooperó la mayoría de las veces G. von Hevesy, que desde 1934 había introducido el radio fósforo como indicador para el estudio de la absorción, la circulación y la eliminación en el organismo animal Hevesy, Holst y Krogh, (1937); Hevesy y Chievitz, (1937); Hevesy y L. Hahn, (1938, 1940, 1941); Hevesy, L; Hahn y Rebbe, (1939, 1941). Alberts, B, (1996)

Este método de indicación tuvo gran importancia médica en el estudio de los efectos de los rayos X sobre el metabolismo basal del ácido nucleico en los tumores y más tarde en la explicación de la importancia genética del DNA. Curtis y Barnes (1992).

En los años treinta se abrió camino de forma eficaz una vinculación fructífera entre la investigación genética y la Bioquímica, con importantes resultados para la teoría de la evolución, si bien ya antes se habían producido varios intentos en ese sentido. Así, alrededor de 1900 los estudios enzimológicos habían sido de notable interés para las hipótesis sobre la herencia, ya antes de que la orientación citomorfológica de la escuela de Morgan comenzara a ser la predominante en genética. Campbell, N. (1997)

Hacia finales del siglo XIX, en Alemania, C. Correns se había dedicado a investigar la transmisión hereditaria de los colores de las flores y el comportamiento de los antocianos en cruzamientos de *Hyoscyamus niger* con *Hyoscyamus pallidus*, llegando a la conclusión de que la segregación de los caracteres mendelianos del color en flores, frutos, semillas y hojas se ha de atribuir a procesos químicos (Correns, 1904). Correns creó, una escuela de genética fisiológica y de investigación Bioquímica en botánica que se mantendría desde 1913 en el Instituto Kaiser- Wilhelm de Biología de Berlín y que sería reestructurada a partir de 1934 por F. von Wettstein y E. Baur. Muriel Wheldale (1910) realizó investigaciones igualmente tempranas, sobre el proceso de transmisión de los antocianos en el Departamento de Bioquímica de Cambridge (Reino Unido), relacionándolas con los datos de la investigación enzimológica (Olby, 1979).

Los trabajos de Garrod, en especial su obra de síntesis *The inborn errors of metabolism* (Los errores innatos del metabolismo) (1908) influyeron en las investigaciones de los bioquímicos sobre el metabolismo fisiológico, entre las que hay que contar también las emprendidas por F. G. Hopkins antes de la primera guerra mundial. Pero, al establecer la escuela de Morgan (1912) su teoría cromosómica de la herencia, esta tradición bioquímica temprana quedó interrumpida durante unas dos décadas, y el interés de los genetistas por la enzimología pasó a un segundo plano.

Antes que la vinculación entre Bioquímica e investigación microbiológica hubiera explicado básicamente la interpretación química de la herencia, se habían dado ya múltiples relaciones entre la microbiología y las teorías bioquímicas del momento, que intentaban un acercamiento a la genética; A. F. Wood (1899,1900), tras el descubrimiento del virus de la quimera del tabaco (1892), había relacionado estos virus con la teoría de las enzimas de Buchner y Hagedoom (1911) entendió los virus como sustancias químicas con propiedades autocatalíticas, estableciendo comparaciones entre virus y genes. (Smith and Wood, 1998).

Igualmente F. Twort (1915), A. Gratia y J. Bordet (1917), al descubrir los bacteriófagos los habían considerado en un principio enzimas producidas por las mismas bacterias. Aun antes de conocer con más exactitud su estructura organizativa estos fenómenos orgánicos habían hecho que se compararan con sustancias y procesos químicos, explicables al parecer mediante la teoría enzimática de la vida, y a que se confiriera la “autocatálisis” como su propiedad fundamental y original. Correspondientemente Northrop (1937) desarrolló una teoría de la reproducción de los fagos paralela a la teoría enzimática de Buchner; Olby, (1974, pp. 149). Sólo hasta que se probaron con éxito los primeros microscopios electrónicos Ruska, (1941); partiendo de conceptos teórico-físicos de los años veinte, se pudo demostrar una estructura organizativa en los fagos, Luria y Anderson, (1942).

El bioquímico inglés Astbury (1931), famoso en el terreno de la química de las fibras, había desarrollado concepciones especulativas sobre el proceso de replicación de los genes y había creído poder explicar el secreto de la auto duplicación de los cromosomas atribuyendo el inicio de la vida a una interacción entre proteína y ácido nucleico Astbury y Bell, (1939); pero a la vez seguía creyendo que los constituyentes de los genes eran las proteínas Astbury, (1952).

Cuando, mediante una serie de estudios químicos con virus, Stanley en 1935 aisló una proteína cristalina con las propiedades del virus de la quimera del tabaco, se confirmó la sospecha de que en este caso se trataba de una proteína auto-catalítica; finalmente, en 1983 pudo Stanley determinar la composición de nucleoproteína y ácido nucleico, Olby, (1974, pp. 156).

Luego, en el año 1944 Avery y su escuela comprobaron mediante técnicas recientes el fenómeno, observado por Griffith (1928), sobre la transmisión de modificaciones

hereditarias nuevas en cultivos de pneumococos, identificando al DNA como sustancia responsable de la transmisión hereditaria (Avery, McLeod y MacCarty, 1944). Este trabajo se realizó con el procedimiento de la cromatografía sobre papel (Martin y Synge, 1944) para la separación de sustancias químicas -desarrollado a partir de la «cromatografía», descubierta por M. S. Tsvet (1906)-, con el cual se consiguió separar los componentes básicos, Olby, (1974, pp. 212.).

Por el mismo tiempo más o menos, el bioquímico americano Beadle desarrollo técnicas nuevas para el estudio genético del moho rojo *Neurospora crassa* seleccionando propiedades bioquímicas como caracteres fenotípicos, Beadle y Tatum, (1941). Esta técnica era aplicable igualmente a estudios genéticos bioquímicos de cultivos bacterianos Y fue empleada por Delbrück y Luria (1943) para investigar en dichos cultivos la aparición de mutaciones espontáneas resistentes a los fagos y a la estreptomycin Collard, (1976, pp. 100-101). Estos datos llevaron a establecer relaciones con las observaciones hechas por Griffith (1928), Alloway (1933) y Reed (1933) Y motivaron los análisis químicos de Avery, que situaron el DNA en el centro de interés de los genetistas. Estas revolucionarias comprobaciones influyeron en los microbiólogos franceses A. Boivin que trabajaba con colibacterias, y E. Chargaff, investigador de las rickettsias, hasta tal punto que se logró probar bioquímicamente la transmisión de la herencia mediante el DNA en la *Escherichia coli*, Chargaff, (1949, 1950). A estos éxitos de los bioquímicos les siguieron una serie de experimentos de los estudiosos de los fagos que obtuvieron, mediante sustancias marcadas, una prueba convincente de la función del DNA, Hershey y Chase, (1952).

En estos años decisivos se dieron entre microbiólogos y bioquímicos concepciones encontradas, como la del químico de Oxford C. Hinshelwood, (1946), que quiso explicar de manera neolamarckista, mediante una “teoría del entrenamiento” de la sustancia celular y por metabolismos químicos, la aparición de familias de bacterias resistentes. Esta teoría errónea estimuló aún más la investigación experimental entre sus oponentes Collard, (1976, pp. 103).

La explicación de la estructura de las moléculas tuvo un importante cometido en el proceso de sustitución de la teoría de la proteína por la teoría del DNA como dogma central de la bioquímica de la sustancia genética. Ello fue posible gracias a la introducción a partir de los años treinta de una serie de teorías fundamentales de física y química en citología experimental. Al erigirse la mecánica cuántica en fundamento explicativo de los procesos químicos, logró también introducirse en biología y dio a los bioquímicos la posibilidad de suponer para los enlaces moleculares de las sustancias orgánicas las mismas fuerzas que actúan en la física cuántica. Así, Staudinger, (1927) logró explicar las propiedades “coloidales” de los componentes polímeros en términos macromoleculares sin tener que conjeturar “entidades biológicas” específicas. Delbrück, (1935) interpretó la constancia y la mutabilidad de los genes en términos de fuerzas moleculares que mantienen a los átomos en una posición estable o pueden causar su «salto». Butenandt, Weidel y Becker (1940), en primer lugar, y más tarde Beadle y Tatum, (1941) describieron un “gene” en términos

de síntesis de una enzima específica que cataliza una reacción química específica Olby, (1974, pp. 434)

Además de los principios teóricos fisicoquímicos, el empleo de nuevas técnicas de laboratorio en bioquímica, la introducción de las ultracentrifugadoras, la cromatografía, el análisis por rayos X, el método de los isótopos, el microscopio electrónico, los métodos de absorción y refracción de la luz y la electroforesis, sirvieron para explicar la estructura molecular de las sustancias orgánicas macromoleculares (proteínas, ácidos nucleicos, polisacáridos). Dicha explicación fue impulsada también de manera decisiva por la formación de grupos peculiares de investigación interdisciplinar en los que los físicos colaboraban cada vez más con biólogos y químicos. Uno de los primeros grupos de trabajo de este tipo lo constituyeron en 1935 M. Delbrück (física teórica), N. W. Timofeev-Ressovsky (zoología y genética) y K. G. Zimmer (física radiológica) con el propósito de analizar experimentalmente las hipótesis entonces existentes e idear modelos teóricos de los genes y de su forma de actuación. Stryer, L, (1995)

Entre los más famosos estuvo el trabajo de cooperación de J. D. Watson y F. Crick, (1953), que incluía los estudios de cristalografía radiológica de M. Wilkins y Rosalind Franklin, que llevaron a idear la estructura de doble hélice de las moléculas del DNA y, finalmente, a explicar la replicación idéntica de los genes Watson, (1969) y el proceso químico de la síntesis de las proteínas, Jacob y Monod, (1961).

Casi al mismo tiempo en que maduraban estos conocimientos se conseguía también explicar por primera vez la estructura primaria de una proteína, la secuencia de aminoácidos de la insulina Fruton, (1972, pp. 170).

En el siglo XX (en los primeros cincuenta años de investigación bioquímica) los trabajos de los bioquímicos habían estado dominados ante todo por la teoría de las enzimas y la hipótesis proteínica de la vida, relacionada con ella. Su idea básica era que la parte de nucleoproteína de la sustancia del núcleo es la responsable de la formación de ácido nucleico mediante procesos enzimáticos. Karp, G, (1998).

Sólo después se impuso la versión contraria, vinculada a la explicación de las estructuras moleculares, en la que los resultados de la genética bacteriológica y los planteamientos bioquímicos de la microbiología supusieron un aporte fundamental.

La bioquímica había estado unida a los planteamientos de la microbiología, hay que atribuir otros conocimientos bioquímicos de importancia que como en el caso de la enzimología, se remontan a las investigaciones de L. Pasteur, quien se había entregado al estudio exhaustivo de la inmunización de los organismos contra las enfermedades contagiosas. Sus éxitos en la obtención de una vacuna serológica contra la rabia y el posterior perfeccionamiento de sus métodos por parte de los bacteriólogos norteamericanos D. E. Salmon y Teobaldo Smith, (1886) que permitió obtener y

conservar más fácilmente sueros tipificados contra la peste porcina, estimularon la investigación de los procesos fisiológicos de la inmuno-reacción. Solomon, (1998).

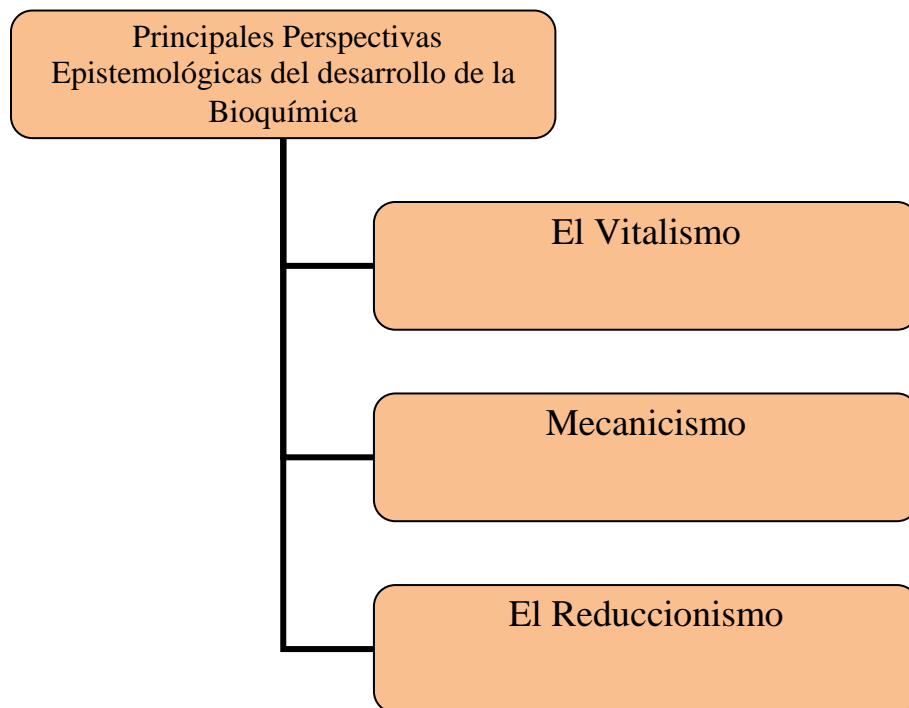
En las últimas dos décadas del siglo XIX coexistían en este punto dos teorías opuestas que avivaron poderosamente el estudio de la inmunidad Collard, (1976). Por una parte, L. Mechnikov (1878, 1882), partiendo de sus observaciones sobre la digestión intracelular en animales inferiores, había establecido (a partir de 1883) su “teoría de los fagocitos”, comprobándola en animales vacunados contra el carbunco (1884b) y explicando la inmunización como una “habituación” del organismo a la fagocitosis H. Zeiss, (1932, pp. 37-40), es decir, como la aniquilación de los agentes patógenos mediante células “devoradoras” (fagocitos) existentes en el organismo; en este proceso distinguía entre microfagos y macrofagos (células fagocitarias presentes en los tejidos) Mechnikov, 1892; cfr. Rux, en Plesse y Rux (1977). Más tarde mantuvo la teoría de que los fagocitos segregan fermentos específicos, análogos a los fermentos digestivos en los órganos de la digestión Mechnikov, (1900).

Por otra parte, E. von Behring y Kitasato (1890), al haber conseguido transmitir por medio de inyecciones serológicas la inmunidad de animales inmunes a animales no inmunes, conjeturaron la formación de anticuerpos en la inmunización contra el tétanos y la difteria mediante suero y los denominaron antitoxinas. Casi al mismo tiempo P. Ehrlich, partiendo de sus experiencias sobre la pigmentación selectiva de las células de la sangre con azul de metileno (Ehrlich, 1891), había realizado experimentos cuantitativos con inyecciones de tóxicos vegetales logrando la inmunización en animales por un incremento progresivo de la dosis. Al comprobar luego que el suero de estos animales producía un efecto de inmunización contra el veneno también en animales no tratados, distinguió entre inmunidad activa e inmunidad pasiva. Estas ideas fueron el punto de partida de su teoría y de la creación de patrones para la acción de las antitoxinas. Su tratado *Die Standardisierung von Diphtherie-Antiserum und ihre theoretische Grundlage* (La tipificación del antisuero de la difteria y su fundamento teórico) fue la base de todos los trabajos cuantitativos posteriores sobre toxinas y antitoxinas Collard, (1976, pp. 123).

Las dos décadas de controversias en torno a la teoría de los fagocitos intensificaron los estudios serológicos e inmunológicos y ocasionaron en poco tiempo una serie de nuevos y fundamentales descubrimientos bioquímicos. Numerosos experimentos y observaciones se habían ocupado de la acción aglutinante o disolvente de los preparados serológicos específicos en los eritrocitos, constatando reacciones específicas. Con la descripción del fenómeno de la anafilaxis por introducción de un suero de una especie extraña, se inició una nueva e importante orientación en la investigación médica y biológica, la inmunopatología Collard, (1976, pp. 127).

## Principales perspectivas epistemológicas del desarrollo de la bioquímica

Figura 2.6. Principales perspectivas epistemológicas de la Bioquímica.



### *Sobre la Naturaleza de la materia viva: el Vitalismo*

Durante el siglo XIX, en relación con interrogantes planteados para resolver procesos como: La naturaleza química de los compuestos de la materia viva, las teorías de los principios vitales, la estructura molecular de las proteínas, la naturaleza de la catálisis y la especificidad molecular de las enzimas; los hechos de la Química Orgánica tuvieron necesidad de adaptarse a las especiales formas de pensamiento biológico para seguir siendo de utilidad en la creación del nuevo campo de conocimiento de la Bioquímica. Fue entonces que la Química Orgánica de mediados del siglo XIX avanza sobre bases fundamentalmente químicas. Así, Gerhardt, en 1840, afirma que:

*“Las fórmulas químicas tienen por finalidad poner en evidencia, de la forma más sencilla y exacta, las relaciones existentes entre los diversos cuerpos, desde el punto de vista de sus posibles transformaciones”*

Y, en 1854, Thenard, en su *Traite de Chimie*, afirma que:

*“La investigación en química orgánica no tiene otra finalidad que la de hacer desaparecer las fórmulas brutas y sustituirlas por fórmulas racionales. Sin embargo, la experiencia fue mostrando la existencia de compuestos con la misma composición y distintas propiedades”*

Uno de los más discutidos fue, sin duda, el ácido tartárico; y Berzelius, Mitscherlich, Biot, Pasteur y otros químicos, sin apenas más técnicas que la observación y la medida de algunas propiedades, la solubilidad y la actividad óptica por ejemplo, llegaron a explicar la existencia de la isomería. Era, sin duda, la primera correlación entre una supuesta ordenación de los átomos constituyentes, responsables de una forma geométrica externa, y las propiedades físicas y químicas de los compuestos. Smith, (1998).

A medida que avanza el siglo XIX, la Química Orgánica y la Fisiología, independientes, conocen la química de los alimentos y de diversos componentes del cuerpo humano; se lleva a cabo la síntesis de numerosos compuestos orgánicos, Pasteur descubre la asimetría molecular; comienza a hablarse de la digestión haciendo uso de los términos “metabolismo”, “catálisis” y “enzima”. La Química y la Fisiología, de cada lado, continúan sujetas a los fenómenos, a las leyes y a los avances de la Química y de la Biología. De una parte, por ejemplo, al Principio de Avogadro, a la teoría de la valencia y a la estereoquímica; y, de otra, a la iniciación de la teoría cromosómica de la herencia, al nacimiento de la endocrinología experimental, a la extensión de las ideas de la fermentación, al conocimiento de las bacterias, la asepsia y el origen microbiológico de muchas enfermedades humanas. *La Química Orgánica fundada sobre la síntesis*, fue el título de una obra clásica en la que Berthelot, en 1860, recogió y sistematizó los métodos de síntesis hasta entonces en vigor.

Hacia entonces un cuarto de siglo que Wöhler había llevado a cabo la síntesis de la urea, y, con ello, la primera obtención artificial de un producto natural. A partir de 1850, merecen recordarse la síntesis de la alanina por Strecker, las de la glicocola y leucina por Perkin, la de la taurina por Kolbe, la de la creatina por Volhard, la de la colina por Würtz y la del índigo por Baeyer, como ejemplos suficientes para justificar el permanente soporte de los métodos de la química orgánica en la obtención de numerosos compuestos con profunda significación biológica. Esta nueva actitud y las nuevas habilidades de los químicos orgánicos motivaron la cita de Berthelot:

*“Interpretar la vida a partir de las explicaciones de la química orgánica es el objeto de nuestros estudios. Tan sólo desde esta perspectiva tendremos éxito en edificar una ciencia completa y autónoma. La química crea su propio objeto y es esta facultad creativa, semejante a la del mismo arte, lo que la distingue de las ciencias naturales o históricas”* Serratos, F, (1975)

A su vez, las fórmulas desarrolladas explicaban muchos casos de isomería, pero el problema de la isomería óptica no se resolvió hasta 1874, hace poco más de un siglo, fecha en que Van't Hoff y LeBel propusieron la estructura tetraédrica del carbono, con lo que nació la estereoquímica. Fue el primer concepto fundado en la ordenación espacial de los átomos en la molécula e interpretaba cómo los antípodas tienen poder rotatorio óptico opuesto, aunque, obviamente, no fue posible determinar la configuración específica y la dirección de poder rotatorio. Hubo que contentarse con la

convención de Emil Fischer, que afortunadamente acertó, y setenta años después, en 1951, el holandés Bijvoet consiguió su demostración experimental. Entretanto, comenzaron a sobrepasarse las ideas vitalistas que, a falta de otras ventajas, pusieron las ciencias naturales sobre el tapete de las disquisiciones filosóficas, haciendo de ellas terreno privilegiado para el nacimiento de hipótesis, teorías y doctrinas sobre la vida y el hombre dentro de su marco, como resultado de la introducción de la dimensión tiempo combinada con la idea concomitante de dinamismo. K, W, Whitten, (1992).

A la vez, la teoría de la descendencia se iba interpretando por medio de hipótesis justificadoras de la magnitud de las transformaciones que surgieron en el siglo XIX, con Darwin y la selección natural, y con De Vries y las mutaciones. Y, de esta manera, los nacientes campos del conocimiento de la Química Orgánica y la Fisiología comenzaron a tratar áreas comunes —como ocurrió con la nutrición— que, por otro lado, eran estimulados por las necesidades sociales y sus implicaciones económicas. A este propósito hay que señalar que, en 1811, se inicia la investigación de los hidratos de carbono; el mismo año que Gay-Lussac y Thénard determinaron con exactitud la composición elemental del azúcar de caña, que Chevreul iniciara sus famosas investigaciones sobre las grasas, y que Berthollet midiera la cantidad de amoníaco producido en la destilación seca de la carne. En la misma época, Magendie correlacionó las propiedades químicas y fisiológicas de los alimentos, concluyendo que el nitrógeno, cuyo papel se señaló como fundamental en la vida de los animales, era de origen nutritivo. La división de los alimentos en azúcares, grasas y proteínas, que dura hasta nuestros días, fue establecida por primera vez en 1827 por el médico inglés William Proust, quien, en las “Philosophical Transactions” de la Royal Society, Banet H, (2001, pp 269) comunicaba:

*... he llegado a la conclusión de que los materiales alimenticios principales empleados por el hombre y los animales más perfectos pueden reducirse a tres grandes clases, trie saccharine, the oily and the albuminous”.*

Y, a la vez, comenzaba el estudio de la digestión gástrica con el reconocimiento de la presencia en el estómago de ácido clorhídrico, lo que dio pie a los análisis sistemáticos de los alemanes Friedrich Tiedemann, (1781–1861) y. Leopold Gmelin (1788-1853) acerca de la digestión. Schwann, en 1836, descubrió que el fluido gástrico contiene, además del ácido clorhídrico, otro componente digestivo al que denominó pepsina. Un año antes, Berzelius había introducido el término catálisis para significar este tipo singular de fenómenos químicos. Tortora G. (1993. pp. 1097, 850, 864).

Desde un punto de vista histórico, hay que señalar la atracción que presentaba el estudio de la digestión; quizá porque en aquella época eran escasos los fenómenos biológicos que podían contribuir a dilucidar las bases fundamentales de la vida. Así, Schwann y Purkinje fueron histólogos y fisiólogos experimentales; ambos, y sobre todo Schwann, desarrollaron los detalles de la teoría celular de forma sistemática, a la vez que observaron la estructura granular de los tejidos animales y utilizaron la

química como criterio indispensable para una explicación racional de los procesos vivientes. La sustancia presente en dichos gránulos fue denominada *enchyme* enzima, por Purkinje en 1837, y, dos años más tarde, Schwann introdujo el término fuerza metabólica para designar la causa desconocida responsable del conjunto de fenómenos que tienen lugar en las células. Fue esta la primera vez que se utilizó el término metabolismo en el sentido moderno. (Vander, et al, 1978. Pags. 220 al 248).

### ***La Bioquímica en la óptica del Reduccionismo***

Reseñadas las anticipaciones de Loeb y el descubrimiento de Buchner, es a la figura de Otto Warburg a la que hay que dirigirse, si se pretende comprender la reorientación emprendida por la fisiología celular a partir de 1914. En su propia biografía encontramos las razones que indujeron a los fisiólogos a convertirse en bioquímicos y a sucumbir a la óptica del reduccionismo.

Los primeros experimentos que Warburg realizó sobre el metabolismo tuvieron que ver con la velocidad de la respiración celular. Influidado por las ideas de algunos embriólogos y citólogos (Herbert, Driesch), concedió gran importancia al papel desempeñado por la estructura de la célula en los resultados obtenidos. Observó, en concreto, que si situaba a las células embrionarias de erizo de mar en una solución alcalina, la velocidad de la respiración aumentaba sin que creciese la alcalinidad del citoplasma. Ello le hizo deducir que la solución alcalina actuaba sobre la membrana y no sobre el medio intracelular, y así pareció confirmarlo el hecho de que los disolventes orgánicos de las membranas produjeran, al actuar, un descenso en la velocidad de la respiración. No fue capaz de señalar en qué consistía el papel jugado por la membrana, mas descartó cualquier referencia a la posible labor desempeñada por las enzimas. Gardner. E, (1980, pp. 303 al 349, 848 al 869).

En la teoría de la membrana, resuena la tradición citológica que creyó que la fisiología general, había de edificarse sobre el supuesto de la particular eficacia de los orgánulos celulares y del conjunto del sistema celular. Sin embargo, Warburg, pronto modificó su punto de vista inicial. La comprobación de que los procesos de la respiración, (aunque más lentos), no se detenían en las células que habían perdido porciones de la membrana le indujo a pensar que tales procesos podían estar vinculados a otros factores. Admitió, entonces, que numerosas reacciones eran catalizadas por enzimas, y pasó a defender una versión sintética del fenómeno de la respiración, donde quedaron conjugadas, las hipótesis químicas y las morfológicas. En una carta a Loeb, escribe: *“La aceleración de las reacciones productoras de energía en las células es una acción de los fermentos y una acción de la estructura; no es que los fermentos y la estructura aceleren, sino que la estructura acelera la acción del fermento...”* Guyton, A, (1980. pp. 187-188).

Las palabras de Warburg datan de 1914. Por aquellos días la química de las proteínas se encontraba aún en una fase de elaboración incipiente. Era todavía discutido si constituían sustancias con una composición precisa o se trataba de meros agregados de moléculas reunidas de forma irregular. Ante situación semejante, resultaba muy difícil valorar la función que cumplían en los procesos biológicos. Hubo que esperar a los estudios de Emil Fiseher, descubridor del “enlace peptídico”, a las investigaciones de Soren Sorensen y Theodor Sredberg sobre el peso molecular de compuestos tan complejos, y al desarrollo de las técnicas de cristalización y cromatográficas, para que por vez primera lograra recomponerse, en la década de los cuarenta, la secuencia de aminoácidos de una proteína (la insulina). Linus Pauling, llamó la atención en esos mismos años sobre la importancia de la estructura tridimensional de estas macromoléculas, lo que permitió abrir un sendero nuevo hacia el conocimiento de su arquitectura. Con todo, por compleja que fuera la tarea que se estaba desarrollando, cada pequeño avance rendía frutos no imaginados. M. E. Rafelson, (1965).

Las rutas metabólicas empezaron a conocerse mejor, las enzimas dejaron de ser sustancias carentes de una composición regular, y su misión bioquímica concitó de nuevo el interés de los fisiólogos. H. Niemyer, (1968)

Un ayudante de Warburg (Otto Meyerhof) había comprobado que los ácidos tartárico y cítrico eran oxidados al entrar en contacto con la sustancia celular. Warburg dedujo que un catalizador desconocido debía activar la citada oxidación, por lo que se apresuró a investigar algunas de sus propiedades. Consiguió establecer que la acción por él desarrollada se mantenía aun cuando la temperatura aumentase, y que parecía contener hierro. Con objeto de confirmar este último punto, reprodujo la situación experimental en la que Meyertof había observado el fenómeno, pero añadiendo sales de hierro. La velocidad de la respiración se acrecentó en la misma proporción que la cantidad de sales aplicada; debido a lo cual y dada la abundancia de hierro en el huevo de erizo de mar, que era la sustancia celular utilizada, todo invitaba a pensar que este metal actuaba como catalizador. J. Laguna, (1967).

No obstante, Warburg quiso estudiar con más detalle la serie de datos que tenía ante sí, ideó un modelo químico basado en el poder catalítico del carbón de hemina producto rico en hierro, obtenido llevando la hemoglobina a la incandescencia, y encontró que se comportaba como había esperado: en el modelo quedaban repetidos los hechos más relevantes observados con anterioridad en el sistema biológico. Uno y otro respondían de modo paralelo a las modificaciones en la concentración de monóxido de carbono y también a la luz. Kay, (1966).

Los resultados parecían ya incontestables. Aquí la enzima que contenía hierro, para cuya acción supuso necesaria en 1914 la coordinación con la estructura celular completa, detectable en el huevo de erizo de mar y otras células, poseía una función decisiva en la respiración celular; es más: Warburg entendió que el modelo recogía lo que realmente tenía lugar en el proceso natural y concluyó, por ello mismo, que trascendía la mera simulación analógica. Las consecuencias del éxito obtenido por el

bioquímico alemán no tardaron en aparecer. Los demás bioquímicos se creyeron definitivamente liberados de la anatomía celular. A partir de 1930, quedó reconocido con unanimidad que la enzima respiratoria ejercía su papel catalítico en virtud de la específica configuración molecular que detentaba, y al margen de toda influencia de estructuras biológicas. P. Karlson, (1967)

Los fenómenos, reacciones y procesos de metabolismo empiezan a perder la dependencia de la *organización vital* que se les había supuesto. ¿De qué manera afectaban esos resultados a la citología?, ¿acaso la célula perdía su significado como entidad viva de primer orden? No exactamente. Lo que se ponía en tela de juicio eran las implicaciones ontológicas de la concepción vitalista de la célula, su irreductibilidad como sistema anatómico y fisiológico. Y, en sentido inverso, lo que se defendía era la competencia del análisis y la reducción bioquímica: “en tanto en cuanto las partes son más fundamentales que el todo, la bioquímica puede proclamar que es la más fundamental de las ciencias biológicas”, declara un bioquímico más cercano a nosotros, dando expresión precisa a lo que también pensaron Warburg y los investigadores de su generación. F. R. Jevons, (1964)

### ***La concepción Mecanicista de la vida***

Jacques Loeb es quien de manera más combativa se opuso en los primeros años de este siglo a las vigorosas proclamas de los biólogos y filósofos vitalistas. En 1911, organizado por Wilhelm Ostwald, se celebra en Hamburgo el Primer Congreso de la Liga de Monistas. El encuentro tiene lugar en una atmósfera triunfal y provocativa, dentro de la cual la conferencia pronunciada por Loeb “*The Mechanistic Conception of Life*” fue acogida con entusiasmo. Hasta 1910, Loeb no había participado en ninguna controversia que tuviera que ver con los fundamentos de la ciencia. Hacía tiempo que simpatizaba con el atomismo de Boltzmann, pero sin que la disputa entre este último y Mach o cualquier otro entretenimiento especulativo despertaran su interés. Por la misma razón, antes de 1910 no se había preocupado de cuestiones como la naturaleza de la explicación biológica, la tecnología o el determinismo todas ellas catalogables a sus ojos como evanescentes sutilezas filosóficas. La invitación a participar en el congreso de Hamburgo hizo que Loeb se viera obligado a dar una formulación expresa al repertorio de principios filosóficos con los que estaba comprometido sin saberlo. Allen, (2005. pp, 261–83).

Un año después, se publica *The Mechanistic Conception of Life*, obra que incluye la conferencia dictada en 1911 y otros ensayos presididos por lo que alguien ha llamado *the engineering ideal in biology*. Ya desde sus primeras páginas, Loeb describe la moderna biología como una ciencia sometida con éxito a los requerimientos del método experimental. La capacidad para provocar artificialmente la excitación de un músculo, o el descubrimiento de los patrones a que se ajusta la transmisión de los caracteres hereditarios, son pruebas de que las ciencias de la vida han tomado el rumbo que tiempo atrás adoptaron otras ciencias de la naturaleza. En sentido riguroso, la

biología científica se inicia, según Loeb, con los experimentos de Lavoisier y Laplace. La producción del calor animal era en ellos *reducida* al mismo proceso de combustión que se observa en la materia inorgánica. Por consiguiente, fue la traducción de un fenómeno vital a sus últimas calidades físico-químicas la clase de conquista teórica que cerró el período de las historias naturales y abrió el camino a la biología explicativo-predictiva. Loeb, (1915: 766–85).

Incluso, la pregunta que Lavoisier o Laplace, no pudieron responder de qué forma se producía la oxidación de los principios inmediatos, a una temperatura tan poco elevada como la del organismo animal, tenía una justificación bioquímica a principios de siglo. Una vez descubierto el papel de los biocatalizadores por Berzelius y Ostwald. Pues bien: tal es, el tipo de indagación a que estará llamado todo biólogo; tal es, el tipo de *reducción* que acabará imponiéndose para todo hecho biológico, sin que nada invite a suponer que “la producción de materia viva esté más allá de las posibilidades de la ciencia” Loeb, concedió una atención especial a la embriología. Se trataba de una rama de la biología, donde se hacía patentes el éxito y la pertinencia del enfoque mecanicista. En las fechas en que aparece, está convencido, de que la activación del desarrollo del huevo por los espermatozoides tiene un carácter exclusivamente físico-químico. Loeb, (1916).

El desafío que había que aceptar, consistía en la determinación de las sustancias químicas, radicadas en los cromosomas, que son responsables de la transmisión de la información genética, y en la clarificación de los mecanismos en que se traduce su operatividad. Pensaba, también que, considerando la juventud de la biología experimental, resultados parecidos a los que empezaban a vislumbrarse en la comprensión de la morfogénesis terminarían generalizándose a la totalidad de los fenómenos en que, aparentemente, se expresaba la singularidad de “lo-vivo”. Loeb, (1964).

Los trabajos de Loeb entroncaban en su dimensión teórica con dos vertientes de la investigación biológica: el estudio de las células vivas y el estudio de los tropismos. Hacia 1899, había descubierto que un huevo de erizo de mar emprendía su desarrollo por el solo hecho de pincharlo con una aguja o de modificar la composición del agua donde permanecía. Al repetir experimentos similares con huevos de rana, consiguió llevar hasta el estado adulto huevos no fecundados. En definitiva, experiencias tan espectaculares sobre la partenogénesis artificial le hicieron confiar en que se estaba acercando a la comprensión de los principios moleculares de la vida, y no es extraño que por su mente cruzara la idea que Oarland Alén le atribuye: “si agentes químicos podían recrear procesos biológicos, entonces esos procesos tenían que ser de origen molecular” Pauly, (1987).

Las investigaciones sobre los tropismos parecían confirmarle con igual nitidez que la conducta animal se encontraba sujeta a esquemas rígidos, determinados genéticamente, y que excluían cualquier atisbo de libertad o aleatoriedad en la

respuesta a los estímulos. Las larvas de mariposa con que trabajó se comportaban como “máquinas fotomecánicas esclavizadas a la luz”. Pauly, (1990).

Concluyó, por tanto, lanzado a una rápida generalización, que en la naturaleza no queda espacio para la voluntad. Si los comportamientos de las células germinales y del organismo individual en estado adulto tenían una estructura inflexiblemente mecánica, el mundo vivo no era un mundo abierto sino cerrado, un mundo moralmente inerte. El mecanicismo había encontrado un nuevo profeta que hacía uso de *convincentes pruebas experimentales* y que anunciaba con vehemencia las implicaciones éticas de esas pruebas. El sueño cartesiano de la máquina animal pareció a muchos al alcance de la mano: desde los microorganismos al hombre, el rastro que había que seguir para esclarecer la trama de los procesos biológicos era el rastro de la legalidad inexorable de la bioquímica celular. Gilman, (1995).

La expresión “Bioquímica-celular” era portadora, sin embargo, de cierta equivocidad. Si la investigación en química biológica se practicaba desde una orientación reduccionista, había que privar a dicha investigación de todo apoyo en la supuesta y singular efectividad de ciertas formas y funciones, responsables del orden que se registraba en los procesos orgánicos, y sólo reemplazables en el reino de lo viviente. La auténtica razón de ser de la bioquímica únicamente se expresaría con plenitud en la búsqueda del vasto sistema de reacciones que sostienen los fenómenos de la vida, pero al margen de la eficacia de los elementos anatómicos. Esto es, en la tarea del bioquímico tenía que latir por fuerza, desde su origen, su explícito afán reductivo. Garland E. Allen, (1983).

La explicación que fuera a proponer de los procesos biológicos ni debía ni podía servirse de conceptos tomados de la anatomía o la micro anatomía. Para justificarse con un empeño teórico original, resultaba indispensable que la bioquímica, subrayando sus señas de identidad reduccionistas, reprodujera las reacciones químicas que sustentan la vida, pero al margen de la célula. Siguiendo ese camino, quedaría establecido que las reacciones ubicadas en el medio celular no dependían de la estructura de éste, y que, en tal medida, al resultar analizable la célula en sus unidades moleculares, acabaría por perder su presunta irreductibilidad como entidad biológica. Puede comprenderse, por tal motivo, que la fecha de nacimiento de la bioquímica — en cuanto disciplina independiente de la fisiología general—se fije en torno a 1917, cuando Eduard Buchner, aplicando una sustancia que ha descubierto (la zimasa), logra provocar la fermentación del azúcar en un sistema “sin células”. Se trataba de un paso en la dirección marcada por Loeb. B. Harrow, (1967)

No sólo porque supusiera la reconstrucción artificial de un acontecimiento que habitualmente se producía en la célula viva, sino porque tenía lugar en el ámbito del metabolismo y se refería al concreto hallazgo de uno de esos compuestos (catalizadores orgánicos) que hicieron posible entender la naturaleza de los procesos oxidativos, como hemos visto. Desde entonces, la bioquímica se ha convertido poco a

poco, junto a la biología molecular, en el polo orientador de la ontología reduccionista en biología:

*“Antes del descubrimiento de la zimasa por Buchner, la mayoría de los biólogos, fisiólogos y citólogos creyó que los complejos y rápidos procesos químicos ejecutados por las células dependían de la estructura intrincadamente organizada del citoplasma. De tal modo, se consideró a la citología y a la histología como complementos esenciales para la comprensión de los fenómenos bioquímicos. La significación del trabajo de Buchner consistió en las pruebas que aportó para contradecir esta concepción. Con el descubrimiento de lo que se pensó que era una teoría generalmente válida de las enzimas, ya no era necesario interpretar procesos complejos, como la respiración celular, en términos de la estructura celular visible”. (E. Baldwin, 1967).*

En lo sucesivo, la función celular podría discutirse en términos químicos y estudiarse con métodos químicos. Sin duda, la respiración celular es un tipo de proceso biológico cuya progresiva interpretación bioquímica resultó paradigmática para el proyecto mecanicista. En el transcurso de no muchos años, fue posible detallar con bastante exactitud la serie de reacciones mediante la cuales es obtenida la energía que los seres vivos necesitan; y como quiera que los elementos morfológicos “juzgados en principio indispensables” terminaron perdiendo su función explicativa, quienes defendían posiciones reduccionistas acabaron viendo en la explicación bioquímica del metabolismo la mejor especificación de su ideal *analítico*, repaso a la *ruta* seguida por los investigadores de la respiración celular permitirá entender las expectativas de quienes empezaron a considerar la célula como una intrincada fábrica química. V. Deulofeu, (et, al, 1967)

### Capítulo 3

## METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

*"No basta saber, se debe también aplicar. No es suficiente querer, se debe también hacer".  
Johann Wolfgang Goethe (1749-1832) Poeta y dramaturgo alemán.*

---

*"Para investigar la verdad es preciso dudar,  
en cuanto sea posible, de todas las cosas."  
René Descartes*

Con respecto a la metodología de la investigación, en este capítulo inicialmente se presenta la perspectiva metodológica que se tuvo en cuenta para la elaboración de la investigación, luego se describen las fases que se realizaron para tal fin. Posteriormente se realiza la presentación de las categorías de análisis de la investigación y finalmente se describen aspectos relacionados con el contexto en el cual se desarrolla la misma.

Mediante este estudio, se analizan las guías de laboratorio de Bioquímica, que se utilizan en cuatro programas de formación inicial de profesores de ciencias; teniendo como base el sistema de categorías relacionadas con los trabajos prácticos, propuesto por Puentes, (2008) y en este, el referente epistemológico de la Bioquímica como aporte a la reflexión profundizando en el conocimiento disciplinar, en relación con las estructuras disciplinares: Sustantiva, Sintáctica y Organizativa según Schwab, (1974), en el marco de la línea de investigación del Conocimiento Profesional del Profesor (CPP).

Se ha decidido utilizar códigos en los programas y las guías de laboratorio, con el objetivo de para salvaguardar la confidencialidad de las universidades del material de estudio.

### **Enfoque metodológico**

Para este estudio, se abordó una investigación de tipo cualitativo teniendo en cuenta el planteamiento de Cerda, (2005), quien afirma que puede ser descrita en relación con sus características propias, como lo es la interpretación que se da a los fenómenos que no pueden ser explicados totalmente desde la estadística o la matemática, en este caso se utiliza preferentemente el análisis documental, el cual resulta de gran importancia, ya que permite conocer y analizar no solo las generalidades del Trabajo Práctico, sino cómo los referentes de éste han ido cambiando de acuerdo con las diferentes visiones que se tienen de la Ciencia, de la enseñanza y del aprendizaje mismo.

Es una investigación de enfoque cualitativo. De acuerdo a Álvarez y Jurgenson (2003), la investigación cualitativa considera las características que a continuación se mencionan:

Permite al investigador, desarrollar conceptos, partiendo de los datos y no recogiendo datos para evaluar modelos, hipótesis o teorías preconcebidas; el investigador ve el

escenario y a las personas desde una perspectiva holística. Las personas, los escenarios o los grupos no son reducidos a variables, sino que son considerados como un todo, nada se da por sobreentendido, todo es un tema de investigación; todas las perspectivas son valiosas. no busca la verdad, sino una comprensión detallada de las perspectivas de otras personas, se pone en relieve la validez de sus investigaciones.

Los métodos cualitativos nos permiten permanecer próximos al mundo empírico. Observando las personas en su vida cotidiana, viendo los documentos que producen, se obtiene conocimiento directo, no filtrado por conceptos, definiciones operacionales y escalas clasificatorias.

La investigación es sistemática conducida con procedimientos rigurosos, aunque no necesariamente homogéneos. Los contextos de investigación son naturales, no son contruidos ni modificados, de tal manera que atiende particularmente en el contexto; en el cual el investigador se constituye el instrumento principal que a través de la interacción con la realidad recoge datos sobre esta.

Una característica importante es la reflexividad, en donde se debe prestar especial atención ya que la forma en que diferentes elementos lingüísticos, sociales, culturales, políticos y teóricos fluyen de forma conjunta en el proceso de desarrollo del conocimiento, en el lenguaje y la narrativa, así se da la producción de los textos de una sociedad Sandín, (2003).

De acuerdo a Flick (2004), los rasgos esenciales de la investigación cualitativa sobre la elección correcta y métodos y teorías apropiados, el reconocimiento y el análisis de perspectivas diferentes, las reflexiones de los investigadores sobre su investigación como parte del proceso de producción del conocimiento y la variedad de enfoques y métodos.

En este sentido, son de fundamental importancia las reflexiones y recomendaciones que se derivan del desarrollo de esta investigación con relación a las guías de laboratorio, la formación de profesores de ciencias y el Conocimiento Profesional del Profesor, con el fin de retroalimentar los programas de formación inicial de futuros profesores.

### **Método, fuentes y sistematización de datos de la investigación**

Una vez conseguido el material de estudio (las guías de laboratorio de Bioquímica), se procedió a construir un marco de referencia epistemológica de la Bioquímica a través de la consulta sobre su historia, que particularmente se reporta mayoritariamente en libros especializados de medicina. Posteriormente se establecieron las categorías, teniendo como referente las categorías planteadas por Puentes, 2008 y por Schwab, 1978. Luego se procedió a seleccionar y delimitar el material de estudio y se realizó la

definición de unidades de análisis y con este el análisis que conlleva a la construcción teórica.

En cuanto al método de investigación, se abordó el método del Análisis de Contenido. Entre los objetivos de este método se encuentra: la superación de la incertidumbre y el enriquecimiento de la lectura. Según Bardín (1977), en la práctica el análisis de contenido puede tener dos funciones:

- Función heurística: Permite la exploración, aumenta la propensión al descubrimiento.
- Función administrativa: Hipótesis o afirmaciones provisionales.

El análisis de contenido es un proceso doble de identificación y representación del contenido de un texto o documento, proceso que trasciende las nociones convencionales del contenido como objeto de estudio. El contenido de un enunciado es un fenómeno multiforme producto de la combinación de cuatro factores básicos: contenido substancial, perspectiva situacional, actitud del hablante hacia la realidad y actitud del oyente hacia esa misma realidad, Pinto y Gálvez, (1996).

De acuerdo a Allport, citado en Pérez, (1994), el método del análisis de contenido es un método para estudiar y analizar las comunicaciones de una forma sistemática, objetiva y cuantitativa a fin de medir variables. Trata de analizar y estudiar con detalle el contenido de una comunicación escrita, oral, visual. El texto escrito o grabado presenta una serie de ventajas para su análisis, ya que puede ser compartido por otros investigadores. Según Pérez (1994), éste método tiene cuatro características: objetividad, sistematicidad, contenido manifiesto y capacidad de generalización.

La objetividad, supone el empleo de procedimientos de análisis que pueden ser producidos por otros investigadores, de modo que los resultados obtenidos sean susceptibles de verificación. Las unidades de mensaje que han sido fragmentadas, las categorías, entre otras, deben definirse bien con claridad y precisión.

La sistematicidad, es una cualidad del análisis de contenido, por la que la inclusión o exclusión de determinadas categorías se hace de acuerdo con las reglas y criterios previamente establecidos. Su finalidad es la de impedir cualquier selección arbitraria que pudiera retener solamente aquellos elementos que estuvieran de acuerdo con la tesis del investigador.

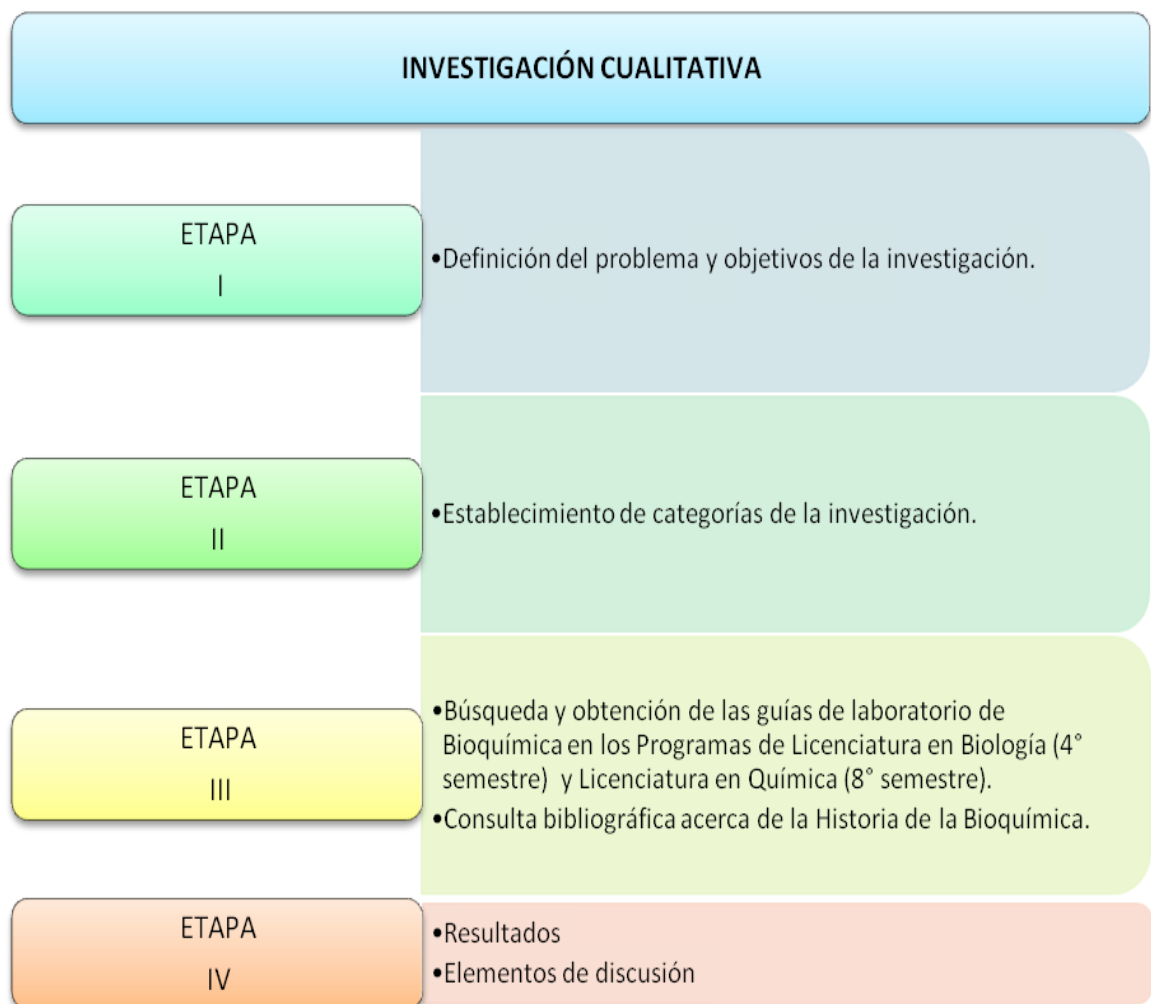
El contenido manifiesto, implica que se puedan cifrar numéricamente los resultados del análisis. Todo mensaje está considerado como una secuencia de datos aislables, susceptibles de ser ordenados por categorías.

Y por último, la capacidad de generalización implica que el análisis de contenido no se limita al recuento de frecuencias y tabulación de datos cualitativos, sino que lleva a

cabo estos procesos en vista a la prueba de hipótesis, para extraer conclusiones de cara a una investigación.

### **Etapas de la investigación**

A continuación se presentan y explican cada una de las etapas que llevaron al desarrollo de la investigación. Para el caso de esta investigación, el trabajo se desarrolló en tres fases: documentación inicial, análisis documental y consolidación teórica. (Ver Figura 3.1.)



*Figura 3.1. Metodología de la investigación.*

Para el análisis de contenido realizado en este trabajo se tiene como referente la propuesta planteada por Valbuena (2007) sobre el análisis de contenido: (Ver Figura 3.2)

## Análisis de contenido

El análisis del contenido documental, se realizó en tres etapas principalmente: En primer lugar, se realizó sobre los textos encontrados en libros de historia de la medicina, en libros especializados de bioquímica y didáctica de las ciencias, con el objetivo de establecer el referente epistemológico de la bioquímica, ya que el tema no se reporta en cualquier literatura; el segundo, consistió en el análisis de los programas de cada proyecto curricular y cada semestre, con el fin de identificar los temas fundamentales en el tema de la bioquímica y la comparación de los contenidos de las guías de laboratorio utilizadas en bioquímica, finalmente, el tercero, el análisis con las guías de laboratorio de bioquímica de cada semestre, programa y universidad, para identificar elementos de comparación entre semestres, programas y universidades. (Ver figura 3.2)

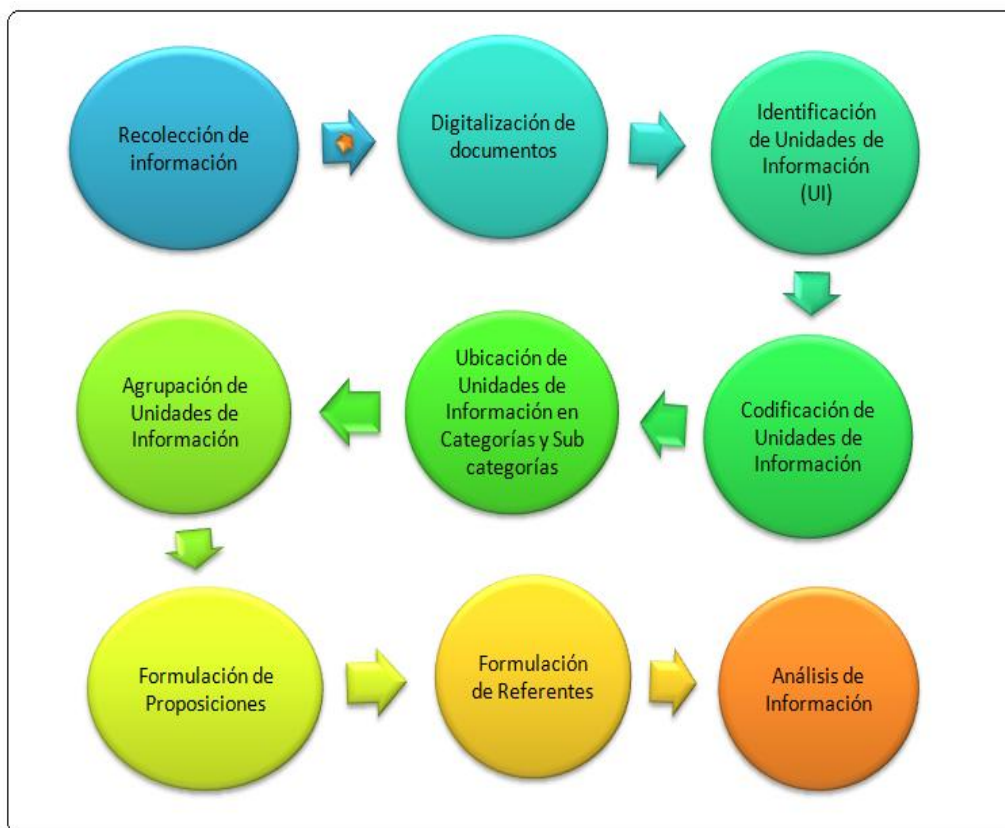


Figura 3.2. Análisis de contenido aplicado en la investigación.

- **Recolección de información:** Una vez identificado el problema y los objetivos de la investigación, se procede a la búsqueda y consecución de las guías de laboratorio utilizadas en los programas seleccionados para el estudio, para el caso, (dos de

Licenciatura en Biología y dos de Licenciatura en Química), adicionalmente, los programas correspondientes, en cada universidad (dos universidades) la información acerca de la historia de la bioquímica en textos especializados y artículos científicos de Didáctica, Medicina y Bioquímica.

- **Digitalización de documentos;** Seleccionado y delimitado el material de estudio, se digitalizó.

- **Identificación de unidades de información (UI):** Se realizó la selección de unidades de información, que constituyen los núcleos de significado propio que serán objeto de estudio para su clasificación y recuento.

- **Codificación de unidades de información:** Se refiere a la forma de contar las unidades de registro codificadas, se aplicaron las siguientes reglas de enumeración:

- La Universidad a la que pertenece el programa: A o B.
- El programa al que corresponde la guía de laboratorio de Bioquímica: B= Licenciatura en Biología o Q= Licenciatura en Química.
- El consecutivo de la guía correspondiente: 1, 2, 3, 4, 5 y 6.
- La unidad de análisis de la guía de estudio: 1, 2, 3,...etc. Según la extensión de la guía de laboratorio. Así, entonces: AB2, 1, corresponde a la Universidad A, El programa de Biología, la guía número 2 y la unidad de análisis 1.

- **Ubicación de unidades de información en categorías y subcategorías:** Consiste en la operación de clasificar los elementos de un conjunto a partir de ciertos criterios previamente definidos. La categorización no es una tarea mecánica, ya que los términos pueden no hacer referencia a los significados que a primera vista expresan o manifiestan, sino estar fuertemente matizados por el contexto. La categorización es un proceso que requiere:

- La clasificación de las unidades de significado asignado a cada unidad de registro para establecer una cierta organización de los mensajes. El resultado de esta operación es la elaboración de un sistema de categorías.
- La codificación como tarea de asignación de códigos a cada categoría del sistema anterior, para poder clasificar las unidades de registro de los documentos a analizar, clasificando de esta forma el material escrito para su posterior descripción e interpretación.

- **Agrupación de unidades de información:** Una vez se realizó la clasificación de se procedió a hacer la agrupación de unidades de información se realiza el inventario en el que se aíslan las unidades de significado dando contenido empírico a las categorías del sistema.

- **Formulación de proposiciones:** Consistió en distribuir los elementos, y consiguientemente buscar o imponer a los mensajes una cierta organización: De esta

forma, se determinaron las pautas emergentes de las relaciones que vinculan los ejes de contenidos, y emergieron así, los esbozos de las ideas fundamentales y generales del fenómeno que permitieron una primera aproximación interpretativa, contenidas en el material investigado.

- **Formulación de referentes:** Las ideas fundamentales que obtendremos se emplearán para generar las explicaciones. Se relacionaron los datos obtenidos con otros trabajos o estudios y con marcos analíticos más generales, dentro de los que cobraron sentido los datos estudiados.

- **Análisis de información:** Desarrollado el proceso anteriormente descrito se obtiene la información y de esta manera se intenta integrar los hallazgos obtenidos dentro de áreas de interés más amplias, manteniendo el diálogo entre los datos obtenidos y el marco teórico.

Para el caso de la investigación, se analizó el contenido de 24 guías de laboratorio de bioquímica que se utilizan en cuatro programas de formación de inicial de futuros profesores, lo cual da cuenta de un estudio transversal más no longitudinal. Para este estudio, las fuentes de información fueron específicamente los programas de formación de profesores en ciencias. (Ver tabla 3.1)

Tabla 3.1. Guías de Laboratorio de bioquímica utilizadas en cuatro programas de formación inicial de futuros profesores.

UNIVERSIDAD	PROYECTO CURRICULAR	TITULO	CÓDIGO
A	Licenciatura BIOLÓGICA	Reconocimiento de biomoléculas de interés biológico: Carbohidratos, Proteínas y Ácidos nucleicos.	AB1
		Reconocimiento de las propiedades físicas y químicas de los lípidos.	AB2
		Hidrólisis ácida y enzimática del almidón.	AB3
		Cinética enzimática: Hidrólisis de los lípidos de la leche con lipasa y sales biliares.	AB4
		Termorregulación: Factores que afectan la actividad de la ureasa.	AB5
		Actividad proteolítica de la papaína y el efecto de algunos inhibidores.	AB6
	Licenciatura en QUÍMICA	Reconocimiento de moléculas orgánicas ARN e identificación de las desoxirribosas del ADN.	AQ7
		Reconocimiento de las vitaminas hidrosolubles.	AQ8
		Verificación experimental del bombeo de protones por levaduras efecto de los inhibidores y desacoplantes de la cadena respiratorio y fosforilación oxidativa.	AQ9
		Actividad del NADH + H de la glicólisis anaerobia en la formación de lactato.	AQ10
		Producción de Piruvato acetaldehído y etanol por la fermentación de glucosa con enzimas de la levadura.	AQ11
		Actividad proteolítica de la papaína y el efecto de algunos inhibidores.	AQ12
B	Licenciatura en BIOLÓGICA	Reconocimiento de sales minerales	BB13
		Reconocimiento de carbohidratos de importancia biológica	BB14
		Reconocimiento de proteínas de importancia biológica	BB15
		Reconocimiento de enzimas de importancia biológica	BB16
		Reconocimiento de lípidos de importancia biológica	BB17
		Obtención de ácidos nucleicos a partir de levadura	BB18
	Licenciatura en QUÍMICA	Identificación de azúcares en orina	BQ19
		Identificación y separación de aminoácidos	BQ20
		Extracción y cuantificación de vitaminas	BQ21

Cuantificación de proteínas	BQ22
Cuantificación de proteínas totales	BQ23
Cinética enzimática y Efecto pH y temperatura en la actividad enzimática	BQ24

La sistematización para esta investigación tiene en cuenta los siguientes aspectos: Primero se identifican las fuentes de información (guías de laboratorio), luego se ubican las unidades de información de cada fuente, las cuales corresponden a afirmaciones textuales en dichos documentos que ofrecen información con sentido y significado propio para la investigación, posteriormente se les asigna un código, por ejemplo:

*ABI,1. “[como Objetivo de la PL se plantea] Conocer y aplicar un método simple para determinar el contenido del ácido ascórbico en frutas y verduras”*

**A:** Se refiere a la Universidad (Se estudiaron programas de dos Universidades: **A** y **B**)

**B:** Es el Programa Curricular, para el caso: Licenciatura en **B** iología.

**1:** Se refiere a la guía. (Consecutivo de 1-24)

**1:** La unidad de información.

Luego las Unidades de Información (UI) se sistematizaron de acuerdo a unas categorías, para este caso las categorías según Schwab, (1978); posteriormente se agruparon de acuerdo sus similitudes y se formula una o varias *proposiciones* que den cuenta de las UI agrupadas, de manera resumida, por lo que responden a la descripción de la información. Finalmente, a partir de las proposiciones, se formulan *referentes*, que corresponden a la síntesis de dichas proposiciones y por ende a la caracterización de los datos analizados.

### Establecimiento de categorías de análisis

La categoría y las sub categorías que se han tomado (Tabla 3.2.) corresponden a la estructura que caracteriza el conocimiento disciplinar de acuerdo con Schwab, (1978) en lo que se refiere a la estructura sustantiva, la estructura sintáctica y el sistema propuesto por Puentes, (2008), correspondiente a los trabajos práctico.

CARACTERÍSTICAS DE LOS TRABAJOS PRÁCTICOS EN LA BIOQUÍMICA	
CATEGORÍAS	SUB CATEGORÍAS
1. Naturaleza de los trabajos prácticos de la bioquímica.	<i>Tipo de actividad</i>
	<i>Relación Teoría- Práctica</i>
	<i>Clases de trabajos prácticos</i>
2. Finalidades de los trabajos prácticos de la bioquímica.	<i>Acercar a fenómenos</i>
	<i>Desarrollar habilidades</i>
	<i>Resolver problemas I</i>
	<i>Resolver problemas II</i>
	<i>Plantear y resolver problemas</i>
3. Aspectos Metodológicos de los trabajos prácticos de la bioquímica.	<i>Enfoque</i>
	<i>Momento de la realización</i>
	<i>Roles</i>
4. Formas de la evaluación de los trabajos	<i>Inicial</i>

prácticos de la bioquímica.	<i>Flexible</i>
	<i>Final</i>
5. Relación con aspectos epistemológicos de los trabajos prácticos en la bioquímica.	<i>Estructura sustantiva</i>
	<i>Estructura sintáctica</i>
	<i>Estructura organizativa</i>

Tabla 3.2. Categorías de la investigación. A partir de Puentes (2008: categorías 1, 2, 3 y 4), y de Schwab, (1978: categoría 5)

A continuación presentamos cada una de las categorías y las sub-categorías de la investigación

### **Categoría 1. Naturaleza del trabajo de los trabajos prácticos en la Bioquímica**

En esta categoría se abordan aspectos relacionados con *el tipo de actividades* que son consideradas como trabajos prácticos, específicamente en las prácticas de laboratorio, definidas por Del Carmen, (1996) y evidenciadas a través de las guías de laboratorio utilizadas en bioquímica; *la relación establecida en cuanto a la Teoría-Práctica* y *las Clases de Trabajos Prácticos* que se realizan en las clases de Bioquímica.

#### **- Relación Teoría-práctica**

De acuerdo con los planteamientos hechos por Gil (1983), acerca de los 3 paradigmas en la enseñanza de las Ciencias y la relación que hace Perales (1994) entre estos paradigmas y los Trabajos Prácticos, también se tiene en cuenta las reflexiones de Serè, (2002) mostrando cómo la teoría puede ponerse al servicio de la práctica y Baldaia (2006) en torno a la relación teoría – práctica. A este respecto los autores proponen que aquellos que se pueden enmarcar dentro del modelo de *transmisión-recepción*, se caracterizan porque el Trabajo Práctico se presenta como complemento de la enseñanza teórica que es transmitida por el docente y que gracias al Trabajo Práctico podrá ser no solo confirmada, sino que servirá, según el modelo, para motivar e interesar a los estudiantes frente al concepto o temática trabajada.

Otros Trabajos Prácticos estarían enmarcados en el modelo de *descubrimiento*, en donde el objetivo es poner al estudiante en contacto con lo que correspondería a la actividad científica, como manera para descubrir leyes y teorías a través de la experimentación. Se plantean los Trabajos Prácticos tomando la observación como fuente primordial para producir conocimiento.

También están los que se ubicarían dentro del modelo *constructivista*, en el cual se concibe el aprendizaje como un proceso dinámico y significativo, teniendo en cuenta los conocimientos y/o las ideas previas de los estudiantes. Desde esta perspectiva, las actividades prácticas se realizan a través de la generación de conflictos, la resolución de problemas o por investigaciones.

Baldaia (2006), considera que existe otro tipo de enfoque, desde un modelo de *enseñanza por investigación*, planteando que el Trabajo Práctico debe ser visto desde un enfoque CTS, que contemple lo ecológico y lo ético, y que no tome la experimentación como centro del aprendizaje y del conocimiento, sino que se base en aspectos cotidianos de los estudiantes y a través de los cuales ellos realicen procesos como prever, observar, explicar, interrogar y argumentar.

#### - Clases de Trabajos Prácticos en la Bioquímica

Puentes (2008) propone cinco clases de Trabajos Prácticos de laboratorio y de campo, en el cual se pueden diferenciar: Demostración, Ejercicio, Investigación Dirigida, Proyecto Escolar e Investigación en el aula.

Al hablar de *demostraciones*, se hace referencia a una clase de trabajo que se caracteriza porque a partir de éstas se busca aproximar a los estudiantes al conocimiento de algunos fenómenos naturales de manera demostrativa o ilustrativa. Se considera además como el Trabajo Práctico más simple o que se encontraría en un nivel inicial, ya que en este tipo de prácticas no existe un problema específico, por lo tanto se limita a la observación de procesos desarrollados generalmente por el docente y en sólo algunos casos por los estudiantes, desarrollando con esto algún tipo de destrezas motriz. Sin embargo, es de esperar que los estudiantes que comúnmente se enfrentan a prácticas de esta clase, no adquieran, por lo menos a partir de ellas, habilidades tales como la búsqueda de soluciones a problemas, o la elaboración de propuestas metodológicas, ya que al tratarse de ilustraciones, en ellas no se dan procesos de investigación que de una u otra forma acerquen a los estudiantes a la metodología científica y a la manera en que se resuelven problemas desde una mirada científica.

Por otra parte al hablar de *ejercicios*, podemos afirmar que éstos corresponden a una Clase de Trabajos prácticos un poco más complejos que las *demostraciones*, ya que en ellos se utilizan problemas de carácter cerrado, el cual es siempre planteado por el docente y los estudiantes deben seguir protocolos también determinados por el profesor para hallar una solución que él previamente conoce y que puede considerar como la única respuesta. Ante esto, los estudiantes deben realizar consultas bibliográficas que corroboren los resultados obtenidos o que confirmen lo que el profesor expone frente a los resultados que obtienen los estudiantes.

En esta clase de Trabajos Prácticos los estudiantes logran desarrollar habilidades motrices y de seguimiento de instrucciones a través de la realización estricta de protocolos proporcionados, en los cuales se estipulan claramente los materiales y método a emplear. En cuanto al manejo conceptual que lograría un estudiante a partir de esta clase de prácticas, podemos decir que llegaría a confirmar o comprobar algunos principios, pero sin hacer una abstracción real de lo que ocurre o sin que tenga real significado, ya que como tal la experiencia no parte de una situación que resulte problemática para él.

En un tercer nivel de complejidad se puede considerar los Trabajos Prácticos de corte constructivista, como los son la *investigación en el aula*, el *proyecto escolar* y la *investigación dirigida*. Estas prácticas resultan más complejas que las anteriores, ya que en ellas existe una aproximación al trabajo que se desarrolla en la Ciencia. Los estudiantes se acercan a algunas características de la metodología científica y comienzan a aplicarla en la búsqueda de soluciones a determinados problemas.

En esta variedad de prácticas, la *investigación en el aula* hace referencia a prácticas en las que es el estudiante quien propone el problema y la forma de solucionarlo; en este caso el docente es tan solo un acompañante. Dicha clase corresponde con el modelo de Aprendizaje por Descubrimiento, y puede llevar a los estudiantes a ideas erróneas acerca de la forma en la que se produce conocimiento en ciencia, ya que puede formar en los estudiantes la idea de que ellos en su aula de clase y a través de este tipo de prácticas están “haciendo ciencia” tal como la hacen los científicos.

En cuanto a la clase de los *proyectos escolares*, se da un proceso de acompañamiento y direccionamiento por parte del docente, es él quien determina cuál es el problema a resolver, busca que sus estudiantes lleguen a resolverlo. Esta clase de práctica es muy similar a la *investigación dirigida*, sin embargo en esta última el problema no es planteado por el docente, sino que él presenta una situación, los estudiantes reconocen en ella el problema o problemas a solucionar y concretan la forma más adecuada para resolverlo. En esta clase de prácticas, el docente acompaña, participa y direcciona el proceso de búsqueda de soluciones, tratando de aproximar a los estudiantes al reconocimiento y en algunos casos a la apropiación de metodologías científicas, que muestran de manera muy cercana la forma de trabajar de los científicos, ya que promueve el trabajo en equipo y la posibilidad de que ellos se enfrenten a aciertos y errores en sus planteamientos, alejándolos de la idea que los científicos trabajan aislados en un laboratorio, o que la ciencia es una construcción en la que solo hay aciertos, y que siempre va en progreso. Bajo la propuesta de Puentes (2008), es la subcategoría de Clase de Trabajo Práctico la que permite integrar la mayor cantidad de características.

## **Categoría 2. Finalidades de los Trabajos Prácticos en la Bioquímica**

Esta categoría aborda los objetivos que se pretenden alcanzar con el desarrollo de Tp como actividad formativa, teniendo como referente las propuestas de Prietsley (1997), Caamaño (1992) y Herrón (1971), quienes plantean que los objetivos pueden diferenciarse, dentro de una gama que depende en gran medida del enfoque que se tenga frente al Tp a realizar.

### **Categoría 3. Aspectos metodológicos de los Trabajos Prácticos en la Bioquímica**

Esta categoría se refiere a la manera como los docentes realizan los Tp al enseñar Bioquímica contempla aspectos tales como cuándo se hacen, desde qué enfoque son planteados, qué aspectos se tienen en cuenta en la preparación y realización, y los roles que asume tanto docente como estudiante en la actividad Práctica de enseñanza aprendizaje.

#### **- Enfoque**

En esta subcategoría se tiene en cuenta la manera como los docentes abordan los Trabajos Prácticos que proponen a sus estudiantes, es decir, si el desarrollo del Trabajo Práctico se da como un proceso algorítmico, o si por el contrario se trata de un proceso heurístico que permite la construcción y retroalimentación del trabajo y de los conceptos biológicos que subyacen al mismo. Puentes (2008) plantea cinco enfoques del Trabajo Práctico: Tradicional, Expositivo, Enseñanza por descubrimiento, Conflicto cognitivo y Aprendizaje por investigación.

Desde un *enfoque tradicional*, el Tp estará dado por una serie de instrucciones dadas por el docente y que el estudiante debe seguir sin que exista participación de este último en la planeación o desarrollo del trabajo, el docente puede o no plantear una serie de preguntas que van encaminadas a que el estudiante responda puntualmente de acuerdo a la teoría trabajada. Desde este enfoque, los Trabajos Prácticos serían desarrollados durante el desarrollo de una temática o como cierre de esta, ya que al iniciar, el docente considera que el estudiante no tiene los conocimientos para realizar dicho trabajo. Como afirman Pozo y Gómez (2000), este enfoque puede llevar a que los estudiantes se sientan desmotivados, ya que no toma en cuenta sus intereses.

Como *enfoque expositivo* se plantean procesos algorítmicos a través de los cuales los estudiantes comprueban o corroboran aquellos datos que han sido expuestos por su profesor, a partir de lo que plantea el profesor, los estudiantes desarrollan algunas habilidades en el manejo y/o manipulación de materiales y técnicas de campo o de laboratorio. Una dificultad que plantea este enfoque, es el hecho de considerar que los conocimientos previos del estudiante son erróneos y deben ser cambiados a través del conocimiento impartido por el docente, de manera que no se permite la participación del estudiante en el diseño y preparación, ya que se considera que sus propuestas pueden ser erróneas, por basarse en sus ideas previas; por esto es el docente quien diseña y propone que metodología a seguir para que los estudiantes se acerquen a lo que para él es correcto y debe sobreponerse sobre sus ideas.

Desde la mirada de un *enfoque de conflicto cognitivo*, las ideas previas o preconcepciones de los estudiantes adoptan un papel central, ya que es desde sus creencias que se empieza a buscar la manera para dar solución a un problema planteado por el docente o que surge de sus propios intereses o expectativas, de esta manera, desde este enfoque, las prácticas serán propuestas, planeadas y desarrolladas

por los estudiantes desde su saber cotidiano y enriquecidas y/o modificadas de acuerdo con el conocimiento científico escolar que construye junto con sus docentes. Desde este enfoque el estudiante es capaz de identificar o reconocer las limitaciones de su conocimiento cotidiano, y entrar en conflicto con él, de manera que reconoce que es necesario replantear dicho conocimiento y asume nuevas posiciones de acuerdo con un conocimiento científico y/o cotidiano y la transformación didáctica que hace de él, llegando a alcanzar un verdadero cambio conceptual.

Otro es el *enfoque del aprendizaje por investigación*, asumiendo que se debe producir no solo un cambio conceptual, sino también actitudinal y metodológico, y para esto el aprendizaje de las Ciencias debe procurar el acercamiento del estudiante al Trabajo científico. El Trabajo Práctico cobra importancia y trata de situar al estudiante en un contexto similar al de un científico, bajo guía del docente, quien acompaña el proceso y en determinado caso puede tomar parte en su planteamiento, preparación, realización, análisis y socialización.

#### **Categoría 4. Formas de la Evaluación de los Trabajos Prácticos en la Bioquímica**

Esta categoría pretende analizar las formas, instrumentos, finalidades, actores y momentos en que se evalúan los Trabajos Prácticos, para esto se toma como referente los postulados de Geli (1995), *“La evaluación del trabajo práctico requiere, en primer lugar, un análisis detallado de las tareas de cada actividad práctica con el objeto de identificar las oportunidades de aprendizaje que ofrece y, en segundo lugar, la aplicación de las técnicas adecuadas para describir cada aprendizaje. Siguiendo las tendencias actuales, la mayoría de las técnicas de evaluación que se presentan, además de valorar los procesos de aprendizaje y sus resultados, se proponen contribuir a la reflexión y revisión de los conocimientos de los estudiantes”*.

Por otra parte, Campanario (1998), plantea tres aspectos importantes a tener en cuenta en la evaluación:

- La búsqueda de una respuesta a un problema o cuestión, aclarando que dependiendo del enfoque esta respuesta puede ser una confirmación de lo que plantea la teoría.
- Que los alumnos realicen las manipulaciones necesarias para resolver la pregunta o problema.
- Los alumnos utilizan procesos intelectuales de distintos niveles dependiendo del tipo de trabajo que se proponga y del enfoque desde el cual se haga.

Teniendo en cuenta estos planteamientos, se puede pensar en que existen diferentes tipos de evaluación del Trabajo Práctico y diversos instrumentos o herramientas que permitan realizar este proceso evaluativo.

Puentes (2008) plantea que la evaluación debe constituirse en un proceso de continua retroalimentación, en donde profesores y estudiantes construyan en torno a lo obtenido en el desarrollo de las prácticas, no solo en términos conceptuales, sino procedimentales y actitudinales, es decir que se pueda, a través de la evaluación, dar cuenta del desarrollo de destrezas y/o habilidades de los estudiantes en los procesos de predicción, de observación, de síntesis, de comunicación, de trabajo en equipo y de construcción colectiva, entre otros.

Puentes (2008) propone cuatro tipos de evaluación: Inicial, sumativa, formativa y final. La evaluación inicial busca establecer si el estudiante posee los conocimientos básicos que se necesitan para desarrollar la actividad; una evaluación formativa valora el trabajo del estudiante durante el desarrollo de la actividad; una evaluación sumativa, retoma los resultados obtenidos y las conclusiones a las que se llegan en la Práctica y una evaluación final, en la cual el estudiante da cuenta del trabajo realizado y de los conceptos allí trabajados. Es necesario además considerar que estos tipos de evaluación no son excluyentes, por el contrario pueden ser complementarios, de manera que la evaluación sea de tipo procesual y tenga en cuenta los diferentes momentos de la actividad práctica.

### **Categoría 5. Relación con Aspectos epistemológicos de la Bioquímica**

Mediante esta categoría se ilustran algunos elementos que caracterizan a la Bioquímica como campo del conocimiento, y para ello tomamos las estructuras del conocimiento disciplinar planteadas por Schwab, (1978). Además las relaciones entre el conocimiento de los contenidos y los conocimientos pedagógicos dentro de una comprensión acerca de cómo temas particulares, problemas o situaciones son organizadas, representadas o adaptadas para la enseñanza. Esta relación sugiere que para enseñar, el profesor requiere transformar lo comprendido de determinado cuerpo de conocimientos de una disciplina; esta capacidad reposa en el conocimiento profundo, flexible y cualificado del Conocimiento del Contenido Disciplinar.

También, busca reconocer las relaciones entre el Trabajo Práctico que se realiza en la formación de futuros profesores, y el objeto de estudio de la Bioquímica, la manera en que se produce el conocimiento Bioquímico y la manera como se procede en la actividad científica.

La estructura sustantiva, señala Schwab (1978), sirve de base y orientación de la investigación que se realiza en una ciencia. La expresión equivale en alguna de sus acepciones al término paradigma, en funcionamiento o vigente, dentro de una ciencia. Constituye la estructura cognitiva que determina el tipo de preguntas que nos hacemos al investigar y que determinan, a su vez, el tipo de datos que deseamos hallar y el tipo de experimentos a llevar a cabo. Además, a los datos, una vez reunidos, se les otorga significado a la luz de la concepción que originó la investigación. De forma más concreta, hace referencia a los contenidos y viene determinada por el conjunto de

hechos, conceptos, principios, generalizaciones e hipótesis que constituyen, en definitiva, el conocimiento que la ciencia sistematiza sobre el tipo de fenómenos de que trate.

La estructura sintáctica de una disciplina incluye la serie de reglas (procedimientos) que rigen las relaciones entre los elementos de la estructura sustantiva. No es exactamente el método general, sino más bien las estrategias operativas. No se puede describir una sintaxis más que a través de la referencia al tema concreto estudiado en las investigaciones concretas. Supone, pues, la especificidad de una disciplina en cuanto a la definición de lo que para ella constituye un descubrimiento o una comprobación, qué criterios emplea para medir la cualidad de sus datos y, en general, cuáles son las vías por las que se mueve desde ellos.

Y, la estructura organizativa aborda el problema relacionado con la articulación de las ciencias según sus estructuras, sus modos característicos de acercamiento a la realidad y los conocimientos que se sistematizan en relación con la misma; lo que contribuye a especificar la peculiaridad clasificatoria de cada disciplina y las posibles relaciones interdisciplinarias que entre sí pueden mantener.

#### - **Contextualización**

A continuación se describen algunas características de los proyectos curriculares correspondientes a las universidades formadoras de futuros profesores en las que se seleccionaron las guías de laboratorio de la investigación

#### • **Universidad A. Licenciatura en Biología (AB)**

El programa de formación del Licenciado en Biología busca el desarrollo humano integral, por lo cual exige un conjunto de acciones en aspectos relacionados con lo intelectual, lo moral y lo ético, lo político-ideológico, lo profesional docente, lo estético y lúdico, lo afectivo y lo comunicativo. Por ello, mediante la interacción de docentes y estudiantes se plantea contribuir a la formación de futuros educadores con pensamiento crítico que les permita generar procesos de interacción dialógica constructiva con sus educandos y grupos poblacionales con los cuales se relacionen, capaces de emprender acciones tendientes a lograr el desarrollo humano integral atendiendo a los planos ontológico, deontológico y axiológico, al reconocimiento de las potencialidades del otro y de una sociedad pluricultural, de moda que también se posibilite la construcción social del conocimiento.

Se busca entre otros objetivos, construir pedagogías tendientes a investigar la importancia de la vida y de lo viviente en el pensamiento humano, tanto científico y cultural, como espiritual, propiciar espacios para el desarrollo de proyectos pedagógicos e investigativos articulados con la realidad social, y que aporten a la enseñanza de la biología. Contribuir al desarrollo de competencias, actitudes y valores

tendientes a fomentar la apreciación y el respeto por la naturaleza, contribuir a la formación de un ciudadano que valore la naturaleza desde lo estético, lo científico y lo ético. Generar compromisos con el país y con la educación, mediante la construcción de identidad en lo político, lo social y lo cultural; planear, diseñar, aplicar, administrar, evaluar y divulgar proyectos educativos e investigativos encaminados a mejorar la calidad de vida de las comunidades educativas. El programa académico está conformado por dos ciclos de formación:

**1. Un ciclo de fundamentación:** Tiene una duración de seis semestres, con una serie de espacios académicos comunes para todos los estudiantes de Licenciatura en Biología. En ellos se propicia la comprensión de los principios básicos de la profesión docente.

**2. Un ciclo de profundización:** Consta de cuatro semestres, con espacios académicos obligatorios, la práctica pedagógica integral, electivos y otros diferenciales, dependiendo de los énfasis ofrecidos por las líneas de investigación constituidas en el Departamento de Biología.

En la figura 3.3. Se presenta el marco general del programa curricular en el cual se ve la bioquímica para la formación de futuros profesores de ciencias.

UNIVERSIDAD A, PROGRAMA BIOLOGÍA, 4° SEMESTRE				
FUNDAMENTACIÓN				
I	II	III	IV	V
			BIOQUIMICA	
PROFUNDIZACIÓN				
VI	VII	VIII	IX	X

Figura 3.3. Esquema curricular de la Universidad A, para el programa de Licenciatura en Biología, en el cual se identifica el semestre (IV) en el que se ve la Bioquímica.

- **Universidad A. Licenciatura en Química (AQ)**

El proyecto curricular, desde una perspectiva investigativa, pretende someter a prueba un currículo que posibilite la formación de un profesor de Química caracterizado por una serie de cualidades exigidas de acuerdo con lo que la investigación didáctica y curricular, en relación con la formación de profesores de ciencias se plantea como respuesta a la pregunta sobre lo que ha de saber, saber hacer y saber ser un profesor de química para un ejercicio profesional de calidad. De allí los objetivos son:

- Diseñar, experimentar y validar un currículo para la formación de profesores de química, que desde sus elementos constitutivos posibilite la formación de un profesor de química caracterizado en cuanto al saber químico por los presupuestos científicos y epistemológicos que lo fundamentan y que se sustentan en el marco teórico.
- Crear espacios de vivencias y de trabajo académico para formar un profesor de química con unas competencias propias del dominio afectivo, tales como la capacidad de emitir juicios de valor, la toma de decisiones, el respeto por la forma de pensar de las demás personas, la capacidad de trabajo en grupo y por tanto la tolerancia y la convivencia social como aspectos fundamentales de su saber ser. Para el desarrollo de competencias profesional e investigativas se tiene una clasificación de cuatro ambientes, a saber:

**Ambientes de formación disciplinar, científico e investigativo:** Comprenden el conjunto de actividades académicas conducentes a la profundización del saber científico en general y de la de la Química en particular con sus diferentes ramificaciones, organizados sobre la base de los principios, teorías y conceptos claves que se han construido para satisfacer las aspiraciones descriptivas, explicativas y de predicción que tiene el discurso científico en general y el de la Química en particular, atendiendo a los fenómenos de su interés. Por consiguiente, los temas y núcleos problemáticos alrededor de los cuales se organicen las actividades en esta área pueden orientarse hacia la solución de las preguntas básicas a las que responde la ciencia Química, a diferentes niveles y grados de rigurosidad: ¿cómo? (descriptivo), ¿por qué? (lo explicativo) y ¿qué ocurriría? (lo predictivo).

**Ambiente de formación pedagógico y didáctico:** Es un espacio del currículo dentro del cual se trata de favorecer un proceso de comprensión del fenómeno educativo y sus diferentes interrelaciones con la cultura, la sociedad, la política, la pedagogía, la didáctica específica, la investigación educativa y las prácticas pedagógicas, de tal manera que el futuro educador pueda lograr una formación integral que le permita una acción educativa de alta calidad. Se plantea como un espacio de integración del saber disciplinar con los demás saberes que contribuyen a una más amplia y mejor comprensión de la actividad

docente tales como: la filosofía, la epistemología, la pedagogía, la sociología, la psicología, la didáctica y la investigación educativa.

**Ambiente de formación deontológico y en valores:** El desarrollo del currículo, por otra parte, debe proveer a la formación integral del educador en Química, la cual se completa no sólo con espacios académicos curriculares y extracurriculares que propicien el cultivo racional del cuerpo a través de experiencias corporales, lúdicas, recreativas y deportivas, sino además de otro tipo de conocimiento que complemente la formación del futuro docente.

**Ambiente de formación comunicativo:** Comprende los espacios académicos para el desarrollo de habilidades y competencias en el manejo de las lenguas y de las nuevas tecnologías de la información y la comunicación aplicadas a la educación.

Es la concreción del escenario en el cual se expresa el sentido del lenguaje como parte fundamental de la elaboración de los conceptos y de los conceptos de vida y de mundo que son inherentes a la idea de la educación. El objetivo de este ambiente es el desarrollo de competencias lingüísticas y comunicativas. (Ver figura 3.4.)

UNIVERSIDAD A, PROGRAMA BIOLOGÍA, 8° SEMESTRE				
FUNDAMENTACIÓN				
I	II	III	IV	V
PROFUNDIZACIÓN				
VI	VII	VIII	IX	X
		BIOQUÍMICA		

Figura 3.4. Esquema curricular de la Universidad A para el programa de Licenciatura en Química, en el cual se identifica el semestre (VIII) en el que se ve la Bioquímica.

- **Universidad B, Licenciatura en Biología (BB)**

La misión del Proyecto Curricular Licenciatura en Biología es la de formar integralmente Docentes – Investigadores con actitudes de liderazgo y competitividad que les permitan generar procesos de búsqueda constante de soluciones a problemas inherentes con la disciplina de la Biología, sus métodos y su enseñanza, enmarcados dentro del concepto de equidad social.

La Visión del Proyecto Curricular Licenciatura en Biología es formar docentes reflexivos y críticos de la realidad del país, capaces de generar aportes transformadores del entorno. Mujeres y Hombres libres, éticos, autónomos y creativos que decidan y justifiquen su decisión; que su quehacer docente sea un compromiso profesional, laboral, familiar y sociocultural.

Formar profesionales Licenciados en Biología que tengan como disciplinas, la Pedagogía y la Didáctica, dentro del rigor y la excelencia académica del componente biológico.

Ejes de Desarrollo: En el Plan de Desarrollo propuesto para el Proyecto Curricular de Licenciatura en Biología se contemplarán los siguientes ejes: Eje Académico, Eje Administrativo y Eje Social. Algunas actividades de integración académica, son:

- Simposio Permanente sobre Pedagogía y la Didáctica de la Biología tendiente a consolidar un proceso de Formación Permanente de los Profesores del Proyecto a través del desarrollo de estudios no formales, que permitan el fortalecimiento de actividades que enriquezcan la construcción de conocimientos y de sujetos.
- Seminario de Investigaciones Biológicas, cumpliendo con el objetivo de dar a conocer la producción académica del Proyecto Curricular de Licenciatura en Biología a la comunidad universitaria.
- Las actividades de extensión del Proyecto Curricular Licenciatura en Biología se relaciona con la actividad investigativa y docente de tal manera que las propuestas sean productos de las más altas calidades en respuesta al compromiso de la Facultad de Ciencias y Educación y de la Universidad con la Sociedad.
- Capacitación docente: El Proyecto Curricular se compromete con el mejoramiento y actualización de docentes exigiendo de parte de los formadores de formadores un compromiso en el fortalecimiento de sus conocimientos en el campo disciplinar y pedagógico como espacio de integración de saberes.
- Evaluación docente: Se conformará un Subcomité de Evaluación Docente integrado por un profesor representante del área pedagógica y un profesor del área disciplinar

acompañados por un estudiante de altas calidades académicas. El plan de estudios del Proyecto Curricular de Licenciatura en Biología está organizado por ciclos y campos de formación en ciclos, así:

**Fundamentación:** Acceso a los principios del saber biológico. A través de:  
Servir de enlace entre la formación previa proveniente de la Educación Básica y media y su vinculación a los procesos académicos y profesionales propios del quehacer docente en Biología.

Permitir la comprensión de los procesos de construcción del conocimiento científico, tecnológico y pedagógico – didáctico en Biología.  
Comprender la naturaleza interdisciplinaria de la formación docente.

**Profundización:** Integración del saber biológico y del saber pedagógico. Además de comprender la naturaleza interdisciplinaria de la formación docente, profundizar en los aspectos globalizantes de la Biología. Reflexión y análisis de los problemas actuales vinculados a la enseñanza de la Biología.

**Innovación:** Desarrollo de investigaciones según las necesidades reales del país en las áreas del saber biológico y pedagógico.

Asesorar debidamente en el aspecto investigativo los estudiantes en la culminación de la carrera, específicamente en la realización de sus Trabajos de Grado, en los campos de:

- Formación Disciplinar Específica.
- Formación Pedagógica.
- Formación Científica Investigativa y Comunicativa.
- Formación Deontológico y de Valores

El Plan de Estudios de la carrera se fundamenta en cuatro campos: formación disciplinar: donde se adelantan los procesos de construcción y explicación de fenómenos de la ciencia básica y solución a problemas del mundo biológico; formación pedagógica y didáctica, que explica los procesos de desarrollo del pensamiento y la formación profesional alrededor de la actividad pedagógica y didáctica de la Biología; formación científica, investigativa y comunicativa, donde se desarrollan los procesos de pensamiento investigativo y científico; y formación deontológica y en valores donde se tienen en cuenta los procesos de conciencia profesional, construcción de valores y responsabilidad civil. (Figura 3.5.)

UNIVERSIDAD A, PROGRAMA BIOLÓGIA, 4° SEMESTRE				
FUNDAMENTACIÓN				
I	II	III	IV	V
			BIOQUIMICA	
PROFUNDIZACIÓN				
VI	VII	VIII	IX	X

Figura 3.5. Esquema curricular de la Universidad B para el programa de Licenciatura en Biología, en el cual se identifica el semestre (IV) en el que se ve la Bioquímica.

El Licenciado en Biología es un profesional de la docencia; que hará de su quehacer un intercambio constante de saberes, apoyado en las leyes fundamentales de las ciencias, la pedagogía y la didáctica, que les servirán de elementos fundamentales, para desempeñar con eficiencia su labor docente e investigativa a nivel básico, medio y universitario.

- **Universidad B, Licenciatura en Química (BQ)**

La carrera de Licenciatura en Química ha definido su misión entendida como “La formación de profesores y profesoras, profesionales quienes mediante la investigación y la docencia, apropian saberes y competencias sociales que contribuyan con el desarrollo educativo y cultural de Bogotá y del país”.

“Constituirse en ambiente académico donde, a través del ejercicio de la investigación, la docencia y la extensión, se forman profesores y profesoras con conocimientos, habilidades y actitudes en el campo del saber disciplinar y didáctico de la Química” La carrera de Licenciatura en Química ha definido su misión entendida como “La formación de profesores y profesoras, profesionales quienes mediante la investigación y la docencia, apropian saberes y competencias sociales que contribuyan con el desarrollo educativo y cultural de Bogotá y del país”.

“Constituirse en ambiente académico donde, a través del ejercicio de la investigación, la docencia y la extensión, se forman profesores y profesoras con conocimientos, habilidades y actitudes en el campo del saber disciplinar y didáctico de la Química”. Los objetivos se enmarcan fundamentalmente en:

- Formar profesionales en Licenciatura en Química: Con espíritu de servicio hacia la comunidad hacia la comunidad, capaces de comprender su conocimiento y ejercicio profesional en la transformación de la sociedad colombiana en general y del Distrito Capital en particular, como acción derivada de sus necesidades.
- Los campos son fundamentación, Profundización e Innovación y creación (en este nivel la investigación tiene carácter de formativa). (Ver figura 3.6.)

UNIVERSIDAD A, PROGRAMA BIOLOGÍA, 8° SEMESTRE				
FUNDAMENTACIÓN				
I	II	III	IV	V
PROFUNDIZACIÓN				
VI	VII	VIII	IX	X
		BIOQUÍMICA		

Figura 3.6. Esquema curricular de la Universidad B para el programa de Licenciatura en Química, en el cual se identifica el semestre (VIII) en el que se ve la Bioquímica.

## Capítulo 4

### PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN

*“Enseñar no debe parecerse a llenar una botella de agua, sino más bien a ayudar a crecer una flor a su manera”. Noam Chomsky*

---

*“Siempre que enseñes, enseña a la vez a dudar de lo que enseñes”  
José Ortega y Gasset (1883-1955)  
Filósofo y ensayista español.*

En este capítulo se realiza la presentación y análisis de resultados para cada una de las categorías y sub-categorías de la investigación. Inicialmente, las guías de los cuatro programas, posteriormente en las universidades. En cada caso se agrupan las unidades de información atendiendo a las similitudes en las características que plantean las guías de laboratorio y se presenta la descripción correspondiente. Y como parte de los resultados se planteó una aproximación a la historia de la Bioquímica como referente epistemológico producto de la investigación.

#### **CARACTERÍSTICAS DE LAS GUÍAS DE LABORATORIO DE BIOQUÍMICA**

En este apartado se presenta el análisis de contenido, una vez identificadas las unidades de información, se agrupan y se ubican en categorías y sub-categorías si es el caso, para proceder luego a la descripción.

*Análisis por categorías de las guías de laboratorio de Bioquímica de la Universidad A, Licenciatura en Biología.*

#### **Categoría 1. Naturaleza de las Guías de Laboratorio de Bioquímica Universidad A, Licenciatura en Biología.**

La naturaleza de los trabajos prácticos hace referencia a tres aspectos fundamentalmente: *El tipo de actividad, la relación Teoría – Práctica y la Clase de Tp*, este último aspecto se presenta al finalizar el análisis general, teniendo en cuenta su relación con las demás categorías.

##### **-El tipo de actividad**

El tipo de actividad que se analiza en la investigación corresponde a los trabajos prácticos de laboratorio que se presentan a través de las (gL) de Bioquímica y se desarrollan en los programas de Licenciatura de Biología y Química de formación de futuros profesores de ciencias, en este caso se han seleccionado dos universidades.

**-Relación Teoría-Práctica**

Tabla 4.1. Relación teoría - práctica de las guías de laboratorio de bioquímica del programa de Licenciatura en Biología de la Universidad A (AB)

UI	PROPOSICIONES	INTERPRETACIÓN
<p>AB1,2-AB1,3                      AB1,4-AB1,5                      AB1,6-AB1,7                      AB1,9-AB1,11                      AB1,12-AB2,3                      AB2,4-AB3,2                      AB4,2-AB4,3                      AB4,4-AB5,2                      AB6,2-AB6,3                      AB6,4-AB6,5</p>	<p>- Todos los <u>organismos vivos</u> están constituidos de <u>biomoléculas</u> (o <u>sustancias químicas orgánicas</u>) de tamaño y masa muy variables, <u>desde el agua</u> cuya masa es de 18 daltons <u>hasta el ácido desoxirribonucleico (ADN)</u> de varios millones de daltons.</p> <p>- Los polisacáridos son el grupo más abundante de <u>biomoléculas</u>, la mayoría se encuentran formados exclusivamente por glucosa unidas por enlaces glicosídicos.</p> <p>-La enzima lipasa o esterasa desesterifica los triacilgliceroles, <u>ésta proteína</u> con actividad catalítica existe en todos los tejidos que contienen lípidos. Las lipasas de distintos orígenes poseen diferentes grados de especificidad</p>	<p>Información teórica acerca de algunas características, clasificación y estructura de los ácidos nucleicos apoyada en reacciones químicas que ejemplifican la reacción química</p> <p>Información teórica acerca de las enzimas, y metabolismo.</p>
<p>AB1,8                      AB1,10                      AB1,15                      AB2,6                      AB3,13                      AB5,2</p>	<p>-El reconocimiento de carbohidratos se realiza con la prueba de Molisch, en la que cualquier azúcar en medio ácido se deshidrata transformándose en un derivado de furfural; éste último reacciona con el <math>\alpha</math> - naftol y en presencia de un ácido fuerte concentrado forma derivados en forma de un anillo cuyo color es azul intenso</p> <p>-El reconocimiento y diferenciación de estos polisacáridos puede realizarse por la reacción con yodo</p> <p>-El reconocimiento de los ácidos nucleicos puede realizarse con el reactivo de difenilamina, que en condiciones ácidas forma un compuesto de color azul con el ADN y verde con el ARN. En el ADN únicamente reaccionan las desoxirribosas de los nucleótidos de purina.</p> <p>-Las grasas son solubles en los llamados disolventes orgánicos como el éter, benceno, xilol, cloroformo, etc.</p> <p>-El reconocimiento de los <u>ácidos nucleicos</u> puede realizarse con el reactivo de <u>difenilamina</u>, que en condiciones ácidas forma un compuesto de color azul con el ADN y verde con el ARN. En el</p>	<p>Fundamentación de técnicas de reconocimiento y análisis cualitativo de biomoléculas y aplicación práctica de las mismas.</p>

<p>ABI,13 ABI,14</p>	<p>ADN únicamente reaccionan las desoxirribosas de los nucleótidos de purina.</p> <p>- Saponificación. Las grasas reaccionan en caliente con el hidróxido sódico o potásico descomponiéndose en los dos elementos que la forman: glicerina y los ácidos grasos.</p> <p><u>-La ureasa es la enzima capaz de hidrolizar in vitro o in vivo al sustrato urea, con la producción de amoníaco NH<sub>4</sub> y dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>). Uno de los métodos utilizados para seguir la reacción es titular el amoníaco que se desprende en el transcurso de la actividad de la enzima.</u></p> <p>- <u>Los ácidos nucleicos que deben su nombre a que se aislaron primero de los núcleos celulares.</u></p> <p>- <u>En un principio se pensaba que el ARN se encontraba sólo en el citoplasma, y el ADN en el núcleo,</u></p>	<p>Algunos datos históricos.</p> <p><b>(Evidencia del carácter cambiante de la BQ)</b></p>
--------------------------	--	--

Se encuentran tres tendencias respecto a la presentación de aspectos teóricos y su relación con la práctica:

- Introducción teórica sobre estructura y clasificación de biomoléculas.
- Fundamentación de técnicas de reconocimiento y análisis cualitativo de biomoléculas y aplicación práctica de las mismas.
- Presentación de algunos datos históricos.

Respecto a la primera tendencia, cabe destacar que es la mayoritaria. Las guías hacen énfasis en la estructura, composición y clasificación de biomoléculas a nivel general.

*Ejemplo: ABI,12 “Los lípidos más importantes son las grasas o triglicéridos, los fosfolípidos y esteroideos como el colesterol. Una molécula de grasa está formada por una de glicerol y tres de ácidos grasos. Estos últimos pueden ser saturados o insaturados, dependiendo de si contienen o no enlaces dobles. Las grasas insaturadas son líquidas oleaginosos (aceites) y se encuentran abundantemente en los vegetales; mientras que las saturadas son sólidas y se encuentran en los tejidos animales. Los lípidos se pueden distinguir atendiendo a su solubilidad en solventes orgánicos.”*

En segundo lugar, presenta la fundamentación de técnicas de reconocimiento y análisis cualitativo de biomoléculas y aplicación práctica de las mismas.

*Ejemplo: AB 5,2 “La ureasa es la enzima capaz de hidrolizar in vitro o in vivo al sustrato urea, con la producción de amoníaco NH<sub>4</sub> y dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>). Uno de los métodos utilizados para seguir la reacción es titular el amoníaco que se desprende en el transcurso de la actividad de la enzima.”*

Y en tercer lugar, las guías presentan datos históricos que ponen en relevancia el carácter cambiante de la Bioquímica. Sin embargo cabe señalar, que esta tendencia es minoritaria.

*Ejemplo: AB1,14: “En un principio se pensaba que el ARN se encontraba sólo en el citoplasma, y el ADN en el núcleo, pero ya no se puede establecer esta distinción, pues el ARN también se encuentra en el núcleo y el ADN en algunos organelos como mitocondrias y cloroplastos. Igualmente se encuentran diversos tipos...”*

## **- Categoría 2. Finalidades de las Guías de Laboratorio de Bioquímica Universidad A, Licenciatura en Biología**

*Tabla 4.2 Finalidades de las guías de laboratorio de Bioquímica del programa de Licenciatura en Biología de la Universidad A (AB)*

<b>UI</b>	<b>PROPOSICIONES</b>	<b>INTERPRETACIÓN</b>
AB2,1 AB3,1 AB4,1 AB5,1 AB6,1	<p><i>-<u>Verificar</u> la solubilidad de los lípidos en solventes orgánicos.</i></p> <p><i>-<u>Reconocer la presencia de carbohidratos, proteínas y ácidos nucleicos</u> en diferentes tipos de muestras de origen animal y vegetal, utilizando pruebas cualitativas específicas.</i></p> <p><i>-Confirmar la presencia de enzimas proteolíticas en algunos alimentos de consumo común.</i></p> <p><i>-Establecer en la práctica los efectos que produce en la actividad de la enzima ureasa factores tales como: cambios de temperatura, pH, adición de metales pesados y de solventes orgánicos.</i></p> <p><i>-Establecer experimentalmente algunas de las propiedades de las enzimas proteolíticas.</i></p> <p><i>-Determinar experimentalmente los principales factores que afectan la actividad de una enzima.</i></p> <p><i>-Comparar la acción y eficiencia de los catalizadores biológicos (enzimas) con respecto a los catalizadores químicos la actividad enzimática de la esterasa o lipasa en la hidrólisis de los lípidos.</i></p> <p><i>-Reconocer la actividad proteolítica de la papaína por medio de la prueba de coagulación.</i></p> <p><i>-Reconocer ciertas propiedades de los lípidos, algunas de las cuales pueden servirnos para su identificación.</i></p>	<p><i>Reconocimiento de algunas propiedades de las biomoléculas mediante pruebas específicas de análisis cualitativo en muestras de origen vegetal y animal y alimentos de consumo común.</i></p> <p><b>(Acercar a fenómenos Demostración) y (Ejercicios - Desarrollar habilidades, comprobar principios y teorías. )</b></p>
AB3,1 AB4,1	<p><i>-Comprobar <u>in vitro</u> la importancia de las sales biliares (taurocolato de sodio) en la digestión de los lípidos.</i></p> <p><i>-Establecer in vitro la importancia de la amilasa salival en la digestión temprana de los carbohidratos.</i></p>	<p><i>Aplicación de técnicas de análisis, <u>in vitro</u> (tienen lugar en un ambiente artificial), establecer y comprobar algunas características del metabolismo.</i></p>

AB1,1	-Analizar los resultados obtenidos en cada una de las pruebas.	Análisis de los resultados obtenidos durante el protocolo.
AB4,1	-Establecer la efectividad de hidrólisis de las esterasas en presencia de sales biliares por medio de cálculos químicos.	Aplicación de técnicas apoyadas en cálculos químicos. (Resolver Problemas)

Se encuentran cuatro tendencias respecto a la presentación de las Finalidades:

- Reconocimiento de algunas propiedades de las biomoléculas mediante pruebas específicas de análisis cualitativo en muestras de origen vegetal y animal y alimentos de consumo común.
- Aplicación de técnicas de análisis, *in vitro* (tienen lugar en un ambiente artificial), establecer y comprobar algunas características del metabolismo.
- Análisis de los resultados obtenidos.
- Aplicación de técnicas apoyadas en cálculos químicos.

Respecto a la primera tendencia, cabe destacar que es mayoritaria. Las guías hacen énfasis en la aplicación de pruebas cualitativas específicas de análisis en muestras de origen vegetal y animal.

*Ejemplo: AB1,1. “Reconocer la presencia de carbohidratos, proteínas y ácidos nucleicos en diferentes tipos de muestras de origen animal y vegetal, utilizando pruebas cualitativas específicas. Verificar la solubilidad de los lípidos en solventes orgánicos.”*

En segundo lugar se evidencia la tendencia a la aplicación de técnicas de análisis, *in vitro* (tienen lugar en un ambiente artificial), establecer y comprobar algunas características del metabolismo.

*Ejemplo: AB3, 1 “Establecer in vitro la importancia de la amilasa salival en la digestión temprana de los carbohidratos.”*

En tercer lugar, minoritariamente se plantea realizar análisis de los resultados obtenidos.

*Ejemplo: AB1, 1 “Analizar los resultados obtenidos en cada una de las pruebas.”*

Y en cuarto lugar, también aunque minoritariamente se plantea realizar la aplicación de pruebas de análisis apoyadas en cálculos químicos.

*Ejemplo: AB41: “Establecer la efectividad de hidrólisis de las esterasas en presencia de sales biliares por medio de cálculos químicos.”*

Lo anterior implica procesamiento de los resultados experimentales en el lenguaje químico.

**- Categoría 3. Relación con aspectos metodológicos de las Guías de Laboratorio de Bioquímica, Universidad A, Licenciatura en Biología.**

Tabla 4.3. Aspectos metodológicos de las guías de laboratorio de bioquímica del programa de Licenciatura en Biología de la Universidad A (AB)

<i>UI</i>	<i>PROPOSICIONES</i>	<i>INTERPRETACIÓN</i>
<p>AB2,4-AB2,5                      AB2,6-AB2,7                      AB2,8-AB2,9                      AB3,7-AB3,8                      AB4,8-AB4,10                      AB4,11-AB5,6                      AB6,9-AB6,10                      AB6,11-AB6,12                      AB6,13-AB3,10</p>	<p><i>Se plantean instrucciones de procedimiento como añadir, mezclar, observar, analizar, colocar, pesar, adicionar, medir volúmenes, agregar reactivos, someter a reflujos, calentar, enfriar y agitar.</i></p>	<p><i>Las prácticas implican el desarrollo habilidades de orden práctico.</i></p> <p><b>(Enfoque Expositivo)</b></p>
<p>AB1,16-AB1,17                      AB2,2-AB3,4                      AB3,5-AB3,6                      AB4,5-AB4,6                      AB5,3-AB5,4                      AB6,6-AB6,7</p>	<p><i>Previo al protocolo se presenta listados de materiales reactivos.</i></p>	<p><i>Previo al protocolo presenta listados de materiales y reactivos.</i></p>
<p>AB1,19-AB3,9                      AB4,9-AB4,12                      AB6,12-AB6,13</p>	<p><i>Se presentan tablas de datos para:</i>                      -Comparar resultados.                      -Preparación de muestras.                      -Registrar resultados.                      -Preparación de diluciones                      -Naturaleza de la actividad proteolítica del ablandador de carne.</p>	<p><i>Aplicación de técnicas y desarrollo de actividades que implican mayor demanda cognitiva.</i></p>
<p>AB6,14-AB5,7                      AB1,25-AB3,14                      AB4,13</p>	<p><i>Las guías presentan actividades complementarias como resúmenes, cuestionarios y consultas teóricas relacionadas con temáticas de las prácticas.</i></p>	<p><i>Se plantean actividades complementarias a las temáticas abordadas en las prácticas.</i></p> <p><b>(Al final)</b>  <b>(Actividades de verificación e ilustración)</b></p> <p><b>Rol del Estudiante:</b>  <b>Realiza y sigue protocolos</b>  <b>Rol del Docente: Planea, propone algunos problemas y dirige.</b></p>
<p>AB1,18-AB4,7                      AB5,5-AB6,8</p>	<p><i>Los análisis se realizan en muestras de hígado fresco, papa, leche y mantequilla.</i></p>	<p><i>Se utilizan muestras de material biológico o productos derivados de este, que son de uso común de los estudiantes.</i></p>

Se encuentran cinco tendencias respecto a la presentación de los Aspectos metodológicos:

- Las prácticas implican el desarrollo habilidades de orden práctico.
- Previo al protocolo presenta listados de materiales y reactivos.

- Aplicación de técnicas y desarrollo de actividades que implican mayor demanda cognitiva.
- Se plantean actividades complementarias a las temáticas abordadas en las prácticas.
- Se utilizan muestras de material biológico o productos derivados de este, que son de uso común de los estudiantes.

Respecto a la primera tendencia, cabe destacar que es la mayoritaria. Plantea actividades que implican el desarrollo habilidades de orden práctico.

*Ejemplo: AB6,9 “Preparación de soluciones enzimáticas. 1.1. Jugo de papaya: Macere 30 g de papaya en un mortero y sin agregar agua, filtre a través de doble gasa o de muselina. Rotule el filtrado como solución enzimática 1. 1.2 Ablandador de carne: A 3g de ablandador de carne agregue 10 ml de agua destilada, mezcle y centrifugue. Separe el sobrenadante y rotúlelo como solución enzimática 2.”*

En segundo lugar, las guías presentan previo al protocolo listados de reactivos y materiales.

*AB6,7 “MATERIALES: 10 Tubos de ensayo - gradilla , 3 Pipetas (1, 5 y 10 ml), 1 Mortero – pistilo, 1 Embudo, 2 Tubos de centrifuga, 3 Vasos de precipitados (100 Y 250 ml), mucelina, papel de filtro, papel Indicador de pH, Potenciómetro . Soluciones calibradoras, Baño maría, Centrifuga y Balanzas mecánicas.”*

En tercer lugar, plantean actividades que implican el desarrollo de habilidades de orden cognitivo que implican mayor demanda cognitiva y que se corresponde con el trabajo en ciencias.

*Ejemplo: AB1,20 “6.1. Preparación de muestras. A. Hígado: Macerar trocitos de hígado en un mortero con 8 ml de buffer de fosfatos 0,1 M pH= 7,4, centrifugar por 10 minutos, separar el sobrenadante, marcado y mantenerlo en un baño con hielo. B. Papa: Macerar cubitos de papa adicionando 8 ml de agua; centrifugar durante 10 minutos y coleccionar El sobrenadante en un tubo de ensayo debidamente marcado. C. Semillas Triturar en un mortero 2 g de semilla con 8 ml de agua. Centrifugar durante 10 minutos y obtener el sobrenadante en un tubo marcado”*

En cuarto lugar, aunque minoritariamente, se plantean actividades complementarias a las temáticas abordadas.

*Ejemplo: AB1,25 “Según los resultados deducir cuáles de las muestras contienen: Proteínas, carbohidratos, (polisacáridos) y ácidos nucleicos  
2. En un cuadro resumir las funciones de las proteínas consultando ejemplos de cada actividad encontrada. 3. Consultar el grado de solubilidad de los lípidos de consumo frecuente en la dieta alimenticia humana.”*

Actividades que implican que el estudiante relacione el desarrollo del protocolo con los resultados y realice la reflexión final sobre el trabajo práctico de laboratorio para que comprenda por qué y para qué se realizó.

Y por último, en quinto lugar, se utilizan muestras de material biológico o productos derivados de este, que son de uso común de los estudiantes.

*Ejemplo: AB1, 18 " Hígado fresco, papa, leche, mantequilla, aceite de cocina."*

**- Categoría 4. Formas de la Evaluación en las Guías de Laboratorio de Bioquímica, Universidad A, Licenciatura en Biología.**

*Tabla 4.4. Formas de la Evaluación de las guías de laboratorio de Bioquímica del programa de Licenciatura en Biología de la Universidad A (AB)*

<b>UI</b>	<b>PROPOSICIONES</b>	<b>INTERPRETACIÓN</b>
AB1,25 AB3,11 AB3,12 AB3,13 AB3,14 AB4,13 AB5,7 AB6,14	<i>Deducir según los resultados cuáles de las muestras contienen: Proteínas, carbohidratos, (polisacáridos) y ácidos nucleicos. Resumir en un cuadro las funciones de las proteínas consultando ejemplos de cada actividad encontrada. Consultar el grado de solubilidad de los lípidos de consumo frecuente en la dieta alimenticia humana. Completar cuadros de información específica Completar el cuadro con los resultados obtenidos en el protocolo. El efecto de la adición de NaCl en la actividad de la amilasa en términos de cofactores y comparar los resultados de los experimentos para concluir el tipo de hidrólisis más efectiva.</i>	<i>Actividades de consulta y comparación a nivel teórico relacionadas con los resultados, deducir, resumir, consultar completar cuadros de datos</i>
AB4,13-	<i>Aplicación de cálculos algorítmicos, tabular los datos, comparar los resultados, consultar bibliografía y explicar la influencia del pH y la temperatura en la actividad enzimática.</i>	<i>Plantean la realización de actividades que implican cálculos algorítmicos, desarrollo de cuestionarios y tabulación de datos.</i>
AB5,6 AB1,19 AB1,25	<i>Comparar los resultados obtenidos, la función del blanco en el análisis, el manejo de la temperatura y el pH óptimos de la enzima, función del etanol en la reacción, función y composición de la bilis vesicular y la bilis hepática y escribir la reacción de la hidrólisis que efectúa la lipasa sobre el triglicérol.</i>	<i>Se presentan actividades de seguimiento, verificación y comparación e interpretación de los resultados obtenidos en el desarrollo del protocolo. <b>(Evaluación sumativa durante el desarrollo del protocolo y al final)</b></i>

Se encuentran tres tendencias respecto a la presentación de las formas de Evaluación:

- Actividades de consulta y comparación a nivel teórico relacionadas con los resultados, deducir, resumir, consultar completar cuadros de datos.

- Plantean la realización de actividades que implican cálculos algorítmicos, desarrollo de cuestionarios y tabulación de datos.
- Se presentan actividades de seguimiento, verificación y comparación con los resultados en el desarrollo del protocolo.

Respecto a la primera tendencia, cabe destacar que es la mayoritaria. Se presenta una vez terminado el protocolo, actividades de consulta y comparación a nivel teórico relacionadas con los resultados, deducir, resumir, consultar completar cuadros de datos.

*Ejemplo: AB1,25 “RESULTADOS Y CONSULTA: 1. Según los resultados deducir cuáles de las muestras contienen: Proteínas, carbohidratos, (polisacáridos) y ácidos nucleicos. 2. En un cuadro resumir las funciones de las proteínas consultando ejemplos de cada actividad encontrada. 3. Consultar el grado de solubilidad de los lípidos de consumo frecuente en la dieta alimenticia humana”*

En segundo lugar, con menor frecuencia, se plantean actividades que implican cálculos algorítmicos, tabulación de datos, comparación de resultados obtenidos, escribir conclusiones, revisión bibliográfica de apoyo, explicación de manejo de variables.

*Ejemplo: AB5,7 “VI. RESULTADOS Y CONSULTA: 1. Obtenga los valores para los cálculos solicitados de la siguiente manera: Vol. corregido = Vol de HCI utilizado para titular cada tubo - Vol. de HCI gastado para titular el blanco. 2. Tabule los datos teniendo en cuenta la concentración de sustrato (S) en  $\mu$ moles de urea / ml. 3. Compare los resultados de los  $\mu$ moles de urea hidrolizados con respecto a la clase de ureasa empleada y escriba las conclusiones. 4. Revise con el apoyo bibliográfico necesario, cuál es la influencia del pH en la actividad de las enzimas y resúmalo en el informe. 5. Explique brevemente cómo influye la temperatura en la actividad enzimática”*

En tercer y último lugar, se presentan actividades de seguimiento, verificación y comparación e interpretación de los resultados obtenidos en el desarrollo del protocolo.

*Ejemplo: AB1,19 “PROCEDIMIENTO. Los resultados obtenidos en el reconocimiento de proteínas y carbohidratos se deben comparar con controles negativos (agua) y positivos (específicas) para interpretarlos tal como aparece en el siguiente cuadro:*

PRUEBA	CONTROL (-)	CONTROL (+)
Biuret	Color azul claro	Albúmina, color violeta
Molisch	Incoloro	Glucosa, anillo azul-violeta
Lugol	Amarillo	Almidón, azul intenso
Lugol	Amarillo	Glucógeno, rojo intenso

**- Categoría 5. Relación con aspectos epistemológicos en las Guías de Laboratorio de Bioquímica, Universidad A, Licenciatura en Biología.**

**Aspectos relacionados con la Estructura Sustantiva de la Bioquímica, Universidad A, Licenciatura en Biología.**

*Tabla 4.5. Aspectos relacionados con la Estructura Sustantiva de la Bioquímica del programa de Licenciatura en Biología de la Universidad A (AB)*

<i>UI</i>	<i>PROPOSICIONES</i>	<i>INTERPRETACIÓN</i>
<p>AB4,2 AB4,3 AB4,4 AB5,2 AB6,2 AB6,3</p>	<p><i>La enzima lipasa o esterasa desesterifica los triacilgliceroles, ésta proteína con actividad catalítica existe en todos los tejidos que contienen lípidos.</i></p> <p><i>In vivo la lipasa es especialmente importante en el tracto gastrointestinal porque interviene en la digestión y absorción de las grasas incorporadas en la alimentación. En este sitio del sistema digestivo existen las condiciones necesarias para transformar los lípidos de la dieta en emulsiones.</i></p> <p><i>En el tracto gastrointestinal se encuentran los ácidos biliares: cólico, litocólico, quenodesoxicólico y desoxicólico y las sales billares: glicocolatos y taurocolatos que son moléculas emulsificantes las cuales se absorben en la capa exterior de las gotas de grasa disminuyendo bruscamente la tensión superficial el contacto de las fases; los grupos hidrofílicos de las emulsiones se sitúan en la fase acuosa y los hidrofóbicos se disuelven en la grasa, favoreciendo su atomización en gotas, es decir, propiciando la EMULSIFICACION. Paralelamente los agentes emulsificantes (ácidos y sales biliares), estimulan la hidrólisis enzimática del lípido, debido a que se aumenta la interface agua - lípido sitio donde actúa la lipasa. Los glóbulos de grasa de la leche homogenizada están finamente divididos y se constituyen en un excelente material de prueba para la hidrólisis con lipasa, además los acilgliceroles o grasas neutras se encuentran abundantemente en una muestra de leche.</i></p> <p><i>Los organismos poseen enzimas digestivas que catalizan la hidrólisis de los enlaces peptídicos. Estas proteínas tienen la característica de ser altamente específicas para determinadas uniones peptídicos, es decir, que dependen de la estructura de los grupos adyacentes al enlace y no del tamaño ni de otras propiedades de la proteína sujeta a hidrólisis.</i></p> <p><i>Las enzimas digestivas proteolíticas se dividen en, dos grupos: endopeptidasas y exopeptidasas, su acción catalítica se resume en las siguientes reacciones generales.</i></p> <p><i>-La papaína que se extrae del látex de la papaya, la bromelina</i></p>	<p><i>Enzimas: actividad catalítica en procesos de digestión a nivel biológico.</i></p>

AB4,2  
AB4,3  
AB6,2

de la piña y la ficina del higo son hidrolasas del grupo de las Sulfidrilendoproteasas.

- Las lipasas de distintos orígenes poseen diferentes grados de especificidad. En el caso de las lipasas, tal especificidad puede implicar la selectividad hacia distintos ácidos grasos así como preferencia hacia la posición de las uniones éster en el seno del glicerol. Por ejemplo, la lipasa pancreática, tiene preferencia por las posiciones 1,3 y por los ácidos grasos de cadena carbonado corta. A medida que se rompe gradualmente las uniones éster, se forman productos intermedios, di y monoglicéridos.

**Enzimas:** actividad catalítica en procesos de digestión a nivel químico.

-La ureasa es la enzima capaz de hidrolizar in vitro o in vivo al sustrato urea, con la producción de amoníaco  $\text{NH}_4$  y dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ). Uno de los métodos utilizados para seguir la reacción es titular el amoníaco que se desprende en el transcurso de la actividad de la enzima. Como compuesto de naturaleza proteica la ureasa está sujeta a la variación de su estructura tridimensional por la presencia de factores físicos o de compuestos químicos que pueden alterar su normal funcionamiento.

Las endopeptidasas hidrolizan uniones peptídicos no adyacentes a grupos carboxilo o aminos libres, atacan preferencialmente a las grandes proteínas de los alimentos descomponiéndolos en fragmentos más pequeños denominados péptidos; éstos últimos son hidrolizados por la acción de las exopeptidasas a nivel de los enlaces adyacentes a grupos amino o carboxilo terminales, por lo tanto liberan aminoácidos libres.

La papaína es una mezcla de proteasas que se han aislado como cristales y pueden separarse en dos fracciones: papaína propiamente dicha y quimiopapaína. La papaína hidroliza proteínas amidas y ésteres de aminoácidos: su acción enzimática está relacionada con la presencia de grupos sulfidrilo (-SH) de la cisteína en el centro activo. Estas enzimas se sintetizan en forma activa, pero en algunos casos pueden existir inhibidas, de tal manera que para obtener una máxima actividad necesitan de agentes alquilantes como el EDTA y reductoras como el ácido sulfuroso.

Al igual que otras proteasas, estas enzimas son activas en un rango de pH que oscila entre 3 - 9. El valor de pH óptimo varía según el sustrato que va a hidrolizarse; la temperatura está también relacionada con el tipo de sustrato y se puede manejar entre 40 a 65°C.

Los grupos sulfidrilo de la enzima pueden ser inhibidos por agentes oxidantes Como el peróxido de hidrógeno ( $\text{H}_2\text{O}_2$ ) agentes alquilantes como el iodoacetamida, el iodoacético y por metates pesados como el mercurio; estos inhibidores convierten a los grupos sulfidrilo en disulfuros inactivos. El

<p>ABI,2 ABI,3 ABI,4</p>	<p>proceso es reversible cuando se tratan como agentes reductores como el glutatión, tiosulfato y disulfito.</p> <p>-Todos los <u>organismos vivos</u> están constituidos de <u>biomoléculas</u> (o <u>sustancias químicas orgánicas</u>) de tamaño y masa muy variables, <u>desde el agua</u> cuya masa es de 18 daltons hasta el <u>ácido desoxirribonucleico (ADN)</u> de varios millones de daltons.</p> <p>-Desde el <u>punto de vista químico</u>, las <u>biomoléculas</u> se clasifican en <u>inorgánicas y orgánicas</u>, siendo el <u>agua</u> la sustancia inorgánica más importante para la vida, pues la inmensa mayoría de las <u>reacciones bioquímicas</u> se desarrollan en medio acuoso; sólo una pequeña fracción inorgánica corresponde a <u>los gases, sales y a los iones</u>.</p> <p>-Las principales <u>biomoléculas orgánicas</u> presentes en los seres vivos y de los cuales depende prácticamente todas las funciones y propiedades fisicoquímicas de las células son: <u>proteínas, los lípidos, carbohidratos y ácidos nucleicos</u>.</p>	<p>Biomoléculas: clasificación, composición y estructura a nivel químico.</p>
<p>ABI,5 ABI,6</p>	<p><u>Las proteínas</u> son macromoléculas de <u>elevado peso molecular</u> caracterizadas por su <u>gran variabilidad estructural</u> y <u>enorme diversidad de funciones biológicas</u>, sin embargo, tienen en común el ser <u>polímeros de aminoácidos</u> codificados genéticamente y ordenados en <u>secuencias lineales</u> unidas entre sí por <u>enlaces peptídicos</u>; la <u>variabilidad estructural</u> se debe a las <u>múltiples ordenaciones o secuencias</u> que pueden adoptar los <u>veinte aminoácidos</u> de los cuales están constituidas y que naturalmente se repiten muchas veces dentro de la misma proteína. <u>Las proteínas</u> de cada ser vivo, unicelular, pluricelular, animal o vegetal son específicas, a punto de que una célula típica posee aproximadamente unas tres mil proteínas diferentes y a la vez características de esa célula, las proteínas que desempeñan la misma función presentan ligeras variaciones estructurales en las distintas especies.</p>	<p>Proteína: Estructura y composición a nivel químico.</p>
<p>ABI,7 ABI,8</p>	<p>-Los <u>carbohidratos</u> son la <u>fuerza primaria de energía</u> para los seres vivos; de acuerdo con su <u>naturaleza química</u> los <u>azúcares más simples</u> son los <u>monosacáridos</u> como la <u>glucosa, ribosa y fructosa</u>. De la combinación de dos monosacáridos se obtiene los <u>disacáridos</u> como la <u>sacarosa, maltosa y lactosa</u>; la <u>polimerización</u> de los monosacáridos forma los <u>polisacáridos lineales o ramificados</u> como <u>la celulosa, el almidón y el glucógeno</u></p>	<p>Carbohidratos estructura, clasificación y composición a nivel químico.</p>
<p>ABI,11 ABI,12</p>	<p><u>Los lípidos</u> son biomoléculas orgánicas de naturaleza química diferente, <u>se caracterizan</u> por ser sumamente hidrofóbicos, es decir, <u>insolubles en agua, pero solubles en solventes orgánicos</u> (cloroformo, benceno, alcohol, éter, acetona, etc). <u>Los lípidos</u> son <u>fuerza muy importante de reserva y de energía</u>, son <u>componentes estructurales de las membranas</u> y responsables de su <u>permeabilidad selectiva</u>; <u>algunos lípidos complejos</u> son <u>reguladores de funciones celulares</u> y <u>otros actúan como moléculas de señales químicas</u>. <u>Los lípidos más importantes</u> son <u>las grasas o triglicéridos, los</u></p>	<p>Lípidos: características, clases, estructura y clasificación a nivel químico.</p>

	<p><u>fosfolípidos y esteroides como el colesterol.</u> Una molécula de grasa está formada por una de glicerol y tres de ácidos grasos. Estos últimos pueden ser saturados o insaturados, dependiendo de si contienen o no enlaces dobles. Las grasas insaturadas son líquidas oleaginosos (aceites) y se encuentran abundantemente en los vegetales; mientras que las saturadas son sólidas y se encuentran en los tejidos animales. Los lípidos se pueden distinguir atendiendo a su solubilidad en solventes orgánicos.</p>	
AB3,4 AB3,5	<p>- <u>Los almidones de consumo en la dieta diaria se encuentran en la papa, yuca (tubérculos), el arroz, el trigo y muchas otras fuentes de vegetales.</u></p> <p>Al masticar en la boca los alimentos ingeridos en la dieta, se trituran en pequeños trozos y se mezclan con la saliva el primero de los líquidos <u>digestivos</u>. La saliva contiene una proteína asociada con carbohidratos (glucoproteína) responsable de su viscosidad y la <u>ptialina o amilasa salival</u>, una <u>enzima</u> que cataliza la <u>hidrólisis del almidón</u> en moléculas pequeñas como por ejemplo, la maltosa. La acción de ésta enzima depende del tiempo que el alimento permanezca en la boca, sin embargo, es suficiente para empezar la digestión del almidón en <u>dextrinas, eritrodextrinas, isomaltosa, etc.</u></p> <p><u>La amilasa salival como toda enzima es una proteína que actúa como catalizador biológico y se diferencia de los catalizadores químicos en su especificidad y alto poder catalítico.</u></p>	Almidones: clasificación, estructura y enzimas a cerca del metabolismo a nivel biológico.
AB3,2 AB3,3	<p>- <u>Los polisacáridos son el grupo más abundante de biomoléculas, la mayoría se encuentran formados exclusivamente por glucosa unidas por enlaces glicosídicos.</u> A diferencia de los carbohidratos de baja masa molecular no son dulces, ni presentan mutarrotación, no son reactivos puesto que sus grupos hemiacetálicos están unidos por enlaces glicosídicos.</p> <p>Dos estructuras poliméricas diferentes componen a los <u>almidones: la amilosa y la amilopectina.</u> Las moléculas de amilosa están compuestas de aproximadamente 200 unidades de glucosa unidas por enlaces glicosídicos de la forma <math>\alpha</math> 1,4 en cadenas no ramificadas.</p> <p>La estructura de la amilopectina es bastante diferente a la de la amilosa. Esta biomolécula contiene enlaces glicosídicos <math>\alpha</math> 1,4 y <math>\alpha</math> 1,6. Los enlaces mencionados unen las moléculas de glucosa en la cadena principal de amilopectina. Con frecuencia se encuentran ramificaciones de la cadena principal, las cuales se deben a los enlaces glicosídicos <math>\alpha</math>-1,6 con otras moléculas de glucosa.</p>	Polisacáridos: estructura, clasificación y composición a nivel químico.
AB1,13 AB1,14	<p><u>Los ácidos nucleicos que deben su nombre a que se aislaron primero de los núcleos celulares,</u> son polímeros de nucleótidos portadores de la información genética necesaria para que los organismos produzcan todos los factores necesarios para la vida. Dentro de las células los ácidos nucleicos se encuentran combinados con proteínas básicas denominadas histonas, a estas asociaciones se le denomina nucleoproteínas.</p> <p>Atendiendo al tipo de azúcar (pentosa) que posean en su</p>	Ácidos nucleicos: Clases, estructura y composición a nivel químico.

*estructura los ácidos nucleicos se dividen en dos clases principales los que poseen ribosa se denominan ácidos ribonucleicos (ARN) y los que poseen desoxirribosas son los ácidos desoxirribonucleicos (ADN). En un principio se pensaba que el ARN se encontraba sólo en el citoplasma, y el ADN en el núcleo, pero ya no se puede establecer esta distinción, pues el ARN también se encuentra en el núcleo y el ADN en algunos organelos como mitocondrias y cloroplastos. Igualmente se encuentran diversos tipos y formas de acuerdo con la localización y función de ellos.*

ABI,9

*La celulosa es un polímero lineal de glucosas cuya función es estructural, este polímero es el más abundante en las paredes de las células vegetales. El almidón es la forma de almacenamiento de glucosa en las plantas y en los animales es el glucógeno. Ambos tipos de polímeros de glucosa están formados por cadenas lineales y ramificadas. En el almidón la cadena lineal o amilosa consta de 200 unidades de glucosa unidas entre sí por enlaces glicosídicos  $\alpha$  1,4 y la cadena ramificada o amilopectina resulta de la unión de glucosas por enlaces  $\alpha$  1,4 y  $\alpha$  1,6 la estructura del glucógeno es semejante a la del almidón, pero con mayor cantidad de glucosas y más ramificada.*

*Celulosa: estructura descrita mediante los enlaces químicos.*

Se encuentran cuatro tendencias respecto la Estructura Sustantiva.

- Biomoléculas: clasificación, composición y estructura a nivel químico en diferentes temáticas.
- Enzimas: actividad catalítica en procesos de digestión a nivel biológico.
- Enzimas: actividad catalítica en procesos de digestión a nivel químico.
- relación biomolécula-metabolismo: clasificación, estructura y enzimas acerca del metabolismo a nivel biológico

En relación con la primera tendencia, cabe destacar que es mayoritaria; se evidencian temáticas relacionadas con la estructura y composición de las biomoléculas, clasificación, composición y estructura a nivel químico en diferentes temas como:

- *Proteína: Estructura y composición a nivel químico.*
- *Carbohidratos estructura, clasificación y composición a nivel químico.*
- *Celulosa: estructura descrita mediante los enlaces químicos.*
- *Lípidos: características, clases, estructura y clasificación a nivel químico.*
- *Ácidos nucleicos: Clases, estructura y composición a nivel químico.*
- *Polisacáridos: estructura, clasificación y composición a nivel químico.*

*Ejemplo: ABI,2 “-Todos los organismos vivos están constituidos de biomoléculas (o sustancias químicas orgánicas) de tamaño y masa muy variables, desde el agua cuya masa es de 18 daltons hasta el ácido desoxirribonucleico (ADN) de varios millones de daltons.*

En segundo lugar, está la tendencia en la que se evidencian temáticas acerca de las enzimas en relación con la actividad catalítica en procesos de digestión a nivel biológico.

Ejemplo: AB4,2 “La enzima lipasa o esterasa desesterifica los triacilgliceroles, ésta proteína con actividad catalítica existe en todos los tejidos que contienen lípidos.”

En tercer lugar, se encuentra la tendencia en la que se evidencian temáticas acerca de las enzimas en relación con Enzimas: actividad catalítica en procesos de digestión a nivel químico.

Ejemplo: AB5,2 “Las lipasas de distintos orígenes poseen diferentes grados de especificidad. En el caso de las lipasas, tal especificidad puede implicar la selectividad hacia distintos ácidos grasos así como preferencia hacia la posición de las uniones éster en el seno del glicerol. Por ejemplo, la lipasa pancreática, tiene preferencia por las posiciones 1,3 y por los ácidos grasos de cadena carbonado corta. A medida que se rompe gradualmente las uniones éster, se forman productos intermedios, di y monoglicéridos.”

**-Aspectos relacionados con la Estructura Sintáctica de la Bioquímica, Universidad A, Licenciatura en Biología.**

Tabla 4.6. Aspectos relacionados con la Estructura Sintáctica de la Bioquímica del programa de Licenciatura en Biología de la Universidad A (AB)

UI	PROPOSICIONES	INTERPRETACIÓN															
AB1,19 AB1,25 AB5,7 AB1,25 AB3,11 AB3,12 AB3,13 AB3,14 AB4,13 AB5,7 AB6,14	<p>Los resultados obtenidos en el reconocimiento de proteínas y carbohidratos se deben comparar con controles negativos (agua) y positivos (específicas) para interpretarlos tal como aparece en el siguiente cuadro:</p> <table border="1" data-bbox="464 1150 940 1402"> <thead> <tr> <th>PRUEBA</th> <th>CONTROL (-)</th> <th>CONTROL (+)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Biuret</td> <td>Color azul claro</td> <td>Albúmina, color violeta</td> </tr> <tr> <td>Molisch</td> <td>Incoloro</td> <td>Glucosa, anillo azul-violeta</td> </tr> <tr> <td>Lugol</td> <td>Amarillo</td> <td>Almidón, azul intenso</td> </tr> <tr> <td>Lugol</td> <td>Amarillo</td> <td>Glucógeno, rojo intenso</td> </tr> </tbody> </table> <p><b>RESULTADOS Y CONSULTA:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Según los resultados deducir cuáles de las muestras contienen: <u>Proteínas, carbohidratos, (polisacáridos) y ácidos nucleicos.</u></li> <li>En un cuadro resumir las funciones de las proteínas consultando ejemplos de cada actividad encontrada.</li> <li>Consultar el grado de solubilidad de los lípidos de consumo frecuente en la dieta alimenticia humana.</li> </ol> <p><b>VI. RESULTADOS Y CONSULTA:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Obtenga los valores para los cálculos solicitados de la siguiente manera:            Vol. corregido = Vol de HCl utilizado para titular cada tubo            - Vol. de HCl gastado para titular el blanco.</li> <li>Tabule los datos teniendo en cuenta la concentración de sustrato (S) en <math>\mu</math>moles de urea / ml.</li> </ol>	PRUEBA	CONTROL (-)	CONTROL (+)	Biuret	Color azul claro	Albúmina, color violeta	Molisch	Incoloro	Glucosa, anillo azul-violeta	Lugol	Amarillo	Almidón, azul intenso	Lugol	Amarillo	Glucógeno, rojo intenso	<p>Comparación de los resultados obtenidos durante el protocolo con la tabla de control.</p>
PRUEBA	CONTROL (-)	CONTROL (+)															
Biuret	Color azul claro	Albúmina, color violeta															
Molisch	Incoloro	Glucosa, anillo azul-violeta															
Lugol	Amarillo	Almidón, azul intenso															
Lugol	Amarillo	Glucógeno, rojo intenso															

3. Compare los resultados de los  $\mu$ moles de urea hidrolizados con respecto a la clase de ureasa empleada y escriba las conclusiones.

4. Revise con el apoyo bibliográfico necesario, cuál es la influencia del pH en la actividad de las enzimas y resúmalo en el informe.

5. Explique brevemente cómo influye la temperatura en la actividad enzimática. Deducir según los resultados cuáles de las muestras contienen: Proteínas, carbohidratos, (polisacáridos) y ácidos nucleicos.

Resumir en un cuadro las funciones de las proteínas consultando ejemplos de cada actividad encontrada.

Consultar el grado de solubilidad de los lípidos de consumo frecuente en la dieta alimenticia humana.

Completar cuadros de información específica

Completar el cuadro con los resultados obtenidos en el protocolo.

El efecto de la adición de NaCl en la actividad de la amilasa en términos de cofactores y comparar los resultados de los experimentos para concluir el tipo de hidrólisis más efectiva.

ABI,3  
ABI,21  
ABI,22  
ABI,23  
ABI,24

-Preparación de muestras

Seguimiento de protocolos

A. Hígado

Macerar trocitos de hígado en un mortero con 8 ml de buffer de fosfatos 0,1 M pH= 7,4, centrifugar por 10 minutos, separar el sobrenadante, marcado y mantenerlo en un baño con hielo.

B. Papa

Macerar cubitos de papa adicionando 8 ml de agua; centrifugar durante 10 minutos y coleccionar el sobrenadante en un tubo de ensayo debidamente marcado.

C. Semillas

Triturar en un mortero 2 g de semilla con 8 ml de agua. Centrifugar durante 10 minutos y obtener el sobrenadante en un tubo marcado.

- RECONOCIMIENTO DE PROTEÍNAS

Alistar en una gradilla seis tubos de ensayo marcados como se indica a continuación y añadir 2 ml en: Tubo 1: Agua, Tubo 2: Albúmina, Tubo 3: Leche, Tubo 4: Extracto de hígado, Tubo 5: Extracto de papa, Tubo 6: Extracto de semilla

Adicionar 2 ml de Biuret. Mezclar y al cabo de 15 minutos, observar y analizar los resultados.

RECONOCIMIENTO DE CARBOHIDRATOS

A. Cualquier carbohidrato

Preparar ocho tubos de ensayo marcados y agregar 2 ml de:

Tubo 1: Agua, Tubo 2: Albúmina, Tubo 3: Leche, Tubo 4: Extracto de hígado, Tubo 5: Extracto de papa, Tubo 6: Extracto de semilla, Tubo 7: Pedacitos de papel. Tubo 8: Almidón.

Añadir 2 gotas de  $\alpha$  - naftol o de reactivo de Molisch. Mezclar

Deslizar lentamente por las paredes de los tubos 1 ml de

$H_2SO_4$  [ ]. Sin mezclar

**B. Polisacáridos**

Preparar 8 tubos de ensayo y agregar 2 ml de:

Tubo 1: Agua, Tubo 2: Albúmina, Tubo 3: Leche, Tubo 4: Extracto de hígado, Tubo 5: Extracto de papa, Tubo 6: Extracto de semilla, Tubo 7: Copitos de algodón. Tubo 8: Glucógeno.

Añadir 2 ml de Lugol. Mezclar, observar y analizar los resultados

**C. Carbohidratos reductores**

Preparar cinco tubos de ensayo y agregar 1 ml de:

Tubo 1: Agua, Tubo 2: Albúmina, Tubo 3: Glucosa, Tubo 4: Almidón, Tubo 5: Glucógeno

Añadir 1 ml de Benedict. Mezclar bien. Colocar los tubos en agua hirviendo. Observar los resultados.

**- SOLUBILIDAD DE LOS LÍPIDOS**

Preparar los siguientes tubos con 3 ml de:

Tubo 1: Agua, Tubo 2: Etanol, Tubo 3: Éter de petróleo, Tubo 4: Diclorometano.

Agregar mínima cantidad de mantequilla. Mezclar y examinar los resultados de acuerdo con la siguiente notación:

Insoluble (-)

Poco soluble (+)

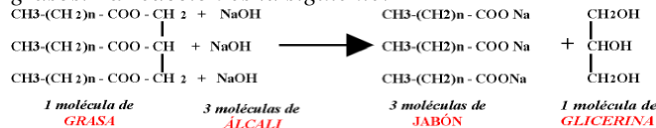
Muy soluble (++)

**RECONOCIMIENTO DE ÁCIDOS NUCLEICOS**

En tubos de ensayo pipetear 1 ml de suspensión de levadura al 1% a otro 1 ml de extracto de hígado y al último 1 ml de patrón de ADN, añadir 1 ml de difenilamina a los tres tubos. Calentar en baño de agua sin ebulir por 20 minutos. Dejar reposar 10 minutos (ojalá) en hielo y observar el cambio de color.

**Saponificación**

Las grasas reaccionan en caliente con el hidróxido sódico o potásico descomponiéndose en los dos elementos que la forman: glicerina y los ácidos grasos. Estos se combinan con los iones sodio o potasio del hidróxido para dar jabones, que son en definitiva las sales sódicas o potásicas de los ácidos grasos. La reacción es la siguiente:



AB1,10  
AB1,15

-El reconocimiento y diferenciación de estos polisacáridos puede realizarse por la reacción con yodo, el cual puede enlazarse con la cadena ramificada dando con el almidón una coloración azul intenso y el glucógeno con algo más de yodo produce un color café rojizo.  
- El reconocimiento de los ácidos nucleicos puede realizarse con el reactivo de difenilamina, que en condiciones ácidas forma un compuesto de color azul con el ADN y verde con el ARN.

Aplicación de pruebas específicas de análisis cualitativo en muestras de origen vegetal y animal y alimentos de consumo común.

AB3,1  
AB4,1

-Comprobar *in vitro* la importancia de las sales biliares (taurocolato de sodio) en la digestión de los lípidos.

Aplicación de técnicas de análisis, *in vitro*

	-Establecer <i>in vitro</i> la importancia de la amilasa salival en la digestión temprana de los carbohidratos.	(tienen lugar en un ambiente artificial), establecer y comprobar algunas características del metabolismo.
AB1,18	V. MATERIAL BIOLÓGICO: Hígado fresco, papa, leche, mantequilla, aceite de cocina	Se utilizan muestras de material biológico o productos derivados de este, que son de uso común de los estudiantes.
AB4,13	<p>¿A qué clase de las enzimas pertenece la <math>\alpha</math>-amilasa salival?</p> <p>2. ¿Qué enlaces del almidón se rompen por la hidrólisis ácida y enzimática?</p> <p>3. ¿Cuál es el pH óptimo de la amilasa salival. Explique brevemente al respecto.</p> <p>4. ¿Cuál es el efecto de la adición de NaCl sobre la actividad de la amilasa. Explique en términos generales la actividad de los cofactores</p> <p>5. Compare los resultados de experimentos y concluya cuál de los dos tipos de hidrólisis es más efectiva?</p>	-Desarrollo de actividades que implican cálculos algorítmicos, desarrollo de cuestionarios y tabulación de datos.

Se observan seis aspectos que caracterizan la estructura sintáctica de las guías de laboratorio, que a continuación se mencionan:

- Comparación de los resultados obtenidos durante el protocolo con la tabla de control.
- Seguimiento de protocolos.
- Aplicación de pruebas específicas de análisis cualitativo en muestras de origen vegetal y animal y alimentos de consumo común.
- Aplicación de técnicas de análisis, *in vitro* (tienen lugar en un ambiente artificial), establecer y comprobar algunas características del metabolismo.
- Se utilizan muestras de material biológico o productos derivados de este, que son de uso común de los estudiantes
- Actividades que implican consultas bibliográficas, cálculos algorítmicos, desarrollo de cuestionarios y tabulación de datos.

En relación con la primera tendencia, cabe destacar que es mayoritaria; se evidencia la comparación de los resultados obtenidos durante el protocolo con la tabla de control.

*Ejemplo: AB1, 19 “Los resultados obtenidos en el reconocimiento de proteínas carbohidratos se deben comparar con controles negativos (agua) y positivos (específicas) para interpretarlos tal como aparece en el siguiente cuadro: ...*

En segundo lugar se evidencia la tendencia al seguimiento de protocolos.

*Ejemplo: AB1,13 “-Preparación de muestras- A. Hígado- Macerar trocitos de hígado en un mortero con 8 ml de buffer de fosfatos 0,1 M pH= 7,4, centrifugar por 10 minutos, separar el sobrenadante, marcado y mantenerlo en un baño con hielo.”*

En tercer lugar la tendencia hacia la aplicación de pruebas específicas de análisis cualitativo en muestras de origen vegetal y animal y alimentos de consumo común.

*Ejemplo: AB1,10 “El reconocimiento y diferenciación de estos polisacáridos puede realizarse por la reacción con yodo, el cual puede enlazarse con la cadena ramificada dando con el almidón una coloración azul intenso y el glucógeno con algo más de yodo produce un color café rojizo.”*

En cuarto lugar, se encuentra la tendencia a la aplicación de técnicas de análisis, *in vitro* (tienen lugar en un ambiente artificial), establecer y comprobar algunas características del metabolismo

*Ejemplo: AB1,10 “El reconocimiento y diferenciación de estos polisacáridos puede realizarse por la reacción con yodo, el cual puede enlazarse con la cadena ramificada dando con el almidón una coloración azul intenso y el glucógeno con algo más de yodo produce un color café rojizo.”*

En quinto lugar se encuentra la tendencia aplicación de técnicas de análisis, *in vitro* (tienen lugar en un ambiente artificial), establecer y comprobar algunas características del metabolismo.

*Ejemplo: AB3,1 “Establecer *in vitro* la importancia de la amilasa salival en la digestión temprana de los carbohidratos.”*

En sexto y último lugar, cabe anotar que es la tendencia minoritaria se evidencia el desarrollo de actividades que implican cálculos algorítmicos, desarrollo de cuestionarios y tabulación de datos.

*Ejemplo: AB4,13 “Aplicación de cálculos algorítmicos, tabular los datos, comparar los resultados, consultar bibliografía y explicar la influencia del pH y la temperatura en la actividad enzimática.”*

## Aspectos relacionados con la estructura organizativa, Universidad A, Licenciatura en Biología.

En las guías de laboratorio se evidencian elementos relacionados con la historia y con otros campos de conocimiento.

Tabla 4.7. Aspectos relacionados con la Estructura Organizativa de la Bioquímica del programa de Licenciatura en Biología de la Universidad A (AB)

UI	PROPOSICIONES	INTERPRETACIÓN
<p>AB1,4 AB1,5 AB1,6 AB1,7 AB1,9 AB1,11 AB1,12 AB1,13 AB1,14 AB3,2 AB6,3 AB3,4</p>	<p>Las principales <u>biomoléculas orgánicas</u> presentes en los seres vivos y de los cuales depende prácticamente todas las funciones y propiedades fisicoquímicas de las células son: <u>proteínas, los lípidos, carbohidratos y ácidos nucleicos.</u></p> <p><u>Las proteínas</u> son macromoléculas de <u>elevado peso molecular</u> caracterizadas por su <u>gran variabilidad estructural</u> y <u>enorme diversidad de funciones biológicas</u>, sin embargo, tienen en común el ser <u>polímeros de aminoácidos codificados genéticamente</u> y ordenados en <u>secuencias lineales unidas entre sí por enlaces peptídicos</u>; la <u>variabilidad estructural se debe a las múltiples ordenaciones o secuencias que pueden adoptar los veinte aminoácidos de los cuales están constituidas</u> y que naturalmente se repiten muchas veces dentro de la misma proteína.</p> <p><u>Las proteínas</u> de cada ser vivo, unicelular, pluricelular, animal o vegetal son específicas, a punto de que una célula típica posee aproximadamente unas tres mil proteínas diferentes y a la vez características de esa célula, las proteínas que desempeñan la misma función presentan ligeras variaciones estructurales en las distintas especies.</p> <p><u>Los carbohidratos</u> son la <u>fuerza primaria de energía para los seres vivos</u>; de acuerdo con su naturaleza química los <u>azúcares más simples son los monosacáridos como la glucosa, ribosa y fructosa.</u> De la combinación de dos monosacáridos se obtiene los disacáridos como la sacarosa, maltosa y lactosa; la polimerización de los monosacáridos forma los polisacáridos lineales o ramificados como <u>la celulosa, el almidón y el glucógeno.</u></p> <p>La celulosa es un polímero lineal de glucosas cuya función es estructural, este polímero es el más abundante en las paredes de las células vegetales. El almidón es la forma de almacenamiento de glucosa en las plantas y en los animales es el glucógeno. Ambos tipos de polímeros de glucosa están formados por cadenas lineales y ramificadas. En el almidón la cadena lineal o amilosa consta de 200 unidades de glucosa unidas entre sí por enlaces glicosídicos <math>\alpha</math> 1,4 y la cadena ramificada o amilopectina resulta de la unión de glucosas por enlaces <math>\alpha</math></p>	<p>Información general de biomoléculas relacionada con la Química.</p>

1,4 y  $\alpha$  1,6 la estructura del glucógeno es semejante a la del almidón, pero con mayor cantidad de glucosas y más ramificada.

Los lípidos son biomoléculas orgánicas de naturaleza química diferente, se caracterizan por ser sumamente hidrofóbicos, es decir, insolubles en agua, pero solubles en solventes orgánicos (cloroformo, benceno, alcohol, éter, acetona, etc). Los lípidos son fuente muy importante de reserva y de energía, sin componentes estructurales de las membranas y responsables de su permeabilidad selectiva; algunos lípidos complejos son reguladores de funciones celulares y otros actúan como moléculas de señales químicas.

Los lípidos más importantes son las grasas o triglicéridos, los fosfolípidos y esteroides como el colesterol. Una molécula de grasa está formada por una de glicerol y tres de ácidos grasos. Estos últimos pueden ser saturados o insaturados, dependiendo de si contienen o no enlaces dobles. Las grasas insaturadas son líquidas oleaginosos (aceites) y se encuentran abundantemente en los vegetales; mientras que las saturadas son sólidas y se encuentran en los tejidos animales. Los lípidos se pueden distinguir atendiendo a su solubilidad en solventes orgánicos.

Los ácidos nucleicos que deben su nombre a que se aislaron primero de los núcleos celulares, son polímeros de nucleótidos portadores de la información genética necesaria para que los organismos produzcan todos los factores necesarios para la vida. Dentro de las células los ácidos nucleicos se encuentran combinados con proteínas básicas denominadas histonas, a estas asociaciones se le denomina nucleoproteínas.

Atendiendo al tipo de azúcar (pentosa) que posean en su estructura los ácidos nucleicos se dividen en dos clases principales los que poseen ribosa se denominan ácidos ribonucleicos (ARN) y los que poseen desoxirribosas son los ácidos desoxirribonucleicos (ADN).

Igualmente se encuentran diversos tipos y formas de acuerdo con la localización y función de ellos.

La saliva contiene una proteína asociada con carbohidratos (glucoproteínas) responsable de su viscosidad y la ptialina o amilasa salival, una enzima que cataliza la hidrólisis del almidón en moléculas pequeñas como por ejemplo, la maltosa. La acción de ésta enzima depende del tiempo que el alimento permanezca en la boca, sin embargo, es suficiente para empezar la digestión del almidón en dextrinas, eritrodextrinas, isomaltosa, etc.

La amilasa salival como toda enzima es una proteína que actúa como catalizador biológico y se diferencia de los catalizadores químicos en su especificidad y alto poder catalítico.

Los grupos sulfidrilo de la enzima pueden ser inhibidos por agentes oxidantes Como el peróxido de hidrógeno

(H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>) agentes alquilantes como el iodoacetamida, el iodoacético y por metales pesados como el mercurio; estos inhibidores convierten a los grupos sulfhidrilo en disulfuros inactivos. El proceso es reversible cuando se tratan como agentes reductores como el glutatión, tiosulfato y disulfito

AB4,2  
AB4,3  
AB5,2  
AB6,2  
AB6,4

## II. INTRODUCCIÓN:

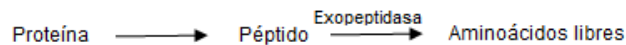
La enzima lipasa o esterasa desesterifica los triacilgliceroles, ésta proteína con actividad catalítica existe en todos los tejidos que contienen lípidos. Las lipasas de distintos orígenes poseen diferentes grados de especificidad. En el caso de las lipasas, tal especificidad puede implicar la selectividad hacia distintos ácidos grasos así como preferencia hacia la posición de las uniones éster en el seno del glicerol. Por ejemplo, la lipasa pancreática, tiene preferencia por las posiciones 1,3 y por los ácidos grasos de cadena carbonado corta. A medida que se rompe gradualmente las uniones éster, se forman productos intermedios, di y monoglicéridos.

La ureasa es la enzima capaz de hidrolizar in vitro o in vivo al sustrato urea, con la producción de amoníaco NH<sub>4</sub> y dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>).

## II. INTRODUCCIÓN:

Los organismos poseen enzimas digestivas que catalizan la hidrólisis de los enlaces peptídicos. Estas proteínas tienen la característica de ser altamente específicas para determinadas uniones peptídicos, es decir, que dependen de la estructura de los grupos adyacentes al enlace y no del tamaño ni de otras propiedades de la proteína sujeta a hidrólisis.

Las enzimas digestivas proteolíticas se dividen en, dos grupos: endopeptidasas y exopeptidasas, su acción catalítica se resume en las siguientes reacciones generales:



## II. INTRODUCCION:

Los polisacáridos son el grupo más abundante de biomoléculas, la mayoría se encuentran formados exclusivamente por glucosa unidas por enlaces glicosídicos. A diferencia de los carbohidratos de baja masa molecular no son dulces, ni presentan mutarrotación, no son reactivos puesto que sus grupos hemiacetálicos están unidos por enlaces glicosídicos.

Dos estructuras poliméricas diferentes componen a los almidones: la amilosa y la amilopectina. Las moléculas de amilosa están compuestas de aproximadamente 200 unidades de glucosa unidas por enlaces glicosídicos de la forma  $\alpha$  1,4 en cadenas no ramificadas. Las endopeptidasas hidrolizan uniones peptídicas no adyacentes a grupos carboxilo o aminos libres, atacan preferencialmente a las grandes proteínas de los alimentos descomponiéndolos en fragmentos más pequeños denominados péptidos; éstos últimos son hidrolizados por

Información relacionada con la enzimología

	<p>la acción de las exopeptidasas a nivel de los enlaces adyacentes a grupos amino o carboxilo terminales, por lo tanto liberan aminoácidos libres.</p> <p><u>La papaína que se extrae del látex de la papaya, la bromelina de la piña y la ficina del higo son hidrolasas del grupo de las Sulfidrilendoproteasas.</u></p> <p>La papaína es una mezcla de proteasas que se han aislado como cristales y pueden separarse en dos fracciones: papaína propiamente dicha y quimiopapaína. La papaína hidroliza proteínas amidas y ésteres de aminoácidos: su acción enzimática está relacionada con la presencia de grupos sulfidrilo (-SH) de la cisteína en el centro activo. Estas <u>enzimas se sintetizan</u> en forma activa, pero en algunos casos pueden existir inhibidas, de tal manera que para obtener una máxima actividad necesitan de agentes alquilantes como el EDTA y reductoras como el ácido sulfuroso.</p> <p>Al igual que otras proteasas, estas enzimas son activas en un rango de pH que oscila entre 3 - 9. El valor de pH óptimo varía según el sustrato que va a hidrolizarse; la temperatura está también relacionada con el tipo de sustrato y se puede manejar entre 40 a 65°C.</p>	
	<p><u>Los almidones de consumo en la dieta diaria se encuentran en la papa, yuca (tubérculos), el arroz, el trigo el arroz y muchas otras fuentes de vegetales.</u></p> <p>Al masticar en la boca los alimentos ingeridos en <u>la dieta</u>, se trituran en pequeños trozos y se mezclan con la saliva el primero de los líquidos <u>digestivos</u>.</p> <p><u>In vivo</u> la lipasa es especialmente importante en el tracto gastrointestinal porque interviene en la digestión y absorción de las grasas incorporadas en la alimentación. En este sitio del sistema digestivo existen las condiciones necesarias para transformar los lípidos de la dieta en emulsiones.</p>	Información relacionada con la Biología
ABI,13 ABI,14	<p>-Relación con la historia: Los ácidos nucleicos deben su nombre a que se aislaron primero de los núcleos celulares.</p> <p>-Relación con la historia, en un principio se pensaba que el ARN se encontraba en el citoplasma.</p>	Datos históricos
AB6,5	<p>-Relación con la medicina, la industria de alimentos, textiles, cueros.</p>	Datos relacionados con la Medicina, la Industria de Alimentos, Textiles, Cueros.

Se presentan cinco tendencias en relación con los aspectos relacionados con la Estructura Organizativa de la Bioquímica:

- Información relacionada con la Química.
- Información relacionada con la Enzimología
- Información relacionada con la Biología
- Datos históricos.

- Datos relacionados con la medicina, la industria de alimentos, textiles, cueros.

En primer lugar la tendencia mayoritaria es la información relacionada con la Química a nivel de explicación de las estructuras químicas, moleculares, tipos de enlaces y reacciones que se presentan en las reacciones Bioquímicas.

En segundo lugar se encuentra la información relacionada con la Enzimología, en la cual se abordan los mecanismos de acción de las enzimas, los catalizadores y la influencia de de los diversos factores en la velocidad de las reacciones enzimáticas.

En tercer lugar se evidencia la tendencia acerca de la información relacionada con la Biología, en la que se abordan aspectos sobre el metabolismo, como uno de los procesos fundamentales para la vida de los organismos.

En cuarto lugar se encuentra la tendencia acerca de algunos datos relacionados con la historia lo que evidencia el carácter cambiante en el desarrollo de la Bioquímica y la relación de la Bioquímica con otras disciplinas.

Y finalmente, en quinto lugar, se encuentra la tendencia minoritaria, acerca de algunos datos relacionados con las relaciones que se establecen con otros campos del conocimiento como la industria de alimentos, en la producción de concentrados, en medicina para controlar problemas digestivos y en la industria para el tratamiento de textiles, de cueros, etc.

**- Análisis por categorías de las guías de laboratorio de Bioquímica de la Universidad A, Licenciatura en Química.**

**Categoría 1. Naturaleza de las guías de Laboratorio de Bioquímica, Universidad A, Licenciatura en Química.**

**- Relación Teoría-Práctica**

*Tabla 4.8. Relación teoría – práctica de las guías de laboratorio de Bioquímica del programa de Licenciatura en Química de la Universidad A (AQ)*

<i>UI</i>	<i>PROPOSICIONES</i>	<i>INTERPRETACIÓN</i>
AQ7,2 AQ8,2 AQ8,3 AQ9,2 AQ10,2 AQ12,2 AQ12,3 AQ12,4 AQ12,5 AQ13,2	<p>Información acerca de la estructura de los ácidos nucleicos a nivel químico.</p> <p>El único criterio físico ha persistido para la clasificación de las vitaminas es su solubilidad.</p> <p>Los organismos poseen <u>enzimas digestivas</u> que catalizan la hidrólisis de los enlaces peptídicos.</p> <p>Por su actividad proteolítica la papaína se emplea en la industria de alimentos, en la producción de concentrados, en medicina para controlar problemas digestivos y en la industria para el tratamiento de textiles, de cueros, etc.</p> <p>Se consumen en los alimentos debido a que los humanos y otros animales han perdido la capacidad de sintetizarlas.</p> <p>La cadena respiratoria y fosforilación oxidativa, se alteran con la presencia de dos clases de sustancias: Inhibidores y desacoplantes.</p> <p>La glicólisis es una de las rutas catabólicas para la utilización de los monosacáridos por parte de la célula, es la degradación - anaerobia específicamente de la glucosa.</p>	<p>Información teórica de la estructura, características, clasificación de las biomoléculas a nivel químico.</p> <p>Adicionalmente presenta información teórica acerca del metabolismo, rutas catabólicas, enzimas.</p> <p><b>(Modelo investigación)</b></p>
AQ7,3 AQ7,4 AQ11,2 AQ11,3 AQ12,5	<p>Deben ser separados tras la utilización de la hidrólisis básica. El ADN se ha aislado del timo, hígado o tejido muscular de vacunos utilizando hidrólisis ácida.</p> <p>En tales reacciones, pasa de la forma oxidada (<math>NAD^+</math>) a la forma reducida (<math>NADH^+ + H^+</math>) ésta última puede ser re oxidada en reacciones posteriores, por flavoproteínas por ejemplo, compuestos artificiales como el azul de metileno, el cual se reduce pasando a su forma incolora, razón por la cual éste reactivo puede usarse como <u>indicador In vitro</u> de las reacciones de oxido reducción.</p> <p>La reacción global se podría considerar como la transferencia de dos pares de átomos de hidrógeno (<math>2e^-</math>) (<math>2H^+</math>) de la glucosa al <math>NAD^+</math>.</p> <p>La capacidad de coagulación de la leche se fundamenta en que normalmente la caseína se encuentra en forma de micelas y la digestión con una proteasa separa un glicopéptido de la molécula de caseína desestabilizando la</p>	<p>Fundamentación de la técnica.</p> <p><b>(Centra-contextualiza el estudiante para la práctica)</b></p>

AQ7,4	<i>micela y causando la coagulación.</i>	<i>Datos acerca de la historia. (Evidencia del carácter cambiante de la BQ)</i>
AQ8,2	<i>El ARN se aisló primero de la levadura.</i>	
AQ9,2	<i>Se reconoce que a lo largo de la evolución los animales perdieron la capacidad de sintetizarlas en cantidades esenciales. Desde su descubrimiento por Loomis y Lipman los agentes desacoplantes se han transformado en útiles herramientas de diagnóstico, indispensables en el estudio de las transformaciones energéticas celulares.</i>	

Se encuentran tres tendencias respecto a la presentación de aspectos teóricos y su relación con la práctica:

- Información teórica de la estructura, características, clasificación de las biomoléculas a nivel químico. Adicionalmente presenta información teórica acerca del metabolismo, rutas catabólicas, enzimas
- Fundamentación de la técnica
- Datos relacionados con la historia

Respecto a la primera tendencia, cabe destacar que es la mayoritaria. Las guías hacen énfasis en la estructura, composición y clasificación de biomoléculas a nivel general. Adicionalmente presenta información teórica acerca del metabolismo, rutas catabólicas, enzimas a nivel de funciones.

*Ejemplo: "Las vitaminas son un grupo de moléculas orgánicas relativamente pequeñas esenciales para el crecimiento y desarrollo adecuados. Se consumen en los alimentos debido a que los humanos y otros animales han perdido la capacidad de sintetizarlas. Con respecto a la estructura cabe resaltar que las vitaminas no poseen nada en común y que además sus funciones biológicas..."*

En segundo lugar se evidencia la tendencia a presentar la fundamentación de la técnica.

*Ejemplo: AQ7,3 "Deben ser separados tras la utilización de la hidrólisis básica. El ADN se ha aislado del timo, hígado o tejido muscular de vacunos utilizando hidrólisis ácida. En tales reacciones, pasa de la forma oxidada ( $NAD^+$ ) a la forma reducida ( $NADH^+ + H^+$ ) ésta última puede ser re oxidada en reacciones posteriores, por flavoproteínas por ejemplo, compuestos artificiales como el azul de metileno, el cual se reduce pasando a su forma incolora, razón por la cual éste reactivo puede usarse como indicador In vitro de las reacciones de oxido reducción."*

Y por último, en tercer lugar se evidencia la tendencia a presentar algunos datos relacionados con la historia.

*Ejemplo: AQ7,4 "El ARN se aisló primero de la levadura. Se reconoce que a lo largo de la evolución los animales perdieron la capacidad de sintetizarlas en cantidades esenciales. Desde su descubrimiento por Loomis y Lipman los agentes desacoplantes se han transformado en útiles herramientas de diagnóstico, indispensables en el estudio de las transformaciones energéticas celulares."*

**Categoría 2. Finalidades de las guías de Laboratorio de Bioquímica, Universidad A, Licenciatura en Química.**

Tabla 4.9. Finalidades de las guías de laboratorio de Bioquímica del programa de Licenciatura en Química de la Universidad A (AQ)

<b>UI</b>	<b>PROPOSICIONES</b>	<b>INTERPRETACIÓN</b>
AQ7,1 AQ8,1 AQ9,1 AQ10,1 AQ11,1 AQ12,1	<p><u>Reconocer mediante reacciones químicas</u> específicas los componentes de los nucleótidos del ácido ribonucleico (ARN).</p> <p><u>Establecer la presencia del ácido desoxirribonucleico (ADN)</u> en tejidos animales mediante la reacción de la difenilamina</p> <p><u>Confirmar la presencia de enzimas proteolíticas</u> en algunos alimentos de consumo común.</p> <p><u>Verificar mediante una reacción secundaria,</u> la transformación del ácido láctico por acción de la enzima láctico deshidrogenasa</p> <p><u>Comprobar la función de la coenzima nicotidín adenín di nucleótido (NAD<sup>+</sup>),</u> en la misma reacción.</p> <p><u>Reconocer la actividad proteolítica de la papaína</u> por medio de la prueba de coagulación.</p> <p><u>Establecer la importancia de algunos parámetros físicos y químicos para el reconocimiento colorimétrico</u> de vitaminas solubles en agua.</p> <p><u>Reconocer algunas de las vitaminas hidrosolubles con la realización de pruebas colorimétricas</u> rápidas y sencillas. Por medio de reacciones colorimétricas cualitativas <u>reconocer los intermediarios metabólicos</u> obtenidos en la práctica.</p> <p><u>Obtener piruvato acetaldehído y etanol</u> durante la fermentación de la glucosa con las enzimas de la levadura.</p>	<p>Aplicación de diferentes técnicas para el reconocimiento de algunas propiedades de las biomoléculas mediante reacciones químicas.</p> <p><b>(Acercar a fenómenos y demostrar; Desarrollar habilidades, Comprobar principios )</b></p>
AQ7,1 AQ8,1 AQ9,1 AQ10,1 AQ11,1 AQ12,1	<p><u>Adquirir habilidad en la extracción de enzimas y coenzimas</u> atendiendo a los factores que <u>in vivo</u> o <u>in vitro</u> las pueden afectar.</p> <p><u>Identificar in vitro</u> las diferentes formas de hidrólisis de los ácidos nucleicos.</p> <p><u>Demostrar algunos métodos</u> utilizados para la obtención de intermediarios metabólicos.</p> <p><u>Establecer experimentalmente</u> algunas de las propiedades de las enzimas proteolíticas.</p> <p><u>Interpretar experimentalmente</u> el efecto de los inhibidores y los desacoplantes sobre la salida de protones.</p>	<p>Aplicación de técnicas <u>in vitro</u> e interpretación experimental de algunos procesos metabólicos.</p> <p><b>(Aplicar técnicas a nivel de Investigación)</b></p>

*Relacionar la utilización de la glucosa por las enzimas de la levadura con los cambios de pH producidos en el proceso.*  
*Describir las vías metabólicas por las cuales la glucosa genera los cambios de pH.*

Se encuentran dos tendencias respecto a la presentación de las Finalidades:

- Aplicación de diferentes técnicas para el reconocimiento de algunas propiedades de las biomoléculas mediante reacciones químicas.
- Aplicación de técnicas *in vitro* e interpretación experimental de algunos procesos metabólicos.

Respecto a la primera tendencia, cabe destacar que es mayoritaria. Las guías hacen énfasis en la aplicación de pruebas específicas de análisis para el reconocimiento de algunas propiedades de las biomoléculas mediante reacciones químicas.

*Ejemplo: AQ7,8, “Reconocer mediante reacciones químicas específicas los componentes de los nucleótidos del ácido ribonucleico (ARN). Establecer la presencia del ácido desoxirribonucleico (ADN) en tejidos animales mediante la reacción de la difenilamina.”*

En segundo lugar se evidencia la tendencia a la aplicación de técnicas *in vitro* e interpretación experimental de algunos procesos metabólicos.

*Ejemplo: AQ7, 1 “Adquirir habilidad en la extracción de enzimas y coenzimas atendiendo a los factores que in vivo o in vitro las pueden afectar.”*

### **Categoría 3. Aspectos metodológicos de las guías de Laboratorio de Bioquímica, Universidad A, Licenciatura en Química.**

Tabla 4.10. Aspectos metodológicos de las guías de laboratorio de Bioquímica del programa de Licenciatura en Química de la Universidad A (AQ)

<b>UI</b>	<b>PROPOSICIONES</b>	<b>INTERPRETACIÓN</b>
AQ7,9-AQ7,10 AQ7,11-AQ8,7 AQ8,8-AQ9,5 AQ9,6-AQ9,7 AQ10,6-AQ10,7 AQ10,8-AQ10,9 AQ11,7-AQ11,8 AQ11,9-AQ11,10 AQ11,12-AQ11,13 AQ12,9	Se plantean instrucciones de procedimiento como añadir, mezclar, observar, analizar, colocar, pesar, adicionar, medir volúmenes, agregar reactivos, someter a reflujos, calentar, enfriar y agitar.	Las prácticas implican el desarrollo habilidades de orden práctico.  (Enfoque expositivo)

<p>AQ7,5-AQ7,6 AQ7,7-AQ8,4 AQ8,5-AQ9,3 AQ9,4-AQ10,3 AQ10,4-AQ11,4 AQ11,5-AQ12,6 AQ12,7</p>	<p>Previo al protocolo se presenta listados de materiales reactivos.</p>	<p>Previo al protocolo presenta listados de materiales y reactivos.</p>
<p>AQ7,8-AAQ7,9 AQ9,5-AQ9,6 AQ10,6-AQ10,7 AQ10,8-AQ10,9</p>	<p>Se presentan tablas de datos para: -Comparar resultados. -Preparación de muestras. -Registrar resultados. -Preparación de diluciones -Naturaleza de la actividad proteolítica del ablandador de carne.</p>	<p>Aplicación de técnicas y desarrollo de actividades que implican mayor demanda cognitiva.</p>
<p>AQ7,12-AQ8,9 AQ9,8-AQ10,10 AQ10,11-AQ11,14 AQ12,10</p>	<p>Las guías presentan actividades complementarias como resúmenes, cuestionarios y consultas teóricas relacionadas con temáticas de las prácticas.</p>	<p>Se plantean actividades complementarias a las temáticas abordadas en las prácticas.  (Al final) (Actividades de verificación e ilustración)  <b>Rol del Estudiante:</b> <b>Realiza y sigue protocolos</b> <b>Rol del Docente: Planea, propone algunos problemas y dirige.</b></p>
<p>AQ8,6 AQ10,5 AQ11,6</p>	<p>-Vitaminas hidrosolubles: B1, B6, B3 y C. - Un ratón macho adulto o una paloma. Carne de res o de cerdo bien fresca. -Levadura en pasta. - Leche entera cruda y fresca, ablandadores de carne comerciales de diferentes marcas</p>	<p>Se utilizan muestras de material biológico o productos derivados de este, que son de uso común de los estudiantes.</p>

Se encuentran cinco tendencias respecto a la presentación de los Aspectos metodológicos:

- Las prácticas implican el desarrollo habilidades de orden práctico.
- Previo al protocolo presenta listados de materiales y reactivos.
- Implican el desarrollo de habilidades de orden cognitivo que implican mayor demanda cognitiva y que se corresponde con el trabajo en ciencias.
- Se plantean actividades complementarias a las temáticas abordadas en las prácticas.
- Se utilizan muestras de material biológico o productos derivados de este, que son de uso común de los estudiantes.

Respecto a la primera tendencia, cabe destacar que es la mayoritaria. Plantea actividades que implican el desarrollo habilidades de orden práctico.

*Ejemplo: AQ11,11 “Reconocimiento de acetaldehído: Tome dos tubos de ensayo al primero de ellos añada 2 ml del sobrenadante del tubo C y al segundo 2 ml del sobrenadante del tubo D obtenidos en (2). Agregue a cada uno de ellos 0.5 ml de la solución de nitroprusiato de sodio y 2 ml de piperidina acuosa. Agite cada tubo. La aparición de un color azul indica la presencia de acetaldehído. Repita el procedimiento utilizando el reactivo de etanol.”*

En segundo lugar, las guías presentan previo al protocolo listados de reactivos y materiales.

*Ejemplo: AQ11,4 “REACTIVOS: Fosfato de sodio di-básico, 0.5, mol/l; Fosfato de sodio monobásico, 0.5 mol / l; Suspensión de levadura 100 g / l, en (Na<sub>2</sub>H PO<sub>4</sub>); Suspensión de levadura, 100 g / l en (H<sub>2</sub>O); Glucosa; Nitroprusiato de sodio 50 g / l (prepárese antes de usar).”*

En tercer lugar, plantean Aplicación de técnicas y desarrollo de actividades que implican mayor demanda cognitiva.

*Ejemplo: AQ10,7 “) Pese aproximadamente 1.2 g. de músculo y llévelo al mortero. b) Adicione 10 ml de NaCl 0.9% y 0.5 g. de arena lavada. Triture hasta obtener una pasta fina. c) Lleve la mezcla a un tubo de centrifuga y colóquelo a 1500 rpm durante 1500 rpm durante 3 minutos. d) Retire el sobrenadante con una pipeta Pasteur colóquelo en un tubo de centrifuga y agregue 0.2 g. de carbón activado para remover la coenzima, mezcle por inversión tapando el tubo con el dedo pulgar. Deje la mezcla en reposo durante 30 minutos agitando por inversión ocasionalmente. e) Centrifugue a 1500 rpm por 3 minutos. Separe el sobrenadante, colóquelo en un vaso de precipitado de 100 ml, rotúlelo y consérvelo en hielo hasta su uso.”*

En cuarto lugar, aunque minoritariamente, se plantean actividades complementarias a las temáticas abordadas.

*Ejemplo: AQ9,8 “1. Hacer una gráfica de cada uno de los experimentos, utilizar los valores de las lecturas de pH contra el tiempo. 2. Analizar el significado de los cambios de pH en el experimento control con dinitrofenol como desacoplante y con azida de sodio. 3. Hacer una relación de las vías que producen estos cambios; tomar en cuenta que las levaduras poseen una ATPasa de protones en la membrana mitocondrial que se encarga de sintetizar el ATP y que tiene otra ATPasa de protones en la membrana plasmática cuya función es similar a la bomba N+IK+ en las células de los mamíferos. 4. ¿Cuáles son los productos finales del catabolismo de los carbohidratos en las levaduras? Resuma en un mapa conceptual.”*

Y por último, en quinto lugar, se utilizan muestras de material biológico o productos derivados de este, que son de uso común de los estudiantes.

*Ejemplo: AQ10, 5” Un ratón macho adulto o una paloma. Carne de res o de cerdo bien fresca.*

**Categoría 4. Formas de la Evaluación en las guías de Laboratorio de Bioquímica, Universidad A, Licenciatura en Química.**

*Tabla 4.11. Formas de Evaluación de las guías de laboratorio de Bioquímica del programa de Licenciatura en Química de la Universidad A (AQ)*

<i>UI</i>	<i>PROPOSICIONES</i>	<i>INTERPRETACIÓN</i>
<p>AQ7,12 AQ8,9 AQ9,8 AQ10,11 AQ12,10 AQ11,14 AQ12,10</p>	<p>- Consulte sobre la importancia bioquímica de las vitaminas hidrosolubles.</p> <p>- Consulte la especificidad de las enzimas proteolíticas: Tripsina, quimiotripsina, renina y pepsina.</p> <p>- Consulte las principales características de la enzima quimiotripsina (Nomenclatura de la enzima por la comisión de enzimología), sitio de síntesis en el organismo, mecanismo de activación, número de aminoácidos que conforman la estructura de la enzima, aminoácidos del sitio activo y mecanismo de acción.</p> <p>- Revisar en los referentes teóricos las características generales de las enzimas denominadas sulfidril proteasas. Realice una sinopsis utilizando cuadros o esquemas. Interprete por escrito los resultados obtenidos en cada tubo.</p> <p>- ¿Cómo se distribuyen los ácidos nucleicos en las células y tejidos?</p> <p>- ¿Qué son los virus? Consigne en su informe una fotografía del virus de la inmunodeficiencia humana y del virus de la hepatitis B.</p> <p>- ¿Qué importancia tiene el estudio de intermediarios metabólicos? Escriba 3 alimentos en donde se encuentren naturalmente las vitaminas del complejo B, analizadas en el laboratorio.</p> <p>- Clasifique y dé ejemplos de las vitaminas hidrosolubles atendiendo a su actividad como coenzimas en el metabolismo. ¿Cuáles son los productos finales del catabolismo de los carbohidratos en las levaduras? Resuma en un mapa conceptual.</p> <p>- Consulte la especificidad de las enzimas proteolíticas: Tripsina, quimiotripsina, renina y pepsina.</p> <p>- Consulte las principales características de la enzima quimiotripsina: EC (Nomenclatura de la enzima por la comisión de enzimología), sitio de síntesis en el organismo, mecanismo de activación, número de aminoácidos que conforman la estructura de la enzima,</p>	<p>Actividades de consulta y comparación a nivel teórico relacionadas con los resultados, deducir, resumir, consultar completar cuadros de datos.</p>

aminoácidos del sitio activo y mecanismo de acción.

- Revisar en los referentes teóricos las características generales de las enzimas denominadas sulfidril proteasas. Realice una sinopsis utilizando cuadros o esquemas.

AQ7,12  
AQ8,9  
AQ9,8  
AQ12,10

Empleando fórmulas estructurales, escriba la reacción que tiene lugar entre: la enzima coenzima y sustrato (consulte la estructura de la enzima láctico deshidrogenasa)

Hacer una gráfica de cada uno de los experimentos, utilizar los valores de las lecturas de pH contra el tiempo.

Analizar el significado de los cambios de pH en el experimento control con dinitrofenol como desacoplante y con azida de sodio.

Hacer una relación de las vías que producen estos cambios; tomar en cuenta que las levaduras poseen una ATPasa de protones en la membrana mitocondrial que se encarga de sintetizar el ATP y que tiene otra ATPasa de protones en la membrana plasmática cuya función es similar a la bomba  $N+IK+$  en las células de los mamíferos. (Ver figura).

Empleando fórmulas estructurales y las enzimas específicas, escriba las reacciones que tienen lugar en la hidrólisis sucesiva de un Escriba la reacción de la ninhidrina para identificar aminoácidos.

Escriba 3 ecuaciones químicas que ilustren las reacciones realizadas en los experimentos.

La siguiente es la representación química de la coenzima  $NAD^+$  y  $NADH$ . Escriba el nombre de los componentes estructurales de éstas coenzima.

Observe las siguientes formas moleculares de las vitaminas. Defina el término vitamero.

AQ10,10  
AQ10,11

Escriba en el siguiente cuadro los resultados:

TUBOS	1	2	3	4
RESULTADOS (minutos)				

Utilice la siguiente notación: (+) si el tubo presenta decoloración (-) si en el tubo no se decolora el azul de metileno.

Los tubos 1, 3 y 4 no contienen: coenzima, sustrato y enzima respectivamente. Explique los resultados y escriba una razón por la cual usted considere que éstos tres tubos deben prepararse así.

AQ11,14

Describa un método que incluya el empleo de los inhibidores para demostrar la presencia de intermediarios.

Actividades que implican realizar gráficas, cálculos algorítmicos, fórmulas químicas e interpretación de datos.

Actividades de seguimiento, verificación y comparación e interpretación de los resultados obtenidos en el desarrollo del protocolo.

(Evaluación durante el desarrollo del protocolo y al final)

Búsqueda de métodos alternativos de análisis.  
(Rol del Estudiante: propone metodología alternativa para resolver problemas)  
Rol del Docente: Plantea

Se encuentran cuatro tendencias respecto a la presentación de las Formas de Evaluación:

- Actividades de consulta y comparación a nivel teórico relacionadas con los resultados, deducir, resumir, consultar completar cuadros de datos.
- Actividades que implican realizar gráficas, cálculos algorítmicos, formulas químicas e interpretación de datos.
- Actividades de seguimiento, verificación y comparación e interpretación de los resultados obtenidos en el desarrollo del protocolo.
- Búsqueda de métodos alternativos de análisis.

Respecto a la primera tendencia, cabe destacar que es la mayoritaria. Se presenta una vez terminado el protocolo, actividades de consulta y comparación a nivel teórico relacionadas con los resultados, deducir, resumir, consultar completar cuadros de datos.

*Ejemplo: AQ12,10 “Consulte la especificidad de las enzimas proteolíticas: Tripsina, quimiotripsina, renina y pepsina. Consulte las principales características de la enzima quimiotripsina: EC (Nomenclatura de la enzima por la comisión de enzimología), sitio de síntesis en el organismo, mecanismo de activación, número de aminoácidos que conforman la estructura de la enzima, aminoácidos del sitio activo y mecanismo de acción. Revisar en los referentes teóricos las características generales de las enzimas denominadas sulfidril proteasas. Realice una sinopsis utilizando cuadros o esquemas.”*

En segundo lugar, con menor frecuencia, se plantean actividades que implican cálculos algorítmicos, tabulación de datos, comparación de resultados obtenidos, escribir conclusiones, revisión bibliográfica de apoyo, explicación de manejo de variables.

*Ejemplo: AQ7,12 “1. Empleando fórmulas estructurales y las enzimas específicas, escriba las reacciones que tienen lugar en la hidrólisis sucesiva de un tetranucleótido de ADN y otro de ARN. 2. ¿Cómo se distribuyen los ácidos nucleicos en las células y tejidos? 3. ¿Qué son los virus? Consigne en su informe una fotografía del virus de la inmunodeficiencia humana y del virus de la hepatitis B. 4. Escriba la reacción de la ninhidrina para identificar aminoácidos.”*

En tercer lugar se evidencia la tendencia al desarrollo de actividades de seguimiento, verificación y comparación e interpretación de los resultados obtenidos en el desarrollo del protocolo.

*Ejemplo: AQ10,10 “Escriba en el siguiente cuadro los resultados:*

TUBOS	1	2	3	4
RESULTADOS (minutos)				

Utilice la siguiente notación: (+) si el tubo presenta decoloración (-) si en el tubo no se decolora el azul de metileno.

Los tubos 1, 3 y 4 no contienen: coenzima, sustrato y enzima respectivamente. Explique los resultados y escriba una razón por la cual usted considere que éstos tres tubos deben prepararse así.

En cuarto y último lugar se plantea la búsqueda de métodos alternativos para el análisis realizado.

Ejemplo: AQ11,14 “Describa un método que incluya el empleo de los inhibidores para demostrar la presencia de intermediarios.

### Categoría 5. Relación con aspectos epistemológicos de las guías de Laboratorio de Bioquímica, Universidad A, Licenciatura en Química.

#### - Aspectos relacionados con la Estructura Sustantiva de la Bioquímica

Tabla 4.12. Aspectos relacionados con la Estructura Sustantiva de la Bioquímica del programa de Licenciatura en Química de la Universidad A (AQ)

UI	PROPOSICIONES	INTERPRETACIÓN
AQ8,2 AQ8,3 AQ9,2	<p>Las <u>vitaminas</u> son un grupo de moléculas orgánicas relativamente pequeñas esenciales para el crecimiento y desarrollo adecuados. <u>Se consumen en los alimentos debido a que los humanos y otros animales han perdido la capacidad de sintetizarlas.</u> Con respecto a la estructura cabe resaltar que las vitaminas no poseen nada en común y que además sus funciones biológicas no aportan criterios que permitan una definición concreta y una clasificación ordenada. Sin embargo, algunas características que se les atribuye a la mayoría de ellas son:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Se encuentran en cantidades muy pequeñas en los materiales biológicos.</li> <li>2. Son esenciales para el funcionamiento normal de los sistemas bioquímicos y fisiológicos, tanto en la vida animal como en la vegetal y en la microbiana.</li> <li>3. <u>Se reconoce que a lo largo de la evolución los animales perdieron la capacidad de sintetizarlas en cantidades esenciales.</u></li> </ol> <p>La clasificación de estas sustancias es su solubilidad, razón por la cual se les divide en Vitaminas hidrosolubles (complejo B y vitamina C) y liposolubles (A, D, E y K). Dentro del grupo de las vitaminas solubles en agua se encuentran: VITAMINA B1 (tiamina, aneurina): se presenta libre en los alimentos o como su éster pirofosfato. La</p>	<p>Información a nivel biológico acerca de algunas características generales de las vitaminas.</p>

ausencia en el organismo ocasiona beriberi.  
VITAMINA B6 (piridoxina, adermana): es el grupo prostético de numerosas enzimas y se presenta como fosfato de piridoxal. Se encuentra en los alimentos como: piridoxina (piridoxol) piridoxal y piridoxamina. En los alimentos de origen vegetal suelen predominar las dos primeras formas moleculares mientras que en los de origen animal prevalecen las dos últimas.

VITAMINA B3 (niacina): con el término de niacina se conoce el conjunto constituido por el ácido nicotínico y su amida la nicotinamida. En los sistemas vivos, el anillo de piridina está formando parte de la nicotinamida (adenín di-nucleótido) NAD<sup>+</sup> y su derivado NADP<sup>+</sup>, ambas coenzimas son el grupo prostético de muchas enzimas que participan en reacciones de oxido - reacción por ejemplo, la gliceraldehído - 3 - fosfato - deshidrogenasa.

VITAMINA C (ácido ascórbico): se encuentra prácticamente en todos los vegetales y es sintetizada por todos los mamíferos, excepto por los primates, cobayos, conejillos de indias y algunos murciélagos. El DHAA (ácido dehidro - L ascórbico) tiene la misma actividad vitamínica del L- ascorbato. El isómero óptico comúnmente denominado ácido ascórbico, aunque no actúa como vitamina, se comporta de manera semejante al ascorbato en numerosos sistemas redox y, por lo tanto, tiene usos similares como aditivo alimentario.

- La cadena respiratoria y fosforilación oxidativa, se alteran con la presencia de dos clases de sustancias: Inhibidores y desacoplantes. Los inhibidores son sustancias que bloquean sitios específicos de la cadena respiratoria colaborando experimentalmente con el estudio del transporte electrónico. Los más importantes son: la rotenona, amital sódico, los barbitúricos, la antimicina A, el cianuro, plericidina, ácido sulfhídrico, azida sódica, monóxido de carbono, etc. Los denominados agentes desacoplantes disocian la cadena respiratoria de la fosforilación oxidativa, y son generalmente sustancias liposolubles que contienen un anillo aromático y un grupo ionizable uno particularmente importante es el 2,4 dinitrofenol y otros halo fenoles y nitrofenoles. Desde su descubrimiento por Loomis y Lipman los agentes desacoplantes se han transformado en útiles herramientas de diagnóstico, indispensables en el estudio de las transformaciones energéticas celulares.

AQ7,2  
AQ7,3

-Los ácidos nucleicos son polímeros de nucleótidos, los cuales a su vez están formados por una base nitrogenada unida a una pentosa (ribosa o desoxirribosa) por un enlace de tipo N - β - glicosídico. Cuando uno o más de los hidroxilos libres de la pentosa se esterifican con H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> se completa la

Información a nivel químico acerca de la estructura de los ácidos nucleicos.

estructura del nucleótido.

-Los complejos de los ácidos nucleicos unidos con proteínas básicas, reciben en conjunto el nombre de asociaciones supramoleculares y deben ser separados tras la utilización de la hidrólisis básica. Las dos clases de ácidos nucleicos presentan en su estructura diferencias importantes, por ejemplo, el azúcar del ribonucleico (ARN) es la ribosa y la pentosa del ácido desoxirribonucleico (ADN) es la desoxirribosa. En cuanto a la composición de las bases nitrogenadas el ARN contiene: Adenina, Guanina, Citosina, Uracilo; y el ADN contiene: Adenina, Guanina, Citosina y Timina.

AQ9,2  
AQ10,2

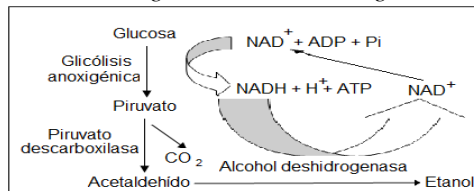
-La cadena respiratoria y fosforilación oxidativa, se alteran con la presencia de dos clases de sustancias: Inhibidores y desacoplantes. Los inhibidores son sustancias que bloquean sitios específicos de la cadena respiratoria colaborando experimentalmente con el estudio del transporte electrónico. Los más importantes son: la rotenona, amital sódico, los barbitúricos, la antimicina A, el cianuro, plericidina, ácido sulfhídrico, azida sódica, monóxido de carbono, etc. Los denominados agentes desacoplantes disocian la cadena respiratoria de la fosforilación oxidativa, y son generalmente sustancias liposolubles que contienen un anillo aromático y un grupo ionizable uno particularmente importante es el 2,4 dinitrofenol y otros halo fenoles y nitrofenoles.

Información a nivel biológico acerca del proceso de la cadena respiratoria y las transformaciones energéticas celulares.

AQ12,2  
AQ12,3

-La primera etapa de la fermentación de glucosa por las enzimas de la levadura es la producción de piruvato, éste proceso se efectúa mediante una serie de reacciones que involucran un número considerable de intermediarios y se denomina glicólisis anoxigénica. La reacción global se podría considerar como la transferencia de dos pares de átomos de hidrógeno ( $2e^-$ ) ( $2H^+$ ) de la glucosa al  $NAD^+$ . Puesto que la coenzima se encuentra solo en cantidades catalíticas, es necesario re-oxidarla para que el proceso no se suspenda y así, el  $NADH^+ + H^+$  formado es reconvertido a  $NAD^+$  por el oxígeno molecular a través de la cadena respiratoria. Sin embargo, este proceso no se realiza cuando las condiciones son anaerobias y en este caso la reoxidación se efectúa cuando el piruvato se convierte en acetaldehído y luego en etanol, según las reacciones siguientes:

Información a nivel biológico acerca de la fermentación.



El piruvato se descarboxila formando acetaldehído y

$CO_2$  por la enzima piruvato des-carboxilasa la cual requiere del ión magnesio y de la tiamina pirofosfato (TPP). En la etapa final de la fermentación alcohólica, el acetaldehído se reduce a esa reacción en la cual el  $NADH^+ + H^+$  aporta el potencial de reducción; este proceso es catalizado por la enzima alcohol deshidrogenasa. Los metabolitos piruvato y acetaldehído normalmente se encuentran presentes en muy bajas concentraciones, por 10 tanto, para demostrar su existencia como intermediarios en la vía metabólica, es necesario impedir que sean transformados en otros compuestos, situación que se logra ya sea bloqueando la enzima que cataliza la conversión del metabolito mediante el empleo de inhibidores, o cambiando las condiciones fisiológicas, por ejemplo, el valor de pH para que la velocidad de la enzima disminuya o mediante agentes que atrapen al intermediario formando un compuesto que no puede metabolizarse.

Introducción: Los organismos poseen enzimas digestivas que catalizan la hidrólisis de los enlaces peptídicos. Estas proteínas tienen la característica de ser altamente específicas para determinadas uniones peptídicas, es decir, que dependen de la estructura de los grupos adyacentes al enlace" y no del tamaño ni de otras propiedades de la proteína sujeta a hidrólisis. Las enzimas digestivas proteolíticas se dividen en dos grupos: endopeptidasas y exopeptidasas. Las endopeptidasas hidrolizan uniones peptídicas no adyacentes a grupos carboxilo aminos libres, atacan preferencialmente a las grandes proteínas de los alimentos descomponiéndolos en fragmentos más pequeños denominados péptidos; éstos últimos son hidrolizados por la acción de las exopeptidasas a nivel de los enlaces adyacentes a grupos amino o carboxilo terminales, por lo tanto liberan aminoácidos libres. La papaína (3.4.22.2) que se extrae del látex de la papaya, la bromelina de la piña y la ficina del higo son hidrolasas del grupo de las Sulfidril-endo-proteasas.

AQ12,3  
AQ12,4

La papaína es una mezcla de proteasas que se han aislado como cristales y pueden separarse en dos fracciones: papaína propiamente dicha y quimiopapaína. La papaína hidroliza proteínas amidas y ésteres de aminoácidos: su acción enzimática está relacionada con la presencia de grupos sulfidrilo (-SH) de la cisterna en el centro activo.

Estas enzimas se sintetizan en forma activa, pero en algunos casos pueden existir inhibidas, de tal manera que para obtener una máxima actividad necesitan de agentes alquilantes como el EDTA y reductoras como el ácido sulfuroso. Al igual que otras proteasas, estas

Información a nivel químico acerca de las enzimas digestivas.

enzimas son activas en un rango de pH que oscila entre 3 - 9. El valor de pH óptimo varía según el sustrato que va a hidrolizarse; la temperatura está también relacionada con el tipo de sustrato y se puede manejar entre 40 a 65°C. Los grupos sulfhidrilo de la enzima pueden ser inhibidos por agentes oxidantes como el peróxido de hidrógeno, agentes alquilantes como el iodoacetamida, el iodoacético y por metales pesados como el mercurio; estos inhibidores convierten a los grupos sulfhidrilo en disulfuros inactivos. El proceso es reversible cuando se tratan como agentes reductores como el glutatión, tiosulfato y disulfito.

AQ11,12

-La glicólisis es una de las rutas catabólicas para la utilización de los monosacáridos por parte de la célula, es la degradación - anaerobia específicamente de la glucosa, muchas de sus reacciones son comunes en el metabolismo aerobio, sin embargo, se diferencian en las coenzimas que intervienen y en la utilización del ácido pirúvico. En la degradación anaeróbica el piruvato es convertido en lactato en una reacción reversible.

Información a nivel biológico acerca del proceso de la Glucólisis.

Se encuentran seis tendencias respecto la Estructura Sustantiva.

- Información a nivel biológico acerca de algunas características generales de las vitaminas.
- Información a nivel químico acerca de la estructura de los ácidos nucleicos.
- Información a nivel biológico acerca del proceso de la cadena respiratoria y las transformaciones energéticas celulares.
- Información a nivel biológico acerca de la fermentación.
- Información a nivel químico acerca de las características de las enzimas digestivas.
- Información a nivel biológico acerca del proceso de la Glucólisis.

En relación con la primera tendencia, cabe destacar que es mayoritaria; se evidencia información a nivel biológico cerca de algunas características generales de las vitaminas.

*Ejemplo: AQ8,2 “-Las vitaminas son un grupo de moléculas orgánicas relativamente pequeñas esenciales para el crecimiento y desarrollo adecuados. Se consumen en los alimentos debido a que los humanos y otros animales han perdido la capacidad de sintetizarlas. Con respecto a la estructura cabe resaltar que las vitaminas no poseen nada en común y que además sus funciones biológicas no aportan criterios que permitan una definición concreta y una clasificación ordenada. Sin embargo, algunas características que se les atribuye a la mayoría de ellas son:*

1. Se encuentran en cantidades muy pequeñas en los materiales biológicos.
2. Son esenciales para el funcionamiento normal de los sistemas bioquímicos y fisiológicos, tanto en la vida animal como en la vegetal y en la microbiana.

3. Se reconoce que a lo largo de la evolución los animales perdieron la capacidad de sintetizarlas en cantidades esenciales.”

En segundo lugar, está la tendencia en la que se evidencia información a nivel químico acerca de la estructura de los ácidos nucleicos.

*Ejemplo: AQ7,2 “-Los ácidos nucleicos son polímeros de nucleótidos, los cuales a su vez están formados por una base nitrogenada unida a una pentosa (ribosa o desoxirribosa) por un enlace de tipo N – β - glicosídico. Cuando uno o más de los hidroxilos libres de la pentosa se esterifican con H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> se completa la estructura del nucleótido.”*

En tercer lugar, se encuentra la tendencia en la que se evidencia información a nivel biológico moléculas que hacen parte de procesos metabólicos, en este caso la respiración celular.

*Ejemplo: AQ10,2 “-La cadena respiratoria y fosforilación oxidativa, se alteran con la presencia de dos clases de sustancias: Inhibidores y desacoplantes. Los inhibidores son sustancias que bloquean sitios específicos de la cadena respiratoria colaborando experimentalmente con el estudio del transporte electrónico. Los más importantes son: la rotenona, amital sódico, los barbitúricos, la antimicina A, el cianuro, plericidina, ácido sulfhídrico, azida sódica, monóxido de carbono, etc. Los denominados agentes desacoplantes disocian la cadena respiratoria de la fosforilación oxidativa, y son generalmente sustancias liposolubles que contienen un anillo aromático y un grupo ionizable uno particularmente importante es el 2,4 dinitrofenol y otros halo fenoles y nitrofenoles.”*

En cuarto lugar se evidencia información a nivel biológico acerca de la fermentación, el papel de las enzimas en procesos químicos correspondientes al metabolismo, es decir: papel de las enzimas en procesos metabólicos-) en este caso lo biológico se está explicando a nivel molecular abordando procesos de oxidorreducción.

*Ejemplo: AQ12,2 “-La primera etapa de la fermentación de glucosa por las enzimas de la levadura es la producción de piruvato, éste proceso se efectúa mediante una serie de reacciones que involucran un número considerable de intermediarios y se denomina glicólisis anoxigénica. La reacción global se podría considerar como la transferencia de dos pares de átomos de hidrógeno (2e-) (2H<sup>+</sup>) de la glucosa al NAD<sup>+</sup>. Puesto que la coenzima se encuentra solo en cantidades catalíticas, es necesario re-oxidarla para que el proceso no se suspenda y así, el NADH<sup>+</sup> + H<sup>+</sup> formado es reconvertido a NAD<sup>+</sup> por el oxígeno molecular a través de la cadena respiratoria.”*

En quinto lugar se evidencia información a nivel químico acerca de las características de las enzimas digestivas.

*Ejemplo: AQ12,3 “La papaína es una mezcla de proteasas que se han aislado como cristales y pueden separarse en dos fracciones: papaína propiamente dicha y quimiopapaína. La papaína hidroliza proteínas amidas y ésteres de aminoácidos: su acción enzimática está relacionada con la presencia de grupos sulfhidrilo (-SH) de la cisterna en el centro activo.*

Y en sexto y último lugar, minoritariamente se evidencia información a nivel biológico acerca de los procesos metabólicos: especificades de coenzimas en la glicólisis proceso de la Glucólisis.

*Ejemplo: AQ11,12 “-La glicólisis es una de las rutas catabólicas para la utilización de los monosacáridos por parte de la célula, es la degradación - anaerobia específicamente de la glucosa, muchas de sus reacciones son comunes en el metabolismo aerobio, sin embargo, se diferencian en las coenzimas que intervienen y en la utilización del ácido pirúvico. En la degradación anaeróbica el piruvato es convertido en lactato en una reacción reversible.*

**- Aspectos relacionados con la Estructura Sintáctica de la Bioquímica, Universidad A, Licenciatura en Química.**

La estructura sintáctica, resulta del análisis de triangulación entre las finalidades planteadas, la metodología desarrollada durante la práctica y la evaluación. Por lo cual consideramos que el análisis de esta categoría debe presentarse en los resultados del estudio.

*Tabla 4.13. Aspectos relacionados con la Estructura Sintáctica de la Bioquímica del programa de Licenciatura en Química de la Universidad A (AQ)*

<b>UI</b>	<b>PROPOSICIONES</b>	<b>INTERPRETACIÓN</b>
AQ8,7 AQ8,8 AQ9,5 AQ9,6 AQ9,7 AQ10,6 AQ10,7 AQ10,8 AQ10,9 AQ10,11 AQ11,7 AQ11,8 AQ11,9 AQ11,10 AQ11,11 AQ11,12 AQ11,13 AQ12,9	<p><b>A. ENSAYOS CON LA TIAMINA</b></p> <p>1. Disolver 10 mg de tiamina en 3 ml de agua destilada, agregar 1 ml de NaOH 2M, adicionar 4 gotas de Ferricianuro de potasio 0,15M, la solución permanece con una coloración amarilla pálida, agitar y depositar 5 ml de butanol, permitir el reposo de la solución por 5 minutos, al cabo de los cuales a la luz clara del día o a la luz ultravioleta (365 nm) la capa del n - butanol muestra una fluorescencia violeta.</p> <p>2. Disolver 0,10 g de ácido nicotínico en 10 ml de agua recién hervida y enfriada. Introducir a la solución una tira de papel indicador universal, la coloración debe corresponder a un pH de 3,0 aproximadamente.</p> <p>3. Calentar en una cápsula de porcelana 0,05 g de ácido nicotínico mezclado con 1, 0 9 de carbonato de sodio anhidro, se produce piridina, perceptible por su olor.</p> <p>4. En un tubo de ensayo, hervir 0,10 g de nicotinamida con 1 ml de NaOH, 2M, se desprende amoniaco perceptible por su olor. Exponer los vapores a una tira de papel indicador de pH humedecido, el color debe virar al rango alcalino aproximadamente pH = 12.</p>	<i>Seguimiento de protocolos</i>

## **B. ENSAYOS CON EL ACIDO ASCÓRBICO**

1. Calentar en una cápsula de porcelana 0,1 g de ácido ascórbico, se funde y adquiere un color marrón. El producto fundido tiene un color semejante al del caramelo. Expuesto a la llama se hincha y arde.

2. Disolver 0,1 g de ácido ascórbico en 2 ml de agua y añadir unas gotas de  $\text{HNO}_3$  2,06M y 3 ó 4 gotas de nitrato de plata 0.1N, se debe formar un precipitado gris oscuro.

3. Disolver 0,04 g de vitamina C en 4 ml de agua y agregar 0,1 g de  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  y aproximadamente 20 mg de sulfato ferroso ( $\text{FeSO}_4$ ), agitar y dejar en repos, aparece un color violeta intenso, que desaparece al agregar lentamente 5 ml de ácido sulfúrico 1,39 M ó 1,02M

4. Disolver en 1 ml de agua 20 mg de ácido ascórbico y agregar 1 ml de Fehling A y 1 ml de Fehling B, se forma un precipitado amarillo anaranjado que al calentarlo vira a rojo ladrillo.

5. Disolver 0,10 g de ácido L- ascórbico en 2 ml de agua y agregar unas gotas de ácido nítrico 2,06M y algunas gotas de nitrato de plata 0.01N, se debe formar un precipitado gris oscuro.

6. Disolver 0,1 g de ácido L- ascórbico en 2 ml de agua, acidificar con ácido clorhídrico 0,1 N, (6 gotas) la solución se decolora con 2, 6 - diclorofenolindofenol al 3%, reducir la solución con nitrato de plata 0,1N, se produce inmediatamente un precipitado negro.

7. Preparar una solución acuosa al 2% de ácido ascórbico, tomar sólo 2 ml de la mezcla formada y adicionar unas 7 gotas de nitroprusiato de sodio (0,1M), alcalinizar con 1 ml de NaOH, 0,1 N, se observa una coloración azul oscura.

### **VI. PROCEDIMIENTO:**

#### **Experimento 1 (control)**

1. Diluir 5 ml de levadura con 40 ml de agua destilada.

2. Determinar el pH de la solución y repetir la medición dos veces más con intervalos de 3 minutos para obtener la línea basal.

3. Adicionar 5 ml de glucosa al 10%, agitar y medir el pH.

4. Determinar el pH de la solución cada 5 minutos cuatro veces, y luego cada 10 minutos dos veces más.

#### **Experimento 2. (Efecto del 2,4 dinitrofenol)**

1. Diluir 5 ml de levadura con 40 ml de agua destilada

2. Añadir por decantación (no pipetear) 0.2 ml de la solución de dinitrofenol 40 mmol/L concentración final de 200 µmol/L

3. Determinar el pH de la solución y repetir la medición dos veces más con intervalos de 3 minutos para obtener la Urea basal.

4. Esperar 5 minutos.

5. Adicionar 5 ml de glucosa al 10%, agitar y medir el pH.

6. Determinar el pH de la solución cada 5 minutos cuatro veces, y luego cada 10 minutos dos veces más.

*Experimento 3. (Efecto de la azida sódica)*

1. Diluir 5ml de glucosa con 40 ml de agua destilada.

2. Añadir por decantación (no pipetear) 0.5 ml de la solución de acida de sodio 400 mmol/L concentración final de 5 mmol/L Agitar con cuidado.

3. Determinar el pH de la solución y repetir la medición dos veces más con intervalos de 3 minutos para obtener la línea basal.

4. Esperar 5 minutos.

5. Adicionar 5 ml de glucosa al 10%, agitar y medir el pH.

6. Determinar el pH de la solución cada 5 minutos cuatro veces, y luego cada 10 minutos dos veces más.

*Extracción y preparación de la coenzima:*

a) Sacrifique el animal en la forma que se le indique.

b) Remueva rápidamente el tejido muscular.

c) Pese aproximadamente 1.2 g de músculo y colóquelo en un tubo de ensayo con 10 ml de agua hirviendo, durante 10 minutos, para inactivar la enzima. Deje enfriar a temperatura ambiente o con agua de chorro.

d) Vierta el contenido del tubo en un mortero, a temperatura ambiente, adicione 0.5 g de arena lavada y triture hasta formar una pasta homogénea de consistencia fina.

e) Traslade el homogenizado a un tubo y centrifugue a 1500 rpm por -espacio de 3 minutos.

f) Con una pipeta Pasteur traslade el sobrenadante producto de la centrifugación el cual contienen la coenzima a un vaso de precipitados de 200 ml, rotúlelo y manténgalo en hielo hasta su uso.

a) Pese aproximadamente 1.2 g. de músculo y llévelo al mortero.

b) Adicione 10 ml de NaCl 0.9% y 0.5 g. de arena lavada. Triture hasta obtener una pasta fina.

c) Lleve la mezcla a un tubo de centrifuga y colóquelo a 1500 rpm durante 3 minutos.

d) Retire el sobrenadante con una pipeta Pasteur colóquelo en un tubo de centrifuga y agregue 0.2 g. de carbón activado para remover la coenzima, mezcle por inversión tapando el tubo con el dedo pulgar. Deje la mezcla en reposo durante 30 minutos agitando por inversión ocasionalmente.

e) Centrifugue a 1500 rpm por 3 minutos. Separe el sobrenadante, colóquelo en un vaso de precipitado de 100 ml, rotúlelo y consérvelo en hielo hasta su uso.

Preparación del experimento

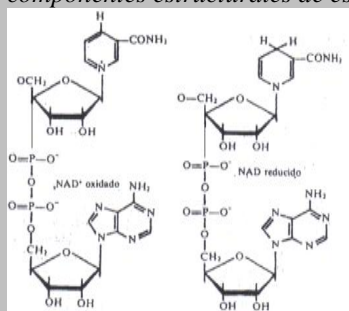
Para demostrar la reacción: enzima, coenzima y sustrato, coloque en tubos de ensayo limpios, secos y debidamente marcados del 1 al 4 en estricto orden los siguientes reactivos:

REACTIVOS	TUBOS			
	1	2	3	4
Solución de enzima (ml.)	1	1	1	0
Solución de coenzima (ml.)	0	1	1	1
Solución de KCN (ml)	1	1	1	1
Solución de ácido láctico (ml.)	1	1	0	1
Solución de azul de metileno (ml.)	1	1	1	1
Agua destilada	1	0	1	1

Mezcle por inversión, adicione desde una bureta 0.5 ml de aceite mineral con el objeto de darle condiciones anaeróbicas al experimento: Conserve los tubos en un baño maría a 37°C de 3 a 5 horas, al cabo de las cuales observe en qué tubos se presentó la decoloración del azul de metileno como prueba positiva del ensayo.

Nota: Es posible obtener una decoloración en menos tiempo, si el tejido está fresco y los reactivos debidamente preparados.

3. La siguiente es la representación química de la coenzima  $NAD^+$  y  $NADH$ . Escriba el nombre de los componentes estructurales de éstas coenzima.



### 1) Formación de piruvato a partir de glucosa

Tome dos tubos de ensayo y márquelos como A y B. Pipetee 3 ml de glucosa en cada uno. Agregue al tubo A 5 ml de suspensión de levadura en solución de  $Na_2HPO_4$  alcalina y al tubo B 5 ml de suspensión de levadura en solución de  $NaH_2PO_4$  ácida. Mezcle bien ambos tubos y colóquelos a incubar a 37°C durante hora y media. Al cabo de este tiempo agregar a cada uno de los tubos 2 ml de solución de ácido tricloroacético, mezclar vigorosamente y centrifugar durante 10 minutos a 2500 rpm. Separar los sobrenadantes para el reconocimiento de piruvato.

### 1. Preparación de las soluciones enzimáticas

Jugo de papaya:

Macere 30 g de papaya en un mortero y sin agregar agua, filtre a través de doble gasa o de muselina.

Rotule el filtrado como solución enzimática 1.

Ablandador de carne:

A 3g de ablandador de carne agregue 10 ml de agua destilada, mezcle y centrifugue. Separe el sobrenadante y rotúlelo como solución enzimática 2.

2. Ensayo de la prueba enzimática

En un tubo de ensayo pipetee 0.5 ml de cualquiera de las soluciones enzimáticas y adicione 3 ml de leche mezcla e incube a 50°C hasta la formación del coagulo. Agitando suavemente observe el incremento de viscosidad.

3. Efecto de la concentración de la papaína

Marque cuatro tubos de 3ensayo y prepare las siguientes soluciones:

En los tubos 1 y 2 y pipetee 0.5 ml de solución enzimática 1, agregue 0.5 ml de agua destilada a todos los tubos excepto al primero. Mezcle por inversión el contenido del tubo 2 y transfiera de este tubo 0.5 ml al tubo 3, mezcle y transfiera 0.5ml al tubo 4, descartando 0.5ml de éste último. Note que las diluciones quedaron de 1, 1/2, 1/3, 1/4 y 1/8 respectivamente.

4. Inhibición de las sulfidril proteasas

De la dilución que mejor le resultó la formación del coagulo, es decir, con mayor actividad enzimática, prepare 5 ml de esa dilución y llene los siguientes tubos.

REACTIVOS (ml)	1	2	3	4
Dilución enzimática	0.5	0.5	0.5	0.5
Agua destilada	0.1	0.1	-	-
Bicloruro de mercurio	-	-	0.1	0.1

Deje reposar 10 minutos y agregue 0.4 ml de agua destilada a los tubos impares, 0.2 ml de EDTA con 0.2 ml de cisteína a los pares. Mezcle y luego de 15 minutos de reposo realice el ensayo de la actividad enzimática a cada uno. Registre sus resultados.

AQ7,12  
AQ8,9  
AQ9,8  
AQ10,10  
AQ10,11  
AQ11,14

1. Empleando fórmulas estructurales y las enzimas específicas, escriba las reacciones que tienen lugar en la hidrólisis sucesiva de un tetranucleótido de ADN y otro de ARN.

2. ¿Cómo se distribuyen los ácidos nucleicos en las células y tejidos?

3. ¿Qué son los virus? Consigne en su informe una fotografía del virus de la inmunodeficiencia humana y del virus de la hepatitis B.

4. Escriba la reacción de la ninhidrina para identificar aminoácidos.

1. Escriba 3 ecuaciones químicas que ilustren las reacciones realizadas en los experimentos.

2. Consulte sobre la importancia bioquímica de las vitaminas hidrosolubles.

3. Clasifique y dé ejemplos de las vitaminas hidrosolubles atendiendo a su actividad como coenzimas en el metabolismo.

4. Escriba 3 alimentos en donde se encuentren naturalmente las vitaminas del complejo B, analizadas en el laboratorio.

5. Observe las siguientes formas moleculares de las

Actividades de consulta y comparación con las temáticas abordadas durante el protocolo.

vitaminas. Defina el término vitamero.

**RESULTADOS y CONSULTA:**

1. Hacer una gráfica de cada uno de los experimentos, utilizar los valores de las lecturas de pH contra el tiempo.

2. Analizar el significado de los cambios de pH en el experimento control con dinitrofenol como desacoplante y con azida de sodio.

3. Hacer una relación de las vías que producen estos cambios; tomar en cuenta que las levaduras poseen una ATPasa de protones en la membrana mitocondrial que se encarga de sintetizar el ATP y que tiene otra ATPasa de protones en la membrana plasmática cuya función es similar a la bomba  $N+IK+$  en las células de los mamíferos. (Ver figura).

4. ¿Cuáles son los productos finales del catabolismo de los carbohidratos en las levaduras? Resuma en un mapa conceptual.

Escriba en el siguiente cuadro los resultados:

TUBOS	1	2	3	4
RESULTADOS (minutos)				

Utilice la siguiente notación: (+) si el tubo presenta decoloración (-) si en el tubo no se decolora el azul de metileno.

1. Empleando fórmulas estructurales, escriba la reacción que tiene lugar entre: la enzima coenzima y sustrato (consulte la estructura de la enzima láctico deshidrogenasa)

2. Los tubos 1, 3 y 4 no contienen: coenzima, sustrato y enzima respectivamente. Explique los resultados y escriba una razón por la cual usted considere que éstos tres tubos deben prepararse así.

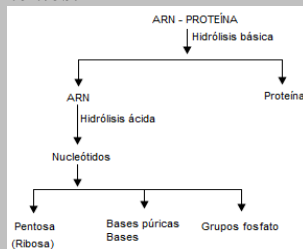
1. Interprete por escrito los resultados obtenidos en cada tubo.

2. Describa un método que incluya el empleo de los inhibidores para demostrar la presencia de intermediarios.

3. ¿Qué importancia tiene el estudio de intermediarios metabólicos?

AQ7,7  
AQ7,9  
AQ7,10  
AQ7,11

V. MATERIAL DE PRUEBA: El siguiente esquema representa la forma de hidrólisis in vitro del ácido ribonucleico (ARN), para el posterior reconocimiento de sus componentes:



Aplicación de técnicas de análisis, in vitro (tienen lugar en un ambiente artificial), establecer y comprobar algunas características de los ácidos nucleicos.

Extracción del ARN y reconocimiento de sus

componentes: En un mortero macere 5.0 g de levadura, agregando lentamente 15 ml de NaOH, 0.2% continúe macerando hasta obtener una mezcla cremosa y suave. Vierta la mezcla a un erlenmeyer de 125 ml lave el mortero y el pistilo con tres alícuotas de 5 ml cada una de NaOH, 0.2% y adiciónale al erlenmeyer. Caliente la o suspensión por 30 minutos a una temperatura de 90 a 100 °C en baño maría. Filtre a través de varias capas de gasa o de muselina y enfríe. Reconocimiento cualitativo de las proteínas asociadas con el ARN. Coloque 2 ml de la suspensión en un tubo de ensayo y adiciónales 5 ml del reactivo de Biuret. Escriba sus observaciones. Mida volumétricamente 1.0 ml del patrón de albúmina y adicione 2 ml del reactivo e de Biuret, mezcle y coloque a 37 °C durante 10 minutos. Reconocimiento de los componentes del ARN. Por medio de una hidrólisis ácida se llevará a cabo la extracción de los componentes del ARN. Adicione a la solución restante en el erlenmeyer, 20 ml de H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> al 10%, hierva por 10 minutos o caliente en un baño de vapor por 15 ó 20 minutos.

*a. Reconocimiento de las purinas del ARN*

Coloque 2 ml del hidrolizado frío en un tubo de ensayo, adicione 3 ml de NH<sub>4</sub>OH al 10%. (La mezcla, debe quedar con un exceso de NH<sub>4</sub>OH), luego agregue 10 gotas de la solución de AgNO<sub>3</sub>, al 2%. La prueba es específica para las bases nitrogenadas derivadas del anillo heterocíclico purina.

*b. Reconocimiento de las pentosas del ARN*

1. A 1.0 ml del hidrolizado medido en un tubo de ensayo, adicione 3.0 ml del reactivo de Bial; mezcle bien y caliente suavemente hasta que la mezcla inicie su ebullición.

2. A 1.0 ml del hidrolizado medido en un tubo de ensayo, adicione 2 ml de HCl concentrado y 0.5 ml de FeCl<sub>3</sub>.6H<sub>2</sub>O, pero sin orcinol. Caliente suavemente hasta que la mezcla inicie la ebullición. Escriba sus resultados.

3. A 1.0 ml de una solución patrón de ribosa o de arabinosa al 0.1 %, adicione 3 ml del reactivo de Bial, mezcle bien y caliente suavemente hasta que la mezcla inicie la ebullición.

4. A 1.0 ml de una solución patrón de glucosa al 0.1% adiciónale 3 ml del reactivo de Bial; mezcle bien y caliente suavemente hasta que el contenido del tubo Inicie su ebullición. Observe los resultados.

5. Reconocimiento de los grupos fosfato del ARN. Mida 1.0 ml del hidrolizado, adicione lentamente 2 ml de HNO<sub>3</sub> al 10% y 2 ml. de molibdato de amonio. Caliente a ebullición por 2 minutos y deje en reposo. Tenga en cuenta los resultados. Mida 1.0 ml del patrón de fosfatos, adicione lentamente 2 ml. de HNO<sub>3</sub> al 10% y 2 ml de molibdato de amonio. Caliente a ebullición

por 2 minutos deje en reposo y tenga en cuenta los resultados.

## 2. Extracción de ADN y reconocimiento.

La presencia del ADN en un homogenizado se puede determinar empleando la reacción de difenilamina, cuyo fundamento consiste en que en solución ácida la cadena lineal de la desoxipentosa se convierte a la forma hidroxilevulíneoaldehído compuesto altamente reactivo que al adicionarle la difenilamina produce un complejo de color azul.

Procedimiento: Macere en un mortero 2.0g de carne pulpa y fresca, agregue 10 ml, de ácido tricloroacético al 10%. Mezcle con una varilla de vidrio y colóquelo en un tubo de ensayo en un baño de agua a 90°C - 95°C durante 15 minutos agitando ocasionalmente. Filtre con papel de nitro y enfríe. A 2 ml del filtrado medidos en un tubo de ensayo agregue 5 ml del reactivo de difenilamina, deje el tubo de 5 a 10 minutos en un baño de agua a ebullición. Enfríe con hielo y observe los resultados.

A 2.0 ml de la solución patrón de ácido nucleico al 1% medidos en un tubo de ensayo agregue 5 ml del reactivo de difenilamina, deje el tubo de 5 a 10 minutos en un baño de agua a ebullición. Enfríe con hielo y observe los resultados. En un tubo de ensayo calentar 1,0 ml de la solución del aminoácido patrón al 1%, agregar 0,5 ml de la solución de ninhidrina. Calentar al baño maría por 10 minutos. Observar la coloración formada. En un tubo de ensayo calentar 1.0 ml del filtrado, luego agregue 0.5 ml de la solución de ninhidrina. Calentar al baño de María por 10 minutos. Observar la coloración formada.

AQ7,12  
AQ8,9  
AQ9,8  
AQ12,10

Empleando fórmulas estructurales, escriba la reacción que tiene lugar entre: la enzima coenzima y sustrato (consulte la estructura de la enzima láctico deshidrogenasa)

Hacer una gráfica de cada uno de los experimentos, utilizar los valores de las lecturas de pH contra el tiempo.

Analizar el significado de los cambios de pH en el experimento control con dinitrofenol como desacoplante y con azida de sodio.

Hacer una relación de las vías que producen estos cambios; tomar en cuenta que las levaduras poseen una ATPasa de protones en la membrana mitocondrial que se encarga de sintetizar el ATP y que tiene otra ATPasa de protones en la membrana plasmática cuya función es similar a la bomba  $N+IK+$  en las células de los mamíferos. (Ver figura).

Empleando fórmulas estructurales y las enzimas específicas, escriba las reacciones que tienen lugar en la hidrólisis sucesiva de un Escriba la reacción de la

Actividades que implican cálculos algorítmicos, desarrollo de cuestionarios y tabulación de datos.

	<i>ninhidrina para identificar aminoácidos.</i>	
	<i>Escriba 3 ecuaciones químicas que ilustren las reacciones realizadas en los experimentos.</i>	
AQ8,6	<i>Vitaminas hidrosolubles: B1, B6, B3 y C.</i>	<i>Utilización de material de prueba de uso común de los estudiantes.</i>
AQ11,6	<i>Levadura en pasta.</i>	
AQ12,8	<i>Leche entera cruda y fresca, ablandadores de carne comerciales de diferentes marcas</i>	
AQ10,5	<i>Un ratón macho adulto o una paloma. Carne de res o de cerdo bien fresca.</i>	<i>Aplicación de pruebas en material biológico vivo o derivado de este.</i>

Se observan seis aspectos que caracterizan la estructura sintáctica, a continuación se mencionan:

- Seguimiento de protocolos.
- Actividades de consulta y comparación con las temáticas abordadas durante el protocolo.
- Aplicación de técnicas de análisis, in vitro (tienen lugar en un ambiente artificial), establecer y comprobar algunas características de los ácidos nucleicos.
- Actividades que implican cálculos algorítmicos, desarrollo de cuestionarios y tabulación de datos.
- Utilización de material de prueba de uso común de los estudiantes.
- Aplicación de pruebas en material biológico vivo o derivado de este.

En relación con la primera tendencia, cabe destacar que es mayoritaria; se evidencia el seguimiento a protocolos.

*Ejemplo: AQ7,8 "A. ENSAYOS CON LA TIAMINA- 1. Disolver 10 mg de tiamina en 3 ml de agua destilada, agregar 1 ml de NaOH 2M, adicionar 4 gotas de Ferricianuro de potasio 0,15M, la solución permanece con una coloración amarilla pálida, agitar y depositar 5 ml de butanol, permitir el reposo de la solución por 5 minutos, al cabo de los cuales a la luz clara del día o a la luz ultravioleta (365 nm) la capa del n - butanol muestra una fluorescencia violeta."*

Como segunda tendencia se evidencia la tendencia hacia el desarrollo de actividades de consulta y comparación con las temáticas abordadas durante el protocolo.

*Ejemplo: AQ,7,12 "-1. Empleando fórmulas estructurales y las enzimas específicas, escriba las reacciones que tienen lugar en la hidrólisis sucesiva de un tetranucleótido de ADN y otro de ARN.*  
*2. ¿Cómo se distribuyen los ácidos nucleicos en las células y tejidos?*  
*3. ¿Qué son los virus? Consigne en su informe una fotografía del virus de la inmunodeficiencia humana y del virus de la hepatitis B.*  
*4. Escriba la reacción de la ninhidrina para identificar aminoácidos.*

En tercer lugar la tendencia a la aplicación de técnicas de análisis, in vitro (tienen lugar en un ambiente artificial), establecer y comprobar algunas características de los ácidos nucleicos.

*Ejemplo: AQ7,9 “Extracción del ARN y reconocimiento de sus componentes: En un mortero macere 5.0 g de levadura, agregando lentamente 15 ml de NaOH, 0.2% continúe macerando hasta obtener una mezcla cremosa y suave. Vierta la mezcla a un erlenmeyer de 125 ml lave el mortero y el pistilo con tres alícuotas de 5 ml cada una de NaOH, 0.2% y adiciónale al erlenmeyer. Caliente la o suspensión por 30 minutos a una temperatura de 90 a 100 °C en baño maría. Filtre a través de varias capas de gasa o de muselina y enfríe. Reconocimiento cualitativo de las proteínas asociadas con el ARN. Coloque 2 ml de la suspensión en un tubo de ensayo y adiciónales 5 ml del reactivo de Biuret. Escriba sus observaciones.”*

La cuarta tendencia al desarrollo de actividades que implican cálculos algorítmicos, desarrollo de cuestionarios y tabulación de datos.

*Ejemplo: AQ7,12” Empleando fórmulas estructurales, escriba la reacción que tiene lugar entre: la enzima coenzima y sustrato (consulte la estructura de la enzima láctico deshidrogenasa)*

*Hacer una gráfica de cada uno de los experimentos, utilizar los valores de las lecturas de pH contra el tiempo.*

Como quinta tendencia a la utilización de material de prueba de uso común de los estudiantes.

*Ejemplo: AQ8,6 “Vitaminas hidrosolubles: B1, B6, B3 y C.”*

En sexta y última tendencia cabe anotar que es la tendencia minoritaria se evidencia la aplicación de pruebas en material biológico vivo o derivado de este.

*Ejemplo: AQ10,5 “Un ratón macho adulto o una paloma. Carne de res o de cerdo bien fresca.”*

**- Aspectos relacionados con Estructura Organizativa de la Bioquímica, Universidad A, Licenciatura en Química.**

*Tabla 4.14. Estructura Organizativa de la Bioquímica del programa de Licenciatura en Química de la Universidad A (AQ)*

<i>UI</i>	<i>PROPOSICIONES</i>	<i>INTERPRETACIÓN</i>
<i>AQ7,3- AQ8,2 AQ8,3- AQ9,2 AQ10,2</i>	<i>Los complejos de los ácidos nucleicos unidos con proteínas básicas, reciben en conjunto el nombre de asociaciones supramoleculares y <u>deben ser separados tras la utilización de la hidrólisis básica</u>. Las dos clases de ácidos nucleicos presentan en su estructura diferencias importantes, por ejemplo, el azúcar del ribonucleico (ARN) es la ribosa y la pentosa del ácido desoxirribonucleico (ADN) es la desoxirribosa. En cuanto a la composición de las bases nitrogenadas el ARN contiene: Adenina, Guanina, Citosina, Uracilo; y el ADN contiene: Adenina, Guanina, Citosina y Timina.</i>	<i>Información relacionada con la Biología</i>

AQ7,4- AQ9,2- AQ12,5	<i>El ARN se aisló primero de la levadura. La hidrólisis alcalina produce ARN más proteínas. Posteriormente hidrólisis ácida del ARN origina pentosas, purinas, pirimidinas y ácido fosfórico. <u>El ADN se ha aislado del timo, hígado o tejido muscular de vacunos utilizando hidrólisis ácida moderada para separarlo de las proteínas.</u></i>	<i>Datos históricos. Relación con otras disciplinas (Historia y Medicina)</i>
AQ7,2	<i>Los ácidos nucleicos son polímeros de nucleótidos, los cuales a su vez están formados por una base nitrogenada unida a una pentosa (ribosa o desoxirribosa) por un enlace de tipo N – β - glicosídico. Cuando uno o más de los hidroxilos libres de la pentosa se esterifican con H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> se completa la estructura del nucleótido. El esquema siguiente resume la hidrólisis de los ácidos nucleicos:</i>	<i>Información general de biomoléculas relacionada con la Química orgánica</i>
AQ10,2	<i><u>La enzima que cataliza</u> la conversión del lactato en piruvato es la láctica deshidrogenasa (LDH), la cual está ampliamente distribuida en el músculo, hígado corazón y riñón, siendo su función la de catalizar la oxidación reversible del lactato removiendo o adicionando dos (H<sup>+</sup>). Para efectuar dicha función es necesaria la intervención de una coenzima cuyo precursor vitamínico es la Niacina una de las vitaminas del complejo B, el NAD<sup>+</sup> (Nicotinamín-adenín-dinucleótido) también ampliamente distribuida en los tejidos de los mamíferos y que participa en muchos sistemas enzimáticos de oxido reducción. En tales reacciones, pasa de la forma oxidada (NAD<sup>+</sup>) a la forma reducida (NADH<sup>+</sup> +H<sup>+</sup>) ésta última puede ser re oxidada en reacciones posteriores, por flavoprotefnas-o por ejemplo, compuestos artificiales como el azul de metileno, el cual se reduce pasando a su forma incolora, razón por la cual éste reactivo puede usarse como <u>indicador In vitro</u> de las reacciones de oxido reducción. Al ensayar la reacción con la enzima láctica deshidrogenasa, el producto Piruvato debe ser removido por la adición de KCN (para formar la cianhidrina correspondiente) y de esta manera permitir que la reacción proceda en un solo sentido. <u>Para lograr la re-oxidación del colorante (AM) el experimento debe realizarse en condiciones anaeróbicas.</u></i>	<i>Información relacionada con la enzimología</i>

Se presentan cuatro tendencias en relación con los aspectos relacionados con la Estructura Organizativa de la Bioquímica:

- Información relacionada con la Biología
- Datos históricos. Relación con otras disciplinas (Historia y Medicina), lo que pone en evidencia el carácter interdisciplinar de la bioquímica.
- Información relacionada con la Química Orgánica
- Información relacionada con la Enzimología

En primera instancia se evidencia la tendencia acerca de la información relacionada con la Biología, en la que se abordan aspectos sobre los ácidos nucleicos.

*Ejemplo: AQ7,3 “Los complejos de los ácidos nucleicos unidos con proteínas básicas, reciben en conjunto el nombre de asociaciones supramoleculares y deben ser separados tras la utilización de la hidrólisis básica. Las dos clases de ácidos nucleicos presentan en su estructura diferencias importantes, por ejemplo, el azúcar del ribonucleico (ARN) es la ribosa y la pentosa del ácido desoxirribonucleico (ADN) es la desoxirribosa. En cuanto a la composición de las bases nitrogenadas el ARN contiene: Adenina, Guanina, Citosina, Uracilo; y el ADN contiene: Adenina, Guanina, Citosina y Timina.”*

En segunda instancia, se encuentra la tendencia acerca de algunos datos relacionados con la historia lo que evidencia el carácter cambiante en el desarrollo de la Bioquímica y la relación de la Bioquímica con otras disciplinas.

*Ejemplo: AQ7,4 “El ARN se aisló primero de la levadura. La hidrólisis alcalina produce ARN más proteínas. Posteriormente hidrólisis ácida del ARN origina pentosas, purinas, pirimidinas y ácido fosfórico. El ADN se ha aislado del timo, hígado o tejido muscular de vacunos utilizando hidrólisis ácida moderada para separarlo de las proteínas.”*

En tercer lugar se evidencia información relacionada con la Química Orgánica a nivel de explicación de las estructuras químicas, moleculares, tipos de enlaces y reacciones que se presentan en las reacciones Bioquímicas.

*Ejemplo: AQ7,2 “Los ácidos nucleicos son polímeros de nucleótidos, los cuales a su vez están formados por una base nitrogenada unida a una pentosa (ribosa o desoxirribosa) por un enlace de tipo N – β - glicosídico. Cuando uno o más de los hidroxilos libres de la pentosa se esterifican con  $H_3PO_4$  se completa la estructura del nucleótido. El esquema siguiente resume la hidrólisis de los ácidos nucleicos:”*

Y minoritariamente, se encuentra la información relacionada con la Enzimología, en la cual se abordan los mecanismos de acción de las enzimas, los catalizadores y la influencia de de los diversos factores en la velocidad de las reacciones enzimáticas.

*Ejemplo: AQ10,2 “La enzima que cataliza la conversión del lactato en piruvato es la láctico deshidrogenasa (LDH), la cual está ampliamente distribuida en el músculo, hígado corazón y riñón, siendo su función la de catalizar la oxidación reversible del lactato removiendo o adicionando dos ( $H^+$ ). Para efectuar dicha función es necesaria la intervención de una coenzima cuyo precursor vitamínico es la Niacina una de las vitaminas del complejo B, el  $NAD^+$  (Nicotinamín-adenín-dinucleótido)”*

En referencia a las categorías hasta aquí analizadas, cabe destacar con respecto a la relación Teoría- práctica, que se evidencia la relación explícita de la teoría con la práctica, en tanto que luego de presentar estos elementos teóricos, la guía se centra en la aplicación de protocolos para el reconocimiento de las biomoléculas. Este hecho pone de presente que la guía no es asumida de una manera técnica, por cuanto, la introducción constituye un referente, que si bien no se relaciona de manera directa con el protocolo a aplicar, no reduce la práctica al mero seguimiento de procedimientos.

Se plantean de manera explícita ejercicios, con enfoque investigativo y se corresponden con el desarrollo de los niveles de independencia cognoscitiva de los estudiantes.

Dichos ejercicios, de carácter experimental permiten que los alumnos comprendan las temáticas que se presentan, sobre la base de la observación y las acciones prácticas, que promueven el desarrollo de habilidades características del trabajo científico experimental, como un componente esencial del pensamiento y modo de actuar científico investigativo.

Estas actividades experimentales son una vía de lograr el vínculo teoría y práctica, que desarrolla conocimientos y habilidades intelectuales y manuales, utiliza la observación y la práctica; y está relacionada con la actividad investigativa en su concepción y modo de proceder.

En el análisis de las finalidades de los trabajos prácticos de la bioquímica planteadas en las guías de laboratorio se evidencian procesos de comprensión y aplicación de algunas técnicas de análisis aplicado a identificar algunas características de las biomoléculas en muestras de sustancia y posterior evaluación de los resultados.

Aplicar técnicas *in-vitro* implica que el estudiante debe conocer y aplicar las normas éticas para el manejo adecuado de los animales de laboratorio. Comprender la trascendencia de efectuar experimentos con animales de laboratorio y la importancia del bienestar animal. Se debe proporcionar al investigador-estudiante, los conocimientos teóricos y prácticos esenciales para el desarrollo del ejercicio de investigación a realizar, del tal forma que le sirva de apoyo para la futura investigación. Así mismo, constituye una forma de estimular al investigador-estudiante en desarrollar habilidades de investigación, mediante la asignación de proyectos cortos. A fin de permitir un análisis más detallado y más conveniente que se puede hacer con organismos completos. Esta técnica de análisis que se conoce como "experimentos de tubo de ensayo" facilita el aprendizaje, teniendo en cuenta que los organismos vivos son sistemas extremadamente complejos funcionales que se componen de biomoléculas.

De otra parte, se podría decir que se evidencia la aplicación de pruebas cualitativas para identificar características en sustancias de uso común a los estudiantes, lo cual facilita la apropiación de habilidades que se requieren en el trabajo científico en ciencias.

En cuanto a los materiales y reactivos, hacen parte de las herramientas que se utilizan en la dinámica del laboratorio, lo cual implica que el estudiante desarrolle habilidades en el manejo de estos para realizar mediciones, repeticiones, control de variables, diseño de pruebas de análisis. En el manejo de estos implementos debe tenerse en cuenta las normas de bioseguridad que no plantean las guías en este caso.

Se destaca también el planteamiento de actividades de verificación e ilustración de los temas disciplinares a nivel descriptivo expuestos en las guías y en algunos casos, de ejercicios prácticos para el desarrollo de habilidades prácticas, intelectuales y de seguimiento de instrucciones.

En las formas de evaluación se plantean actividades que implican que el estudiante relacione el desarrollo del protocolo con los resultados y realice la reflexión final sobre el trabajo práctico de laboratorio para que comprenda por qué y para qué se realizó.

El trabajo de análisis y realización de cálculos algorítmicos son actividades que favorecen el desarrollo de habilidades cognitivas y que implican la comprensión del trabajo en ciencias, la resolución de problemas a nivel experimental, trabajo que se contextualiza en la práctica en el caso de la bioquímica mediante técnicas de análisis in vivo e in-vitro. Como también posibilitan que el estudiante elabore explicaciones teóricas a nivel científico del mundo natural que está su alcance. De otra parte el manejo de material requiere normas de bioseguridad que no se plantean en la guía.

La evaluación se presenta en las guías de laboratorio, mediante actividades en las que se plantean relaciones entre ecuaciones químicas, construcción de gráficas y tablas de datos, con datos que se relacionan con los resultados del desarrollo del protocolo.

Se encuentran aspectos relacionados con la Estructura Sustantiva: Información a nivel biológico acerca de algunas características generales de las vitaminas; información a nivel químico acerca de la estructura de los ácidos nucleicos, información a nivel biológico acerca del proceso de la cadena respiratoria y las transformaciones energéticas celulares, información a nivel biológico acerca de la fermentación, información a nivel químico acerca de las características de las enzimas digestivas, información a nivel biológico acerca del proceso de la Glucólisis.

En relación con la Estructura sintáctica, cabe destacar que es mayoritaria; se evidencia información a nivel biológico acerca de algunas características generales de las vitaminas. Se observan seis aspectos que caracterizan la estructura sintáctica, a continuación se mencionan: Seguimiento de protocolos, actividades de consulta y comparación con las temáticas abordadas durante el protocolo.

Aplicación de técnicas de análisis, in vitro (tienen lugar en un ambiente artificial), establecer y comprobar algunas características de los ácidos nucleicos.

Actividades que implican cálculos algorítmicos, desarrollo de cuestionarios y tabulación de datos, utilización de material de prueba de uso común de los estudiantes y aplicación de pruebas en material biológico vivo o derivado de este.

Finalmente, se presentan aspectos relacionados con la Estructura Organizativa de la Bioquímica: Información relacionada con la Biología, datos históricos. Relación con otras disciplinas (Historia y Medicina), lo que pone en evidencia el carácter interdisciplinar de la bioquímica, información relacionada con la Química Orgánica, e información relacionada con la Enzimología

**- Análisis por categorías de las guías de laboratorio de Bioquímica de la Universidad B, Licenciatura en Biología.**

En este apartado se presenta el análisis de contenido, una vez identificadas las unidades de información, se agrupan y se ubican en categorías y sub categorías si es el caso, para proceder luego a la descripción.

**Categoría 1. Naturaleza de las Guías de Laboratorio de Bioquímica, Universidad B, Licenciatura en Biología.**

**-Relación Teoría-Práctica**

*Tabla 4.15. Relación teoría – práctica de las guías de laboratorio de bioquímica de la Licenciatura en Biología de la Universidad B. (BB)*

<b>UI</b>	<b>PROPOSICIONES</b>	<b>INTERPRETACIÓN</b>
BB13,2 BB14,2 BB15,2 BB15,3 BB16,2 BB16,3 BB16,4 BB18,2	<p><i>Las sales minerales disociadas e aniones (por ejemplo el Cl<sup>-</sup>) y cationes (Na<sup>+</sup> y K<sup>+</sup>) son importantes para mantener la presión osmótica y el equilibrio ácido – base de la célula.</i></p> <p><i>Los hidratos de carbono, compuestos por carbono, hidrógeno y oxígeno, representa la principal fuente de energía celular y son también constituyentes estructurales importantes de las paredes celulares y de sustancias intercelulares.</i></p> <p><i>La proteína es cualquiera de los numerosos compuestos orgánicos constituidos por aminoácidos unidos por enlaces peptídicos que intervienen en diversas funciones vitales esenciales, como el metabolismo, la contracción muscular o la respuesta inmunológica.</i></p> <p><i>Las proteínas sirven sobre todo para construir y mantener las células, aunque su descomposición química proporciona energía.</i></p> <p><i>Las enzimas son cualquiera de las numerosas sustancias orgánicas especializadas compuestas por polímeros de aminoácidos, que actúan como catalizadores en el metabolismo de los seres vivos.</i></p> <p><i>Las enzimas se clasifican en varias categorías: hidrolíticas, oxidantes y reductoras, dependiendo del tipo de reacción que controlen.</i></p> <p><i>Las enzimas se denominan añadiendo asa al nombre del sustrato con el cual reaccionan. La enzima que controla la descomposición de la urea recibe el nombre de ureasa;</i></p>	<p><i>Presenta información teórica a nivel químico, acerca de algunos componentes de la célula, sales minerales, aniones, cationes, hidratos de carbono y las proteínas.</i></p>

<p>BB16,7 BB17,2 BB17,3 BB17,4 BB18,2</p>	<p>Mediante esta experiencia, vamos a ver la actividad de otra enzima, la amilasa o ptialina, presente en la saliva. Esta enzima actúa sobre el polisacárido almidón, hidrolizando el enlace O-glucosídico, por lo que el almidón se terminará por transformar en unidades de glucosa. Es importante que recuerdes las reacciones características de glúcidos para comprender esta experiencia.</p> <p>-Las grasas reaccionan en caliente con el hidróxido de sodio o de potasio descomponiéndose en los dos elementos que la forman: glicerina y los ácidos grasos. Estos se combinan con los iones de sodio o potasio del hidróxido para dar jabones, que son en definitiva las sales sódicas o potásicas de los ácidos grasos.</p> <p>-Las grasas se colorean en rojo anaranjado por el colorante denominado Sudán III.</p> <p>Las grasas son insolubles en agua, cuando se agitan fuertemente en ella se dividen en pequeñísimas gotitas formando una “emulsión” de aspecto lechoso, que es transitoria, pues desaparece en reposo, por reagrupación de las gotitas de grasa en una capa que por su menor densidad se sitúa sobre la de agua.</p> <p>Por el contrario, las grasas son solubles en los llamados disolventes orgánicos como el éter, benceno, xilol, cloroformo, etc.</p> <p>Los ácidos nucleicos son polímeros de elevado peso molecular cuya unidad o componente fundamental es el mononucleotido, el cual consiste de una base nitrogenada púrica o pirimídica, una pentosa y ácido fosfórico. Existen dos tipos de ácidos nucleicos que son: el ácido desoxirribonucleico (DNA) y el ácido ribonucleico (RNA).</p>	<p>Fundamentación de la técnica.</p> <p><b>(Centra-contextualiza el estudiante para la práctica)</b></p>
<p>BB18,2</p>	<p>En 1962, James D. Watson y Francis Crick recibieron, junto con M. Wilkins, el premio nobel de medicina y fisiología. La aportación de estos dos científicos a la ciencia consistió en el modelo de estructura espacial del ácido desoxirribonucleico (ADN): dos cadenas de polinucleótidos enrollados una alrededor de la otra y unidas mediante enlaces puente de hidrógeno entre bases complementarias, es decir el modelo de la doble hélice.</p>	<p>Algunos datos históricos.</p> <p><b>(Evidencia del carácter cambiante de la BQ)</b></p>

Se encuentran tres tendencias respecto a la presentación de aspectos teóricos y su relación con la práctica:

- Introducción teórica sobre estructura y clasificación de biomoléculas.
- Fundamentación de técnicas de reconocimiento y análisis cualitativo de biomoléculas y aplicación práctica de las mismas.
- Presentación de algunos datos históricos.

Respecto a la primera tendencia, cabe destacar que es la mayoritaria. Las guías hacen énfasis en la presentación de los contenidos relacionados con la estructura, composición y clasificación de biomoléculas a nivel general.

*Ejemplo: BB14,2 “INTRODUCCIÓN: Los hidratos de carbono, compuestos por carbono, hidrógeno y oxígeno, representan la principal fuente de energía celular y son también constituyentes estructurales importantes de las paredes celulares y de sustancias intercelulares. Los compuestos de carbono se clasifican de acuerdo con el número de monómeros que contienen. ...Los polisacáridos, resultan de la condensación de muchos monómeros de hexosa con la correspondiente pérdida de moléculas de agua. Su fórmula  $(C_4H_{10}O_3)_n$ .*

*Ejemplo: BB14,3 “PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL: PREPARACIÓN DE LA MUESTRA: Para realizar las siguientes determinaciones, prepare los glúcidos a una concentración del 1% en solución acuosa*

En segundo lugar, presenta la fundamentación de técnicas de reconocimiento y análisis cualitativo de biomoléculas y aplicación práctica de las mismas.

*Ejemplo: BB16,7 “Mediante esta experiencia, vamos a ver la actividad de otra enzima, la amilasa o ptialina, presente en la saliva. Esta enzima actúa sobre el polisacárido almidón, hidrolizando el enlace O-glucosídico, por lo que el almidón se terminará por transformar en unidades de glucosa. Es importante que recuerdes las reacciones características de glúcidos para comprender esta experiencia.”*

Y en tercer lugar, las guías presentan datos históricos que ponen en relevancia el carácter cambiante de la Bioquímica.

*Ejemplo: BB18,2 “En 1962, James D. Watson y Francis Crick recibieron, junto con M. Wilkins, el premio nobel de medicina y fisiología. La aportación de estos dos científicos a la ciencia consistió en el modelo de estructura espacial del ácido desoxirribonucleico (ADN): dos cadenas de polinucleótidos enrollados una alrededor de la otra y unidas mediante enlaces puente de hidrógeno entre bases complementarias, es decir el modelo de la doble hélice.”*

## **Categoría 2. Finalidades de las guías de Laboratorio de Bioquímica, Universidad B, Licenciatura en Biología.**

Tabla 4.16. Finalidades de las guías de laboratorio de bioquímica de la Licenciatura en Biología de la Universidad B. (BB)

UI	PROPOSICIONES	INTERPRETACIÓN
BB13,1	<i>Conocer el proceso de la coagulación de la leche, como técnica para poder obtener el suero de la leche (fracción líquida) en el que quedan fundamentalmente las sales que pretendemos identificar. <u>Identificar</u> los carbohidratos de importancia</i>	<i>Aplicación de técnicas específicas de análisis, cualitativo para establecer y comprobar la presencia de biomoléculas en las sustancias problema.</i>
Bb14,1		
BB18,1		
BB17,1		

	<p><i>biológica mediante la hidrólisis del enlace glicosídico en un disacárido y un polisacárido. Aislar de las levaduras una proporción de ácidos nucleicos.</i></p> <p><i>Fraccionar e identificar colorimétricamente el azúcar y el grupo fosfato que constituyen a estas biomoléculas.</i></p> <p><i>Reconocer ciertas propiedades de los lípidos, algunas de las cuales pueden servirnos para su identificación, considerando que los lípidos se colorean selectivamente de rojo – anaranjado con el colorante Sudán III.</i></p>	<p><b>(Acercar a los fenómenos, demostrar o ilustrar)</b></p>
<p>BB14,1 BB15,1 BB16,1</p>	<p><i>Demostrar que en la composición de la materia viva entran a formar parte las sales minerales.</i></p> <p><i>Identificar las proteínas de importancia biológica contenidas en la clara del huevo mediante la hidrólisis del enlace peptídico de los aminoácidos que las componen.</i></p> <p><i>Identificar la presencia de la enzima catalasa en tejidos animales y vegetales, comprobar la acción de la temperatura sobre la actividad de las enzimas y la acción hidrolítica de la amilasa.</i></p>	<p><i>Reconocimiento de algunas propiedades de las biomoléculas mediante pruebas específicas de análisis cualitativo en muestras de origen vegetal y animal y alimentos de uso común.</i></p> <p><b>(Acercar a los fenómenos, demostrar, ilustrar, desarrollar habilidades, comprobar principios y/o teorías, resolver problemas)</b></p>

En la tabla anterior se presentan las finalidades planteadas en las guías de laboratorio como parte de aplicación de técnicas de análisis de algunas biomoléculas. Se encuentran dos tendencias respecto a la presentación de las finalidades:

- Aplicación de técnicas específicas de análisis, cualitativo para establecer y comprobar la presencia de biomoléculas en las sustancias problema.
- Reconocimiento de algunas propiedades de las biomoléculas mediante pruebas específicas de análisis cualitativo en muestras de origen vegetal y animal y alimentos de uso común.

En relación con la primera tendencia, cabe destacar que es mayoritaria. Consiste en la aplicación de técnicas específicas de análisis, cualitativo para establecer y comprobar la presencia de biomoléculas en las sustancias problema.

*Ejemplo. BB13, 1 “Conocer el proceso de la coagulación de la leche, como técnica para poder obtener el suero de la leche (fracción líquida) en el que quedan fundamentalmente las sales que pretendemos identificar.”*

Respecto a la segunda tendencia, cabe destacar que es minoritaria. Las guías hacen énfasis en la aplicación de pruebas cualitativas específicas de análisis en muestras de origen vegetal y animal y alimentos de consumo común.

*Ejemplo: BB16,1 “Identificar la presencia de la enzima catalasa en tejidos animales y vegetales, comprobar la acción de la temperatura sobre la actividad de las enzimas y comprobar la acción hidrolítica de la amilasa”.*

### **Categoría 3. Aspectos metodológicos de las guías de Laboratorio de Bioquímica, Universidad B, Licenciatura en Biología.**

Con relación a los aspectos metodológicos mayoritariamente están planteados como el seguimiento de instrucciones de orden manual para el desarrollo de los procedimientos.

*Tabla 4.17. Aspectos metodológicos de las guías de laboratorio de Bioquímica de la Licenciatura en Biología de la Universidad B. (BB)*

<b>UI</b>	<b>PROPOSICIONES</b>	<b>INTERPRETACIÓN</b>
<b>BB13,3-BB13,4</b> <b>BB13,5-BB14,3</b> <b>BB14,4-BB14,5</b> <b>BB14,6-BB15,4</b> <b>BB15,5-BB15,6</b> <b>BB15,7-BB16,5</b> <b>BB16,6-BB16,7</b> <b>BB16,8-BB17,2</b> <b>BB17,3-BB17,4</b> <b>BB17,5-BB18,3</b> <b>BB18,4-BB18,5</b> <b>BB13,4-BB14,3</b> <b>BB14,4-BB15,5</b> <b>BB15,6-BB15,7</b> <b>BB18,3-BB18,4</b>	<i>Se plantean instrucciones de procedimiento como añadir, mezclar, observar, analizar, colocar, pesar, adicionar, medir volúmenes, agregar reactivos, someter a reflujos, calentar, enfriar y agitar.</i>	<i>Se presentan actividades que implican desarrollo de habilidades de orden práctico.</i>  <b>(Enfoque: Expositivo)</b> <i>Se presentan actividades para:</i> -Preparación de muestras -Realización de reacciones químicas. -Se utilizan muestras de material biológico o productos derivados de este, que son de uso común de los estudiantes.
<b>BB13,5</b> <b>BB14,6</b> <b>BB15,8</b> <b>BB16,8</b> <b>BB17,5</b> <b>BB18,5</b>	1.- <i>¿Cuál es función principal de los carbohidratos en los organismos vivos?</i> 2.- <i>¿Cuál es la parte de la célula en donde se encuentra la mayor concentración de carbohidratos?</i> 3.- <i>¿Menciona las principales carbohidratos para la célula y los organismos vivos?</i> 4.- <i>¿Por qué se utiliza la sacarosa y el almidón como modelo para las determinaciones en esta práctica?</i> <i>Explique.</i>	<i>Las guías presentan actividades complementarias como resúmenes, cuestionarios y consultas teóricas relacionadas con temáticas de las prácticas.</i> <i>Se plantean actividades complementarias a las temáticas abordadas en</i>

las prácticas.  
Se indaga al estudiante  
acerca del fundamento  
de la práctica.

**Rol del Estudiante:**  
**Realiza protocolos**  
**Rol del Docente:**  
**Propone y dirige**

Se encuentran dos tendencias respecto a la presentación de los Aspectos metodológicos:

- Las prácticas implican el desarrollo de habilidades de orden práctico.
- Se plantean actividades complementarias a las temáticas abordadas en las prácticas.

En primer lugar, la tendencia mayoritaria consiste en el seguimiento de protocolos que implican el desarrollo de actividades de orden práctico.

*Ejemplo: BB13,3 “PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL-PREPARACIÓN DE LA MUESTRA. Para determinar la presencia de sales es interesante utilizar el suero de la leche: 1. Colocar en un vaso de precipitado de 400 ml, unos 250 ml de leche pasteurizada. 2. Añadir unas gotas de ácido acético concentrado y esperar unos minutos (aproximadamente entre 10 y 15 minutos) 3. Al producirse el cuajado filtrar por papel filtro para obtener el suero (se puede utilizar una gasa doblada en dos partes para mejor filtrado) 4. Recoger el filtrado en un matraz Erlenmeyer de 250 ml.”*

En segundo lugar, se plantean actividades complementarias a las temáticas abordadas en las prácticas.

*Ejemplo: BB13,5 “1.- ¿Cuál es función principal de los carbohidratos en los organismos vivos?2.- ¿Cuál es la parte de la célula en donde se encuentra la mayor concentración de carbohidratos?3.- ¿Menciona las principales carbohidratos para la célula y los organismos vivos? 4.- ¿Por qué se utiliza la sacarosa y el almidón como modelo para las determinaciones en esta práctica? Explique.*

Actividades que implican que el estudiante relacione el desarrollo del protocolo con los resultados y haga sus análisis al final sobre el trabajo práctico de laboratorio para que comprenda por qué y para qué se realizó.

**Categoría 4. Formas de la Evaluación de las guías de Laboratorio de Bioquímica, Universidad B, Licenciatura en Biología.**

*Tabla 4.18. Formas de la Evaluación de las guías de laboratorio de Bioquímica de la Licenciatura en Biología de la Universidad B. (BB)*

UI	PROPOSICIONES	INTERPRETACIÓN
<p>BB13,5 BB14,6 BB15,8 BB16,8 BB17,5</p>	<p>-¿Cuál es función principal de las sales minerales en los organismos vivos? -¿Cuál es la parte de la célula en donde se encuentra la mayor concentración de sales minerales? -Menciona las principales sales minerales para la célula y los organismos vivos? Da su principal función -¿Cuál es la función principal de los aminoácidos en los organismos vivos? -¿Cuál es la parte de la célula en donde se sintetizan los aminoácidos que forman las proteínas? - Menciona las principales funciones de las proteínas para la célula y los organismos vivos? ¿Cuál es función principal de las enzimas en los organismos vivos? -¿Cuál es la parte de la célula en donde se sintetizan las enzimas que funcionan en los seres vivos? -Investiga mínimo cinco reacciones enzimáticas en seres vivos, mencionando sus reactivos y productos -Investiga las reacciones de inhibición enzimática. -¿Qué son los jabones? -¿Por qué en la saponificación la glicerina aparece en la fase acuosa? -Indica lo que ocurre con la mezcla aceite – Sudán III y aceite – tinta china y explica a qué se debe la diferencia entre ambos resultados. -¿Qué ocurre con la emulsión de agua en aceite transcurridos unos minutos de reposo? ¿Y con la benceno y aceite? ¿A qué se deben las diferencias observadas entre ambas emulsiones?</p>	<p>Cuestionarios y consultas de contrastación teórica relacionadas con características de las biomoléculas abordadas (sales minerales, enzimas, proteínas.  <b>(Evaluación)</b></p>
<p>BB13,5 BB14,6 BB18,5</p>	<p>-¿Por qué se utiliza la leche como modelo para extraer las sales minerales en esta práctica? Explique. -¿Por qué se utiliza la albúmina como modelo para las determinaciones en esta práctica? Explique. -Investiga que otros métodos puedes utilizar para la extracción de los ácidos nucleicos. - Investiga qué utilidad práctica tiene para el hombre el de aplicar alguna técnica para la extracción de los ácidos nucleicos.</p>	<p>Consulta acerca de métodos alternativos de análisis de sustancias en la identificación de biomoléculas.  Búsqueda de métodos alternativos de análisis.  <b>(Rol del Estudiante: propone metodología alternativa para resolver problemas)</b> <b>Rol del Docente: Plantea indaga,</b></p>

		<i>cuestiona acerca de metodologías alternativas a la propuesta )</i>
<i>BB17,5</i>	<i>-¿Cómo se pueden obtener los jabones industrialmente? -¿Qué enzima logra en el aparato digestivo la hidrólisis de las grasas?</i>	<i>Relación con la industria y con la digestión.</i>

Se encuentran tres tendencias respecto a la presentación de las Formas de Evaluación:

- Se presenta una vez terminado el protocolo, actividades de consulta y cuestionarios de contrastación teórica relacionada con características de las biomoléculas abordadas.
- Plantean actividades de consulta acerca de métodos alternativos de análisis de sustancias en la identificación de biomoléculas.
- Se presentan actividades de consulta relacionadas con la industria y con la digestión.

Respecto a la primera tendencia, cabe destacar que es la mayoritaria. Se presenta una vez terminado el protocolo, actividades de consulta y cuestionarios de contrastación teórica relacionada con características de las biomoléculas abordadas.

*Ejemplo: BB13,5” -¿Cuál es función principal de las sales minerales en los organismos vivos? -¿Cuál es la parte de la célula en donde se encuentra la mayor concentración de sales minerales? -Menciona las principales sales minerales para la célula y los organismos vivos? Da su principal función -¿Cuál es la función principal de los aminoácidos en los organismos vivos?*

En segundo lugar, con menor frecuencia, se plantean actividades de consulta acerca de métodos alternativos de análisis de sustancias en la identificación de biomoléculas.

*Ejemplo: BB13,5 “-¿Por qué se utiliza la leche como modelo para extraer las sales minerales en esta práctica? Explique.*

En tercer y último lugar, se presentan Se presentan actividades de consulta relacionadas con la industria y con la digestión.

*Ejemplo: BB17, 5 “-¿Cómo se pueden obtener los jabones industrialmente?*

**Categoría 5. Relación con aspectos epistemológicos en las Guías de Laboratorio de Bioquímica, Universidad B, Licenciatura en Biología.**

**-Aspectos relacionados con la Estructura Sustantiva de la Bioquímica**

Tabla 4.19. Aspectos relacionados con la Estructura Sustantiva de la Bioquímica de la Licenciatura en Biología de la Universidad B. (AB)

<i>UI</i>	<i>PROPOSICIONES</i>	<i>INTERPRETACIÓN</i>
BB16,3 BB16,4 BB16,5	<i>Las <u>enzimas</u> son cualquiera de las numerosas sustancias orgánicas especializadas compuestas por polímeros de aminoácidos, que actúan como catalizadores en el metabolismo de los seres vivos. Con su acción, regulan la velocidad de muchas reacciones químicas implicadas en este proceso. El nombre de enzima, que fue propuesto en 1867 por el fisiólogo alemán Wilhelm Kühne (1837-1900), deriva de la frase griega zyme, que significa “en fermento”, en la actualidad los tipos de enzimas identificadas son más de 700.</i>	<i>Enzimas: actividad catalítica en procesos de digestión a nivel biológico.</i>
BB15,2 BB15,3	<i>La <u>proteína</u> es cualquiera de los numerosos compuestos orgánicos constituidos por aminoácidos unidos por enlaces peptídicos que intervienen en diversas funciones vitales esenciales, como el metabolismo, la contracción muscular o la respuesta inmunológica. Las moléculas proteicas van desde las largas fibras insolubles que forman el tejido conectivo y el pelo, hasta los glóbulos compactos solubles, capaces de atravesar la membrana celular y desencadenar reacciones metabólicas. Tienen un peso molecular elevado y son específicas de cada especie y de cada uno de sus órganos.</i>	<i>Proteína: Estructura y composición a nivel químico.</i>
BB13,2	<i><u>Las sales minerales</u> disociadas e aniones (por ejemplo el Cl<sup>-</sup>) y cationes (Na<sup>+</sup> y K<sup>+</sup>) son importantes para mantener la presión osmótica y el equilibrio ácido – base de la célula. La retención de iones produce un aumento en la presión osmótica y por lo tanto la entrada de agua. Algunos de los iones inorgánicos, el magnesio por ejemplo, son indispensables como <u>cofactores enzimáticos</u>. Otros, como el fosfato inorgánico, forman por medio de la fosforilación oxidativa adenosín-tri-fosfato (ATP), principal fuente de la <u>energía química de los procesos vitales celulares</u>. La concentración de los diversos iones varía dentro de la célula y en el líquido que la rodea, así la célula tiene una alta concentración de K<sup>+</sup> y Mg<sup>++</sup> mientras que el Na<sup>+</sup> y el Cl<sup>-</sup> están localizados principalmente en el líquido intercelular. El anión dominante de las células es el fosfato (PO<sub>4</sub><sup>=</sup>), pero existe también bicarbonato.</i>	<i>Biomoléculas: clasificación, composición y estructura a nivel químico.</i>
BB14,2	<b>INTRODUCCIÓN</b> <i><u>Los hidratos de carbono</u>, compuestos por carbono, hidrógeno y oxígeno, representan la <u>principal fuente de energía celular</u> y son también constituyentes</i>	<i>Carbohidratos estructura, clasificación y composición a nivel químico.</i>

*estructurales importantes de las paredes celulares y de sustancias intercelulares. Los compuestos de carbono se clasifican de acuerdo con el número de monómeros que contienen. Los monosacáridos son azúcares simples con una fórmula general  $C_n(H_2O)_n$ , se clasifican de acuerdo con el número de átomos de carbono que contienen. Los disacáridos son azúcares formados por la condensación de dos monómeros de hexosa con pérdida de una molécula de agua. Su fórmula es  $C_{12}H_{22}O_{11}$ , los más importantes de este grupo son la sacarosa formada por glucosa y fructosa y la lactosa formada por galactosa y glucosa. Los polisacáridos, resultan de la condensación de muchos monómeros de hexosa con la correspondiente pérdida de moléculas de agua. Su fórmula su fórmula es  $(C_4H_{10}O_3)_n$ . Después de la hidrólisis dan lugar a moléculas de azúcares simples. Los polisacáridos más importantes en los organismos vivos son el almidón y el glucógeno, que representan sustancias de reserva en células vegetales y animales respectivamente y la celulosa que es el elemento estructural más importante de la pared celular vegetal*

BB18,2

*Los ácidos nucleicos son polímeros de elevado peso molecular cuya unidad o componente fundamental es el mononucleotido, el cual consiste de una base nitrogenada púrica o pirimídica, una pentosa y ácido fosfórico. Existen dos tipos de ácidos nucleicos que son: el ácido desoxirribonucleico (DNA) y el ácido ribonucleico (RNA).*

*Ácidos nucleicos: Clases, estructura y composición a nivel químico.*

Se encuentran dos tendencias respecto la Estructura Sustantiva y se mencionan a continuación:

1. Enzimas: actividad catalítica en procesos de digestión a nivel biológico.
2. Biomoléculas: clasificación, composición y estructura, proteínas: Estructura y composición, Carbohidratos: estructura, clasificación y composición y ácidos nucleicos: Clases, estructura y composición a nivel químico.

En relación con la primera tendencia, cabe destacar que es mayoritaria; se evidencian temáticas relacionadas con las enzimas, actividad catalítica en procesos de digestión a nivel biológico.

*Ejemplo: BB16,3, “Las enzimas son cualquiera de las numerosas sustancias orgánicas especializadas compuestas por polímeros de aminoácidos, que actúan como catalizadores en el metabolismo de los seres vivos. Con su acción, regulan la velocidad de muchas reacciones químicas implicadas en este proceso.”*

Con respecto a la segunda tendencia, se agrupa en cuatro subtendencias la tendencia en la que se evidencian temáticas acerca de las Proteínas: Estructura y composición a nivel químico.

*Ejemplo: BB15,2 “La proteína es cualquiera de los numerosos compuestos orgánicos constituidos por aminoácidos unidos por enlaces peptídicos que intervienen en diversas funciones vitales esenciales, como el metabolismo, la contracción muscular o la respuesta inmunológica.”*

También, se evidencian temáticas acerca de las Biomoléculas: clasificación, composición y estructura a nivel químico.

*Ejemplo: BB13,2 “Las sales minerales disociadas e aniones (por ejemplo el Cl<sup>-</sup>) y cationes (Na<sup>+</sup> y K<sup>+</sup>) son importantes para mantener la presión osmótica y el equilibrio ácido – base de la célula. La retención de iones produce un aumento en la presión osmótica y por lo tanto la entrada de agua. Algunos de los iones inorgánicos, el magnesio por ejemplo, son indispensables como cofactores enzimáticos.”*

De la misma forma, se evidencian temáticas acerca de Carbohidratos estructura, clasificación y composición a nivel químico.

*Ejemplo: BB14,2 “INTRODUCCIÓN: Los hidratos de carbono, compuestos por carbono, hidrógeno y oxígeno, representan la principal fuente de energía celular y son también constituyentes estructurales importantes de las paredes celulares y de sustancias intercelulares. Los compuestos de carbono se clasifican de acuerdo con el número de monómeros que contienen. Los monosacáridos son azúcares simples con una fórmula general C<sub>n</sub>(H<sub>2</sub>O)<sub>n</sub>, se clasifican de acuerdo con el número de átomos de carbono.”*

Y minoritariamente se presentan temáticas acerca de ácidos nucleicos: Clases, estructura y composición a nivel químico.

*Ejemplo: BB18,2 “Los ácidos nucleicos son polímeros de elevado peso molecular cuya unidad o componente fundamental es el mononucleotido, el cual consiste de una base nitrogenada púrica o pirimídica, una pentosa y ácido fosfórico. Existen dos tipos de ácidos nucleicos que son: el ácido desoxirribonucleico (DNA) y el ácido ribonucleico (RNA)”.*

### **-Aspectos relacionados con la Estructura Sintáctica de la Bioquímica, Universidad B, Licenciatura en Biología.**

Tabla 4.20. Aspectos relacionados con la Estructura Sintáctica de la Bioquímica de la Licenciatura en Biología de la Universidad B. (AB)

<i>UI</i>	<i>PROPOSICIONES</i>	<i>INTERPRETACIÓN</i>
BB13,3	PREPARACIÓN DE LA MUESTRA	Seguimiento de protocolos
BB14,3	Para determinar la presencia de sales es interesante utilizar el suero de la leche:	
BB14,4		
BB14,5	1. Colocar en un vaso de precipitado de 400 ml, unos 250 ml de leche pasteurizada.	
BB15,4		
BB15,5	2. Añadir unas gotas de ácido acético concentrado	
BB15,6	y esperar unos minutos (aproximadamente entre 10	
BB15,7	y 15 minutos)	

BB16,5  
BB16,6  
BB16,7  
BB17,3  
BB17,4  
BB18,3  
BB18,4

3. Al producirse el cuajado filtrar por papel filtro para obtener el suero (se puede utilizar una gasa doblada en dos partes para mejor filtrado)

4. Recoger el filtrado en un matraz Erlenmeyer de 250 ml. **REALIZACIÓN DE LAS REACCIONES**

1. Preparar una gradilla con tres tubos de ensayo de 16 x 150 sin tapón

2. Numerar los tubos

3. En cada tubo de ensayo poner 3 ml de suero de leche

4. Al tubo de ensayo número 1, añadir 1 ml de solución de Nitrato de plata al 1% en solución acuosa

5. Al tubo de ensayo número 2, añadir 2 ml de una solución de molibdato de amonio al 1%, tratado con ácido nítrico concentrado suficiente para que el ácido molíbdico que se forma se disuelva. Calentar el tubo de ensayo a baño maría (lo suficiente para la reacción, tome su tiempo)

6. Al tubo de ensayo número 3, añada unas 10 gotas de solución de oxalato de amonio al 1%.

**PREPARACIÓN DE LA MUESTRA:** Para realizar las siguientes determinaciones, prepare los glúcidos a una concentración del 1% en solución acuosa

**A.- REACCIÓN DE FEHLING (AZUCARES REDUCTORES)**

1.- En un tubo de ensayo de 13 x 100 mm, poner 3 ml de cada muestra que se va a analizar (glucosa, maltosa, lactosa, sacarosa y almidón)

2.- Añada 1ml del reactivo de Fehling A y 1 ml de Fehling B. El líquido del tubo de ensayo adquirirá un fuerte color azul

3.- Caliente el tubo a baño María o directamente en un mechero Bunsen (cuide de que no hierva el contenido ni se derrame)

4.- La reacción será positiva si la muestra se vuelve de color rojo – ladrillo, la reacción será negativa si la muestra queda azul o cambia a un tono azul-verdoso.

BB13,5  
BB14,6  
BB15,8  
BB16,8  
BB17,5  
BB18,5

**RESULTADOS Y CUESTIONARIO**

1.- ¿Cuál es función principal de las sales minerales en los organismos vivos?

2.- ¿Cuál es la parte de la célula en donde se encuentra la mayor concentración de sales minerales?

3.- Menciona las principales sales minerales para la célula y los organismos vivos? Da su principal función

4.- ¿Por qué se utiliza la leche como modelo para extraer las sales minerales en esta práctica? Explique.

Comparación de los resultados obtenidos durante el protocolo con la tabla de control.

	<p><b>CUESTIONARIO</b></p> <p>1.- ¿Cuál es función principal de los carbohidratos en los organismos vivos?</p> <p>2.- ¿Cuál es la parte de la célula en donde se encuentra la mayor concentración de carbohidratos?</p> <p>3.- ¿Menciona las principales carbohidratos para la célula y los organismos vivos?</p> <p>4.- ¿Por qué se utiliza la sacarosa y el almidón como modelo para las determinaciones en esta práctica? Explique.</p> <p><b>CUESTIONARIO</b></p> <p>1.- ¿Cuál es la función principal de los aminoácidos en los organismos vivos?</p> <p>2.- ¿Cuál es la parte de la célula en donde se sintetizan los aminoácidos que forman las proteínas?</p> <p>3.- Menciona las principales funciones de las proteínas para la célula y los organismos vivos?</p> <p>4.- ¿Por qué se utiliza la albúmina como modelo para las determinaciones en esta práctica? Explique.</p> <p><b>CUESTIONARIO</b></p> <p>1.- ¿Qué son los jabones?</p> <p>2.- ¿Cómo se pueden obtener los jabones industrialmente?</p> <p>3.- ¿Por qué en la saponificación la glicerina aparece en la fase acuosa?</p> <p>4.- ¿Qué enzima logra en el aparato digestivo la hidrólisis de las grasas?</p> <p>1.- Investiga que otros métodos puedes utilizar para la extracción de los ácidos nucleicos.</p> <p>2.- Investiga que utilidad práctica tiene para el hombre el de aplicar alguna técnica para la extracción de los ácidos nucleicos.</p>
BB15,4	<p>Dos claras de huevo</p> <p>Aplicación de pruebas específicas de análisis cualitativo en muestras de alimentos de consumo común.</p>

Se observan tres aspectos que caracterizan la Estructura sintáctica de las guías de laboratorio, que a continuación se mencionan:

- Seguimiento de protocolos.
- Actividades que implican consultas bibliográficas, cálculos algorítmicos, desarrollo de cuestionarios y tabulación de datos.
- Aplicación de pruebas específicas de análisis cualitativo en muestras de alimentos de consumo común.

En relación con la primera tendencia, cabe destacar que es mayoritaria; se evidencia el seguimiento de protocolos caracterizados por el seguimiento de instrucciones, para el desarrollo de actividades de tipo práctico.

*Ejemplo: BB13,3 “PREPARACIÓN DE LA MUESTRA*

*Para determinar la presencia de sales es interesante utilizar el suero de la leche:1. Colocar en un vaso de precipitado de 400 ml, unos 250 ml de leche pasteurizada. 2. Añadir unas gotas de ácido acético concentrado y esperar unos minutos (aproximadamente entre 10 y 15 minutos).”*

En segundo lugar se evidencia la tendencia al desarrollo de actividades que implican cálculos algorítmicos, desarrollo de cuestionarios y tabulación de datos.

*Ejemplo: BB13,5 “1.- ¿Cuál es función principal de las sales minerales en los organismos vivos?2.- ¿Cuál es la parte de la célula en donde se encuentra la mayor concentración de sales minerales?. 3.- Menciona las principales sales minerales para la célula y los organismos vivos? Da su principal función. 4.- ¿Por qué se utiliza la leche como modelo para extraer las sales minerales en esta práctica? Explique.”*

En tercer lugar la tendencia hacia la aplicación de pruebas específicas de análisis cualitativo en muestras de alimentos de consumo común.

*Ejemplo: BB16,6.- A un tubo limpio coloca un trocito de hígado no cocido y añade 3 ml de agua oxigenada, observa la reacción”.*

### **Aspectos relacionados con la estructura organizativa, Universidad B, Licenciatura en Biología.**

Esta es una categoría, que aborda el problema relacionado con la articulación de las ciencias según sus estructuras, sus modos característicos de acercamiento a la realidad y los conocimientos que se sistematizan en relación con la misma; lo que contribuye a especificar la peculiaridad clasificatoria de cada disciplina y las posibles relaciones interdisciplinarias que entre sí pueden mantener.

En las guías de laboratorio se evidencian elementos relacionados con la historia y con otros campos de conocimiento.

*Tabla 4.21. Aspectos relacionados con la Estructura Organizativa de la Bioquímica de la Licenciatura en Biología de la Universidad B. (AB)*

<i>UI</i>	<i>PROPOSICIONES</i>	<i>INTERPRETACIÓN</i>
<i>BB14,2 BB15,2 BB15,3 BB18,2</i>	<i><u>Los hidratos de carbono, compuestos por carbono, hidrógeno y oxígeno, representan la principal fuente de energía celular y son también constituyentes estructurales importantes de las paredes celulares y de sustancias intercelulares. Los compuestos de carbono se clasifican de</u></i>	<i>Información relacionada con las biomoléculas y el metabolismo a nivel Biológico.</i>

acuerdo con el número de monómeros que contienen. Los monosacáridos son azúcares simples con una fórmula general  $C_n(H_2O)_n$ , se clasifican de acuerdo con el número de átomos de carbono que contienen. Los disacáridos son azúcares formados por la condensación de dos monómeros de hexosa con pérdida de una molécula de agua. Su fórmula es  $C_{12}H_{22}O_{11}$ , los más importantes de este grupo son la sacarosa formada por glucosa y fructosa y la lactosa formada por galactosa y glucosa. Los polisacáridos, resultan de la condensación de muchos monómeros de hexosa con la correspondiente pérdida de moléculas de agua. Su fórmula su fórmula es  $(C_4H_{10}O_3)_n$ . Después de la hidrólisis dan lugar a moléculas de azúcares simples. Los polisacáridos más importantes en los organismos vivos son el almidón y el glucógeno, que representan sustancias de reserva en células vegetales y animales respectivamente y la celulosa que es el elemento estructural más importante de la pared celular vegetal.

La proteína es cualquiera de los numerosos compuestos orgánicos constituidos por aminoácidos unidos por enlaces peptídicos que intervienen en diversas funciones vitales esenciales, como el metabolismo, la contracción muscular o la respuesta inmunológica. Las moléculas proteicas van desde las largas fibras insolubles que forman el tejido conectivo y el pelo, hasta los glóbulos compactos solubles, capaces de atravesar la membrana celular y desencadenar reacciones metabólicas. Tienen un peso molecular elevado y son específicas de cada especie y de cada uno de sus órganos.

En 1962, James D. Watson y Francis Crick recibieron, junto con M. Wilkins, el premio nobel de medicina y fisiología. La aportación de estos dos científicos a la ciencia consistió en el modelo de estructura espacial del ácido desoxirribonucleico (ADN): dos cadenas de polinucleótidos enrollados una alrededor de la otra y unidas mediante enlaces puente de hidrógeno entre bases complementarias, es decir el modelo de la doble hélice.

Los ácidos nucleicos son polímeros de elevado peso molecular cuya unidad o componente fundamental es el mononucleotido, el cual consiste de una base nitrogenada púrica o pirimídica, una pentosa y ácido fosfórico. Existen dos tipos de ácidos nucleicos que son: el ácido desoxirribonucleico (DNA) y el ácido ribonucleico (RNA).

En cuanto a su localización, el DNA se encuentra siempre en el núcleo de las células eucariotas y en la región del nucleoide en los organismos procariotes. En los organelos como la mitocondria

y el cloroplasto se ha demostrado la presencia de ácido desoxirribonucleico llamado DNA satélite. En las células procariotas, además de su genóforo existen pequeñas moléculas de DNA circulares, de doble cadena y auto replicables llamadas EPISOMAS.

El RNA se puede encontrar en el núcleo de las células eucariotas pero principalmente se encuentran en el citoplasma celular. En los organismos eucarióticos, los ácidos nucleicos suelen asociarse con proteínas básicas específicas llamadas histonas o protaminas las cuales neutralizan el carácter polianiónico de las moléculas, formando complejos de nucleoproteínas. Las nucleoproteínas que contienen DNA poseen de un 40 a un 60 por ciento de ácido nucleico, mientras que las que poseen RNA consisten en un 5 a 20 por ciento de ácido nucleico.

BB16,2  
BB16,3  
BB16,4

Las enzimas son cualquiera de las numerosas sustancias orgánicas especializadas compuestas por polímeros de aminoácidos, que actúan como catalizadores en el metabolismo de los seres vivos. Con su acción, regulan la velocidad de muchas reacciones químicas implicadas en este proceso. El nombre de enzima, que fue propuesto en 1867 por el fisiólogo alemán Wilhelm Kühne (1837-1900), deriva de la frase griega zymc, que significa “en fermento”, en la actualidad los tipos de enzimas identificadas son más de 700.

Las enzimas se clasifican en varias categorías: hidrolíticas, oxidantes y reductoras, dependiendo del tipo de reacción que controlen. Las enzimas hidrolíticas aceleran las reacciones en las que una sustancia se rompe en componentes más simples por reacción con moléculas de agua. Las enzimas oxidativas, conocidas como oxidasas, aceleran las reacciones de oxidación, y las reductoras las reacciones de reducción en las que se libera oxígeno. Otras enzimas catalizan otros tipos de reacciones.

Las enzimas se denominan añadiendo asa al nombre del sustrato con el cual reaccionan. La enzima que controla la descomposición de la urea recibe el nombre de ureasa; aquellas que controlan la hidrólisis de proteínas se denominan proteasas. Algunas enzimas como las proteasas tripsina y pepsina, conservan los nombres utilizados antes de que se adoptara esta nomenclatura.

BB16,5  
BB18,2

El nombre de enzima, que fue propuesto en 1867 por el fisiólogo alemán Wilhelm Kühne (1837-1900), deriva de la frase griega zymc, que significa “en fermento”, en la actualidad los tipos de enzimas identificadas son más de 700.

Información relacionada con la enzimología

Datos históricos

### INTRODUCCIÓN

En 1962, James D. Watson y Francis Crick recibieron, junto con M. Wilkins, el premio nobel de medicina y fisiología. La aportación de estos dos científicos a la ciencia consistió en el modelo de estructura espacial del ácido desoxirribonucleico (ADN): dos cadenas de polinucleótidos enrollados una alrededor de la otra y unidas mediante enlaces puente de hidrógeno entre bases complementarias, es decir el modelo de la doble hélice.

BB13,2

Las sales minerales disociadas e aniones (por ejemplo el  $\text{Cl}^-$ ) y cationes ( $\text{Na}^+$  y  $\text{K}^+$ ) son importantes para mantener la presión osmótica y el equilibrio ácido – base de la célula. La retención de iones produce un aumento en la presión osmótica y por lo tanto la entrada de agua. Algunos de los iones inorgánicos, el magnesio por ejemplo, son indispensables como cofactores enzimáticos. Otros, como el fosfato inorgánico, forman por medio de la fosforilación oxidativa adenosíntrifosfato (ATP), principal fuente de la energía química de los procesos vitales celulares. La concentración de los diversos iones varía dentro de la célula y en el líquido que la rodea, así la célula tiene una alta concentración de  $\text{K}^+$  y  $\text{Mg}^{++}$  mientras que el  $\text{Na}^+$  y el  $\text{Cl}^-$  están localizados principalmente en el líquido intercelular. El anión dominante de las células es el fosfato ( $\text{PO}_4^-$ ), pero existe también bicarbonato.

Información general de biomoléculas relacionada con la Química.

Se presentan cinco tendencias en relación con los aspectos relacionados con la Estructura Organizativa de la Bioquímica:

- Información relacionada con la Biología
- Información relacionada con la Enzimología
- Datos históricos que aunque son aislados evidencian el carácter cambiante de la bioquímica.
- Información relacionada con la Química.

La tendencia mayoritaria está relacionada con la Biología, en la que se abordan aspectos sobre el metabolismo, como uno de los procesos fundamentales para la vida de los organismos.

*Ejemplo: BB14,2 “Los hidratos de carbono, compuestos por carbono, hidrógeno y oxígeno, representan la principal fuente de energía celular y son también constituyentes estructurales importantes de las paredes celulares y de sustancias intercelulares. Los compuestos de carbono se clasifican de acuerdo con el número de monómeros que contienen. Los monosacáridos son azúcares simples con una fórmula general  $\text{C}_n(\text{H}_2\text{O})_n$ , se clasifican de acuerdo con el número de átomos de carbono que contienen.*

*Los disacáridos son azúcares formados por la condensación de dos monómeros de hexosa con pérdida de una molécula de agua.”*

En segundo lugar se encuentra información relacionada con la Enzimología, en la cual se abordan los mecanismos de acción de las enzimas, los catalizadores y la influencia de los diversos factores en la velocidad de las reacciones enzimáticas.

*Ejemplo: BB16,2 “Las enzimas son cualquiera de las numerosas sustancias orgánicas especializadas compuestas por polímeros de aminoácidos, que actúan como catalizadores en el metabolismo de los seres vivos. Con su acción, regulan la velocidad de muchas reacciones químicas implicadas en este proceso. El nombre de enzima, que fue propuesto...”*

En tercer lugar se encuentra la tendencia acerca de algunos datos relacionados con la historia de la Bioquímica, lo que evidencia el carácter cambiante en el desarrollo de la Bioquímica y la relación de la Bioquímica con otras disciplinas.

*Ejemplo: BB116,2 “El nombre de enzima, que fue propuesto en 1867 por el fisiólogo alemán Wilhelm Kühne (1837-1900), deriva de la frase griega zymc, que significa “en fermento”, en la actualidad los tipos de enzimas identificadas son más de 700.”*

Minoritariamente, se evidencia la tendencia acerca de la Información relacionada con la Química a nivel de explicación de las biomoléculas que mantienen la presión osmótica en la célula.

*Ejemplo: BB13,2 “Las sales minerales disociadas e aniones (por ejemplo el  $Cl^-$ ) y cationes ( $Na^+$  y  $K^+$ ) son importantes para mantener la presión osmótica y el equilibrio ácido – base de la célula. La retención de iones produce un aumento en la presión osmótica y por lo tanto la entrada de agua. Algunos de los iones...”*

- Análisis por categorías de las guías de laboratorio de Bioquímica de la Universidad B, Licenciatura en Química.

**Categoría 1. Naturaleza de las guías de Laboratorio de Bioquímica, Universidad B, Licenciatura en Química.**

- Relación Teoría-Práctica

Tabla 4.22. Relación teoría – práctica de las guías de laboratorio de Bioquímica de la Licenciatura en Química de la Universidad B. (BQ)

UI	PROPOSICIONES	INTERPRETACIÓN
BQ19,2-BQ19,3 BQ19,4-BQ20,2 BQ21,4-BQ22,2 BQ22,3-BQ22,4 BQ22,5-BQ22,6 BQ22,7-BQ23,2 BQ23,3-BQ23,4 BQ23,5-BQ24,2 BQ21,2-BQ21,3 BQ21,4	Presenta información teórica acerca de la técnica de análisis y su relación con las leyes.	Información teórica relacionada con la técnica de análisis, algunos elementos epistemológicos relacionados con la ciencia, que contextualizan al estudiante acerca de las temáticas que se abordan mediante el desarrollo del protocolo.
BQ24,2	Información teórica sobre características de biomoléculas. Fundamento de la práctica.	Introducción teórica sobre estructura y clasificación de biomoléculas. (Contextualización- temática) Fundamentación de técnicas de reconocimiento y análisis cualitativo de biomoléculas y aplicación práctica de las mismas. (Contextualización- práctica)

Se encuentran tres tendencias respecto a la presentación de aspectos teóricos y su relación con la práctica:

- Información teórica relacionada con la técnica de análisis, algunos elementos epistemológicos relacionados con la ciencia.
- Introducción teórica sobre estructura y clasificación de biomoléculas.
- Fundamentación de técnicas de reconocimiento y análisis cualitativo de biomoléculas y aplicación práctica de las mismas.

Respecto a la primera tendencia, cabe destacar que es la mayoritaria. Las guías hacen énfasis en la información teórica relacionada con la técnica de análisis y menciona algunos elementos epistemológicos relacionados con la ciencia.

*Ejemplo: BQ19,2 “Introducción. Fundamentos de espectrofotometría: La luz puede ser clasificada de acuerdo a su longitud de onda. La luz con una longitud de onda corta, entre 200 nm y 400 nm se conoce como ultravioleta, mientras que aquella que posee una longitud de onda más larga, entre 700 nm y 900 nm se conoce como luz infrarroja cercana. La luz con longitudes de onda de entre los 400 nm a los 700 nm*

*contempla el rango de luz de diferentes colores visible al ojo humano. ¿Qué ocurre cuando una radiación electromagnética atraviesa la materia? Si la radiación tiene energía adecuada con la estructura de la materia, ésta última podrá absorberla. La medición de la cantidad de luz absorbida puede ser usada para detectar, identificar moléculas y medir su concentración en solución. Esta medición se basa en la Ley de Beer y Lambert o simplemente Ley de Beer.”*

En segundo lugar, se evidencia la tendencia a presentar información teórica acerca de las biomoléculas, contextualizando el estudiante acerca de las temáticas a abordar durante el protocolo como:

*BQ21,2 “INTRODUCCIÓN: El ácido ascórbico es una cetolactona de seis carbonos, que tiene relación estructural con la glucosa y otras hexosas, se oxida de modo reversible en el organismo hacia ácido deshidroascórbico. Este último compuesto posee actividad completa de vitamina C.*

Y en tercer y último lugar, minoritariamente, se evidencia la tendencia a presentar la fundamentación de la práctica, por ejemplo:

*BQ24,2 “INTRODUCCIÓN: Los principales depósitos de glucógeno están en el músculo y en el hígado, donde tienen funciones diferentes: el glucógeno muscular no puede abandonar su sitio de almacenamiento y por tanto no puede contribuir al mantenimiento de la concentración de glucosa sanguínea...”*

## **Categoría 2. Finalidades de las guías de Laboratorio de Bioquímica, Universidad B, Licenciatura en Química.**

En el análisis de las finalidades de los trabajos prácticos de la bioquímica planteadas en las guías de laboratorio se evidencian procesos de conocimiento, comprensión, aplicación de técnicas para el análisis de biomoléculas en muestras de sustancia y la evaluación de los resultados.

*Tabla 4.23. Finalidades de las guías de laboratorio de Bioquímica de la Licenciatura en Química de la Universidad B (BQ)*

<b>UI</b>	<b>PROPOSICIONES</b>	<b>INTERPRETACIÓN</b>
<i>BQ19,1-BQ19,3 BQ22,1-BQ23,1 BQ24,1</i>	<i>Se plantean actividades de resolución de problemas.</i>	<i>Se plantean finalidades de identificación de sustancias problema.</i>
<i>BQ19,1-BQ20,1 BQ21,1-BQ23,1</i>	<i>En las guías de laboratorio, se plantean actividades para reconocer y aplicar técnicas de análisis.</i>	<i>Las prácticas implican el desarrollo y aplicación de técnicas.</i>

Se encuentran dos tendencias respecto a la presentación de las Finalidades:

- Se plantean actividades de identificación de sustancias problema.
- Las prácticas implican el desarrollo y aplicación de técnicas.

Respecto a la primera tendencia, cabe destacar que es mayoritaria. Las guías hacen énfasis en la aplicación de pruebas cualitativas específicas para la identificación de sustancias problema en muestras de origen vegetal y animal.

*Ejemplo: BQ21,1 "Conocer y aplicar un método simple para determinar el contenido del ácido ascórbico en frutas y verduras."*

En segundo lugar se evidencia la tendencia a la aplicación de técnicas de análisis.

*Ejemplo: BQ2,1 "Realizar una determinación espectrofotométrica y reportar correctamente el resultado obtenido."*

### **Categoría 3. Aspectos metodológicos de las guías de Laboratorio de Bioquímica, Universidad B, Licenciatura en Química.**

Tabla 4.24. Aspectos metodológicos de las guías de laboratorio de Bioquímica de la Licenciatura en Química de la Universidad B (BQ)

<b>UI</b>	<b>PROPOSICIONES</b>	<b>INTERPRETACIÓN</b>
BQ20,5- BQ20,6 BQ21,6- BQ21,7 BQ21,8 -B Q22,7 BQ22,9- BQ22,10 BQ23,8- BQ23,11 BQ24,3	Se plantean instrucciones de procedimiento como añadir, mezclar, observar, analizar, colocar, pesar, adicionar, medir volúmenes, agregar reactivos, someter a reflujos, calentar, enfriar y agitar.	Las prácticas implican el desarrollo de habilidades de orden manual.
BQ19,5- BQ19,6 BQ21,5- BQ22,8 BQ23,6- BQ23,7	Listado de materiales y reactivos, previo al protocolo	Se presenta listas de materiales y reactivos previo al protocolo.
BQ19,10- BQ22,9 BQ22,10- BQ22,11 BQ23,11	Se presentan tablas de datos para: -Comparar resultados. -Preparación de muestras. -Registrar resultados. -Preparación de diluciones	Aplicación de técnicas y desarrollo de actividades que implican mayor demanda cognitiva.
BQ23,9	Se plantean actividades complementarias de consulta	Se plantean consultas y cuestionarios como

BQ24,4	teórica relacionada con temáticas abordadas durante el desarrollo de la guía.	actividades complementarias al desarrollo del protocolo.
BQ19,7	Se trabaja en muestras de origen biológico.	Las muestras de prueba son de origen biológico o sus productos.
BQ20,4	Se dan instrucciones de manejo de instrumentos y equipos de uso en el laboratorio para mediciones.	Se plantean instrucciones de uso de equipos específicos para aplicar las técnicas.
BQ19,4	Bioseguridad Se dan indicaciones de prevención para el manejo adecuado de la muestra y se informa el riesgo que tiene en la producción de infecciones.	Se plantean instrucciones de bioseguridad.

Se encuentran siete tendencias respecto a la presentación de los Aspectos metodológicos:

- Las prácticas implican el desarrollo de habilidades de orden manual.
- Se presenta listas de materiales y reactivos previo al protocolo.
- Aplicación de técnicas y desarrollo de actividades que implican mayor demanda cognitiva.
- Se plantean consultas y cuestionarios como actividades complementarias al desarrollo del protocolo.
- Las muestras de prueba son de origen biológico.
- Se plantean instrucciones de uso de equipos específicos para aplicar las técnicas.
- Se plantean instrucciones de bioseguridad.

Respecto a la primera tendencia, cabe destacar que es la mayoritaria. Plantea actividades que implican el desarrollo habilidades de orden práctico, tales como preparación de sustancias patrón, mediciones, calibración de equipos de análisis, hacer mediciones.

*Ejemplo: BQ20,5 "A. Espectro de absorción de riboflavina.*

1. Preparar 25 ml de riboflavina 50  $\mu\text{M}$  en tampón fosfato 20  $\mu\text{M}$  (pH 7,0).

2. Realizar medidas de absorbancia de la dilución de riboflavina contenida en el tubo 5 (de la curva estándar descrita posteriormente), en el intervalo de longitudes de onda comprendido entre 340 y 500 nm a intervalos de 10 nm, utilizando el tubo N°1. para calibrar el colorímetro y tabular los resultados en la tabla de datos.

3. Realizar el espectro de absorción representando A frente a la correspondiente longitud de onda,  $\lambda$ .

4. Seleccionar el máximo de absorción ( $\lambda$  máx), a partir del espectro."

Referente a la segunda tendencia, se evidencia la tendencia a presentar previo al protocolo listados de reactivos y materiales.

*Ejemplo: BQ19,5 “REACTIVOS. Reactivo de Biuret: Disolver 1.9 g de  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  y 3,35 g de  $\text{Na}_2\text{EDTA}$  en 350 ml de agua destilada. Agregar lentamente y con agitación constante 100 ml de solución fresca de  $\text{NaOH}$  5 mol/l. Aforar a 500 ml con agua destilada.”*

Con relación a la tercera tendencia a la aplicación de técnicas y desarrollo de actividades que implican mayor demanda cognitiva, mediante la aplicación de cálculos algorítmicos.

*Ejemplo: BQ19,10 “. Mezclar e incubar los tubos por 10 minutos a temperatura ambiente.*

*D. Leer la absorbancia a una longitud de onda de 550 nm en el espectrofotómetro o en el fotómetro a 540nm.*

*Notas: A. El color del complejo proteico es estable al menos por 1 hora. B. La ley de Beer y Lambert se cumple hasta los 10g/dl*

$$\text{CALCULOS: } \text{Proteínas totales} = \frac{\text{Absorbancia(muestra)} \cdot \text{spatrón}}{\text{Absorbancia(patón)}}$$

En cuarto lugar se plantean actividades complementarias al protocolo.

*Ejemplo: “CONSULTA. Mediante estructuras describa las diferencias y semejanzas entre el almidón y el glucógeno. ¿Qué otros métodos colorimétricos se pueden utilizar para cuantificar el glucógeno? ¿Cuál es la composición y el mecanismo de acción del Lugol para producir colores característicos con el glucógeno la amilosa, la amilopectina, la celulosa y el almidón?”*

Respecto al quinto lugar, la tendencia que se evidencia el análisis en muestras de origen biológico.

*Ejemplo: BQ19,7 “Muestras: suero o plasma de diferentes especies animales.”*

En menor proporción, se evidencia la tendencia, minoritaria al seguimiento de instrucciones de uso de equipos específicos para aplicar las técnicas.

*Ejemplo: BQ20,4 “Uso del colorímetro: 1. Encender el instrumento y esperar unos 10 minutos antes de proceder a la realización de medidas. A continuación seleccionar el modo Absorbancia. 2. Seleccionar la longitud de onda deseada. Ajustar el cero de absorbancia, usando para ello la cubeta del colorímetro con el disolvente de la muestra (el blanco) y presionando el botón de calibración. 3. A continuación se mide la absorbancia de la muestra utilizando la misma cubeta del colorímetro pero previamente bien lavada. 4. Para leer a otras longitudes de onda realizar los ajustes descritos en 2.”*

Y minoritariamente, se plantean instrucciones de bioseguridad.

*Ejemplo: BQ19,4 “Procedimiento. Precaución: el día de hoy usted trabajará con muestras biológicas. Una regla de oro preventiva es trabajar cualquier muestra biológica como potencialmente infecciosa. El uso de guantes es recomendado. Si ocurre algún derrame, avise inmediatamente al profesor.”*

**Categoría 4. Evaluación de las guías de Laboratorio de Bioquímica, Universidad B, Licenciatura en Química.**

Tabla 4.25. Evaluación de las guías de laboratorio de Bioquímica de la Licenciatura en Química de la Universidad B (BQ)

UI	PROPOSICIONES	INTERPRETACIÓN
BQ19,11 BQ22,12 BQ23,9 BQ23,12 BQ24,4	<p>¿Qué patologías pueden presentar niveles elevados o niveles bajos de proteínas totales? <u>Averigüe</u>. ¿Cuáles son los niveles plasmáticos normales de creatinina?</p> <p>Mediante estructuras describa las diferencias y semejanzas entre el almidón y el glucógeno.</p> <p>¿Cuál es la composición y el mecanismo de acción del Lugol para producir colores característicos con el glucógeno la amilosa, la amilopectina, la celulosa y el almidón?</p> <p>¿Por qué ha de ser corregido dicho valor en función del tamaño corporal?</p> <p>¿Cómo calcularía la superficie corporal de un individuo?</p> <p><u>Explique</u> brevemente qué mecanismos de regulación hormonal están implicados en el metabolismo del glucógeno.</p> <p>¿Qué <u>diferencia</u> existe entre el depósito de glucógeno hepático y el muscular?</p>	<p>Actividades de consulta y comparación a nivel teórico relacionadas con los resultados, deducir, resumir, consultar completar tablas de datos.</p>
BQ20,7 BQ21,9 BQ23,12	<p><u>Calcular</u> las concentraciones molares de riboflavina e incluirlas en la tabla anterior.</p> <p><u>Medir</u> la absorbancia de cada disolución a 450 nm y completar la tabla anterior incluyendo los resultados de esas medidas.</p> <p><u>Construir</u> la curva patrón representando A (450 nm) frente a las respectivas concentraciones. (En condiciones normales de laboratorio sería necesario realizar las determinaciones de las disoluciones de riboflavina por triplicado y representar la absorbancia promedio para cada concentración).</p> <p><u>Calcular</u> <math>\epsilon</math> a partir de la curva estándar de riboflavina. Al hacer los cálculos su valor de absorbancia se descuenta del valor de la absorbancia del problema.</p> <p><u>Graficar</u> los datos obtenidos para la curva de calibración e <u>interpolar</u> la absorbancia encontrada en los tubos problema teniendo en cuenta las diluciones, <u>calcular</u> los mg de ácido ascórbico en 100 ml de jugo y en 100g de fruta.</p> <p>Encuentre una expresión para el <u>cálculo</u> del aclaramiento o depuración de creatinina.</p>	<p>Plantean la realización de actividades que implican cálculos algorítmicos, desarrollo de cuestionarios y tabulación de datos.</p>
BQ19,11 BQ20,7	<p>Calcule la concentración de proteínas totales de su muestra.</p>	<p>Aplicación de técnicas de análisis (Resolución de</p>

BQ22,12	<p><i>¿Cuáles son los valores de referencia para la especie animal a la que pertenece la muestra que usted cuantificó?, ¿Se encuentra el valor obtenido para su muestra dentro de los valores de referencia? <u>Determinar</u> la concentración de una muestra problema suministrada por el profesor.</i></p> <p><i>¿Cuál es la concentración de creatinina en la orina problema?</i></p>	muestras problema).
BQ23,9 BQ24,4	<p><i>¿Qué otros métodos colorimétricos se pueden utilizar para cuantificar el glucógeno?</i></p> <p><i><u>Mencione</u> otro tipo de técnicas para la determinación de glucógeno, indique su fundamento teórico.</i></p>	Propuesta de métodos alternativos de análisis al realizado.

Se encuentran cuatro tendencias respecto a la presentación de las Formas de Evaluación:

- Actividades de consulta y comparación a nivel teórico relacionadas con los resultados, deducir, resumir, consultar completar tablas de datos.
- Plantean la realización de actividades que implican cálculos algorítmicos, desarrollo de cuestionarios y tabulación de datos.
- Aplicación de técnicas (Resolución de sustancias problema).
- Propuesta de métodos alternativos de análisis al realizado.

Respecto a la primera tendencia, cabe destacar que es la mayoritaria. Se presenta una vez terminado el protocolo, actividades de consulta y comparación a nivel teórico relacionadas con los resultados, deducir, resumir, consultar completar cuadros de datos.

*Ejemplo: BQ19,11 “¿Qué patologías pueden presentar niveles elevados o niveles bajos de proteínas totales? Averigüe. ¿Cuáles son los niveles plasmáticos normales de creatinina?”*

En segundo lugar, con menor frecuencia, se plantean actividades que implican cálculos algorítmicos, tabulación de datos, comparación de resultados obtenidos, escribir conclusiones, revisión bibliográfica de apoyo, explicación de manejo de variables.

*Ejemplo: BQ20,7 “Calcular las concentraciones molares de riboflavina e incluirlas en la tabla anterior.”*

En tercer término, se presentan Aplicación de técnicas (Resolución de sustancias problema)

*Ejemplo: BQ19,11 “Calcule la concentración de proteínas totales de su muestra.”*

Y minoritariamente, se plantean propuestas de métodos alternativos de análisis al realizado.

Ejemplo: BQ23,9 “¿Qué otros métodos colorimétricos se pueden utilizar para cuantificar el glucógeno?”

### Categoría 5. Relación con aspectos epistemológicos en las Guías de Laboratorio de Bioquímica, Universidad B, Licenciatura en Química.

#### -Aspectos relacionados con la Estructura Sustantiva de la Bioquímica, Universidad B, Licenciatura en Química.

Tabla 4.26. Aspectos relacionados con la Estructura Sustantiva de la Bioquímica de la Licenciatura en Química de la Universidad B (AB)

UI	PROPOSICIONES	INTERPRETACIÓN
BQ22,2 BQ22,3 BQ22,4 BQ22,5 BQ22,6 BQ23,2 BQ23,3 BQ24,1 BQ24,2	<p>El fosfato de creatina es un compuesto que actúa como almacén de alta <u>energía</u> fácilmente convertible en <u>ATP</u>, en músculo y otros tejidos de mamíferos.</p> <p>La creatina se <u>sintetiza en hígado y páncreas</u>. Desde estos órganos, a través del aparato circulatorio, se transporta hacia diferentes tejidos, donde puede fosforilarse. El contenido de creatina y fosfocreatina alcanza <u>los 400 mg por 100g</u> en el músculo, Ambos componentes pueden convertirse espontáneamente en creatinina, que es eliminada por el riñón.</p>	<p>Aminoácidos-Creatinina: actividad, síntesis a nivel biológico.</p> <p>Carbohidratos-Glucógeno: Estructura, composición y degradación, a nivel químico.</p>
BQ20,3 BQ21,2 BQ21,3 BQ21,4	<p>En esta práctica se realizará un sencillo análisis espectrofotométrico de la <u>vitamina riboflavina</u> consistente en la obtención del espectro de absorción y construcción de una curva patrón para <u>verificar la ley de Lambert-Beer</u>, calcular el coeficiente <math>\epsilon</math> y determinar la concentración de una muestra de riboflavina de concentración desconocida.</p> <p>El ácido ascórbico es una cetolactona de seis carbonos, que tiene relación estructural con la glucosa y otras hexosas, se oxida de modo reversible en el organismo hacia ácido deshidroascórbico. Este último compuesto posee actividad completa de vitamina C.</p>	<p>Vitaminas: Análisis, composición y estructura. a nivel biológico</p>
QB19,2 BQ20,2	<p>Fundamentos de espectrofotometría : La luz puede ser clasificada de acuerdo a su longitud de onda. <u>La luz con una longitud de onda corta, entre 200 nm y 400 nm</u> se conoce como ultravioleta, mientras que aquella que posee una longitud de onda más larga, entre 700 nm y 900 nm se conoce como luz infrarroja cercana. La luz con longitudes de onda de entre los 400 nm a los 700 nm contempla el rango de luz de diferentes colores visible al ojo humano. ¿Qué ocurre cuando una radiación electromagnética atraviesa la materia? Si la radiación tiene energía adecuada con la estructura de la materia, ésta última podrá absorberla. <u>La medición de la cantidad de luz absorbida puede ser usada para detectar, identificar moléculas y medir su concentración</u></p>	<p>Información acerca de la técnica.</p>

en solución. Esta medición se basa en la Ley de Beer y Lambert o simplemente Ley de Beer. Esta ley establece que la concentración de una sustancia es directamente proporcional a la cantidad de energía radiante absorbida por la sustancia, o inversamente proporcional al logaritmo de la energía radiante transmitida por la sustancia.

Considérese un rayo de energía radiante con una intensidad inicial  $I_0$  que se hace pasar a través de una celda de vidrio cuadrada conteniendo una solución homogénea de una sustancia que absorbe luz de cierta longitud de onda, como se ilustra en la Figura 1.

La aplicación obvia de la ley de Lambert-Beer es el uso del colorímetro para determinar la concentración de una gran variedad de moléculas que absorben luz (p. ej. Carotenos, clorofila, hemoglobina, etc.). La técnica se extiende a sustancias no coloreadas como azúcares o aminoácidos después de alguna reacción capaz de convertir sustancias incoloras en derivados coloreados. Los espectros de absorción, gráficos que relacionan absorbancia con longitudes de onda, son frecuentemente utilizados en Bioquímica para la caracterización e identificación de biomoléculas.

BQ19,3

En la práctica de día de hoy se determinará la concentración de proteínas en una muestra de suero. Dado que la mayoría de las proteínas no absorben luz dentro del rango de longitud de onda visible, es necesario acoplar una reacción química que genera color y poder cuantificarlas.

Proteínas: Reacción química en el análisis para su identificación.

Se encuentran tres tendencias respecto la Estructura Sustantiva.

- Aminoácidos-Creatinina: actividad, síntesis y Carbohidratos-Glucógeno: Estructura, composición y degradación a nivel biológico, captación y aprovechamiento de la energía.
- Información acerca de la técnica.
- Proteínas: Reacción química en el análisis para su identificación.

Respecto a la primera tendencia, se evidencian temáticas relacionadas con los Aminoácidos (Creatinina: actividad y síntesis) a nivel biológico, en el proceso de almacenamiento del fosfato de alta energía

Ejemplo: BQ22,2 “El fosfato de creatina es un compuesto que actúa como almacén de alta energía fácilmente convertible en ATP, en músculo y otros tejidos de mamíferos. La creatina se sintetiza en hígado y páncreas. Desde estos órganos, a través del aparato circulatorio, se transporta hacia diferentes tejidos, donde puede fosforilarse. El contenido de creatina y fosfocreatina alcanza los 400 mg por 100g en el músculo, Ambos componentes pueden convertirse espontáneamente en creatinina, que es eliminada por el riñón.”

En la segunda tendencia, se evidencia información teórica acerca de la técnica de análisis.

*Ejemplo: “Fundamentos de espectrofotometría : La luz puede ser clasificada de acuerdo a su longitud de onda. La luz con una longitud de onda corta, entre 200 nm y 400 nm se conoce como ultravioleta, mientras que aquella que posee una longitud de onda más larga, entre 700 nm y 900 nm se conoce como luz infrarroja cercana. La luz con longitudes de onda de entre los 400 nm a los 700 nm contempla el rango de luz de diferentes colores visible al ojo humano.”*

Minoritariamente, se encuentra información relacionada con las proteínas (Reacción química en el análisis para su identificación)

*Ejemplo: BQ19,3 “En la práctica de día de hoy se determinará la concentración de proteínas en una muestra de suero. Dado que la mayoría de las proteínas no absorben luz dentro del rango de longitud de onda visible, es necesario acoplar una reacción química que genera color y poder cuantificarlas.”*

**-Aspectos relacionados con la Estructura Sintáctica de la Bioquímica, Universidad B, Licenciatura en Química.**

Tabla 4.27. Aspectos relacionados con la Estructura Sintáctica de la Bioquímica de la Licenciatura en Química de la Universidad B (AB)

UI	PROPOSICIONES	INTERPRETACIÓN																				
BQ19,8 BQ19,9 BQ19,10 BQ20,4 BQ21,6 BQ21,7 BQ21,8 BQ22,9 BQ22,10 BQ22,11 BQ23,8	<p>A. Se obtienen muestras de plasma o suero por centrifugación de la sangre total de diferentes especies animales, utilizando citrato de sodio al 3.8% como anticoagulante o sin anticoagulante.</p> <p>B. Rotular 3 tubos de ensayo como “muestra”, “patrón” y “blanco reactivo”. Añadir a cada tubo:</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Reactivo</th> <th>Tubo blanco</th> <th>Tubo estándar</th> <th>Tubo muestra</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Reactivo Buret</td> <td>2 ml</td> <td>2 ml</td> <td>2 ml</td> </tr> <tr> <td>Agua destilada</td> <td>20 µl</td> <td>-</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>Estándar 6g/dl</td> <td>-</td> <td>20 µl</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>Muestra</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>20 µl</td> </tr> </tbody> </table>	Reactivo	Tubo blanco	Tubo estándar	Tubo muestra	Reactivo Buret	2 ml	2 ml	2 ml	Agua destilada	20 µl	-	-	Estándar 6g/dl	-	20 µl	-	Muestra	-	-	20 µl	<p>Seguimiento de protocolos caracterizados por el desarrollo de actividades de orden manual.</p> <p>Uso del colorímetro:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Encender el instrumento y esperar unos 10 minutos antes de proceder a la realización de medidas. A continuación seleccionar el modo Absorbancia.</li> <li>2. Seleccionar la longitud de onda deseada. Ajustar el cero de absorbancia, usando para ello la cubeta del</li> </ol>
Reactivo	Tubo blanco	Tubo estándar	Tubo muestra																			
Reactivo Buret	2 ml	2 ml	2 ml																			
Agua destilada	20 µl	-	-																			
Estándar 6g/dl	-	20 µl	-																			
Muestra	-	-	20 µl																			

colorímetro con el disolvente de la muestra (el blanco) y presionando el botón de calibración.

3. A continuación se mide la absorbancia de la muestra utilizando la misma cubeta del colorímetro pero previamente bien lavada.

4. Para leer a otras longitudes de onda realizar los ajustes descritos en 2.

BQ19,11  
BQ20,4  
BQ20,6  
BQ20,7  
BQ21,9  
BQ22,12  
BQ23,9

Resultados 1. A. Calcule la concentración de proteínas totales de su muestra.

Resultados 2. B. ¿Cuáles son los valores de referencia para la especie animal a la que pertenece la muestra que usted cuantificó?, ¿Se encuentra el valor obtenido para su muestra dentro de los valores de referencia?

Resultados 3. C. ¿Qué patologías pueden presentar niveles elevados o niveles bajos de proteínas totales? Averigüe.

A. Espectro de absorción de riboflavina.

1. Preparar 25 ml de riboflavina 50  $\mu\text{M}$  en tampón fosfato 20  $\mu\text{M}$  (pH 7,0).

2. Realizar medidas de absorbancia de la dilución de riboflavina contenida en el tubo 5 (de la curva estándar descrita posteriormente), en el intervalo de longitudes de onda comprendido entre 340 y 500 nm a intervalos de 10 nm, utilizando el tubo #1 para calibrar el colorímetro y tabular los resultados en la siguiente tabla.

$\lambda$ (nm)	Absor b	$\lambda$ (nm)	Absor b
340		430	
350		440	
360		450	
370		460	
380		470	
390		480	
400		490	
410		500	
420			

3. Realizar el espectro de absorción representando A frente a la correspondiente longitud de onda,  $\lambda$ .

4. Seleccionar el máximo de absorción ( $\lambda$  máx), a partir del espectro.

BQ19,7  
BQ23,7  
BQ24,3

Muestras: suero o plasma de diferentes especies animales.

Material de prueba:

Hígado, músculo (fresco) u ostras crudas.

Preparación de los tejidos:

**ES IMPORTANTE QUE LOS EXPERIMENTOS SE REALICEN RAPIDAMENTE DESPUÉS DE LA MUERTE DEL ANIMAL (Rata Wistar).** Para el sacrificio del animal, golpee la rata en la cabeza y decapítela usando una guillotina; extraiga rápidamente hígado y músculo.

Desarrollo de actividades que implican cálculos algorítmicos, desarrollo de cuestionarios y tabulación de datos.

Aplicación de pruebas de análisis cualitativo en muestras de origen vegetal y animal y/o alimentos de consumo común.

BQ19,11 BQ20,7 BQ22,12 BQ22,1 BQ23,1	<u>Determinar</u> la concentración de una muestra problema suministrada por el profesor.	Resolución de muestras problema.
	<u>Aplicar</u> la hidrólisis del glucógeno como técnica <u>in vitro</u> para obtener glucosa. <u>Practicar el método</u> de antrona para <u>cuantificar el glucógeno</u> extraído de la muestra problema. <u>Extraer</u> del tejido hepático o muscular el carbohidrato de reserva más importante en los mamíferos y otros organismos.	Aplicar técnicas específicas <u>in-vitro</u> para el análisis de muestras.
BQ19,4	Procedimiento. Precaución: el día de hoy usted trabajará con muestras biológicas. Una regla de oro preventiva es trabajar cualquier muestra biológica como potencialmente infecciosa. El uso de guantes es recomendado. Si ocurre algún derrame, avise inmediatamente al profesor.	Recomendaciones de Bioseguridad.

Se observan seis aspectos que caracterizan la estructura sintáctica de las guías de laboratorio, que a continuación se mencionan:

- Seguimiento de protocolos.
- Desarrollo de actividades que implican cálculos algorítmicos, desarrollo de cuestionarios y tabulación de datos.
- Aplicación de pruebas específicas de análisis cualitativo en muestras de origen vegetal y animal y/o alimentos de consumo común.
- Resolución de muestras problema.
- Aplicar técnicas específicas in-vitro para el análisis de muestras.
- Recomendaciones de Bioseguridad.

En relación con la primera tendencia, cabe destacar que es mayoritaria; se evidencia el seguimiento de protocolos, caracterizados por la observación y el seguimiento de instrucciones.

Ejemplo: BQ19,8 “Encender el instrumento y esperar unos 10 minutos antes de proceder a la realización de medidas. A continuación seleccionar el modo Absorbancia. 2. Seleccionar la longitud de onda deseada. Ajustar el cero de absorbancia, usando para ello la cubeta del colorímetro con el disolvente de la muestra (el blanco) y presionando el botón de calibración.”

En segundo lugar se evidencia la tendencia al *desarrollo de actividades que implican cálculos algorítmicos, desarrollo de cuestionarios y tabulación de datos.*

Ejemplo: BQ19,11 Resultados 1. A. Calcule la concentración de proteínas totales de su muestra. Resultados 2. B. ¿Cuáles son los valores de referencia para la especie animal a la que pertenece la muestra que usted cuantificó?, ¿Se encuentra el valor obtenido para su muestra dentro de los valores de referencia?  
Resultados 3. C. ¿Qué patologías pueden presentar niveles elevados o niveles bajos de proteínas totales? Averigüe.”

Siguiendo el orden descendente, se evidencia la tendencia hacia la aplicación de pruebas específicas de análisis cualitativo en muestras de origen vegetal y animal y alimentos de consumo común.

*Ejemplo: BQ19,7 “Muestras: suero o plasma de diferentes especies animales.”*

En menor proporción, se evidencia la tendencia la aplicación de técnicas en la resolución de muestras problema, como instancia para consolidar el conocimiento mediante procesos de técnicas de análisis.

*Ejemplo: AQ19,11 “Determinar la concentración de una muestra problema suministrada por el profesor.”*

En quinto lugar, se evidencia la aplicación de técnicas específicas in-vitro para el análisis de muestras.

*Ejemplo: BQ22,1 “Aplicar la hidrólisis del glucógeno como técnica in vitro para obtener glucosa”*

Minoritariamente, se encuentra la tendencia a las recomendaciones sobre la Bioseguridad.

*Ejemplo: BQ19,4 “Procedimiento. Precaución: el día de hoy usted trabajará con muestras biológicas. Una regla de oro preventiva es trabajar cualquier muestra biológica como potencialmente infecciosa. El uso de guantes es recomendado. Si ocurre algún derrame, avise inmediatamente al profesor.”*

**Aspectos relacionados con la estructura organizativa, Universidad B, Licenciatura en Química.**

En las guías de laboratorio se evidencian elementos relacionados con la historia y con otros campos de conocimiento.

*Tabla 4.28. Aspectos relacionados con la Estructura Organizativa de la Bioquímica de la Licenciatura en Química de la Universidad B (AB)*

<i>UI</i>	<i>PROPOSICIONES</i>	<i>INTERPRETACIÓN</i>
<i>BQ21,2-BQ21,3 BQ21,4-BQ22,2 BQ22,3-BQ22,4 BQ22,5-BQ22,6 BQ23,2-BQ23,3 BQ23,4-BQ24,2</i>	<i>Metabolismo de vitaminas (Ácido ascórbico) El fosfato de creatina es un compuesto que actúa como almacén de alta energía fácilmente convertible en ATP, en músculo y otros tejidos de mamíferos. El glucógeno homopolisacárido de reserva importante en los seres vivos.</i>	<i>Información teórica relacionada con la Biología (Metabolismo de vitaminas, Aminoácidos, Carbohidratos)</i>

BQ19,2 BQ19,3 BQ20,2 BQ20,3	Fundamentos teóricos de la espectrofotometría. Aplicación de la colorimetría.	Información teórica relacionada con la física.(Espectrofotometría y colorimetría)
BQ23,2	El glucógeno homopolisacárido de reserva importante <u>fue aislado del hígado por primera vez por Claude Bernard en 1856.</u> Se ha encontrado en bacterias, algas y levaduras y existen también en los animales inferiores, ostras y mejillones dándoles a estos como alimentos mayor consistencia y valor gastronómico.	Datos históricos

Se presentan tres tendencias en relación con los aspectos relacionados con la Estructura Organizativa de la Bioquímica:

- Información teórica relacionada con la Biología
- Información teórica relacionada con la física.(Espectrofotometría y colorimetría)
- Datos históricos.

En primer lugar la tendencia mayoritaria es la Información relacionada con la Biología a nivel de explicación de algunas biomoléculas en el proceso del metabolismo.

*Ejemplo: BQ24,2 “Los principales depósitos de glucógeno están en el músculo y en el hígado, donde tienen funciones diferentes: el glucógeno muscular no puede abandonar su sitio de almacenamiento y por tanto no puede contribuir al mantenimiento de la concentración de glucosa sanguínea.”*

En segundo lugar se encuentra la Información relacionada con la Física , en la cual se abordan los fundamentos de la técnica de espectrofotometría y la aplicación de la colorimetría.

*Ejemplo: BQ19,2 “Fundamentos de espectrofotometría : La luz puede ser clasificada de acuerdo a su longitud de onda. La luz con una longitud de onda corta, entre 200 nm y 400 nm se conoce como ultravioleta, mientras que aquella que posee una longitud de onda más larga, entre 700 nm y 900 nm se conoce como luz infrarroja cercana.”*

Y por último, en tercer lugar se encuentra la tendencia acerca de algunos datos relacionados con la historia lo que evidencia el carácter cambiante en el desarrollo de la Bioquímica y la relación de la Bioquímica con otras disciplinas.

*Ejemplo: BQ23,2 “El glucógeno homopolisacárido de reserva importante fue aislado del hígado por primera vez por Claude Bernard en 1856.”*

A manera de descripción general, respecto a estos aspectos teóricos, se podría decir que se evidencia la relación explícita con la práctica, en tanto que luego de presentar información teórica, relaciona las técnicas con elementos epistemológicos de la ciencia (las leyes), la guía se centra en la aplicación de protocolos caracterizados por la observación para el reconocimiento de las biomoléculas. Este hecho pone presente que la guía no es asumida de una manera técnica, por cuanto la introducción constituye un referente que si bien no se relaciona de manera directa con el protocolo a aplicar, no reduce la práctica al mero seguimiento de procedimientos.

Se plantean de manera explícita las actividades experimentales con enfoque investigativo, en los cuatro programas y se corresponden con el desarrollo de los niveles de independencia cognoscitiva de los estudiantes.

Dichas actividades de carácter experimental como un componente esencial del pensamiento y modo de actuar científico investigativo.

Estas actividades experimentales son una vía de lograr el vínculo teoría y práctica, que desarrolla conocimientos y habilidades intelectuales y manuales, que utiliza la observación y la práctica que a su vez está relacionada con la actividad investigativa en su concepción y modo de proceder.

En el análisis de las finalidades de los trabajos prácticos de la bioquímica planteadas en las guías de laboratorio se evidencian procesos de comprensión y aplicación de algunas técnicas de análisis aplicado a identificar algunas características de las biomoléculas en muestras de sustancia y posterior evaluación de los resultados.

También se plantean actividades que implican la aplicación de la técnica para el análisis de muestras problema como: concentración de proteínas en suero, extracción, manipulación, estandarización de un método para cuantificación de glucógeno en tejido hepático o muscular de una rata Wistar, determinación de contenido de ácido ascórbico en frutas y verduras, determinación de concentración de creatinina en orina y plasma.

Aplicar técnicas in-vitro implica que el estudiante debe conocer y aplicar las normas éticas para el manejo adecuado de los animales de laboratorio. Comprender la trascendencia de efectuar experimentos con animales de laboratorio y la importancia del bienestar animal. Se debe proporcionar al investigador-estudiante, los conocimientos teóricos y prácticos esenciales para el desarrollo del ejercicio de un nivel de investigación a realizar, del tal forma que le sirva de apoyo para la futura investigación. Así mismo, constituye una forma de estimular al investigador-estudiante en desarrollar habilidades de investigación, mediante la asignación de proyectos cortos. A fin de permitir un análisis más detallado y más conveniente que se puede hacer con organismos completos. Esta técnica de análisis que se conoce como "experimentos de tubo de ensayo" facilita el aprendizaje, teniendo en cuenta que los

organismos vivos son sistemas extremadamente complejos funcionales que se componen de biomoléculas.

De otra parte, se podría decir que se evidencia la aplicación de pruebas cualitativas para identificar características en sustancias de uso común a los estudiantes, lo cual facilita la apropiación de habilidades que se requieren en el trabajo científico en ciencias.

En cuanto a los materiales y reactivos, hacen parte de las herramientas que se utilizan en la dinámica del laboratorio, lo cual implica que el estudiante desarrolle habilidades en el manejo de estos para realizar mediciones, repeticiones, control de variables, diseño de pruebas de análisis. En el manejo de estos implementos debe tenerse en cuenta las normas de bioseguridad que no plantean las guías en este caso.

Se destaca también el planteamiento de actividades de verificación e ilustración de los temas disciplinares a nivel descriptivo expuestos en las guías y en algunos casos, de ejercicios prácticos para el desarrollo de habilidades prácticas, intelectuales y de seguimiento de instrucciones.

En las formas de evaluación se plantean actividades que implican que el estudiante relacione el desarrollo del protocolo con los resultados y realice la reflexión final sobre el trabajo práctico de laboratorio para que comprenda por qué y para qué se realizó.

El trabajo de análisis y realización de cálculos algorítmicos son actividades que favorecen el desarrollo de habilidades cognitivas y que implican la comprensión del trabajo en ciencias, la resolución de problemas a nivel experimental.

Como también posibilitan que el estudiante elabore explicaciones teóricas a nivel científico del mundo natural que está su alcance. De otra parte el manejo de material requiere normas de bioseguridad que no se plantean en la guía.

La evaluación se presenta en las guías, mediante actividades en las que se plantean relaciones entre ecuaciones químicas, construcción de gráficas y tablas de datos, que se relacionan con los resultados del desarrollo del protocolo.

### **Síntesis comparativo por categorías: Universidades A y B, Licenciatura en Biología**

A continuación se presenta el análisis comparativo por categorías en la Licenciatura en cada universidad A y B.

**CATEGORÍA 1. Naturaleza del Tp en la Bioquímica**

<b>CATEGORÍA: 1. Naturaleza del Tp en la Bioquímica</b>		<b>LICENCIATURA EN BIOLOGÍA</b>		<b>LICENCIATURA EN QUÍMICA</b>	
<b>SUB CATEGORIAS</b>	<b>REFERENTES</b>	<b>UNIVERSIDAD A</b>	<b>UNIVERSIDAD B</b>	<b>UNIVERSIDAD A</b>	<b>UNIVERSIDAD B</b>
<b>1.1. Tipo de actividad</b>	<b>Práctica de laboratorio</b>	<i>Vía para lograr el vínculo teoría y práctica</i>	<i>Vía para lograr el vínculo teoría y práctica</i>	<i>Vía para lograr el vínculo teoría y práctica</i>	<i>Vía para lograr el vínculo teoría y práctica</i>
<b>1.2. Relación Teoría-Práctica</b>	<b>Relación unidireccional T-P</b>	<i>Información teórica sobre las biomoléculas. Fundamentación de la técnica Algunos datos relacionados con la historia</i>	<i>Información teórica relacionada con la técnica de análisis. Fundamentación de técnicas y aplicación práctica de las mismas. Algunos datos relacionados con la historia.</i>	<i>Predominio de elementos teóricos aislados</i>	<i>Menor grado la teoría como fundamentación de la técnica.</i>
<b>1.3. Clase de Trabajo práctico</b>	<b>Ejercicios</b>	<i>Ejercicios de aplicación de Técnicas</i>	<i>Ejercicios de aplicación de Técnicas</i>	<i>Ejercicios de aplicación de Técnicas</i>	<i>Ejercicios de aplicación de Técnicas Ejercicios para resolver problemas basados en Leyes</i>

Tabla 4.29. Comparativo específico por Categorías, Universidades A y B y Licenciaturas Biología y Química. Categoría 1. Naturaleza del Tp en la Bioquímica

Con respecto al tipo de actividad, se evidencia en los cuatro programas que el trabajo práctico se utiliza como la vía para vincular la teoría y la práctica; así también en cuanto a la relación teoría-práctica, algunos aspectos son comunes, como,

por ejemplo: La información teórica, acerca de las biomoléculas, la fundamentación de la técnica en mayor o menor proporción.

Por otra parte en la universidad A, sobresalen algunos datos relacionados con la historia.

En relación con la clase de trabajo práctico, es común la realización de ejercicios; según, Miguens y Garret, (1991), el término general de “práctica o trabajo práctico” refiere las siguientes actividades: Ejercicios: Son actividades o manipulaciones de equipos guiados por claras y precisas instrucciones, para desarrollar específicamente: Habilidades de comunicación (saber seguir instrucciones para utilizar un aparato, comunicar los resultados oralmente y a través de informes, etc.); procesos cognitivos en un contexto científico (observación, clasificación, inferencia, emisión de hipótesis, interpretación en el marco de modelos teóricos, aplicación de conceptos).

Otro aspecto que se evidencia es la aplicación de técnicas, en la universidad B, programa de licenciatura en Química, sobresale la realización de ejercicios para resolver problemas basados en Leyes.

En todos los casos, la guía se centra en la aplicación de protocolos para el reconocimiento de las biomoléculas. Este hecho pone presente que la guía es asumida de una manera directa con el protocolo a aplicar. Habilidades prácticas (medición, manipulación de aparatos) estrategias de investigación (repetición de medidas, tratamiento de datos, diseño de experimentos, control de variables, realización de un experimento, etc.).

Ejercicio que se asemejan a las investigaciones, que son actividades diseñadas para dar a los estudiantes la oportunidad de trabajar como los científicos o los tecnólogos en la resolución de nuevos problemas, buscando, investigando, estudiando con más o menos profundidad los temas relacionados a un problema particular y encontrando posibles soluciones Estas investigaciones proponen que pueden ser:

- Investigaciones teóricas, dirigidas a la resolución de un problema teórico.
- Investigaciones prácticas, dirigidas a resolver un problema práctico.

**CATEGORÍA 2. Finalidades del Tp en la Bioquímica**

<b>CATEGORÍA: 2. Finalidades del Tp en la Bioquímica</b>		<b>LICENCIATURA EN BIOLOGÍA</b>		<b>LICENCIATURA EN QUÍMICA</b>	
<b>SUB CATEGORIAS</b>	<b>REFERENTES</b>	<b>UNIVERSIDAD A</b>	<b>UNIVERSIDAD B</b>	<b>UNIVERSIDAD A</b>	<b>UNIVERSIDAD B</b>
<b>2.1. Centrados en los objetivos</b>	<i>Apoyo para comprender la Teoría</i>	<i>(Acercar a fenómenos Demostración)</i>	<i>(Acercar a fenómenos, Demostración) Comprobar principios )</i>	<i>Ejercicios - Desarrollar habilidades)</i>	<i>(Acercar a fenómenos, Demostración) Comprobar principios y Leyes)</i>
<b>2.2. Objetivos relacionados con contenidos</b>	<i>Procedimentales</i>	<i>Relacionados a la comprensión de la dinámica de trabajo de los científicos (Demostrar, verificar)</i>	<i>Apoyo para el desarrollo de destrezas prácticas</i>	<i>Desarrollo de habilidades prácticas (Resolver Problemas)</i>	<i>Relativos a la mejor comprensión de los conceptos, las leyes y las Teorías (Resolver Problemas)</i>

*Tabla 4.30. Comparativo específico por Categorías, Universidades A y B y Licenciaturas Biología y Química. Finalidades del Tp en la Bioquímica.*

La Licenciatura en Biología, en cuanto al análisis de las finalidades de los trabajos prácticos de la bioquímica planteadas en las guías de laboratorio se evidencian procesos de comprensión conceptual, las biomoléculas, y metabolismo.

Aplicación de técnicas para el análisis en muestras de sustancias biológicas y la evaluación de los resultados obtenidos del desarrollo del protocolo.

En la licenciatura en Química, se plantean actividades que implican la aplicación de la técnica para el análisis de muestras problema, determinación de la concentración de proteínas en suero, creatinina en orina y plasma, ácido ascórbico en frutas y verduras; extracción, estandarización de un método para cuantificación de glucógeno en tejido hepático o muscular. Con respecto a las finalidades, Miguens y Garrett, (1991), han planteado obtener fundamentalmente, dos aspectos: Apoyo para comprender la teoría y apoyo para el desarrollo de destrezas prácticas.

Al respecto, Caamaño, (1992), profundiza el análisis proponiendo diversos objetivos que clasifica según estén relacionados con contenidos conceptuales, procedimentales o actitudinales.

- Objetivos relacionados con el conocimiento vivencial de los fenómenos en estudio.
- Objetivos relativos a una mejor comprensión de los conceptos, las leyes y las teorías.
- Objetivos relativos a la elaboración de conceptos y teorías por la vía de la contrastación de hipótesis.

Y en todos los casos se plantean actividades con finalidades relativas a la comprensión de la forma como trabajan los científicos y los tecnólogos.

### CATEGORÍA 3. Aspectos metodológicos del Tp en la Bioquímica

CATEGORÍA: 3. Aspectos metodológicos del Tp en la Bioquímica		LICENCIATURA EN BIOLOGÍA		LICENCIATURA EN QUÍMICA	
SUB CATEGORIAS	REFERENTES	UNIVERSIDAD A	UNIVERSIDAD B	UNIVERSIDAD A	UNIVERSIDAD B
<b>3.1. Estructura de la guía de laboratorio</b>	Contexto	Reconocimiento de biomoléculas y aplicación de técnicas.	Reconocimiento de biomoléculas, verificación experimental de actividad enzimática.	Reconocimiento biomoléculas y obtención de ácidos nucleicos a partir de levadura.	Identificación de biomoléculas y aplicación de técnicas.
	Introducción	Teórica centrada en conceptos.	Centrada en la técnica.	Teórica centrada en conceptos.	Teórica centrada en la técnica
	Objetivos	Reconocimiento de biomoléculas Aplicación de técnicas.	Reconocimiento de biomoléculas Aplicación de técnicas.	Reconocimiento de biomoléculas Aplicación de técnicas.	Reconocimiento de biomoléculas Aplicación de técnicas.
	Materiales y reactivos	Previo al protocolo, relacionado con la técnica.	Previo al protocolo, relacionado con la técnica.	Previo al protocolo, relacionado con la técnica	Previo al protocolo, relacionado con la técnica
	Material de prueba	Biológico y derivados	Biológico	Biológico	Biológico y derivados
	Procedimiento	Seguimiento de instrucciones	Seguimiento de instrucciones	Seguimiento de instrucciones	Seguimiento de instrucciones
	Resultados	Contrastación y consulta	Realización de gráficas y cálculos algorítmicos	Contrastación y consulta	Realización de gráficas y cálculos algorítmicos
	Consultas y cuestionarios	Relacionados con el protocolo	Relacionados con el metabolismo	Relacionados con el metabolismo	Relacionados con el protocolo
	Bibliografía	Especializada en Bioquímica	Especializada en Bioquímica	Especializada en Bioquímica	Especializada en Bioquímica
<b>3.2. Enfoque</b>	Expositivo		Demostrar, verificar	Demostrar, verificar	
	Resolución de problemas	Planteamiento de muestras problema			Planteamiento de muestras problema
	Flexible	Durante el desarrollo del protocolo	Durante el desarrollo del protocolo	Durante el desarrollo del protocolo	Durante el desarrollo del protocolo
	Final	(Actividades de verificación e ilustración)	(Actividades de verificación e ilustración)		
	Planificador-Reproductor	Docente: Planea, propone algunos problemas y dirige. Estudiante: Realiza y sigue protocolos, indaga y busca respuestas.	Docente: Planea, propone algunos problemas y dirige. Estudiante: Realiza y sigue protocolos, indaga y busca respuestas.	Docente: Planea, propone algunos problemas y dirige. Estudiante: Realiza y sigue protocolos, indaga y busca respuestas.	Docente: Planea, propone algunos problemas y dirige. Estudiante: Realiza y sigue protocolos, indaga y busca respuestas.
	Orientador - Propositor		(Rol del Estudiante: propone metodología alternativa para resolver problemas) Rol del Docente: Plantea indaga, cuestiona acerca de metodologías alternativas a la propuesta)		

Tabla 4.31. Comparativo específico por Categorías, Universidades A y B y Licenciaturas Biología y Química.. Categoría 3. Aspectos metodológicos del Tp en la Bioquímica.

En la licenciatura en Biología, se plantea el desarrollo de actividades de orden práctico, de verificación e ilustración de los temas disciplinares a nivel descriptivo expuestos en las guías como también y para el desarrollo de habilidades prácticas, intelectuales y de seguimiento de instrucciones.

Estas actividades implican que el estudiante relacione el desarrollo del protocolo con los resultados y haga sus análisis al final sobre el trabajo práctico de laboratorio para que comprenda por qué y para qué se realizó.

Además se evidencia la aplicación de pruebas cualitativas para identificar características en sustancias de uso común a los estudiantes, lo cual facilita la apropiación de habilidades que se requieren en el trabajo científico en ciencias.

En la licenciatura en Química, se plantean actividades de orden manual, también se presentan actividades que implican procesos de pensamiento que requieren habilidades de orden cognitivo.

A fin de permitir un análisis más detallado se realizan prácticas *in-vitro* lo cual es más conveniente, que realizarlo con organismos completos. Esta técnica de análisis que se conoce como "experimentos de tubo de ensayo" facilita el aprendizaje, teniendo en cuenta que los organismos vivos son sistemas extremadamente complejos funcionales que se componen de biomoléculas.

Los materiales y reactivos hacen parte de las herramientas que se utilizan en la dinámica del laboratorio, lo cual implica que el estudiante desarrolle habilidades en el manejo de estos para realizar mediciones, repeticiones, control de variables, diseño de pruebas de análisis, lo cual los convierte en instrumentos de trabajo y utilización para optimizar los resultados de los análisis. (Herramienta, posibilita una tarea, presta un servicio; un instrumento, desarrolla conocimiento, cumple una función)

En el manejo de estos implementos debe tenerse en cuenta las normas de bioseguridad que no se evidencian en la mayoría de las guías.

***En relación a los procedimientos:***

- Objetivos relativos al desarrollo de habilidades prácticas (destreza, técnicas, etc.) y de estrategias de investigación (control de variables, diseño de experimentos, tratamiento de datos, etc.).
- Objetivos relacionados con el desarrollo de procesos cognitivos generales en un contexto científico (observación, clasificación, inferencia, emisión de hipótesis, evaluación de resultados).
- Objetivos relacionados con las habilidades de comunicación (buscar información, comunicar oralmente, gráficamente o por escrito los resultados y las conclusiones de una investigación, etc.).

En relación con el trabajo práctico como investigación, Calatayud, et al, (1988, 1980). Plantea que la idea general de estas investigaciones, es que alumnos sigan un proceso similar al trabajo de los científicos (partiendo de situaciones problemáticas intentan dar respuesta a las mismas).

Así mismo, Carrascosa, (1995): Afirma que para conseguir un aprovechamiento adecuado de estos trabajos, deben poseer una serie de características, por ejemplo:

- ***Sobre el planteamiento del problema:***
  - Se plantea inmerso en el proceso de construcción de un cuerpo de conocimientos,
  - Se debe plantear el interés de la situación problemática abordada
  - Debe aclararse el marco teórico en el que se sitúa el trabajo práctico (mediante búsqueda bibliográfica).

**CATEGORÍA 4. Formas de evaluación del Tp en la Bioquímica**

<b>CATEGORÍA: 4. Formas de evaluación del Tp en la Bioquímica</b>		<b>LICENCIATURA EN BIOLOGÍA</b>		<b>LICENCIATURA EN QUÍMICA</b>	
<b>SUB CATEGORIAS</b>	<b>REFERENTES</b>	<b>UNIVERSIDAD A</b>	<b>UNIVERSIDAD B</b>	<b>UNIVERSIDAD A</b>	<b>UNIVERSIDAD B</b>
<b>4.1. Tipo de evaluación</b>	<i>Durante el desarrollo del protocolo y al final)</i>	Sumativa	Sumativa	Sumativa	Sumativa
	<i>Final</i>	<i>Una vez terminado el protocolo, actividades de consulta y cuestionarios de contrastación teórica</i>	<i>Una vez terminado el protocolo, actividades de consulta y cuestionarios de contrastación teórica</i>	<i>Una vez terminado el protocolo, actividades de consulta y cuestionarios de contrastación teórica</i>	<i>Una vez terminado el protocolo, actividades de consulta y cuestionarios de contrastación teórica</i>
<b>4.2. Rol de los participantes (Profesor-Estudiantes)</b>	<i>Instructor - Reproductor</i>	<i>Docente: Propone y Dirige Estudiante: Realiza y sigue protocolos</i>	<i>Docente: Propone y Dirige Estudiante: Realiza y sigue protocolos</i>	<i>Docente: Propone y Dirige Estudiante: Realiza y sigue protocolos</i>	<i>Docente: Propone y Dirige Estudiante: Realiza y sigue protocolos</i>
<b>4.3. Momento de la realización</b>	<i>Flexible</i>	<i>Durante el desarrollo del protocolo</i>	<i>Durante el desarrollo del protocolo</i>	<i>Durante el desarrollo del protocolo</i>	<i>Durante el desarrollo del protocolo</i>
	<i>Final</i>	<i>Confrontación teórica con la práctica</i>	<i>Confrontación teórica con la práctica</i>	<i>Confrontación teórica con la práctica</i>	<i>Confrontación teórica con la práctica</i>

Tabla 4.32. Comparativo específico por Categorías, Universidades A y B y Licenciaturas Biología y Química.. Categoría 4. Formas de evaluación del Tp en la Bioquímica

Se presentan actividades de verificación e ilustración de los temas disciplinares a nivel descriptivo expuestos en las guías y ejercicios prácticos para el desarrollo de habilidades prácticas, intelectuales y de seguimiento de instrucciones. Desarrollo de actividades complementarias como: cuestionarios, consultas, cálculos algorítmicos, tablas de datos, construcción de curvas patrón y gráficas relacionadas con los resultados obtenidos en el desarrollo del protocolo. Estas permiten que el estudiante relacione el desarrollo del protocolo con los resultados y realice la reflexión final sobre el trabajo práctico de laboratorio para que comprenda por qué y para qué se realizó; también posibilitan que el estudiante argumente explicaciones teóricas a nivel científico del mundo natural que está a su alcance. Actividades que favorecen el desarrollo de habilidades cognitivas y que implican la comprensión del trabajo en ciencias y la resolución de problemas a nivel experimental. Se puede implementar la evaluación de manera que el alumno propone su propio diseño experimental: qué variables influyen, cómo medirlas, cómo recoger los datos, qué precauciones son necesarias, etc.

- En la realización del experimento: Es conveniente que el alumno realice el experimento (una vez diseñado)
- Pueden realizarse distintos experimentos para contrastar los resultados

Acerca del análisis de los resultados y conclusiones finales, realizar análisis crítico de los resultados por los alumnos (en qué medida se verifican las hipótesis, campo de validez de los resultados, etc.)

Así, también tener en cuenta el carácter social de la experimentación (comparación de resultados con otros grupos, libros etc.) y no dar una imagen cerrada de la investigación: plantear nuevos problemas que surgen los alumnos deben presentar una memoria del trabajo realizado.

**Categoría 5. Estructura Disciplinar de la Bioquímica.**

LICENCIATURA EN BIOLOGÍA			LICENCIATURA EN QUÍMICA	
SUB CATEGORIAS	UNIVERSIDAD A	UNIVERSIDAD B	UNIVERSIDAD A	UNIVERSIDAD B
5.1. Estructura sustantiva	Biomoléculas: clasificación, composición y estructura.	Biomoléculas: clasificación, composición y estructura.	Biomoléculas: clasificación, composición y estructura.	Biomoléculas: clasificación, composición y estructura.  <u>Información acerca de la técnica.</u>  <u>Proteínas: Reacción química en el análisis para su identificación.</u>
5.2. Estructura sintáctica	Seguimiento de protocolos.  Aplicación de pruebas específicas de análisis cualitativo en muestras de alimentos de consumo común.  Aplicación de técnicas de análisis, in vitro (tienen lugar en un ambiente artificial), establecer y comprobar algunas características del metabolismo.  Actividades que implican cálculos algorítmicos, desarrollo de cuestionarios y tabulación de datos.  Actividades de consulta y comparación con las temáticas abordadas durante el protocolo.	Seguimiento de protocolos.  Aplicación de pruebas específicas de análisis cualitativo en muestras de alimentos de consumo común.  Aplicación de técnicas de análisis, in vitro (tienen lugar en un ambiente artificial), establecer y comprobar algunas características de los ácidos nucleicos.  Actividades que implican cálculos algorítmicos, desarrollo de cuestionarios y tabulación de datos.  Actividades de consulta y comparación con las temáticas abordadas durante el protocolo.	Seguimiento de protocolos.  Aplicación de pruebas específicas de análisis cualitativo en muestras de alimentos de consumo común.  Aplicación de técnicas de análisis, in vitro (tienen lugar en un ambiente artificial), establecer y comprobar algunas características de los ácidos nucleicos.  Actividades que implican consultas bibliográficas, cálculos algorítmicos, desarrollo de cuestionarios y tabulación de datos.	Seguimiento de protocolos.  Aplicación de pruebas específicas de análisis cualitativo en muestras de origen vegetal y animal y/o alimentos de consumo común.  Desarrollo de actividades que implican cálculos algorítmicos, desarrollo de cuestionarios y tabulación de datos.  <u>Resolución de muestras problema.</u> <u>Aplicar técnicas específicas in-vitro para el análisis de muestras.</u>  <u>Recomendaciones de Bioseguridad</u>
5.3. Estructura organizativa	Información relacionada con la Química.  Información relacionada con la Enzimología  Información relacionada con la Biología  Datos históricos. Datos relacionados con otras disciplinas (Medicina, la industria de alimentos, textiles, cueros).	Información relacionada con la Biología  Información relacionada con la Química Orgánica  Información relacionada con la Enzimología Datos históricos. Datos relacionados con otras disciplinas (Historia y Medicina)	Información relacionada con las biomoléculas desde la Biología.  Información relacionada con el metabolismo desde la Química.  Algunos datos históricos.	Información teórica relacionada con la Biología  Información teórica relacionada con la física. (Espectrofotometría y colorimetría)  Algunos datos históricos.

Tabla 4.33. Comparativo específico por Universidades A y B y Licenciaturas Biología y Química. Categoría 5. Estructura Disciplinar de la Bioquímica

***Entre los elementos de la Estructura Sustantiva:*** se abordan conceptos relacionados con las biomoléculas y el metabolismo mediante las perspectivas de la Biología, Química, Enzimología y la Física. La estructura sustantiva, señala Schwab (1973:6), sirve de base y orientación de la investigación que se realiza en una ciencia. La expresión equivale en alguna de sus acepciones al término paradigma, en funcionamiento o vigente, dentro de una ciencia. Constituye la estructura cognitiva que determina el tipo de preguntas que nos hacemos al investigar y que determinan, a su vez, el tipo de datos que deseamos hallar y el tipo de experimentos a llevar a cabo. Además, a los datos, una vez reunidos, se les otorga significado a la luz de la concepción que originó la investigación. De forma más concreta, hace referencia a los contenidos y viene determinada por el conjunto de hechos, conceptos, principios, generalizaciones e hipótesis que constituyen, en definitiva, el conocimiento que la ciencia sistematiza sobre el tipo de fenómenos de que trate.

***Acerca de la Estructura Sintáctica,*** se evidencian elementos relacionados con la manera cómo se produce el conocimiento mediante la aplicación de técnicas de análisis cualitativo (reconocimiento e identificación) utilizando materiales de origen vegetal y animal como: Hígado fresco, papa, leche, mantequilla, aceite de cocina, etc. Además se emplean tablas de datos para preparación de soluciones y para análisis posterior de resultados. La estructura sintáctica de una disciplina incluye la serie de reglas (procedimientos) que rigen las relaciones entre los elementos de la estructura sustantiva. No es exactamente el método general, sino más bien las estrategias operativas. No se puede describir una sintaxis más que a través de la referencia al tema concreto estudiado en las investigaciones concretas. Supone, pues, la especificidad de una disciplina en cuanto a la definición de lo que para ella constituye un descubrimiento o una comprobación, qué criterios emplea para medir la calidad de sus datos y, en general, cuáles son las vías por las que se mueve desde ellos.

***Finalmente, a nivel de Estructura Organizativa*** se evidencian elementos que relacionan la Bioquímica con la Biología, la Química, la Enzimología, la Física y algunos datos Históricos, lo que indica el carácter cambiante de la Bioquímica, así también algunos datos relacionados, la Industria de alimentos, en la producción de concentrados, en medicina para controlar problemas digestivos y en la industria para el tratamiento de textiles, de cueros, lo que evidencia su relación multidisciplinar y aporte a otras disciplinas. Y, la estructura organizativa aborda el problema relacionado con la articulación de las ciencias según sus estructuras, sus modos característicos de acercamiento a la realidad y los conocimientos que se sistematizan en relación con la misma; lo que contribuye a especificar la peculiaridad clasificatoria de cada disciplina y las posibles relaciones interdisciplinarias que entre sí pueden mantener

De lo anterior, se puede anotar que los Tp en Bioquímica que se evidencian en las gL, permiten a los estudiantes tener contacto con características de la metodología experimental de laboratorio instrumental y comienzan a aplicarla en la búsqueda de caracterización de determinadas sustancias problema, el cual es planteado por el docente y los estudiantes siguen protocolos dirigidos por el profesor a través de la guía.

Las actividades prácticas se plantean encaminadas a reforzar lo trabajado como componente teórico, por ejemplo en actividades centradas en relacionar variables, identificar propiedades, reconocer algunas características fisicoquímicas de las sustancias planteadas en las temáticas abordadas y analizadas en el desarrollo del protocolo.

Con relación a los aspectos metodológicos se evidencia el trabajo práctico basado en el seguimiento de protocolos, en donde el estudiante manipula de manera hábil técnicas, métodos y materiales promoviendo el desarrollo de habilidades y destrezas en el manejo de materiales y el seguimiento de instrucciones, desarrollo de procesos algorítmicos, tratamiento y análisis de datos y control de variables.

Las guías presentan un listado de materiales y reactivos previo al protocolo. Se plantean instrucciones de procedimiento como añadir, mezclar, observar, analizar, colocar, pesar, adicionar, medir volúmenes, agregar reactivos, someter a reflujos, calentar, enfriar y agitar. Se presentan tablas de datos para comparar resultados, preparación de muestras, registrar resultados, preparación de diluciones.

En relación con la estructura sustantiva, está constituida por temáticas como son las biomoléculas, abordadas a nivel de clasificación, estructura y composición, desde la óptica de la Biología, la Química, la Enzimología, la Física,

Entre las características del conocimiento Bioquímico, se encuentra que el trabajo se realiza a nivel experimental para el reconocimiento de algunas biomoléculas mediante la utilización de pruebas cualitativas, como también la utilización de técnicas para el análisis de muestras de origen vegetal y animal de uso común de los estudiantes.

## **Capítulo 5**

### **CONCLUSIONES, ELEMENTOS DE DISCUSIÓN Y PROYECCIONES DE LA INVESTIGACIÓN**

*“Raro y celestial don, el que sepa sentir y razonar al mismo tiempo”*  
*Vittorio Alfieri (1749-1803) Dramaturgo y poeta italiano.*

---

*“Los continuos cambios estructurales en respuesta al Entorno y el consiguiente proceso de adaptación, aprendizaje y desarrollo constantes, constituyen características clave del comportamiento de todo ser vivo”*  
*Fritjof Capra, 2003*

Mediante el estudio las categorías del conocimiento disciplinar, planteadas por Schwab se pudo evidenciar que la Bioquímica tiene unas características específicas que la hacen una disciplina en el campo del conocimiento y a través de la investigación se aportan algunos elementos en relación con las categorías planteadas por Puentes, (2008) y tomadas como base del presente estudio, en los se refiere a la clasificación de Tp, y a los Aspectos epistemológicos.

#### **Conclusiones a nivel del análisis formal guías de laboratorio**

Del presente estudio se plantea que la guía de laboratorio de Bioquímica, no es una simple herramienta que permite desarrollar una propuesta metodológica en el marco de los Tp mediante la cual se plantean contenidos a nivel procedimental, conceptual y actitudinal como un particular saber hacer que puede ser enseñado y aprendido. Aquí se considera que puede pensarse más allá de la visión procedimental sistemática teniendo en cuenta aspectos epistemológicos a nivel disciplinar y en esta medida poner en cuestión los contenidos mismos. De lo contrario el conocimiento impartido carece de un cuerpo teórico-epistemológico que se relaciona con diferentes campos del conocimiento, temáticas y problemas.

Estas guías, permiten la aplicación de diversas técnicas de análisis y manejo de sustancias de orden biológico de uso cotidiano, ponen en evidencia el proceso cognitivo de seguimiento de instrucciones ya que están planteadas sistemáticamente conservando el rigor científico en el lenguaje y ello genera en los estudiantes, apropiación de los conceptos y las temáticas desarrolladas.

Este ejercicio de análisis promueve en el aula investigación científica por cuanto genera rupturas y procesos de reconstrucción de la realidad a partir de elementos que refieren la comprobación de fenómenos.

El planteamiento de las temáticas de las guías de laboratorio de Bioquímica debería reflejar una mirada integral y articulada del estudio de la Bioquímica, por cuanto en ellas se evidencia que cada programa hace énfasis en temáticas específicas, desde la mirada de Schwab, hacemos el siguiente análisis: Estructura Sustantiva: Proteínas,

Enzimas, Vitaminas, Características fisicoquímicas de algunas Biomoléculas, Reconocimiento de la estructura y composición de algunas Biomoléculas, reconocimiento de Biomoléculas como, sales minerales, proteínas y enzimas; Estructura Sintáctica: Aplicación de técnicas de análisis de sustancias; y en la Estructura emergente: En la que se plantean aspectos relacionados con la historia de la ciencia, la medicina, la industria y la agricultura.

A partir del rastreo bibliográfico, que refiere los aspectos epistemológicos que sustentan la didáctica de las guías de laboratorio de Bioquímica, se pone en evidencia que los elementos de la estructura sustantiva, según Schwab, están constituidos por temáticas y contenidos que se desarrollan como son las biomoléculas abordadas en clasificación, estructura y composición. Ello implica un ejercicio sistemático para que las guías de laboratorio sean lo suficientemente efectivas para lograr un primer nivel al tipo de conocimiento para la investigación.

### **Conclusiones a nivel didáctico pedagógico**

La guía de laboratorio se constituye entonces en una fuente importante de estudio a través de la cual se pueden identificar elementos que contribuyen a reflexionar acerca de la formación de futuros profesores de ciencias, teniendo en cuenta factores que impliquen la investigación educativa en el aula desde la perspectiva de investigación en la Bioquímica atendiendo a sus características específicas a través de su carácter disciplinar epistemológico.

El estudio de las guías de laboratorio muestra una selección de actividades de naturaleza experimental e interdisciplinar. Las prácticas se enfocan hacia el conocimiento de la composición de las estructuras moleculares de lo vivo, e incluyen elementos de introducción a la investigación en Bioquímica.

El proceso de articulación interdisciplinar de la bioquímica con otras áreas del conocimiento como la Biología, la Física y la química, permite establecer mayor acercamiento a las técnicas de aplicación de dicho conocimiento.

Los niveles de complejidad que tienen las guías de laboratorio de Bioquímica permiten plantear las bases de la investigación científica y profundizar en ella alcanzando altos niveles de calidad educativa y producción de conocimiento.

En relación con los programas de Licenciatura en Biología y de Licenciatura en Química, si bien es cierto que cada uno de ellos es específico y tienen objetivos que los caracterizan,; también es evidente los elementos en común que presentan en la búsqueda de consolidar el conocimiento.

## **Algunas Características de la Bioquímica**

La Bioquímica que se enseña en la formación inicial de futuros profesores de ciencias, aborda los niveles de reconocimiento, reproductivos y aplicativos en el desarrollo de los contenidos, en los elementos de conocimientos más generales de la Bioquímica, se incluyen las categorías, los conceptos y principios generales que abarcan toda la disciplina. A continuación se plantean características de estos elementos.

### ***Nociones centrales de la Bioquímica***

Uno de los problemas centrales y más antiguos de la Bioquímica consiste en saber cómo funcionan las proteínas cuando actúan como catalizadores, la cuestión surgió cuando en 1800:

*“La Academia de la Primera República Francesa ofreció un Premio que consistía en entregar un kilogramo de oro a la respuesta que satisficiera la cuestión: ¿Cuál es la diferencia entre fermento y las sustancias que fermentan? Nunca se otorgó el Premio. Con toda probabilidad quienes propusieron el premio se hubieran sentido muy complacidos de otorgarlo a Emil Fischer” White, A, (1979)*

A partir de entonces se han revelado con considerable detalle los fenómenos de la catálisis enzimática y sus bases en la estructura proteínica. Tema que en muchos casos representa el corazón de la Bioquímica.

La noción de revolución es un elemento fundamental de los estudios históricos, que ocurre bien de forma impensada o como fruto de la incorporación lenta de nuevas ideas y que en ambos casos y como punto de inflexión, surge del fondo monótono de la continuidad de los acontecimientos y sobresale de los límites entre los que oscila el umbral de la acumulación estable de los datos de un determinado campo del conocimiento.

En ese desplazamiento de la continuidad, en la aparición de la discontinuidad, cuando se presentan los rasgos más esenciales de la historia nueva, las especificidades que nacen y las formas de relación que permanecen. Con estos planteamientos se puede referir tanto a la continuidad de la Química y de la Química Orgánica y a los límites del umbral de sus oscilaciones, como a las discontinuidades que sirvieron al origen de la Bioquímica; sin que ello signifique la existencia de límites definidos, tan innecesarios como imposibles de establecer cuando la grandes inercias creadoras de la Química y de la Química Orgánica fueron capaces no tanto de descifrar un nuevo campo del conocimiento, aún inexistente, sino más bien de irlo creando al contacto de las cualidades y los fenómenos de los individuos y las poblaciones de seres vivos.

*¿Qué fue esta creación sino el intento de comprender las bases químicas de la función celular de la digestión, la fermentación, la fotosíntesis, la contracción muscular, la visión y la herencia?*

*Y estas bases químicas ¿No descansaron en las teorías, las prácticas, los conceptos y el lenguaje que desarrollaron, con Lavoisier y sus mitos, y entre otros, Guyton de Morveau, Dalton, Davy, Gay-Lussac, Dumas y Justus von Liebig.*

*Y para su construcción, ¿No sirvieron las estructuras químicas, conocidas desde el último tercio del siglo XVIII, como las de los ácidos tartárico, oxálico, láctico, úrico, cítrico, málico y gálico, la caseína, la glicerina y el ácido benzoico?*

Así, puede afirmarse que la Química Orgánica nació en la revolución científica que llevó a cabo Lavoisier al establecer las estrechas relaciones entre la combustión, la respiración animal y la producción de calor. Relación entre los distintos fenómenos que se venía negando desde Aristóteles, quien en *De Respimtionem* (cap. III) aseguraba:

*“... es absurdo pensar que la respiración sea una fuente de calor; no se puede creer que el fuego interior sea suministrado por el aire inspirado y que el hombre al respirar proporcione un elemento apto para la combustión interior”*

Si decisivos fueron, los hechos mismos de la Química, no menos trascendente fue la instauración de una nueva forma de pensamiento. Quiere ello decir que si útil tuvo que ser el descubrimiento del oxígeno y su significado en el desarrollo de la teoría de la acidez, no menor proyección habría de alcanzar la extensión de los hechos a la idea de la oxidación biológica en los seres vivos. Y los entresijos de estos oscuros debates, durante siglo y medio, contribuyeron a la historia del conocimiento y de la ciencia y de ellos, se fue haciendo un nuevo campo de saberes, que en el último medio siglo ha fructificado en multitud de ramas, a la vez independientes y conexionadas, a la vez parte de la ciencia fundamental y de sus mejores aplicaciones a la biología humana, entre otros campos de las “ciencias duras” como es la Bioquímica.

### ***Estatus del Conocimiento de la Bioquímica***

Distintos autores de una o de otra forma, se refieren a la Bioquímica como disciplina, ciencia o campo del conocimiento, todos declaran su carácter de independencia.

La Bioquímica como disciplina independiente se puede sostener como lo afirma Lorenzano C. (2007):

*“Que el descubrimiento de las enzimas impone un corte entre la Química Orgánica y la Bioquímica, reestructurando por completo el campo de investigaciones existente que se extendió desde la Fisiología y Patología a nuevos horizontes como*

*la inmunología, la bacteriología, la farmacología, la botánica o la zoología. Existen además indicadores sociológicos que señalan la bioquímica como disciplina independiente”*

Las publicaciones que aparecen desde 1902 y registran la primera revista bioquímica, poco después que Hofmeister en 1901 expusiera el nuevo conocimiento bioquímico en una conferencia; en 1903 se comienza a publicar su revista y luego en 1905 aparece en Nueva York y en Liverpool el journal of biological chemistry biochemical journal seguidos en 1906 por el biochemische de Berlín son publicaciones dirigidas a un público especializado y demuestran la constitución de una comunidad científica que se institucionaliza en sociedades específicas como la sección de química biológica de la sociedad química americana de 1905 o el club bioquímico luego sociedad bioquímica fundado en 1911 en Cambridge. De la misma manera Castañeda, L, (2002) define la Bioquímica como disciplina independiente:

*“...así se puede afirmar que la Bioquímica emergió como disciplina independiente, cuando se definieron los linderos y los objetivos de las áreas que encontraban en ella puntos en común”*

De otra parte existen autores como Hernández, (1979) que designan la Bioquímica en el estatus de ciencia independiente:

*“En el estudio de la estructura de las biomoléculas los aportes de Emil Fisher, relacionados con la estructura de carbohidratos, grasas y aminoácidos marcan un aporte relevante en los cuales la bioquímica se consolida como ciencia independiente en los inicios del siglo XX, en el año 1903 Carl Neuberg emplea por primera vez este término para identificarla”.*

Así mismo, hay quienes definen a la Bioquímica como campo del conocimiento como afirma Martín, A, (1979)

*“En el intento de hacer de los productos naturales el lugar común entre ambos campos del conocimiento, el de la Química Orgánica y el nuevo de la Bioquímica.”*

Además, la Bioquímica tiene un carácter interdisciplinar dado que su relación con la búsqueda de explicaciones acerca del funcionamiento, estructura y mecanismos de acción de las bases moleculares resulta fácil comprender, cómo los logros y los avances de la Bioquímica implican un aporte a otros campos del conocimiento, en las demás ciencias biológicas.

### ***Objeto de estudio de la Bioquímica***

Una vez estudiado el referente de surgimiento y desarrollo de la Bioquímica y su relación y aporte a otras ciencias biológicas, se puede concretar su objeto de estudio. La Bioquímica se ocupa principalmente del estudio de:

- La composición elemental y estructura química de las moléculas biológicas, su conformación y su relación con la función específica.
- Las Biomoléculas que conforman las estructuras celulares, tejidos y organismo, sus bases moleculares, diferenciación y especialización.
- Mecanismos de acción de biocatalizadores y su regulación.
- Proceso mediante los cuales se produce el cambio de un tipo de energía en otro en los organismos vivos.
- Conservación, transferencia y expresión de la información genética y su regulación.
- Procesos metabólicos celulares y sus mecanismos reguladores.
- Alteraciones bioquímicas traducidas en enfermedades.

En relación con las biomoléculas; que se aplica a las formas de organización de las diversas moléculas específicas de la materia viva, refleja el carácter material de los seres vivos. Otro aspecto, es el proceso de biocatálisis; refleja las características de todas y cada una de las transformaciones catalizadas por enzimas que ocurren en los organismos vivos, también incluye el fundamento energético, la eficiencia, la especificidad, así como, la regulación. Respecto a la biotransducción; identifica los múltiples procesos biológicos que implican la conversión de un tipo de energía en otra, así como los mecanismos íntimos que producen dicha interconversión energética. Referente a la bioinformación, ésta refleja la propiedad de los seres vivos de mantener, reproducir y expresar, mediante diversos mecanismos, las características propias de la especie, fundamento de atributo esencial de los organismos vivos, la autopropagación. Y en lo relativo a las biotransformaciones, que incluye el conjunto de reacciones químicas biocatalizadas por medio de las cuales se realiza el intercambio de sustancia, energía e información de los seres vivos con el medio, es decir, el metabolismo, atributo esencial para la vida.

De igual manera, es importante resaltar que además de conocer los contenidos y la estructura de las disciplinas, es necesario el conocimiento de sus características históricas y epistemológicas, dado que aportan elementos importantes para la enseñanza, así como la identificación de los conceptos estructurantes, según, Gagliardi, 1986; Gagliardi y Giordan, 1986; Gil-Pérez, 1993 Giordan y De Vecchi, 1999.

### ***Relación de la Bioquímica con los Principios y/o Leyes Universales***

Por *principios* debe entenderse en este contexto todo aquel fenómeno que es invariable en el tiempo y que es observado de forma idéntica por diferentes observadores. Un fenómeno que cumple con éstos requisitos es llamado principio o ley fundamental de la rama de la ciencia a la que se refiere. Por supuesto, para que un fenómeno sea considerado una ley fundamental, debe contar con el acuerdo de la mayoría de la comunidad científica.

En definitiva, el objetivo último de la energética es por tanto la descripción de las leyes fundamentales. Filósofos de la ciencia como afirma Reiser (1926, p.432) han postulado que las leyes de la termodinámica pueden ser consideradas leyes de la energética. Tomando en consideración este postulado, la energética tendría por objetivo la obtención de predicciones fiables sobre las transformaciones durante el flujo y almacenamiento de energía a cualquier escala, desde lo nano a lo macro.

Al respecto, Porlán, (2003), refiriéndose a los principios para la formación del profesorado, pone de manifiesto la relevancia de tener en cuenta la estructura de los conceptos, la cual posibilita establecer relaciones y redes con otros conceptos. Es decir, destaca la necesidad de identificar conceptos estructurantes al momento de la definición de objetivos, contenidos y actividades de enseñanza.

En razón a los principios que son leyes de carácter universal y que se cumplen para toda la Bioquímica, se pueden mencionar: El principio del recambio continuo, de la organización de las macromoléculas, de la multiplicidad de utilización, de la máxima eficiencia, de la máxima economía, de los cambios graduales, de la interrelación, del acoplamiento y de la reciprocidad de las transformaciones.

### ***Producción del Conocimiento Bioquímico***

En la Bioquímica la producción del conocimiento se da por su enfoque experimental y las técnicas utilizadas permiten el aprendizaje, sin embargo la Bioquímica no es un cuerpo inmutable de conocimiento sino un campo en evolución constante, los adelantos como en otras áreas de la ciencias depende de los adelantos tecnológicos y la innovación que se propicie en el enfoque experimental. Los componentes de este enfoque experimental según Murray, R, (1999):

#### 1. El aislamiento de biomoléculas contenidas en las células.

Conocer la función de cualquier biomolécula requiere que se le aísla en forma pura, para tal efecto se emplean técnicas de separación y purificación de biomoléculas. Las principales técnicas para la separación y purificación de biomoléculas son: Fraccionamiento salino, Cromatografía, Filtración en gel, Electroforesis y Ultra centrifugación.

#### 2. La identificación de la estructura de las biomoléculas.

Una vez que la biomolécula se ha aislado y purificado, se procede a determinar su estructura; de esta forma se realiza la correlación entre la estructura y la función. Ciertas enzimas cuya especificidad se conoce son medios utilizados para revelar características estructurales. El perfeccionamiento en la resolución, es respaldado por los adelantos teóricos y tecnológicos. Entre las principales técnicas se utilizan: Análisis elemental, Espectroscopia, Hidrólisis, Serie de enzimas de especificidad conocida para la degradación, Espectrofotometría de masa, Métodos específicos para

la secuenciación y Cristalografía de rayos X.

3. El análisis de la función del metabolismo, síntesis y degradación de las biomoléculas.

Inicialmente la investigación Bioquímica se realizó en humanos como en animales de la misma forma, (respiración, y el destino de sustancias ingeridas) Luego se descubrió que el animal íntegro era demasiado complejo para permitir dar respuestas a numerosas interrogantes. Por lo cual se realizaron preparaciones más sencillas *in-vitro* (se refiere a una técnica para realizar un determinado experimento en un tubo de ensayo, o generalmente en un ambiente controlado fuera de un organismo vivo). El tipo de preparaciones utilizadas en esta técnica pueden ser: Estudios a nivel de animal intacto, órgano aislado, cortes de tejido, células intactas, homogenizado, organelos celulares aislados, sub-fraccionamiento de organelos, aislamiento y caracterización de metabolitos y enzimas, clonación de genes que codifican a enzimas y proteínas.

En lo que se refiere al conocimiento disciplinar, son aquellas categorías del conocimiento que el profesor tiene sobre la materia que enseña. Para Barnett y Hodson (2001) incluye el conocimiento del contenido de la ciencia (conceptos, hechos y teorías); conocimientos sobre la naturaleza de la ciencia, incluyendo historia, filosofía y sociología de la ciencia y las relaciones entre ciencia, tecnología, sociedad y medioambiente; conocimiento sobre cómo y por qué los estudiantes aprenden (desarrollo de los niños, teorías de aprendizaje y teoría de la motivación). Se adquiere en la formación inicial y permanente.

Afirmar con certeza, en dónde inicia y/o en dónde está la frontera que demarca la especificidad que caracteriza la Bioquímica de otras disciplinas, es complejo; sin embargo, siendo una disciplina que tiene un sistema de conocimientos que incluye conceptos, leyes y principios de variados grados de generalización, desde los más particulares, que se aplican únicamente a aspectos específicos y que le dan carácter de especificidad, hasta los más generales que son de aplicación de gran parte, si no, a toda la disciplina, se puede incluir, los conceptos generales, y los principios como categorías en esta especificidad. Entre los conceptos generales se identifican: biomoléculas, biocatálisis, biotransducción, bioinformación y biotransformaciones.

De igual manera, es importante resaltar que además de conocer los contenidos y la estructura de las disciplinas, es necesario el conocimiento de sus características históricas y epistemológicas, dado que aportan elementos importantes para la enseñanza, así como la identificación de los conceptos estructurantes, según, Gagliardi, 1986; Gagliardi y Giordan, 1986; Gil-Pérez, 1993 Giordan y De Vecchi, 1999.

## **Conclusiones a nivel del perfil profesional profesor de Bioquímica**

En la formación de futuros profesores de ciencias, es necesario incluir el conocimiento de las estructuras sintáctica, sustantiva de la Bioquímica, y la organización de los contenidos disciplinares, constituyen referentes metadisciplinares importantes en la organización de las prácticas de laboratorio ya que contribuyen a la construcción del Conocimiento Didáctico del Contenido Bioquímico.

Otro aspecto relevante, en este ejercicio pedagógico y didáctico, requiere el conocimiento de la historia de la Disciplina identificando los aspectos epistemológicos promoviendo la importancia de los avances, aplicaciones, proyecciones a nivel general de la investigación Bioquímica.

Lo anterior se sustenta en los principales hitos que han incidido en la consolidación de la Bioquímica como campo de conocimiento, producto de la interacción histórica existente entre la Bioquímica y otras ciencias biológicas. Lo anterior demarca gran importancia ya que el desarrollo y aporte han sido mutuos, si bien es cierto que otras ciencias han contribuido al desarrollo de la Bioquímica, es también relevante conocer que esta ha impulsado de manera considerable el desarrollo y avance de las demás ciencias y disciplinas, particularmente las biomédicas. De igual manera, la producción y generación de conocimiento mediante la investigación en Bioquímica y su articulación interdisciplinar.

Con respecto de las características de la guía de laboratorio de Bioquímica, es de anotar que se muestra una selección de actividades experimentales de moderada complejidad para posibilitar la enseñanza de las principales técnicas utilizadas en el análisis físico-químico de sustancias de interés biológico. Si bien es cierto, estas técnicas posibilitan la introducción a la investigación, se requiere hacerlas explícitas; lo cual no se evidencia en el planteamiento de las guías.

Como tampoco se evidencian elementos contundentes acerca del conocimiento de las estructuras sintáctica y sustantiva de la Bioquímica, los cuales pueden estimular en los futuros profesores una tendencia hacia la investigación presentando la práctica de laboratorio de tal forma que se puedan deducir métodos de análisis experimental que conduzcan a la producción de conocimiento.

De la misma manera se pueden implementar aquellas ilustraciones experimentales que induzcan hacia la investigación aunque requieran más tiempo y eficiencia.

Mediante esta clase de trabajo práctico los estudiantes tienen contacto con características de la metodología experimental de laboratorio instrumental y comienzan a aplicarla en la búsqueda de caracterización de determinadas sustancias problema, planteadas por el docente y los estudiantes siguen protocolos dirigidos por el profesor a través de la guía.

Observamos una Bioquímica experimental con actividades prácticas que se plantean encaminadas a reforzar lo trabajado como componente teórico, por ejemplo en actividades centradas en relacionar variables y determinar propiedades, reconocer características fisicoquímicas de las sustancias planteadas en las temáticas.

Con relación a los aspectos metodológicos se evidencia el trabajo práctico basado en el seguimiento de protocolos, en donde el estudiante manipula de manera hábil técnicas, métodos y materiales promoviendo el desarrollo de habilidades y destrezas en el manejo de materiales y el seguimiento de instrucciones. También se plantean procesos algorítmicos de los cuales los estudiantes comprueban lo expuesto en la introducción por el profesor.

Las guías presentan un listado de materiales y reactivos previo al protocolo. Se plantean instrucciones de procedimiento como añadir, mezclar, observar, pesar, adicionar, medir volúmenes, agregar reactivos, someter a reflujos, calentar, enfriar y agitar. Se presentan tablas de datos para comparar resultados, preparación de muestras, registrar resultados, preparación de diluciones, entre otras.

Los análisis se realizan en muestras de hígado fresco, papa, leche y mantequilla. Las guías presentan actividades complementarias como resúmenes, cuestionarios y consultas teóricas relacionadas con temáticas de las prácticas.

Es importante mencionar que la relación T-P debe constituirse una actividad reflexiva que conlleve a la comprensión, el aprendizaje facilitando al desarrollo conceptual mediante la práctica de forma tal que el estudiante aplique estrategias que le permitan resolver situaciones. Si bien es importante que el estudiante no sólo realice adecuadamente determinados procedimientos es igualmente importante que pueda ir modificando en lo posible abordando situaciones que ha aprendido y las pueda aplicar en el contexto que lo requiera, que aprenda a reflexionar y a cuestionar.

En relación con la estructura sustantiva, observamos que la Bioquímica está constituida por temáticas como son las biomoléculas, abordadas a nivel de clasificación, estructura y composición.

Entre las características del conocimiento Bioquímico, se encuentra que el trabajo se realiza a nivel experimental para el reconocimiento de la presencia en las muestras de algunas biomoléculas, mediante la utilización de pruebas cualitativas y cuantitativas como también la utilización de técnicas para el análisis de muestras de origen vegetal y animal.

Acerca de la estructura sintáctica, se evidencian elementos relacionados con la manera cómo se produce el conocimiento mediante la aplicación de técnicas de análisis cualitativo (reconocimiento e identificación) utilizando materiales de origen vegetal y animal como: Hígado fresco, papa, leche, mantequilla, aceite de cocina. Además se emplean tablas de datos para preparación de soluciones y para análisis posterior de resultados.

Y a nivel de estructura interdisciplinar, se evidencian elementos que relacionan la Bioquímica con otras disciplinas como la medicina, la industria y la historia de la ciencia.

### **Proyecciones de la investigación**

Así, se puede implementar un curso de mayor complejidad con prácticas de laboratorio que por su naturaleza y metodología no requieren de instrumentación especializada, como por ejemplo la electroforesis libre y la ultra centrifugación, ensayos microbiológicos y hormonales y análisis sobre nutrición.

Otro nivel de complejidad puede incluir otras prácticas de laboratorio basadas en síntesis y degradaciones orgánicas.

En la práctica personal como estudiante de Maestría en Educación, en el desarrollo del análisis de las guías de laboratorio pudimos reflexionar acerca de cuál es el objetivo de la enseñanza de la bioquímica. Al respecto consideramos que la enseñanza de la bioquímica se puede realizar en forma heurística tomando los elementos de los que dispone a través de la estructura sintáctica y sustantiva de la bioquímica y además teniendo en cuenta el carácter interdisciplinar que relaciona la biología, la química y la física como otros campos del conocimiento ya sean la medicina o la industria

Con respecto a la formación de futuros profesores el conocimiento de estas estructuras a nivel disciplinar, puede generar mayor posibilidad en la práctica docente al incorporar este aspecto, a partir de los currículos de la materia que enseñan. Así, por ejemplo, en las clases teóricas y/o prácticas, se pueden incluir discusiones y actividades dirigidas a reflexionar en aspectos relacionados de los contenidos tratados, las técnicas utilizadas en el laboratorio, la forma de abordar y resolver problemas, el fundamento de la práctica, su importancia, sus aspectos epistemológicos y proyectar hacia la investigación.

La especialidad de un no licenciado en una disciplina académica no garantiza necesariamente el conocimiento sintáctico. Sin embargo puede ser que muchos licenciados durante su formación académica, didáctica y pedagógica no adquieran conocimiento sintáctico de la disciplina que enseñarán.

Sin embargo hay otras formas de aprender acerca de las estructuras de la disciplina, es como en el caso personal como estudiante, el estudio hace que como estudiante movilice el pensamiento tras el aprendizaje de la historia, para hacer historia para sí mismo, en el aprendizaje de sus propias investigaciones, científica, histórica, matemática, literaria y/o bioquímica, de esta forma se aprenden diferencias entre la evidencia que es suficiente y aceptable, lo que se verá en el trabajo didáctico.

También se considera, que el análisis epistemológico de la Bioquímica en la estructuración de las guías de laboratorio conlleva a la reflexión acerca de la planeación, diseño y ejecución de los materiales que se utilizan para la enseñanza en los programas de formación de futuros profesores ya que pueden aportar elementos de integración entre el conocimiento existente, los nuevos conocimientos que surgen, el cómo involucrarlos en el desarrollo de la enseñanza en el campo de conocimiento de la disciplina específica.

Se requiere incluir en la formación de futuros profesores, bases fundamentadas acerca de las evidencias que son utilizadas por los miembros de la comunidad disciplinaria para guiar la investigación; como también se requiere la formación sobre los medios por los que el nuevo conocimiento es introducido y aceptado en la comunidad científica.

En este sentido, para efectos de la caracterización de las guías de laboratorio no basta con identificar el rigor y coherencia de los aspectos teóricos y procedimentales, sino además se requiere analizar los referentes epistemológicos que existen detrás de la estructuración de dichas guías.

Al respecto, resultan pertinentes cuestionamientos como: ¿qué importancia representa el análisis epistemológico de la Bioquímica en la estructuración de materiales de enseñanza como las guías de laboratorio?, ¿cómo analizar los referentes epistemológicos de la Bioquímica implícitos o explícitos en materiales curriculares como las guías de laboratorio?, cuando se planifican materiales de enseñanza de la Bioquímica, se tienen en cuenta aspectos relativos a las estructuras sustantiva y sintáctica de este campo del conocimiento?

Otros interrogantes que propician los resultados de la presente investigación, están relacionados con los elementos que caracterizan, en lo que respecta a la planeación curricular, de cada uno de los programas de Licenciatura en Química y Licenciatura en Biología en la formación de futuros profesores, Por cuanto se evidencia que en la Licenciatura en Química, se ve la Bioquímica en octavo semestre, mientras que en la licenciatura en Biología, se ve en cuarto semestre. ¿Qué características tienen los programas de licenciatura para diferenciar en semestre en el cual se debe estudiar la Bioquímica? ¿Hay diferencias entre el enfoque de la Bioquímica a enseñar a profesares de Biología, y a profesores de Química? ¿Debería ser el mismo?, ¿Cómo apoya la estructura curricular de los programas?

Interrogantes que se pueden convertir en temas de futuros estudios alrededor de la importancia que tiene, la formación en estas estructuras disciplinares y que pueden contribuir de manera significativa a repensar el currículo mismo de las asignaturas que constituyen los programas de las facultades de Educación.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALBERTS, B, (1996) *Biología Molecular de la Célula*. 3<sup>ra</sup> Edición. Ediciones Omega S.A. Barcelona.

ALLEN, GARLAND E. (2005): “*Mechanism, Vitalism, and Organicism in Late Nineteenth and Twentieth-Century Biology: The Importance of Historical Context.*” *Studies in History and Philosophy of Biology and Biomedical Sciences* 36 261–83.

ALLOWAY, J, L, (1933): *Journal of Experimental Medicine* 79, 137-158

ÁLVAREZ y JURGENSON. (2003) *Cómo hacer investigación cualitativa. Fundamentos y metodología*. Paidós Educador. México D.F.

ÁLVAREZ, S, y CARLINO, (2004): *La distancia que separa las concepciones didácticas de lo que se hace en clase: el caso de los trabajos de laboratorio en Biología*. *Revista Enseñanza de las Ciencias*, 22(2), pp. 251–262.

ARMSTRONG JJ, BADDILEY J, BUCHANAN JG, DAVISION AL, KELEMEN (1982): *Bioquímica*. Editorial Reverté, S.A.

ASTBURY, W, T Y BELL, F, O, (1939): *Tabulae Biologicae*, pp 17-90.

ASTBURY, W, T, (1952): *La estructura fibrosa de la piel humana normal y anormal*. 11(4):315-31.

ASTBURY, WILLIAM THOMAS". *Dictionary of Scientific Biography*. 1. New York: Charles Scribner's Sons. pp. 319–320. ISBN 0-684-10114-9.

AVERY, MCLEOD Y MACCARTY, (1944): *Estudios sobre la naturaleza química de la sustancia inductora de la Transformación de los tipos de neumococo: La inducción de la transformación por una fracción de ácido desoxirribonucleico Aislado de neumococos tipo III*. *Journal of Experimental Medicine* 79 (2): 137–158.

AVI, H y LUNNETA. (2003): *El laboratorio en la Educación de Ciencias: Fundamentos para el siglo XXI*. Science Teacher Education, Willey Periodicals. Inc. Wiley Periodicals. Inc.

AYALA, A, (2000): Guías de Laboratorio de Bioquímica, utilizadas en la formación inicial de futuros profesores de ciencias.

BACCA, C, (2000): Guías de Laboratorio de Bioquímica, utilizadas en la formación inicial de futuros profesores de ciencias.

BALDWIN, E. (1967) *Dynamic Aspects of Biochemistry*, Cambridge.

BANET HERNÁNDEZ, (2001) Enrique. *Los procesos de nutrición humana*. Primera Edición. Editorial Síntesis. España.. 269p.

BARBERÁ, y VALDÉS. (1996): *El trabajo práctico en la enseñanza de las ciencias. Una revisión*. Revistas Enseñanza de las Ciencias, 14 (3), pp. 365-379.

BARDÍN, (1977). *Metodología de análisis de contenido. Teoría y Práctica*. Klaus Krippendorff.

BARNETT y HODSON. (2001): *Pedagogical Context Knowledge: Toward a Fuller Understanding of What Good Science Teachers Know*. Science Education, 85 (4), 426-453.

BARTHELMESS, (1952), *he Growth of Biological Thought: Diversity, Evolution, and Inheritance*. pp. 254-255.

BATIDA DE LA CALLE, RAMOS y SOTO, 1990; TAMIR y GARCÍA, RAMOS, E. y SOTO, J. (1990). *Prácticas de laboratorio: ¿Una inversión poco rentable?* Investigación en la Escuela, 11, pp. 77-90.

BEADLE, G Y TATUM, E, (1941): *Show how genes direct the synthesis of enzymes that control metabolic processes*. *Genetics and Genomics Timeline*. Genome, News Network is an editorially independent online publication of the J. Craig Venter Institut.

BENEJAM. (1999): *La formación psicopedagógica del profesorado de Didáctica de las Ciencias Sociales*. Revista Interuniversitaria de Formación del Profesorado, 34, 219-229.

BİLİM. (2009): *Desarrollar una estrategia para la enseñanza de la energía* Ondokuz Mayıs Üniversitesi. Eğitim Fakültesi Dergisi. 2009, 28, 105-119.

BODENSTEIN, (1938, 1944) *Biology of Drosophila* was first published by John Wiley and Sons in 1950. Editado por Milislav Demerec.

BOLÍVAR. (1995): *El conocimiento de la enseñanza. Epistemología de la investigación curricular*. Granada: Force/Universidad de Granada.

BOLÍVAR. (2005): *Conocimiento Didáctico del Contenido y Didácticas específicas. Profesorado. Revista de currículum y formación del profesorado*, 9, 2. págs 21-42.

BOYER Y TIBERGHIE (1989): En *La innovación educativa*, Escrito por Pedro Cañal de León.

BOYER. (1969): *Historia de la Matemática. Ciencia y Tecnología*. Alianza Editorial. Madrid España.

CAAMAÑO. (1992): *Los trabajos prácticos en ciencias experimentales. Aula*, Vol. 9, pp. 61-68. *Aula de innovación educativa*, 9, 61-68. ... Vol. III. Barcelona: Graó.

CALATAYUD, et al; (1980): "*Trabajos prácticos de Física como pequeñas investigaciones*". ICE, Universidad de Valencia, España.

CAMPBELL, N. (1997) *Biology*. 4<sup>th</sup> Edition. *The Benjamin Cummings Publishing Company*. Inc. California.

CARP, D, et al, (2012): *Trabajos prácticos de laboratorio sin receta de cocina en Cursos masivos. Avances en ciencias e ingeniería* (ISSN: 0718-8706).

CARRASCOSA, J. (1995): "*Trabajos Prácticos de Física y Química como Problemas*". *Alambique. Didáctica de las Ciencias Experimentales.*, Nº 5, 67-76.

CERDA. (2005): *Los elementos de la investigación*. Editorial Buho, Bogotá.

CLAXTON. (1994): *Educar mentes curiosas. El reto de la ciencia en la escuela*. Madrid: Visor.

COCHRAN, (1993): *Pedagogical Content Knowing: an integrative model for teacher preparation*, *Journal of Teacher Education*, 44, . pp. 263-272.

COLLARD, (1976): *The Development of Microbiology*. Published Cambridge University.

COLLARD, (1976). *El desarrollo de la Microbiología*. Universidad de Cambridge. , págs. 103, 132, 100-101, 127, 86, ISBN 0 521 21177 8.

COMIN. (1984): *Un intento de hacer ciencia para enseñar ciencias. Enseñanza de las Ciencias*, 2, pp. 117-120

CONTRERAS. (2009): *El conocimiento disciplinar en ciencias naturales de los futuros profesores de EGB de la universidad de Santiago de Chile, una contribución al conocimiento profesional*. VIII Congreso Internacional sobre Investigación en la Didáctica de las ciencias. Revista Enseñanza de las Ciencias.

CORCUFF. (1998): *Las nuevas sociologías. Construcciones de la realidad social*. Madrid, Alianza.

CORNISH-BOWDEN, (2004), *Fundamentals of Enzyme Kinetics* (3rd edition), Portland Press ISBN 1-85578-158-1.

CORTEL, A, (1999): *El trabajo experimental*. Cuadernos de Pedagogía. Junio.

CRESPO, ÁLVAREZ Y BERNAZA, (1996): *Las prácticas de laboratorio Docentes en la enseñanza de la Física en la Educación Superior: Críticas y Reflexiones*. Libro de Actas del II Taller Iberoamericano de Enseñanza de la Física Universitaria. Universidad de La Habana.

CUNNINGHAM Y MAC MUNN (1893): *Giving Anaccount of His Observations on the Thermometer and Magnetick Needle in His Voyage Thither*. Royal Society of London.

CURTIS Y BARNES (1992). *Biología*. 5ª Ed. Bs.As. Editorial Médica Panamericana.

DE CUDMANI, LEONOR C., PESA, MARTA A. y SALINAS, JULIA. *Hacia un modelo integrador para el aprendizaje de las ciencias*. Revista Enseñanza de las Ciencias. 18 (1) 3-13. Departamento de Física. FCEyT. Universidad Nacional de Tucumán. Av. Independencia, 1800. 4000 Tucumán, Argentina

DE JONG. (1998): *Los experimentos que plantean problemas en las aulas de Química: Dilemas y soluciones*. Revista de Enseñanza de las Ciencias, 16 (2), pp. 305-314.

DE JONG. (1998): *Research of Science Teacher Education in Europe: Teacher Thinking and Conceptual Change*, en FRASER, B. J., y TOBIN , K, G. (eds). International Handbook of Science Education, Kluwer AcademicPublishers, Great Britain, pp. 745-758.

DE PRO BUENO, *¿Se pueden enseñar contenidos procedimentales en las clases de ciencias?* Revista Enseñanza de las Ciencias, 16 (1), pp. 21-42.

DEL CARMEN. (1996): *El análisis y secuenciación de los contenidos educativos*. Cuadernos de Educación 21. pp. Editorial Horsori. Barcelona, España.

DEL CARMEN. (2000): *Actividades de laboratorio. La enseñanza y el aprendizaje de las ciencias de la naturaleza en la educación secundaria*. N° 9. pp. 124-130. 2° Edición. Horsori. Universitat de Barcelona, España.

DELBRÜCK, M Y LURIA, S, E, (1943): *Mutations of Bacteria from Virus Sensitivity to Virus Resistance* Genetics 28 (6): pp. 491–511.

DEULOFEU, A. D. MARENZI y A. O. M. STOFANI, (1967) *Química Biológica*, 9 ed. Buenos Aires.

DÍAZ y JIMENEZ. (1997): *La indagación en las clases prácticas de biología: El uso del microscópico*. Revista Enseñanza de las Ciencias Número extra, V Congreso, pp. 333-335.

DUBOS, RENE J. PASTEUR. (1988) Biblioteca Científica Salvat. Traducción de Francisco Guerra. Barcelona.

DUQUE, L. Jiménez, S., Cuerva, J. (1998). *Análisis de las prácticas de laboratorio realizadas en Institutos de Enseñanza Secundaria*. Didáctica de las Ciencias, n° 11, 99-112.

FISCHER, E. H, (1906): *Die heilige Hildegard von Bingen die erste deutche Naturforscherin und Arztnin*. En: Franz Schupp: *Geschichte der Philosophie im Überblick*, 3 Bde. Meiner, Hamburg.

FLETCHER Y HOPKINS, (1907) *Lactic acid in amphibian muscle*. Fisiol, London. 35: 247- 309

FLICK, U (2004): *Introducción a la investigación cualitativa*. Madrid: Ediciones Morata.

FONZ, (2005): *Implementación de ABP en Asignaturas del Área Básica de la carrera de Medicina, Universidad Popular del Estado de Puebla; Departamento de Ciencias de la salud; Facultad de Medicina; Puebla México.*

FONZ, et al. (2005): *Implementación de ABP en Asignaturas del Área Básica de la carrera de Medicina, Universidad Popular del Estado de Puebla; Departamento de Ciencias de la salud; Facultad de Medicina; Puebla México.*

FRAENKEL, (1943); *Bioquímica General*. Impreso en Gran Bretaña.

FRUTON, JOSEPH S. (1999). *Proteins, enzymes, genes: the interplay of chemistry and biology*. New Haven, Conn: Yale University Press. ISBN 0-300-07608-8.

GAGLIARDI y GIORDAN. (1986) *La historia de las ciencias: Una herramienta para la enseñanza*. *Enseñanza de las Ciencias*, 4 (3), 253-258. Laboratorio de Didáctica y Epistemología de las Ciencias, Universidad de Ginebra.

GAGLIARDI. (1986): *Los conceptos estructurantes en el aprendizaje por investigación*. *Enseñanza de las Ciencias*, 4 (1), 30-35. Universidad de Ginebra.

GAGLIARDI. (1988): *Como utilizar la historia de las Ciencias en la enseñanza de las Ciencias*, 6 (3), 291-296. Universidad de Ginebra.

GALLET, (1998): *Problem-Solving teaching in the chemistry Laboratory: Leaving the cooks*. *En Journal of Chemical Education*, 75 (1), pp. 72-77.

GARCÍA BARROS, S., MARTÍNEZ LOSADA, C. y MONDELO ALONSO, M. (1998): *Hacia la innovación de las actividades prácticas en la formación del profesorado*. *Enseñanza de las Ciencias*. 16 (2), pp. 353-366. Departamento de Pedagogía e Didáctica das Ciencias Experimentais. Facultade de Ciencias da Educación. Universidade da Coruña. Paseo de Ronda, 47. 15011. La Coruña.

GARCÍA, S, et al, 1995): *El trabajo práctico. Una intervención para la formación de los profesores*. Revista Enseñanza de las Ciencias, 13 (2), pp. 203-209

GARCÍA, S, et al. (1997): *El trabajo práctico desde la formación permanente. Presentación de una intervención concreta*. Enseñanza de las ciencias, Número extra. V Congreso, pp. 107-108.

GARDNER. E, - GRAY D. (1980) *Anatomía*, tercera Edición, Editorial Salvat, pp. 303 al 349, 848 al 869.

GARLAND E. ALLEN, (1983). *La ciencia de la vida en el siglo XX*.

GESS-NEWSOME. (1999): *Pedagogical Content Knowledge: An introduction and orientation*. In: GESS-NEWSOME, J. and LEDERMAN, N. (Eds.). *Examining Pedagogical Content Knowledge. The Construct and its Implications for Science Education*. Dordrecht, Boston, London: Kluwer Academic Publishers.

GESS-NEWSOME. (1999): *Secondary Teacher's Knowledge and belief about subject matter and their Impact on Institution*. In: GESS-NEWSOME, J and LEDERMAN, N (Eds) *Examining Pedagogical Content Knowledge. The Construct and its Implications for Science Education*. Dordrecht, Boston, London: Kluwer Academic Publishers. Pp 51-94.

GIL y VALDÉS. (1996): *La orientación de las prácticas de laboratorio como investigación*. Revista Enseñanza de las Ciencias, 14, (2), pp. 155-163.

GILMAN (1995), *chapter 1: "How and Why do Historians of Medicine Use or Ignore Images in Writing their Histories?"*(9).

GIL-PEREZ. (1993): *Contribución a la historia de la filosofía de las ciencias al desarrollo de un modelo de enseñanza/aprendizaje como investigación*. Enseñanza de las Ciencias, 11 (2), 197-272.

GIORDAN y DE VECCHI. (1999): *Los orígenes del saber. De las concepciones personales a los conceptos científicos*. Sevilla; Diada.

GONZALEZ. (1992): *¿Qué hay que renovar en los trabajos prácticos?* Revista Enseñanza de las Ciencias, 10 (2). pp. 206-211

GONZALEZ. (2005): *Análisis y evaluación de un protocolo experimental*. Revista Enseñanza de las Ciencias, número extra VII Congreso.

GRAÓ, INSUASTI. (1997): *Análisis de los trabajos prácticos de química general en un primer curso de universidad*. Revistas Enseñanza de las Ciencias, 15 (1), pp. 123-130.

GROSSMAN, P. (1990): *The making of a teacher knowledge and teacher education*, New York: Teachers college, Columbia University.

GUYTON, ARTHUR C. (1980) *Fisiología Humana*. Sexta edición Editorial Interamericana pag 187-188.

HARPER, (1995) *Manual de Bioquímica*. Ediciones El Manual Moderno. México.

HARROW, B.y A. MAZUR, (1967) *Bioquímica Básica*, 9 ed. México.

HILL R, (1974) *La química de la vida: Capítulos de Historia de la Bioquímica*. México: Fondo de Cultura Económica.

HINSHELWOOD, C, (1946): *The Kinetics of the Reactions of the Steam-Carbon System*. Proc. R. Soc. Lond. A October 22, 1946 187 129-157.

HODSON. (1994): *Hacia un enfoque más crítico del trabajo práctico*. Revista Enseñanza de las Ciencias, 12 (3), pp. 299-313.

HOFSTEIN Y LUNETTA. (1982): *The role of the laboratory in science teaching: neglected aspects of research*, Review of Educational Research, 52, 201-217.

KOCKEMANN, A, (1934): *Über eine keimgugshemme-nede substanz in frleischigen ber dtsn. Botany. Gran Bretaña*.

IMBERNÓN. (1994): *La formación y el desarrollo profesional del profesorado. Hacia una nueva cultura profesional*. Barcelona,

IRWIN H. SEGEL, (1993) *Enzyme Kinetics: Behavior and Analysis of Rapid Equilibrium and Steady-State Enzyme Systems*. Wiley-Interscience; New Edition, ISBN 0-471-30309-7.

IZQUIERDO, (1999): *Fundamentación de las prácticas escolares de Ciencias experimentales*. Revista Enseñanza de las Ciencias, 17 (1). pp. 45-59.

IZQUIERDO, MERCÈ, SANMARTÍ, NEUS y ESPINET, MARIONA (1999): *Fundamentación de las prácticas escolares de Ciencias experimentales*. Revista Enseñanza de las Ciencias, 17 (1). pp. 45-59. Universitat Autònoma de Barcelona..

JAÉN, M. Y GARCÍA-ESTAÑO, R. (1997): “Una revisión sobre la utilización del trabajo práctico en la enseñanza de la Geología”. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, 5 (2), 107-116.

JAMIE N; CHARLES W y CHRISTINA V, (2009) *Principled Reasoning About Problems of Practice*. Science Teacher Education, Willey Periodicals. Inc.K, W,

JEVONS, F. R. (1964) *The Biochemical Approach to Life*, Londres.

KAY, E. R. M. (1966) *Biochemistry: An Introduction to Dynamic Biology*, Nueva York.

KARLSON, P. (1967): *Manual de Bioquímica*, 3 ed. Barcelona,

KARP, G. (1998) *Biología Celular y Molecular*. Ed. Mc Graw Hill Interamericana. México.

KIRSCHNER y MEESTER (1988): El laboratorio en la educación científica superior: Problemas, locales y objetivos. *Higher Education* 17, pp. 81-98. Kluwer Academic Publishers - Printed in the Netherlands.

KUCHEL,P Y RALSTON, G. (1994) *Bioquímica General*. Serie Schaum. Ed. McGraw-Hill. México

LAGUNA, J. (1967) *Bioquímica*, 2 ed. México.

LEHNINGER, 1975: *Biochemistry: The molecular basis of cell structure and function*. Worth Publishers (New York)

LIRAS. (1985): *Didáctica de la Bioquímica a través del método científico*. Revista Enseñanza de las Ciencias, pp. 96-99.

LOEB, JACQUES. (1915): “*Mechanistic Science and Metaphysical Romance.*” *Yale Review* 4 766–85.

LOEB, JACQUES. (1916) *The Organism as a Whole: From a Physicochemical Viewpoint.* New York: G.P. Putnam’s Son.,

LOEB, JACQUES. (1964) *The Mechanistic Conception of Life.* Ed. Donald Fleming. Cambridge, MA: Harvard University Press.,

MARCELO. (1987): *El pensamiento del profesor.* Barcelona. Ceac.

MARCELO. (1999): *Cómo conocen los profesores la materia que enseñan. Algunas contribuciones de la investigación sobre conocimiento didáctico del contenido* *Revista de Educación*, 1; 33-57.

MARTIN. (2000): *Perspectiva histórica de la Bioquímica.* *Arbor*; Vol. 179, No 706 (2004); 341-364.

MELLADO y GONZÁLEZ. (2000): *La formación inicial del profesorado de ciencias.* En PERALES J y CAÑAL P (Coord) *Didáctica de las Ciencias Experimentales.* Editorial Marfil Alcoy: España.

MERINO, et al. (2003): *Evaluación de los trabajos prácticos mediante diagramas* V. *Revistas Electrónica de las Ciencias*, Vol 2, N° 1.

MIGUENS y GARRET. (1991): *Prácticas en la enseñanza de las ciencias. Problemas y posibilidades.* *Enseñanza de las Ciencias*, 9 (3), pp. 229-236.

MIGUENS, M. y GARRETT, R.M, (1991): *Prácticas en la Enseñanza de las Ciencias. Problemas y posibilidades.* *Enseñanza de las ciencias*, ,9 (3), 229-236

MOEBIUS, M, (1937): *Geschichte der Botanik von den ersten Anfängen bis zur Gegenwart.* Jena.

MONTERO, L. y VEZ, J. (Eds.). *Las didácticas específicas en la formación del profesorado.* Santiago de Compostela: Tórculo. pp. 151-185.

NEUHAUS, F. *Composition of teichoic acids from a number of bacterial walls.* *Nature.* 1959 Jul 25; 184:247–248

NIEMEYER, H. M. H. (1968) *Bioquímica*, Buenos Aires.

NOVA OCTA LEOPOLDINA, nueva serie, (1959)

OKAMURA WH, NORMAN AW, WING RM. (1974) *Vitamin D: concerning, the relationship between molecular topology and biologic functions*. Proc Natl Acad Sci USA; 71: 4194-4197.

OLBY, (1970- 1974), pp. 19, 133, 143, 149, 152, 156, 165, 212, 434.

OPPENHEIMER, C, (1924 y 1930): en diez volúmenes entre Centro de Investigación, Universidad del Pacífico, 1996. Lima, Perú.

PALONSKY, (1993): *A Knowledge base for social studies teachers*. The International Journal of Social Education, (7), 3, 7-23.

PAULY P. (1990). *Controlling Life: Jacques Loeb and the Engineering. Ideal in Biology*. Berkeley: University of California Press.

PAULY, PHILIP J. (1987) .*Controlling Life: Jacques Loeb and the Engineering Ideal in Biology*. New YORK: OXFORD UNIVERSITY PRESS,

PÉREZ. (1994): *investigación cualitativa. Retos e interrogantes (II técnicas y análisis de datos)*. Madrid: La Muralla, S.A.

PINTO y GÁLVEZ. (1996): *Análisis documental de contenido. Procesamiento de información*. Madrid: Editorial Síntesis.

PORLAN, R.; MARTÍN DEL POZO, R.; MARTÍN, J. y RIVERO, A. (2001). La relación teoría-práctica en la formación permanente del profesorado. Sevilla: Díada.

PORLÁN y RIVERO. (1998): *El conocimiento de los profesores: una propuesta formativa en el área de ciencias*. Sevilla: Díada.

PORLAN ARIZA, R., RIVERO GARCÍA, A. y MARTÍN DEL POZO, R, (1996): *Conocimiento profesional deseable y profesores innovadores: fundamentos y principios formativos. Investigación en la Escuela, Problems of Practice. Science Teacher Education, Willey Periodicals. Inc.*

PORLÁN, R, (2003): Principios para la Formación del Profesorado de Secundaria. Revista Interuniversitaria de Formación del Profesorado, 17(1), (2003), 23-34

PUENTES. (2008): *Propuesta de un sistema de categorías para el estudio del Trabajo Práctico en la enseñanza de la Biología*. Trabajo de grado para optar al título de Especialista en Enseñanza de la Biología. Universidad Pedagógica Nacional: Bogotá D.C.

RAFELSON, M. E. y S. B. BINKLEY, (1965) *Basic Biochemistry*, Nueva York

REIGOSA CASTRO, C. Y JIMÉNEZ ALEIXANDRE, M. P. (2000) La cultura científica en la resolución de problemas en el laboratorio, *Enseñanza de las Ciencias*, 18 (2), 275-284.

RICHOUX, (2003): *La planificación de las actividades De los estudiantes en los trabajos Prácticos de física: Análisis de prácticas de profesores*. Enseñanza de las Ciencias, 21 (1), 95-106 95

RODRIGO, RODRÍGUEZ Y MARRERO, 1993): *Las teorías implícitas. Una aproximación al conocimiento cotidiano*. Madrid. Visor.

RODRIGO M; MORCILLO G; BORGES R; CALVO M; CORDEIRO N; GARCÍA F; RAVIOLO A. (1999). *Concepciones sobre el trabajo práctico de campo (TPc); una aproximación al pensamiento de los futuros profesores*. En: *Revista Complutense de Educación*. 10 (2), 261-285.

ROTHSCHUH, 1953 En: *La Doctrina y el Laboratorio: Fisiología y Experimentación en la Sociedad Española Del Siglo XIX*. Consejo Superior de investigaciones científicas. Madrid, España. 1992.

ROZADA. (1997): *Formarse como profesor*. Madrid, Akal.

SANDÍN. (2003): *Investigación cualitativa en educación. Fundamentos y tradiciones*. Madrid: Mc Graw Hill.

SANTIAGO SCHNELL, PHILIP K. MAINI, (2004) *A century of enzyme kinetics: Reliability of the  $K_M$  and  $v_{max}$  estimates*, *Comments on Theoretical Biology* **8**, 169-187, DOI: 10.1080/08948550390206768

STARLING, E, (1905): Croonian Lecture: On the chemical correlation of the functions of the body I. *Lancet* **2** 339–341.

SMITH AND WOOD. (1998) . Moléculas Biológicas. Ed. Addison-Wesley. Iberoamericana S.A.

STRYER, L. (1995) Bioquímica. Ed. Reverté. España.

SCHWAB. (1974): *Problemas, tópicos y puntos de discusión; en Elam S, La educación y la estructura del conocimiento*, Buenos Aires, Ateneo.

SCHWAB, J., 1962a. The concept of the structure of a discipline. *Educational Record*, 43, pp. 197- 205.

SCHWAB, J., 1962b. The teaching of science as inquiry, en Schwab, J. y Brandwein, P. (eds.), *The Teaching of Science*, pp. 1 - 104. (Harvard University Press: Cambridge, MA.).

SCHWAB, J., 1964. The structure of the natural sciences, en Ford, G. W. y Pugno, L. (eds.), *The structure of knowledge and the curriculum*, pp. 3 1-49. (Rand-McNally: Chicago).

SCHWAB, J., 1958. The teaching of science as inquiry. *Bulletin of the Atomic Scientist*, 14, pp. 374-379.

SERRATOSA, F, (1975) *Introducción a la síntesis orgánica*. Barcelona. Alhambra.

SHAMIN, (1971): *Biocatálisis y biocatalizadores*.

SHULMAN, (1999): *Examining Pedagogical Content Knowledge. The Constructs and its Implications for Science Education*. Dordrecht, The Netherlands, Kluber Academic Publishers, pp. IX – XX.

SHULMAN. (1986): *Those who understand: Knowledge growth in teaching*. *Educational Researcher*, 15 (2), 4-14.

SHULMAN. (1987): *Knowledge and Teaching: Foundations of the New Reform*, *Harvard Educational Review*, 57 (1), 1-22.

SMITH, W, ET AL, (1998) *Organic Synthesis: The Science Behind the arte*. Cambrige. The Royal Society of Chemistry.

SOLOMON, (1998): *Biología de Villee*. 4<sup>a</sup>. Ed. McGraw-Hill. Interamericana. México.

TALANQUER. (2004): *Formación docente: ¿Qué conocimiento distingue a los Buenos maestros de química?*, Revista Educación Química, 15 (1), 52-57.

TAMIR. (1989): *Training teachers to teach effectively in the laboratory*, Science teacher education, 73 (1), pp. 59-69.

TARDIF. (2004): *Los saberes del docente y su desarrollo profesional*. Traducción de Pablo Manzano. Madrid: Narcea.

TORTORA G. (1993) *Principios de Anatomía. y Fisiología*. Sexta Edición. Editorial Harla. Mexico.. Pags. 1097, 850, 864. Capitulo 23.

VALBUENA, E. (2011): *Hipótesis de progresión del Conocimiento Biológico y del Conocimiento Didáctico del Contenido Biológico*. Tecné, Episteme y Didaxis. N° 30. Págs 30-52.

VALBUENA. (2007): *El Conocimiento Didáctico del Contenido Biológico. Estudio de las concepciones disciplinares y didácticas de futuros docentes de la Universidad Pedagógica Nacional (Colombia)*. Tesis para optar al título de Doctor en Didáctica de las Ciencias Experimentales. Universidad Complutense de Madrid.

VAN DRIEL, NICO VERLOOP, WOBBE DE VOS, (1998): *Developing Science Teachers' Pedagogical Content Knowledge*, Int. J. Sci. Educ., 86, (4) 572-590.

VANDER, ARTHUR, SHERMAN, JAMES. (1978) *Fisiología Humana*, Editorial MacGraw-Hill, México. Pags. 220 al 248.

VEAL y MAKINTER. (1999): *Pedagogical Content Knowledge Taxonomies*. Electronic Journal of Science Education, 3 (4), PP. 1-18.

VERWORN M, (1909): *Allgemeine Physiologie*, Jena, Fischer. 5a. Edition.

WHITTEN, K,D: GAILEY Y R,E, DAVIS, *Química General*, Mc Graw-Hill,  
México 1992.

## ANEXOS

**GUÍAS DE LABORATORIO DE BIOQUÍMICA**  
**ANÁLISIS DE CONTENIDO UNIDADES DE ANÁLISIS**

**GUÍA DE LABORATORIO (1) UNIVERSIDAD A – LICENCIATURA EN BIOLOGÍA**

ABI, 1 - Universidad A, Biología, Guía 1, Unidad de Análisis 1

**PRÁCTICA DE LABORATORIO 1: RECONOCIMIENTO DE BIOMOLÉCULAS ORGÁNICAS**

CÓD	UNIDAD DE ANÁLISIS	INTERPRETACIÓN
ABI,1	<b>OBJETIVOS:</b> Reconocer la presencia de carbohidratos, proteínas y ácidos nucleicos en diferentes tipos de muestras de origen animal y vegetal, utilizando pruebas cualitativas específicas. Verificar la solubilidad de los lípidos en solventes orgánicos. Analizar los resultados obtenidos en cada una de las pruebas.	Finalidades: Reconocer, verificar y analizar los resultados obtenidos
ABI,2	<b>INTRODUCCIÓN:</b> Todos los <u>organismos vivos</u> están constituidos de <u>biomoléculas</u> (o <u>sustancias químicas orgánicas</u> ) de tamaño y masa muy variables, desde el agua cuya masa es de 18 daltons hasta el ácido desoxirribonucleico (ADN) de varios millones de daltons.	Sustantiva (Biomoléculas a nivel químico)
ABI,3	Desde el <u>punto de vista químico</u> , las <u>biomoléculas</u> se clasifican en <u>inorgánicas</u> y <u>orgánicas</u> , siendo el <u>agua</u> la sustancia inorgánica más importante para la vida, <u>pues la inmensa mayoría de las reacciones bioquímicas se desarrollan en medio acuoso</u> ; sólo una pequeña fracción inorgánica corresponde a los gases, sales y a los iones.	Sustantiva Biomoléculas (Clasificación a nivel químico)  Sintáctico (Reacciones bioquímicas)
ABI,4	Las principales <u>biomoléculas orgánicas</u> presentes en los seres vivos y de los cuales depende prácticamente todas las funciones y propiedades fisicoquímicas de las células son: <u>proteínas, los lípidos, carbohidratos y ácidos nucleicos</u> .	Sustantiva (biológico) Biomoléculas, proteínas, lípidos, carbohidratos y ácidos nucleicos.
ABI,5	Las <u>proteínas</u> son macromoléculas de elevado peso molecular caracterizadas por su <u>gran variabilidad estructural</u> y <u>enorme diversidad de funciones biológicas</u> , sin embargo, tienen en común el ser <u>polímeros de aminoácidos</u> codificados genéticamente y ordenados en <u>secuencias lineales</u> unidas entre sí por <u>enlaces peptídicos</u> ; la <u>variabilidad estructural</u> se debe a las múltiples ordenaciones o <u>secuencias</u> que pueden adoptar los veinte aminoácidos de los cuales están constituidas y que naturalmente se repiten muchas veces dentro de la misma proteína.	Sustantiva y Organizativa (Biología) Proteínas
ABI,6	Las <u>proteínas</u> de cada ser vivo, unicelular, pluricelular, animal o vegetal son específicas, a punto de que una célula típica posee aproximadamente unas tres mil proteínas diferentes y a la vez características de esa célula, las proteínas que desempeñan la misma función presentan ligeras variaciones estructurales en las distintas especies.	Sustantiva Proteínas, seres vivos Se presenta información teórica acerca de la especificidad de las proteínas en cada ser vivo.
ABI,7	Los <u>carbohidratos</u> son la <u>fuentes primaria de energía para los seres vivos</u> ; de acuerdo con su naturaleza química los <u>azúcares más simples</u> son los <u>monosacáridos</u> como la <u>glucosa, ribosa y fructosa</u> . De la combinación de dos monosacáridos se obtiene los <u>disacáridos</u> como la <u>sacarosa, maltosa y lactosa</u> ; la <u>polimerización</u> de los monosacáridos forma los <u>polisacáridos lineales o ramificados</u> como la <u>celulosa, el almidón y el glucógeno</u> .	Sustantiva Carbohidratos (Biología)
ABI,8	El reconocimiento de carbohidratos se realiza con la <u>prueba de Molisch</u> , en la que cualquier azúcar en medio ácido se <u>deshidrata transformándose en un derivado de furfural</u> ; éste último reacciona con el $\alpha$ -naftol y en presencia de un ácido fuerte concentrado forma derivados en forma de un anillo cuyo color es azul intenso.	Fundamentación de la Técnica: Prueba de Molisch

<b>ABI,9</b>	<i>La celulosa es un polímero lineal de glucosas cuya función es estructural, este polímero es el más abundante en las paredes de las células vegetales. El almidón es la forma de almacenamiento de glucosa en las plantas y en los animales es el glucógeno. Ambos tipos de polímeros de glucosa están formados por cadenas lineales y ramificadas. En el almidón la cadena lineal o amilosa consta de 200 unidades de glucosa unidas entre sí por enlaces glicosídicos α 1,4 y la cadena ramificada o amilopectina resulta de la unión de glucosas por enlaces α 1,4 y α 1,6 la estructura del glucógeno es semejante a la del almidón, pero con mayor cantidad de glucosas y más ramificada.</i>	Sustantiva Celulosa (químico)
<b>ABI,10</b>	<i>El reconocimiento y diferenciación de estos polisacáridos puede realizarse por la reacción con yodo, el cual puede enlazarse con la cadena ramificada dando con el almidón una coloración azul intenso y el glucógeno con algo más de yodo produce un color café rojizo.</i>	Relación teoría-práctica Sintáctica: Fundamentación de la técnica: Reconocimiento de polisacáridos (Reacciones químicas)
<b>ABI,11</b>	<i>Los lípidos son biomoléculas orgánicas de naturaleza química diferente, se caracterizan por ser sumamente hidrofóbicos, es decir, insolubles en agua, pero solubles en solventes orgánicos (cloroformo, benceno, alcohol, éter, acetona, etc). Los lípidos son fuente muy importante de reserva y de energía, sin componentes estructurales de las membranas y responsables de su permeabilidad selectiva; algunos lípidos complejos son reguladores de funciones celulares y otros actúan como moléculas de señales químicas.</i>	Relación Teoría-Práctica Sustantiva Lípidos, características fisico-químicas, fuente de energía Sustantiva (biología) Organizativa (biología)
<b>ABI,12</b>	<i>Los lípidos más importantes son las grasas o triglicéridos, los fosfolípidos y esteroides como el colesterol. Una molécula de grasa está formada por una de glicerol y tres de ácidos grasos. Estos últimos pueden ser saturados o insaturados, dependiendo de si contienen o no enlaces dobles. Las grasas insaturadas son líquidas oleaginosos (aceites) y se encuentran abundantemente en los vegetales; mientras que las saturadas son sólidas y se encuentran en los tejidos animales. Los lípidos se pueden distinguir atendiendo a su solubilidad en solventes orgánicos.</i>	Relación Teoría-Práctica Sustantiva Lípidos, clases, composición y solubilidad (físico-químicas)
<b>ABI,13</b>	<i>Los ácidos nucleicos que deben su nombre a que se aislaron primero de los núcleos celulares, son polímeros de nucleótidos portadores de la información genética necesaria para que los organismos produzcan todos los factores necesarios para la vida. Dentro de las células los ácidos nucleicos se encuentran combinados con proteínas básicas denominadas histonas, a estas asociaciones se le denomina nucleoproteínas.</i>	Sustantiva (biología) Ácidos nucleicos  Organizativa Datos históricos
<b>ABI,14</b>	<i>Atendiendo al tipo de azúcar (pentosa) que posean en su estructura los ácidos nucleicos se dividen en dos clases principales los que poseen ribosa se denominan ácidos ribonucleicos (ARN) y los que poseen desoxirribosas son los ácidos desoxirribonucleicos (ADN). <u>En un principio se pensaba que el ARN se encontraba sólo en el citoplasma, y el ADN en el núcleo, pero ya no se puede establecer esta distinción, pues el ARN también se encuentra en el núcleo y el ADN en algunos organelos como mitocondrias y cloroplastos. Igualmente se encuentran diversos tipos y formas de acuerdo con la localización y función de ellos.</u></i>	Relación Teoría-Práctica Sustantiva Ácidos nucleicos, ADN y ARN, clases, estructura y funciones (biología) Organizativa Datos relacionados con la historia.
<b>ABI,15</b>	<i>El reconocimiento de los ácidos nucleicos puede realizarse con el reactivo de difenilamina, que en condiciones ácidas forma un compuesto de color azul con el ADN y verde con el ARN. En el ADN únicamente reaccionan las desoxirribosas de los nucleótidos de purina.</i>	Relación Teoría-Práctica Fundamentación de la técnica para reconocimiento de ácidos nucleicos

<b>ABI,16</b>	<b>III. REACTIVOS:</b> Buffer de fosfatos 0.1 M pH= 7,4 Reactivo de Biuret Albúmina, 1% en solución salina 0,85% Solución alcohólica al 1% de $\alpha$ -naftol Reactivo de Lugol Almidón al 1% Éter de petróleo Ácido oleico Glucógeno al 1% Suspensión de levadura al 1 % Acido sulfúrico concentrado Glucosa al 1% Etanol Diclorometano Reactivo de difenilamina	<b>Metodología</b> Reactivos: Se presenta un listado de los reactivos que se utilizaran en el protocolo.															
<b>ABI,17</b>	<b>IV. MATERIALES:</b> 15 Tubos de ensayo - gradilla 1 Vaso de precipitados, 1 Pinzas para tubos, 1 Agitador de vidrio, 1 Pesa sustancias, Balanzas mecánicas, 4 Pipetas (1, 2, 5 y 10 ml) 2 Tubos de centrifuga, 1 Espátula, 1 Mortero - pistilo Centrifugas.	<b>Materiales:</b> Se presenta un listado de los materiales que se utilizaran en el protocolo.															
<b>ABI,18</b>	<b>V. MATERIAL BIOLÓGICO:</b> Hígado fresco, papa, leche, mantequilla, aceite de cocina.	<b>Metodología:</b> Uso de material biológico de uso cotidiano para el análisis.															
<b>ABI,19</b>	<b>VI. PROCEDIMIENTO</b> Los resultados obtenidos en el reconocimiento de proteínas y carbohidratos se deben comparar con controles negativos (agua) y positivos (específicas) para interpretarlos tal como aparece en el siguiente cuadro: <table border="1" data-bbox="451 926 976 1104"> <thead> <tr> <th>PRUEBA</th> <th>CONTROL (-)</th> <th>CONTROL (+)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Biuret</td> <td>Color azul claro</td> <td>Albúmina, color</td> </tr> <tr> <td>Molisch</td> <td>Incoloro</td> <td>Glucosa, anillo</td> </tr> <tr> <td>Lugol</td> <td>Amarillo</td> <td>Almidón, azul in</td> </tr> <tr> <td>Lugol</td> <td>Amarillo</td> <td>Glucógeno, rojo</td> </tr> </tbody> </table>	PRUEBA	CONTROL (-)	CONTROL (+)	Biuret	Color azul claro	Albúmina, color	Molisch	Incoloro	Glucosa, anillo	Lugol	Amarillo	Almidón, azul in	Lugol	Amarillo	Glucógeno, rojo	<b>Metodología:</b> Tablas de control <b>Procedimiento:</b> Se presenta tabla de datos con especificaciones como parámetro de comparación con los posibles resultados. <b>Evaluación:</b> Comparar los resultados obtenidos durante el protocolo con la tabla de control.
PRUEBA	CONTROL (-)	CONTROL (+)															
Biuret	Color azul claro	Albúmina, color															
Molisch	Incoloro	Glucosa, anillo															
Lugol	Amarillo	Almidón, azul in															
Lugol	Amarillo	Glucógeno, rojo															
<b>ABI,20</b>	<b>6.1. Preparación de muestras</b> <b>A. Hígado</b> Macerar trocitos de hígado en un mortero con 8 ml de buffer de fosfatos 0,1 M pH= 7,4, centrifugar por 10 minutos, separar el sobrenadante, marcado y mantenerlo en un baño con hielo. <b>B. Papa</b> Macerar cubitos de papa adicionando 8 ml de agua; centrifugar durante 10 minutos y coleccionar el sobrenadante en un tubo de ensayo debidamente marcado. <b>C. Semillas</b> Triturar en un mortero 2 g de semilla con 8 ml de agua. Centrifugar durante 10 minutos y obtener el sobrenadante en un tubo marcado.	<b>Metodología; Instrucción</b> Se presenta una serie de actividades (macerar, triturar, adicionar, centrifugar) mediante las cuales se prepara las muestras problema (Hígado, papa y semillas)															
<b>ABI,21</b>	<b>6.2. RECONOCIMIENTO DE PROTEÍNAS</b> Alistar en una gradilla seis tubos de ensayo marcados como se indica a continuación y añadir 2 ml en: Tubo 1: Agua, Tubo 2: Albúmina, Tubo 3: Leche, Tubo 4: Extracto de hígado, Tubo 5: Extracto de papa, Tubo 6: Extracto de semilla Adicionar 2 ml de Biuret. Mezclar y al cabo de 15 minutos, observar y analizar los resultados	<b>Metodología: Instrucción</b> Se plantea la identificación de proteínas, mediante el seguimiento de instrucciones (añadir, mezclar, observar y analizar)															
<b>ABI,22</b>	<b>6.3. RECONOCIMIENTO DE CARBOHIDRATOS</b> <b>A. Cualquier carbohidrato</b> Preparar ocho tubos de ensayo marcados y agregar 2 ml de: Tubo 1: Agua, Tubo 2: Albúmina, Tubo 3: Leche, Tubo 4: Extracto de hígado, Tubo 5: Extracto de papa, Tubo 6: Extracto de semilla, Tubo 7: Pedacitos de papel. Tubo 8: Almidón. Añadir 2 gotas de $\alpha$ -naftol o de reactivo de Molisch. Mezclar	<b>Metodología: Instrucción</b> Se plantea la identificación de carbohidratos, mediante el seguimiento de instrucciones (añadir, mezclar, observar y analizar)															

	<p>Deslizar lentamente por las paredes de los tubos 1 ml de <math>H_2SO_4</math> [ J. Sin mezclar</p> <p>B. Polisacáridos</p> <p>Preparar 8 tubos de ensayo y agregar 2 ml de:</p> <p>Tubo 1: Agua, Tubo 2: Albúmina, Tubo 3: Leche, Tubo 4: Extracto de hígado, Tubo 5: Extracto de papa, Tubo 6: Extracto de semilla, Tubo 7: Copitos de algodón. Tubo 8: Glucógeno.</p> <p>Añadir 2 ml de Lugol. Mezclar, observar y analizar los resultados</p> <p>C. Carbohidratos reductores</p> <p>Preparar cinco tubos de ensayo y agregar 1 ml de:</p> <p>Tubo 1: Agua, Tubo 2: Albúmina, Tubo 3: Glucosa, Tubo 4: Almidón, Tubo 5: Glucógeno</p> <p>Añadir 1 ml de Benedict. Mezclar bien. Colocar los tubos en agua hirviendo. Observar los resultados.</p>	
ABI,23	<p>6.4. SOLUBILIDAD DE LOS LÍPIDOS</p> <p>Preparar los siguientes tubos con 3 ml de:</p> <p>Tubo 1: Agua, Tubo 2: Etanol, Tubo 3: Éter de petróleo, Tubo 4: Diclorometano.</p> <p>Agregar mínima cantidad de mantequilla. Mezclar y examinar los resultados de acuerdo con la siguiente notación:</p> <p>Insoluble (-)</p> <p>Poco soluble (+)</p> <p>Muy soluble (++)</p>	<p>Metodología: Se plantean actividades de seguimiento sistemático del protocolo, que implican observación, destrezas de orden práctico y la utilización de materiales de laboratorio y sustancias de uso cotidiano de los estudiantes (mantequilla)</p>
ABI,24	<p>6.5 RECONOCIMIENTO DE ÁCIDOS NUCLEICOS</p> <p>En tubos de ensayo pipetear 1 ml de suspensión de levadura al 1% a otro 1 ml de extracto de hígado y al último 1 ml de patrón de ADN, añadir 1 ml de difenilamina a los tres tubos. Calentar en baño de agua sin ebullición por 20 minutos. Dejar reposar 10 minutos (ojalá) en hielo y observar el cambio de color.</p>	<p>Metodología</p> <p>Se plantea la identificación de ácidos nucleicos, mediante el seguimiento de instrucciones (añadir, mezclar, observar y analizar)</p>
ABI,25	<p>VII. RESULTADOS Y CONSULTA:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Según los resultados deducir cuáles de las muestras contienen: <u>Proteínas, carbohidratos, (polisacáridos) y ácidos nucleicos.</u></li> <li>En un cuadro resumir las funciones de las proteínas consultando ejemplos de cada actividad encontrada.</li> <li>Consultar el grado de solubilidad de los lípidos de consumo frecuente en la dieta alimenticia humana.</li> </ol>	<p>Metodología y Evaluación</p> <p>Consulta y análisis</p> <p>Se plantean actividades de relación de resultados con la teoría buscando demostrar qué tipo de sustancias contenían proteínas, carbohidratos y/o ácidos nucleicos.</p>

CÓD	UNIDAD DE INFORMACIÓN (UI)	INTERPRETACIÓN
AB2,1	<p><b>Objetivo</b>                      Reconocer ciertas propiedades de los lípidos, algunas de las cuales pueden servirnos para su identificación.</p>	<p><b>Finalidades:</b> Reconocer propiedades de los lípidos.  <b>Contenidos:</b> Lípidos</p>
AB2,2	<p><b>Materiales</b>                      _ Baño María. Mechero.                      _ Gradillas con tubos de ensayo                      _ Vaso de precipitado con agua                      _ Aceite vegetal                      _ Solución de Sudán III en frasco cuentagotas                      _ Tinta roja en frasco cuentagotas                      _ Solución de Hidróxido sódico al 20%.                      _ Éter o cloroformo.</p>	<p><b>Metodología</b>                      Información específica de materiales y reactivos</p>
AB2,3	<p><b>1.- Saponificación</b>                      Las grasas reaccionan en caliente con el hidróxido sódico o potásico descomponiéndose en los dos elementos que la forman: glicerina y los ácidos grasos. Estos se combinan con los iones sodio o potasio del hidróxido para dar jabones, que son en definitiva las sales sódicas o potásicas de los ácidos grasos. La reacción es la siguiente:</p> $  \begin{array}{c}  \text{CH}_3-(\text{CH}_2)_n-\text{COO}-\text{CH}_2 + \text{NaOH} \\    \\  \text{CH}_3-(\text{CH}_2)_n-\text{COO}-\text{CH} + \text{NaOH} \\    \\  \text{CH}_3-(\text{CH}_2)_n-\text{COO}-\text{CH}_2 + \text{NaOH}  \end{array}  \longrightarrow  \begin{array}{c}  \text{CH}_3-(\text{CH}_2)_n-\text{COO Na} \\  \text{CH}_3-(\text{CH}_2)_n-\text{COO Na} + \\  \text{CH}_3-(\text{CH}_2)_n-\text{COONa}  \end{array}  +  \begin{array}{c}  1 \text{ molécula de} \\  \text{GLICERINA}  \end{array}  $ <p style="text-align: center;"> <span style="margin-right: 100px;">3 moléculas de</span> <span style="margin-right: 100px;">3 moléculas de</span> <span>1 molécula de</span>  <span style="margin-right: 100px;">GRASA</span> <span style="margin-right: 100px;">ALCALI</span> <span>JABÓN</span> </p>	<p><b>Relación Teoría-Práctica</b>                      Presenta información teórica a nivel químico y se apoya en reacciones químicas</p>
AB2,4	<p>Colocar en un tubo de ensayo 2cc de aceite vegetal y 2cc de una solución de hidróxido sódico al 20%. Agitar enérgicamente y colocar el tubo al baño María de 20 a 30 minutos.                      Transcurrido este tiempo, se puede observar en el tubo tres capas: la inferior clara, que contiene la solución de sosa sobrante junto con la glicerina formada; la superior amarilla de aceite no utilizado, y la intermedia, de aspecto grumoso, que es el jabón formado.                      Nota: Cuando ya se ha visto como se forma el jabón, se puede ir colocando en un vaso de precipitado el contenido de los tubos de ensayo, se remueve bien y se deja calentar hasta que se haga un buen trozo de jabón.</p>	<p><b>Metodología:</b> Desarrollo de la técnica de análisis cualitativo. En forma sistemática se realiza el seguimiento del protocolo</p>
AB2,5	<p><b>2. Tinción:</b> Las grasas se colorean en rojo anaranjado por el colorante denominado Sudan III.                      Disponer en una gradilla dos tubos de ensayo, colocando en ambos 2cc de aceite.                      Añadir a uno, 4 o 5 gotas de solución alcohólica de Sudán III. Al otro tubo añadir 4-5 gotas de tinta roja. Agitar ambos tubos y dejar reposar. Se observará en el tubo al que se le añadió Sudán, que todo el aceite aparece teñido. En cambio en el frasco al que se añadió tinta roja, la tinta se habrá ido al fondo y el aceite aparecerá sin teñir.</p>	<p><b>Metodología:</b> Desarrollo de la técnica de análisis cualitativo. En forma sistemática se realiza el protocolo.</p>
AB2,6	<p><b>3. Solubilidad:</b> Las grasas son insolubles en agua. Cuando se agitan fuertemente en ella se dividen en pequeñísimas gotitas formando una "emulsión" de aspecto lechoso, que es transitoria, pues desaparece en reposo, por reagrupación de las gotitas de grasa en una capa que por su menor densidad se sitúa sobre la de agua. Por el contrario, las grasas son solubles en los llamados disolventes orgánicos como el éter, benceno, xilol, cloroformo, etc.                      Tomar dos tubos de ensayo y poner en cada uno de ellos 2-3 cc de agua y en el otro 2-3cc de éter u otro disolvente orgánico. Añadir a cada tubo 1cc de aceite y agitar fuertemente. Observar la formación de gotitas o micelas y dejar en reposo. Se verá</p>	<p><b>Metodología:</b> Seguimiento de protocolo en forma sistemática.  <b>Relación Teoría-práctica:</b>                      Fundamentación de la técnica.</p>

	como el aceite se ha disuelto en el éter y en cambio no lo hace en el agua, y el aceite subirá debido a su menor densidad.	
--	--	--

**ANÁLISIS DE CONTENIDO UNIDADES DE ANÁLISIS –GUÍA DE LABORATORIO (3)  
UNIVERSIDAD A – LICENCIATURA EN BIOLOGÍA**

AB3, 1 - Universidad A, Biología, Guía 3, Unidad de Información 1

**PRÁCTICA DE LABORATORIO 3: HIDRÓLISIS ACIDA y ENZIMÁTICA DEL ALMIDÓN**

<b>CÓD</b>	<b>UNIDAD DE INFORMACIÓN</b>	<b>INTERPRETACIÓN</b>
<b>AB3,1</b>	<b>I. OBJETIVOS:</b> <i>Establecer in vitro la importancia de la amilasa salival en la digestión temprana de los carbohidratos. Comparar la acción y eficiencia de los catalizadores biológicos (enzimas) con respecto a los catalizadores químicos.</i>	<i>Finalidades: Establecer y comparar Técnica in vitro</i>
<b>AB3,2</b>	<b>II. INTRODUCCION:</b> <i>Los polisacáridos son el grupo más abundante de biomoléculas, la mayoría se encuentran formados exclusivamente por glucosa unidas por enlaces glicosídicos. A diferencia de los carbohidratos de baja masa molecular no son dulces, ni presentan mutarrotación, no son reactivos puesto que sus grupos hemiacetálicos están unidos por enlaces glicosídicos. Dos estructuras poliméricas diferentes componen a los almidones: la amilosa y la amilopectina. Las moléculas de amilosa están compuestas de aproximadamente 200 unidades de glucosa unidas por enlaces glicosídicos de la forma <math>\alpha</math> 1,4 en cadenas no ramificadas.</i>	<i>Relación Teoría-Práctica Sustantiva Temáticas: Biomoléculas: (químico) Polisacáridos, almidones, amilosa y amilopectina Organizativa</i>
<b>AB3,3</b>	<i>La estructura de la amilopectina es bastante diferente a la de la amilosa. Esta biomolécula contiene enlaces glicosídicos <math>\alpha</math> 1,4 y <math>\alpha</math> 1,6. Los enlaces mencionados unen las moléculas de glucosa en la cadena principal de amilopectina. Con frecuencia se encuentran ramificaciones de la cadena principal, las cuales se deben a los enlaces glicosídicos <math>\alpha</math>-1,6 con otras moléculas de glucosa.</i>	<i>Relación Teoría-Práctica Sustantiva (químico)</i>
<b>AB3,4</b>	<i>Los almidones de consumo en la dieta diaria se encuentran en la papa, yuca (tubérculos), el arroz, el trigo el arroz y muchas otras fuentes de vegetales. Al masticar en la boca los alimentos ingeridos en la dieta, se trituran en pequeños trozos y se mezclan con la saliva el primero de los líquidos digestivos. La saliva contiene una proteína asociada con carbohidratos (glucoproteínas) responsable de su viscosidad y la ptialina o amilasa salival, una enzima que cataliza la hidrólisis del almidón en moléculas pequeñas como por ejemplo, la maltosa. La acción de ésta enzima depende del tiempo que el alimento permanezca en la boca, sin embargo, es suficiente para empezar la digestión del almidón en dextrinas, eritrodextrinas, isomaltosa, etc. La amilasa salival como toda enzima es una proteína que actúa como catalizador biológico y se diferencia de los catalizadores químicos en su especificidad y alto poder catalítico.</i>	<i>Relación Teoría-Práctica Sustantivo: (biológico) Biomoléculas; almidones, digestión, enzimas biológicas a nivel de metabolismo.  Organizativa</i>
<b>AB3,5</b>	<b>III. REACTIVOS:</b> <i>Almidón (sólido), HCl, 6 N , NaOH,6N, Reactivo de Lugol, Reactivo de Benedict, NaCl, 1N, NaCl, 0.1 M, Diastasa o ptialina, 1%, Reactivo de Fehling A y Fehling B.</i>	<i>Metodología Reactivos: Se presenta un listado de los reactivos que posteriormente se utilizaran en el desarrollo del protocolo.</i>
<b>AB3,6</b>	<b>IV. MATERIALES:</b> <i>8 tubos de ensayo, 2 vasos de precipitados (100 ml), 1 vaso de precipitados (500 ml), 1 matraz aforado (250 ml), pipetas (0.1 ml y 5 ml), Probeta (50 ml), 1 Varilla de vidrio, 1 espátula, 1 termómetro, 1 pinza para balón, 1 pinza para tubo de ensayo, 1 varilla de reflujo, 1 embudo, 1 pipeta Pasteur.</i>	<i>Metodología Materiales: Se presenta un listado de los materiales que posteriormente se utilizaran en el desarrollo del protocolo</i>

AB3,7	<p><b>V. PROCEDIMIENTO:</b>  Pesar 1g de almidón y agregarle 50 ml de agua destilada. Agitar suavemente. A una alícuota de 1 ml de la solución recién preparada medida en un tubo de ensayo, adicionarle 2 ml del reactivo de Benedict, llevarla a agua hirviendo y observar los resultados. A otra alícuota de 1 ml de la solución recién preparada adicionarle una gota del reactivo de Lugol en frío observe los resultados. A la solución restante añadir 5 ml de HCl, 6N y colocarla en un matraz de 250 ml y someterla a reflujo lentamente.  Cada cuatro (4) minutos durante un lapso de tiempo de 20 minutos, con una pipeta sacar 1 ml de la solución en reflujo y hacerle la prueba de Lugol (yodo). Al finalizar este tiempo de calentamiento, colocar parte del líquido restante en un tubo de ensayo, neutralizar la solución con NaOH, 6N y hacerle la prueba de Benedict.  <u>Explique en su informe los resultados.</u></p>	<p><b>Metodología (instrucción)</b>  <b>Evaluación</b>  <b>Procedimiento:</b> Se plantean una serie de actividades (pesar, adicionar medir volúmenes, agregar reactivos, someter a reflujo, calentar, enfriar, hacerle la prueba de Benedict, observar, registrar y analizar)</p>																				
AB3,8	<p><b>HIDRÓLISIS ENZIMÁTICA DEL ALMIDÓN POR LA AMILASA</b>  Colectar 10 ml de saliva en un vaso de precipitado, si es necesario filtrarla hágalo utilizando papel de filtro húmedo. Prepare una solución de almidón al 1%, añadiendo 1g de almidón a 100 ml de agua hirviendo. Medir 25 ml de esta solución en un vaso de precipitados de 100 ml. Deje enfriar, coloque el vaso en un baño maría a 40°C. Añadir 1 ml de saliva y agitar. En intervalos de 2 minutos, con una pipeta sacar alícuotas de 1 ml y hacerle la prueba de Lugol. El almidón soluble da coloración azul con el yodo (Lugol, este sustrato por la acción de la amilasa salival es transformado en eritrodextrina, la cual produce una coloración con la solución de yodo y posteriormente se transforma en acrodextrina carbohidrato, que no produce coloración con el yodo. Escriba el tiempo empleado para alcanzar la última etapa. Finalmente haga <u>la prueba de Benedict para confirmar la presencia de azúcares reductores producidos en la hidrólisis.</u>  Repita el experimento pero añadiendo 2 ml de NaCl 1 N y 1 ml de saliva a 25 ml de la solución de almidón.  Repita nuevamente el experimento utilizando esta vez 2 ml de saliva calentada previamente en agua hirviendo durante 15 minutos.  <u>Explique sus resultados.</u></p>	<p><b>Metodología (instrucción)</b>  Se plantean una serie de actividades (colectar saliva, filtrar, preparar soluciones, añadir reactivos, medir volúmenes, calentar a baño maría, pipetear, sacar alícuotas, hacer pruebas de Lugol y de Benedict, observar, explicar los resultados obtenidos) para realizar la hidrólisis enzimática del almidón por la amilasa.</p>																				
AB3,9	<p><b>ACCIÓN DE LOS SALIVADORES E INHIBIDORES EN LA CAPACIDAD ENZIMÁTICA DE LA PTIALINA</b>  Prepare 3 tubos de ensayo de la siguiente manera:</p> <table border="1" data-bbox="407 1184 1013 1360"> <thead> <tr> <th rowspan="2"></th> <th colspan="2">Tubo de ensayo</th> </tr> <tr> <th>1</th> <th>2</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Solución de almidón (ml)</td> <td>2</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td>Solución de NaCl 0.1 M (ml)</td> <td>1</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>Agua destilada desionizada</td> <td>-</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>Solución de Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> (ml)</td> <td>-</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>Solución de ptialina o amilasa</td> <td>2</td> <td>2</td> </tr> </tbody> </table>		Tubo de ensayo		1	2	Solución de almidón (ml)	2	2	Solución de NaCl 0.1 M (ml)	1	-	Agua destilada desionizada	-	-	Solución de Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> (ml)	-	1	Solución de ptialina o amilasa	2	2	<p><b>Metodología (Preparación de sustancias patrón)</b>  <b>Procedimiento:</b> Se presenta una tabla de datos para la preparación de muestras para el análisis de la acción de los salivadores e inhibidores en la capacidad enzimática de la ptialina.</p>
	Tubo de ensayo																					
	1	2																				
Solución de almidón (ml)	2	2																				
Solución de NaCl 0.1 M (ml)	1	-																				
Agua destilada desionizada	-	-																				
Solución de Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> (ml)	-	1																				
Solución de ptialina o amilasa	2	2																				
AB3,10	<p>Coloque los tubos en un baño de agua 37°C por 5 minutos a intervalos de 2 minutos ensaye 2 gotas de cada una frente a dos gotas de solución de Lugol. Determine el tiempo requerido en cada caso para alcanzar el punto acromático. Tome 2 ml de cada uno de los hidrolizados y realice la prueba de Fehling A y B.</p>	<p><b>Metodología (instrucción)</b>  <b>Procedimiento:</b> Se presentan actividades (calentar en baño maría a 37°C durante 5 minutos a intervalos de 2 minutos, identificar el tiempo que se requiera para alcanzar el punto acromático y aplicar la prueba de Fehling A y B.</p>																				
AB3,11	<p><b>RESULTADOS Y CONSULTA</b>  Para completar los siguientes cuadros lea el siguiente párrafo:  La hidrólisis del almidón tanto ácida como enzimática va produciendo paulatinamente fragmentos de diferentes tamaños llamados dextrinas. Estas se distinguen entre sí en cuanto a la masa molecular y al carácter de la coloración que surge al tratarlas con la solución de yodo (Reactivo de Lugol). Observe el orden de la hidrólisis ácida del almidón.</p>	<p><b>Evaluación</b></p>																				

		<p style="text-align: center;">Almidón HCl diluido, t=100°C. duración 1 ó 2 minutos</p> <p>Amitodextrinas + I _____ coloración violeta</p> <p>Entrodextrinas + I _____ coloración rojiparda</p> <p>Acrodextrinas + I _____ no dan coloración</p> <p>Maltodextrinas + I _____ no dan coloración</p> <p>Maltosa _____ no da coloración</p> <p>Glucosa _____ no da coloración</p>														
<b>AB3,12</b>	<p>Complete los siguientes cuadros: <b>HIDRÓLISIS ÁCIDA</b></p> <p>A) Prueba de Lugol (Yodo)</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 20%;">Tiempo</td> <td style="width: 15%;">0</td> <td style="width: 15%;">4</td> <td style="width: 15%;">8</td> <td style="width: 15%;">12</td> <td style="width: 15%;"></td> </tr> <tr> <td>Color</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </table> <p>B) Prueba de Benedict:</p> <p>_____</p> <p>—</p>	Tiempo	0	4	8	12		Color						<p><i>Evaluación</i> Se presenta una tabla de datos para completar teniendo en cuenta los resultados.</p>		
Tiempo	0	4	8	12												
Color																
<b>AB3,13</b>	<p>Consigne los resultados obtenidos con la prueba de Benedict una vez que se ha realizado la hidrólisis del almidón. <b>HIDRÓLISIS ENZIMÁTICA</b></p> <p>A) Prueba con Lugol</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 10%;">TIEM PO Minut os</th> <th style="width: 20%;">Experim ento 1 Saliva 37°C</th> <th style="width: 20%;">Experime nto 2 Saliva + NaCl</th> <th style="width: 20%;">Experi ento 3 Saliva calen</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>2</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table> <p>) Prueba de Benedict:</p> <p>_____</p> <p>—</p>	TIEM PO Minut os	Experim ento 1 Saliva 37°C	Experime nto 2 Saliva + NaCl	Experi ento 3 Saliva calen	0				2				<p><i>Evaluación</i> Resultados y consulta: Se presenta una tabla de datos para completar teniendo en cuenta los resultados obtenidos en la prueba de Benedict una vez realizada la hidrólisis enzimática del almidón (prueba de Lugol y prueba de Benedict)</p>		
TIEM PO Minut os	Experim ento 1 Saliva 37°C	Experime nto 2 Saliva + NaCl	Experi ento 3 Saliva calen													
0																
2																
<b>AB3,14</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. ¿A qué clase de enzimas pertenece la <math>\alpha</math>-amilasa salival?</li> <li>2. ¿Qué enlaces del almidón se rompen por la hidrólisis ácida y enzimática?</li> <li>3. ¿Cuál es el pH óptimo de la amilasa salival. Explique brevemente al respecto.</li> <li>4. ¿Cuál es el efecto de la adición de NaCl sobre la actividad de la amilasa. Explique en términos generales la actividad de los cofactores</li> <li>5. <u>Compare los resultados de experimentos y concluya cuál de los dos tipos de hidrólisis es más efectiva?</u></li> </ol>	<p><i>Evaluación: Cuestionario y Consulta</i></p>														

**ANÁLISIS DE CONTENIDO UNIDADES DE ANÁLISIS –GUÍA DE LABORATORIO (4)**  
**UNIVERSIDAD A – LICENCIATURA EN BIOLOGÍA**  
 AB4, 1 - Universidad A, Biología, Guía 4, Unidad de Información 1  
**PRÁCTICA DE LABORATORIO 4: HIDRÓLISIS DE LOS LÍPIDOS DE LA LECHE CON LIPASA y SALES BILIARES**

<b>CÓD</b>	<b>UNIDAD DE INFORMACIÓN (UI)</b>	<b>INTERPRETACIÓN</b>
<b>AB4, 1</b>	<p><b>I. OBJETIVOS:</b>  <i>Verificar la actividad enzimática de la esterasa o lipasa en la hidrólisis de los lípidos.</i>  <i>Comprobar In vitro la importancia de las sales biliares (taurocolato de sodio) en la digestión de los lípidos.</i>  <i>Establecer la efectividad de hidrólisis de las esterases en presencia de sales biliares por medio de cálculos químicos.</i></p>	<p><i>Finalidades(Verificar, aplicar técnica in vitro, identificar)</i>  <i>Se plantea verificar la actividad enzimática de la esterasa o lipasa en la hidrólisis de los lípidos, comprobar in vitro la importancia de las sales biliares en la digestión de los lípidos y establecer la efectividad de las esterases en presencia de sales biliares mediante cálculos químicos.</i></p>
<b>AB4,2</b>	<p><b>II. INTRODUCCIÓN:</b>  <i>La enzima lipasa o esterasa desesterifica los triacilgliceroles, ésta proteína con actividad catalítica existe en todos los tejidos que contienen lípidos. Las lipasas de distintos orígenes poseen diferentes grados de especificidad. En el caso de las lipasas, tal especificidad puede implicar la selectividad hacia distintos ácidos grasos así como preferencia hacia la posición de las uniones éster en el seno del glicerol. Por ejemplo, la lipasa pancreática, tiene preferencia por las posiciones 1,3 y por los ácidos grasos de cadena carbonado corta. A medida que se rompe gradualmente las uniones éster, se forman productos intermedios, di y monoglicéridos.</i></p>	<p><i>Relación Teoría-Práctica Sustantiva (Enzimología)</i>  <i>Se presenta información teórica relacionada con la actividad catalítica de la enzima esterasa o lipasa en los tejidos que contienen lípidos.</i>  <i>Organizativa</i></p>
<b>AB4,3</b>	<p><b>In vivo</b> la lipasa es especialmente importante en el tracto gastrointestinal porque interviene en la digestión y absorción de las grasas incorporadas en la alimentación. En este sitio del sistema digestivo existen las condiciones necesarias para transformar los lípidos de la dieta en emulsiones.</p>	<p><i>Relación Teoría-Práctica Sustantiva(Enzimología) (Metabolismo)</i>  <i>Organizativa</i></p>
<b>AB4,4</b>	<p><i>En el tracto gastrointestinal se encuentran los ácidos biliares: cólico, litocólico, quenodesoxicólico y desoxicólico y las sales billares: glicocolatos y taurocolatos que son moléculas emulsificantes las cuales se absorben en la capa exterior de las gotas de grasa disminuyendo bruscamente la tensión superficial el contacto de las fases; los grupos hidrofílicos de las emulsiones se sitúan en la fase acuosa y los hidrofóbicos se disuelven en la grasa, favoreciendo su atomización en gotas, es decir, propiciando la EMULSIFICACION. Paralelamente los agentes emulsificantes (ácidos y sales biliares), estimulan la hidrólisis enzimática del lípido, debido a que se aumenta la interface agua - lípido sitio donde actúa la lipasa. Los glóbulos de grasa de la leche homogenizada están finamente divididos y se constituyen en un excelente material de prueba para la hidrólisis con lipasa, además los acilgliceroles o grasas neutras se encuentran abundantemente en una muestra de leche.</i></p>	<p><i>Relación Teoría-Práctica Sustantiva (Biología)</i>  <i>Se presenta información teórica acerca de los ácidos biliares.</i></p>
<b>AB4,5</b>	<p><b>III. REACTIVOS:</b>  <i>Extracto pancreático, 1 % (Lipasa)</i>  <i>Etanol, 96%</i>  <i>Hidróxido de potasio 0.05M.</i>  <i>Fenolfaleína, 0.1% en etanol</i>  <i>Taurocolato de sodio, 1%</i></p>	<p><i>Metodología</i>  <i>Reactivos: Se presenta un listado de reactivos que se requieren para el desarrollo del protocolo.</i></p>
<b>AB4,6</b>	<p><b>IV. MATERIALES:</b>  <i>4 Tubos de ensayo</i>  <i>6 Erlenmeyer (100 ml) 2 Pipetas (5, 10 ml)</i>  <i>1 Probeta (50 011.)</i>  <i>1 Bureta (25 ml)</i>  <i>Baño maría</i></p>	<p><i>Metodología</i>  <i>Materiales: Se presenta un listado de materiales que se requieren para el desarrollo del protocolo.</i></p>

	<p>1 Vaso de precipitado (300 ml)  1 Pinza para tubos de ensayo  1 Pinza para bureta  1 Termómetro  1 Cubeta de aluminio  1 Pipeta volumétrica de (10 ml)</p>																									
<b>AB4,7</b>	<p>V. MATERIAL DE PRUEBA:  Leche entera homogenizada o leche cruda</p>	<p>Relación Teoría-Práctica  Metodología: Se utiliza material de prueba (leche cruda o leche homogenizada)</p>																								
<b>AB4,8</b>	<p>VI. PROCEDIMIENTO:  ENSAYO 1 (EXTRACTO PANCREATICO - LIPASA)  a. Preparación del blanco.  En un erlenmeyer de 100 ml. Adicionar con una pipeta volumétrica 10 ml de la leche homogenizada. De otro lado, calentar a ebullición en un tubo de ensayo 3 ml de extracto pancreático 1% (lipasa), para inactivar las enzimas y añadirlo a la leche. Colocar en un baño maría a 37°C al cabo de los cuales agregar 25 ml de etanol, 3 gotas de fenolfaleína y titular con KOH, 0.05M. Registrar el volumen gastado de la base para cálculos posteriores. Guardar el blanco para comparar con las demás titulaciones.</p>	<p>Metodología  Procedimiento: Se plantea como parte del procedimiento la preparación del blanco (medir, adicionar, calentar, añadir, observar, registrar para cálculos posteriores, guardar para comparar)</p>																								
<b>AB4,9</b>	<p>b. Acción del extracto pancreático (Lipasa) sobre los lípidos. Registrar en la tabla 1 los datos obtenidos en los ensayos a y b</p> <p>TABLA 1. LÍPIDOS MAS EXTRACTO PANCREATICO - LIPASA</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Erlenmeyer</th> <th>Tiempo (minutos)</th> <th>Volumen base consumida (ml.) KOH, 0.05M</th> <th>Moles pres</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Blanco</td> <td>20'</td> <td>60</td> <td></td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>20'</td> <td>160</td> <td></td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>40'</td> <td>150</td> <td></td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>60'</td> <td>150</td> <td></td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>80'</td> <td>150</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	Erlenmeyer	Tiempo (minutos)	Volumen base consumida (ml.) KOH, 0.05M	Moles pres	Blanco	20'	60		1	20'	160		2	40'	150		3	60'	150		4	80'	150		<p>Metodología  Sintáctica/Técnica  Procedimiento: Se presenta una tabla de datos para registrar los resultados obtenidos del análisis de la acción del extracto pancreático sobre los lípidos.</p>
Erlenmeyer	Tiempo (minutos)	Volumen base consumida (ml.) KOH, 0.05M	Moles pres																							
Blanco	20'	60																								
1	20'	160																								
2	40'	150																								
3	60'	150																								
4	80'	150																								
<b>AB4,10</b>	<p>ENSAYO 2 ('EXTRACTO PANCREATICO "LIPASA" MAS TAUROCOLATO DE SODIO)  c. Preparación del blanco.  En un erlenmeyer de 100 ml, agregar con una pipeta volumétrica 10 ml de leche homogenizada. De otro lado, calentar a ebullición en un tubo de ensayo 3 ml de extracto pancreático, 1% (lipasa), con el objeto de inactivar la o las enzimas presentes en el extracto, posterior al calentamiento añadirse a la leche. Adicionar 2 ml de taurocolato de sodio, mezclar. Durante 20 minutos colocar el erlenmeyer a 37°C. En un baño maría. Al cabo del tiempo estipulado, agregar 25 ml de etanol más 3 gotas de fenolfaleína y titular con KOH, 0.05M. Registre el volumen de la base consumida en la titulación para cálculos posteriores. Reserve el blanco.</p>	<p>Metodología  Sintáctica/Técnica  Procedimiento: Se presenta como parte del procedimiento para el análisis del extracto pancreático más taurocolato de sodio, la preparación del blanco (medir, adicionar, añadir, observar, registrar para cálculos posteriores)</p>																								
<b>AB4,11</b>	<p>d. Acción del extracto pancreático y del taurocolato en la hidrólisis de los lípidos.  Con una pipeta volumétrica, medir 10 ml de leche homogenizada en 4 erlenmeyer de 100 ml perfectamente limpios, secos y marcados. A cada uno añadir 3 ml del extracto pancreático, 1% y 2 ml de taurocolato, 1%) mezclar y colocarlos en baño maría 37°C. Con agitación constante durante 10 minutos. Sacar el primer erlenmeyer del baño añadirle 25 ml de etanol, agitar. Agregue 3 gotas de fenolfaleína y titular con KOH, 0.05M agitando permanentemente durante el proceso de la titulación. Con intervalos de 20 minutos, ir retirando los erlenmeyer 2, 3 y 4; repetir el procedimiento efectuado con el erlenmeyer 1 y comparar la titulación con el blanco.</p>	<p>Metodología  Sintáctica/Técnica  Procedimiento: Se presenta una tabla de datos para registrar los resultados obtenidos del análisis de la acción del extracto pancreático y del taurocolato de sodio en la hidrólisis de los lípidos.</p>																								
<b>AB4,12</b>	<p>Registrar en la tabla 2 los datos obtenidos en los ensayos c y d.</p>	<p>Metodología  Sintáctica/Técnica  Procedimiento: Se presentan tablas de datos para completar con los resultados obtenidos en los ensayos (la acción del</p>																								

	<table border="1" data-bbox="448 224 911 317"> <thead> <tr> <th>Erlenmeyer</th> <th>Tiempo (minutos)</th> <th>Volumen base consumida (ml) KOH, 0.05M</th> <th>Moles de ácido presentes</th> <th>Moles de ácido producidos por hidrólisis</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Blanco</td> <td>20'</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>20'</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>40'</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table> <p data-bbox="418 321 813 369">Continuación "LÍPIDOS DE LA LECHE MAS TAUROCOLATO"</p> <table border="1" data-bbox="448 373 911 466"> <tbody> <tr> <td>Blanco</td> <td>20'</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>20'</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>40'</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>60'</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>80'</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	Erlenmeyer	Tiempo (minutos)	Volumen base consumida (ml) KOH, 0.05M	Moles de ácido presentes	Moles de ácido producidos por hidrólisis	Blanco	20'				1	20'				2	40'				Blanco	20'				1	20'				2	40'				3	60'				4	80'				<p data-bbox="971 228 1328 277"><i>extracto pancreático y del taurocolato en la hidrólisis de los lípidos)</i></p>
Erlenmeyer	Tiempo (minutos)	Volumen base consumida (ml) KOH, 0.05M	Moles de ácido presentes	Moles de ácido producidos por hidrólisis																																											
Blanco	20'																																														
1	20'																																														
2	40'																																														
Blanco	20'																																														
1	20'																																														
2	40'																																														
3	60'																																														
4	80'																																														
<b>AB4,13</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. ¿A qué clase de las enzimas pertenece la <math>\alpha</math>-amilasa salival?</li> <li>2. ¿Qué enlaces del almidón se rompen por la hidrólisis ácida y enzimática?</li> <li>3. ¿Cuál es el pH óptimo de la amilasa salival. Explique brevemente al respecto.</li> <li>4. ¿Cuál es el efecto de la adición de NaCl sobre la actividad de la amilasa. Explique en términos generales la actividad de los cofactores</li> <li>5. Compare los resultados de experimentos y concluya cuál de los dos tipos de hidrólisis es más efectiva?</li> </ol>	<p data-bbox="971 495 1192 520"><i>Metodología- Evaluación</i></p> <p data-bbox="971 520 1339 764"><i>En los Resultados y consulta: Se plantea un cuestionario mediante el cual se comparan los resultados obtenidos, la función del blanco en el análisis, el manejo de la temperatura y el pH óptimos de la enzima, función del etanol en la reacción, función y composición de la bilis vesicular y la bilis hepática y escribir la reacción de la hidrólisis que efectúa la lipasa sobre el triglicérol.</i></p>																																													
<b>AB4,14</b>	<p data-bbox="418 789 932 863"><b>VII. BIBLIOGRAFÍA:</b> BRAVERMAN, J.B. <i>Introducción a la bioquímica de los alimentos.</i> México: Manual Moderno, 1992.</p> <p data-bbox="418 863 911 911">HORTON, Robert. <i>et. al. Bioquímica.</i> México: Prentice - Hall Latinoamericana, 1993.</p> <p data-bbox="418 911 902 959">LOZANO, José A. <i>et. al. Bioquímica para Ciencias de la Salud.</i> México: Interamericana. Me Graw- Hill, 1995.</p> <p data-bbox="418 959 883 1008">MURRAY, Robert <i>et al. Bioquímica de Harper.</i> 15 ed. México: Manual Moderno, 2001.</p>	<p data-bbox="971 789 1328 884"><i>Bibliografía: Se presenta al final del protocolo, los resultados y la consulta de libros especializados relacionados con la PL.</i></p>																																													

ANÁLISIS DE CONTENIDO UNIDADES DE ANÁLISIS –GUÍA DE LABORATORIO (5)  
 UNIVERSIDAD A-PROGRAMA BIOLOGÍA  
 AB5, 1 - Universidad A, Biología, Guía 5, Unidad de Información 1  
 PRÁCTICA DE LABORATORIO 5: FACTORES QUE AFECTAN LA ACTIVIDAD DE LA UREASA

CÓD	UNIDAD DE INFORMACIÓN (UI)	INTERPRETACIÓN/REFERENCIA
<b>AB5, 1</b>	<p><b>I. OBJETIVOS:</b></p> <p><u>Determinar experimentalmente los principales factores que afectan la actividad de una enzima.</u></p> <p><u>Establecer en la práctica los efectos que produce en la actividad de la enzima ureasa factores tales como: cambios de temperatura, pH, adición de metales pesados y de solventes orgánicos.</u></p>	<p><b>Finalidades</b></p> <p><i>Se plantea identificar los principales factores que afectan la actividad enzimática y establecer los efectos que produce en la actividad de la enzima ureasa algunos factores como los cambios de temperatura, pH, adición de metales pesados y solventes orgánicos.</i></p>
<b>AB5,2</b>	<p><b>II. INTRODUCCION:</b></p> <p><u>La ureasa es la enzima capaz de hidrolizar in vitro o in vivo al sustrato urea, con la producción de amoníaco NH<sub>4</sub> y dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>).</u></p> <p><u>Uno de los métodos utilizados para seguir la reacción es titular el amoníaco que se desprende en el transcurso de la actividad de la enzima. Como compuesto de naturaleza proteica la ureasa está sujeta a la variación de su estructura tridimensional por la presencia de factores físicos o de compuestos químicos que pueden alterar su normal funcionamiento.</u></p> <p><u>En el experimento se pretende determinar el comportamiento de la enzima ante diversos tratamientos capaces de alterar su estructura proteica.</u></p>	<p><b>Relación Teoría-Práctica</b></p> <p><b>Sustantiva (biología)</b></p> <p><i>Enzimas ureasa es la enzima capaz de hidrolizar in vitro o in vivo al sustrato urea,</i></p> <p><b>Sintáctica Relación con la técnica</b></p> <p><i>El método utilizado para observar la reacción es titular el amoníaco que se desprende en el transcurso de la actividad de la enzima</i></p> <p><b>Organizativa</b></p>
<b>AB5,3</b>	<p><b>III. REACTIVOS:</b></p> <p>Cloroformo</p> <p>HgCl<sub>2</sub> 2%</p> <p>Rojo de metilo, 0.04%</p> <p>NaOH 0.5N y 0.1N</p> <p>Buffer de fosfatos (0.1 M) pH = 7.2</p> <p>Ureasa 1mg/ml</p> <p>HCl 0.5N y 0.1N</p> <p>Agua destilada</p>	<p><b>Metodología</b></p> <p><i>Reactivos: Anterior al protocolo se presenta una lista de reactivos que posteriormente se utilizarán en el análisis.</i></p>
<b>AB5,4</b>	<p><b>IV. MATERIALES:</b></p> <p>6 Tubos de ensayo grandes - gradilla</p> <p>1 Termómetro</p> <p>1 Pinzas para bureta</p> <p>1 Probeta de 50 ml</p> <p>6 Erlenmeyer (50 ml)</p> <p>Baño de maría</p> <p>3 Pipetas (1, 5 Y 10 ml)</p> <p>1 Bureta</p> <p>1 Soporte universal 1 Pinzas para tubo</p>	<p><b>Metodología</b></p> <p><i>Materiales: Anterior al protocolo se presenta una lista de materiales que posteriormente se utilizarán en el análisis.</i></p>

	3 Vasos de precipitados de 100 ml																																																																			
<b>AB5,5</b>	<b>VI. MATERIAL DE PRUEBA:</b> Ureasa 1mg/ml	<b>Metodología</b> Material de prueba: Anterior al protocolo se presenta el material de prueba que posteriormente se utilizarán en el análisis.(Ureasa)																																																																		
<b>AB5,6</b>	<p><b>VI. PROCEDIMIENTO</b></p> <p>En esta práctica es indispensable que el material de vidrio que se vaya a emplear esté limpio. Para ello lávelo con ácido nítrico diluido (1:1), abundante agua corriente y por último agua destilada.</p> <p>Preparación de las ureasas</p> <p>Tome cuatro tubos de ensayo y márkuelos como a, b, c, y d respectivamente. Pipetee en cada uno 2 ml de ureasa y proceda de la siguiente manera:</p> <p>Tubo a: <u>ureasa calentada</u>: Coloque el tubo a en un baño de agua hirviendo durante 5 minutos, a continuación enfríelo con agua de chorro.</p> <p>Tubo b: <u>ureasa en ácido</u>: Añada al tubo b 1 ml de HCl 0.1 N. Mezcle bien y deje en reposo a temperatura ambiente durante 5 minutos. Añada 1 ml de NaOH 0.1N nuevamente mezcle.</p> <p>Tubo c: <u>ureasa en base</u>: Añada al tubo c 0.5 ml de NaOH, 0.5 N. Mezcle bien y deje en reposo a temperatura ambiente durante 5 minutos. Añada 0.5 ml de HCl 0.5N 1 ml de agua destilada, nuevamente mezcle.</p> <p>Tubo d: <u>ureasa con cloroformo</u>: Añada al tubo d, 2 ml de cloroformo y agite vigorosamente durante 5 minutos. Deje en reposo. De la capa acuosa tome 1 ml para el ensayo.</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>REACTIVOS</th> <th>T</th> <th>U</th> <th>B</th> <th>O</th> <th>S</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>BLANCO</td> <td>1</td> <td>2</td> <td>3</td> <td>4</td> <td>5</td> </tr> <tr> <td>Urea 0.5 M (ml)</td> <td>15</td> <td>15</td> <td>15</td> <td>15</td> <td>15</td> </tr> <tr> <td>Buffer pH=7.2 (ml)</td> <td>9</td> <td>9</td> <td>9</td> <td>9</td> <td>9</td> </tr> <tr> <td>Agua (ml)</td> <td>2</td> <td>2</td> <td>1</td> <td>1</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td>HgCl<sub>2</sub> (gotas)</td> <td>4</td> <td>—</td> <td>—</td> <td>—</td> <td>—</td> </tr> </tbody> </table> <p>Calentar en agua a 35°C durante 5 minutos. Con intervalos de 1 minuto, añada cada tubo la cantidad de la (c) distintas ureasas, según se indica a continuación</p> <table border="1"> <tbody> <tr> <td>Ureasa (ml)</td> <td>1</td> <td>1</td> <td>1</td> <td>—</td> <td>—</td> </tr> <tr> <td>Ureasa a (ml)</td> <td>—</td> <td>—</td> <td>1</td> <td>—</td> <td>—</td> </tr> <tr> <td>Ureasa b (ml)</td> <td>—</td> <td>—</td> <td>—</td> <td>2</td> <td>—</td> </tr> <tr> <td>Ureasa c (ml)</td> <td>—</td> <td>—</td> <td>—</td> <td>—</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td>Ureasa d (ml)</td> <td>—</td> <td>—</td> <td>—</td> <td>—</td> <td>1</td> </tr> </tbody> </table> <p>Calentar a 35°C durante 30 minutos.</p> <p>HgCl<sub>2</sub> (gotas)</p> <p><b>4 4 4 4 4</b></p> <p>Si es necesario filtrar y medir 10 ml trasvasarlos a un erlenmeyer, adicionar 3 gotas de rojo de metileno y titular con HCl 0.1N.</p>	REACTIVOS	T	U	B	O	S	BLANCO	1	2	3	4	5	Urea 0.5 M (ml)	15	15	15	15	15	Buffer pH=7.2 (ml)	9	9	9	9	9	Agua (ml)	2	2	1	1	2	HgCl <sub>2</sub> (gotas)	4	—	—	—	—	Ureasa (ml)	1	1	1	—	—	Ureasa a (ml)	—	—	1	—	—	Ureasa b (ml)	—	—	—	2	—	Ureasa c (ml)	—	—	—	—	2	Ureasa d (ml)	—	—	—	—	1	<p><b>Metodología</b></p> <p>Procedimiento: Se presenta una serie de actividades para preparar las muestras de ureasa (calentada, en ácido, en base y con cloroformo (lavar con ácido nítrico diluido para asegurar la limpieza del material, rotular tubos, pipetear, calentar, agitar, reposar, filtrar, medir y titular) e instrucciones mediante una tabla de datos para preparar las diluciones en los tubos de ensayo.</p>
REACTIVOS	T	U	B	O	S																																																															
BLANCO	1	2	3	4	5																																																															
Urea 0.5 M (ml)	15	15	15	15	15																																																															
Buffer pH=7.2 (ml)	9	9	9	9	9																																																															
Agua (ml)	2	2	1	1	2																																																															
HgCl <sub>2</sub> (gotas)	4	—	—	—	—																																																															
Ureasa (ml)	1	1	1	—	—																																																															
Ureasa a (ml)	—	—	1	—	—																																																															
Ureasa b (ml)	—	—	—	2	—																																																															
Ureasa c (ml)	—	—	—	—	2																																																															
Ureasa d (ml)	—	—	—	—	1																																																															

<b>AB5,7</b>	<p><b>VI. RESULTADOS Y CONSULTA:</b></p> <p>1. Obtenga los valores para los cálculos solicitados de la siguiente manera:  <i>Vol. corregido = Vol de HCl utilizado para titular cada tubo - Vol. de HCl gastado para titular el blanco.</i></p> <p>2. Tabule los datos teniendo en cuenta la concentración de sustrato (S) en <math>\mu\text{moles de urea / ml}</math>.</p> <p>3. Compare los resultados de los <math>\mu\text{moles de urea hidrolizados}</math> con respecto a la clase de ureasa empleada y escriba las conclusiones.</p> <p>4. Revise con el apoyo bibliográfico necesario, cuál es la influencia del pH en la actividad de las enzimas y resúmalo en el informe.</p> <p>5. Explique brevemente cómo influye la temperatura en la actividad enzimática.</p>	<p><i>Metodología- Evaluación</i></p> <p><i>Se plantean actividades de aplicación de cálculos algorítmicos, tabular los datos, comparar los resultados, consultar bibliografía y explicar la influencia del pH y la temperatura en la actividad enzimática.</i></p>
<b>AB5,8</b>	<p><b>VII. BIBLIOGRAFÍA:</b></p> <p><i>CHRISTENSEN, Halvor y PALMER, Graham. Cinética enzimática. Curso programado para estudiantes de medicina y ciencias biológicas. España: Reverté, 1981.</i></p> <p><i>FERSHT, Alan. Estructura y mecanismo de las enzimas. España: Reverté, 1991.</i></p>	<p><i>Bibliografía: se presenta un listado de libros especializados para consulta del tema de la PL.</i></p>

**ANÁLISIS DE CONTENIDO UNIDADES DE ANÁLISIS –GUÍA DE LABORATORIO (6)**  
**UNIVERSIDAD A – LICENCIATURA EN BIOLOGÍA**

AB6, 1 - Universidad A, Biología, Guía 6, Unidad de Información 1

**PRÁCTICA DE LABORATORIO 6: ACTIVIDAD PROTEOLÍTICA DE LA PAPAÍNA Y EL EFECTO DE ALGUNOS INHIBIDORES**

<b>CÓD</b>	<b>UNIDAD DE INFORMACIÓN (UI)</b>	<b>INTERPRETACIÓN</b>
<b>AB6,1</b>	<p><b>I. OBJETIVOS:</b>  <u>Establecer experimentalmente</u> algunas de las propiedades de las enzimas proteolíticas.  <u>Confirmar</u> la presencia de enzimas proteolíticas en algunos alimentos de consumo común.  <u>Reconocer</u> la actividad proteolítica de la papaína por medio de la prueba de coagulación.</p>	<p><i>Finalidades (Comprobar)</i>  <i>Se plantea establecer experimentalmente algunas propiedades de las enzimas, confirmar la presencia de enzimas en algunos alimentos y reconocer la actividad proteolítica de la papaína mediante la prueba de coagulación.</i></p>
<b>AB6,2</b>	<p><b>II. INTRODUCCIÓN:</b>  Los organismos poseen <u>enzimas digestivas que catalizan la hidrólisis de los enlaces peptídicos</u>. Estas <u>proteínas tienen la característica de ser altamente específicas para determinadas uniones peptídicos</u>, es decir, que dependen de la estructura de los grupos adyacentes al enlace y no del tamaño ni de otras propiedades de la proteína sujeta a hidrólisis.  Las enzimas digestivas proteolíticas se dividen en, dos grupos: endopeptidasas y exopeptidasas, su acción catalítica se resume en las siguientes reacciones generales:</p> <p align="center"> Proteína <math>\longrightarrow</math> Péptido <math>\xrightarrow{\text{Exopeptidasa}}</math> Aminoácidos </p>	<p><i>Relación Teoría-Práctica</i>  Sustantiva: Enzimas digestivas (químico)</p>
<b>AB6,3</b>	<p>Las <u>endopeptidasas</u> hidrolizan uniones peptídicas no adyacentes a grupos carboxilo o amino libres, atacan preferencialmente a las grandes proteínas de los alimentos descomponiéndolos en fragmentos más pequeños denominados péptidos; éstos últimos son hidrolizados por la acción de las exopeptidasas a nivel de los enlaces adyacentes a grupos amino o carboxilo terminales, por lo tanto liberan aminoácidos libres.  <u>La papaína que se extrae del látex de la papaya, la bromelina de la piña y la ficina del higo son hidrolasas del grupo de las Sulfidrilendoproteasas.</u>  La papaína es una mezcla de proteasas que se han aislado como cristales y pueden separarse en dos fracciones: papaína propiamente dicha y quimiopapaína. La papaína hidroliza proteínas amidas y ésteres de aminoácidos: su acción enzimática está relacionada con la presencia de grupos sulfhidrilo (-SH) de la cisteína en el centro activo. Estas enzimas se sintetizan en forma activa, pero en algunos casos pueden existir inhibidas, de tal manera que para obtener una máxima actividad necesitan de agentes alquilantes como el EDTA y reductoras como el ácido sulfuroso.</p>	<p>Sustantiva: enzimas - metabolismo (químico)  Sustantivo: La papaína (biológico)</p>
<b>AB6,4</b>	<p>Al igual que otras proteasas, estas enzimas son activas en un rango de pH que oscila entre 3 - 9. El valor de pH óptimo varía según el sustrato que va a hidrolizarse; la temperatura está también relacionada con el tipo de sustrato y se puede manejar entre 40 a 65°C.  Los grupos sulfhidrilo de la enzima pueden ser inhibidos por agentes oxidantes Como el peróxido de hidrógeno (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>) agentes alquilantes como el iodoacetamida, el iodoacético y por metales pesados como el mercurio; estos inhibidores convierten a los grupos sulfhidrilo en disulfuros inactivos. El proceso es reversible cuando se tratan como agentes reductores como el glutatión, tiosulfato y disulfito.</p>	<p>Sustantiva: enzimas - metabolismo (químico)</p>

<b>AB6,5</b>	<p><u>Por su actividad proteolítica la papaína se emplea en la industria de alimentos, en la producción de concentrados, en medicina para controlar problemas digestivos y en la industria para el tratamiento de textiles, de cueros, etc.</u></p> <p>En la práctica a realizar se emplea la prueba de coagulación de la leche para evidenciar la actividad proteolítica de la papaína extraída de la papaya, se prueba además la que contiene algunos ablandadores comerciales.</p> <p><u>La capacidad de coagulación de la leche se fundamenta en que normalmente la caseína se encuentra en forma de micelas y la digestión con una proteasa separa un glicopéptido de la molécula de caseína desestabilizando la micela y causando la coagulación.</u></p>	<p>Relación Teoría-Práctica Organizativa</p> <p>Datos relacionados con la medicina, la industria de textiles y cueros.</p>
<b>AB6,6</b>	<p>III. REACTIVOS:</p> <p>Buffer de acetato de sodio 0.5M, pH 5.5 (ácido acético y acetato de sodio)</p> <p>Cisteína 0.2M neutralizada en β-mercaptoetanol 0.2M</p> <p>EDTA 0.2M</p> <p>Bicloruro de mercurio 0.05M</p> <p>Hidróxido de amonio 0.25M</p> <p>Acido clorhídrico 0.25M</p> <p>Buffer de fosfatos calibrada a pH = 6.0</p> <p>Agua destilada</p>	<p>Metodología</p> <p>Reactivos: Se presenta un listado de reactivos que posteriormente se utilizaran en el desarrollo del protocolo.</p>
<b>AB6,7</b>	<p>IV. MATERIALES:</p> <p>10 Tubos de ensayo - gradilla</p> <p>3 Pipetas (1, 5 y 10 ml)</p> <p>1 Mortero - pistilo</p> <p>1 Embudo</p> <p>2 Tubos de centrifuga</p> <p>3 Vasos de precipitados (100 Y 250 ml)</p> <p>Gasa o mucelina, papel de filtro, papel Indicador de pH</p> <p>Potenciómetro . Soluciones calibradoras</p> <p>Baño maría</p> <p>Centrifuga.</p> <p>Balanzas mecánicas</p>	<p>Metodología</p> <p>Materiales: Se presenta un listado de materiales que posteriormente se utilizaran en el desarrollo del protocolo.</p>
<b>AB6,8</b>	<p>V. MATERIAL DE PRUEBA:</p> <p>Leche entera cruda, fresca, ablandadores de carne comerciales de diferentes marcas.</p>	<p>Relación teoría-práctica (Relación con aspectos cotidianos, investigación)</p> <p>Metodología</p> <p>Material de prueba: Se presenta un listado de material biológico de el desarrollo del protocolo.</p>
<b>AB6,9</b>	<p>VI. PROCEDIMIENTO:</p> <p><u>1. Preparación de soluciones enzimáticas</u></p> <p>1.1. Jugo de papaya:</p> <p>Macere 30 g de papaya en un mortero y sin agregar agua, filtre a través de doble gasa o de muselina. Rotule el filtrado como solución enzimática 1.</p> <p>1.2 Ablandador de carne:</p> <p>A 3g de ablandador de carne agregue 10 ml de agua destilada, mezcle y centrifugue. Separe el sobrenadante y rotúlelo como solución enzimática 2.</p>	<p>Metodología</p> <p>Procedimiento. Se presenta una serie de actividades para la preparación de soluciones enzimáticas (macerar, filtrar, agregar, mezclar, centrifugar, separar y rotular)</p>
<b>AB6,10</b>	<p><u>2. Ensayo de la prueba enzimática.</u></p> <p>En un tubo de ensayo pipetee 0.5 ml de cualquiera de las soluciones enzimáticas y adicione 3.0 ml de leche y mezcle e incube a 50°C hasta la formación del coágulo. Agitando suavemente note el incremento de viscosidad.</p>	<p>Metodología</p> <p>Se presenta una serie de actividades para la preparación de soluciones enzimáticas (macerar, filtrar, agregar, mezclar, centrifugar, separar y rotular)</p>
<b>AB6,11</b>	<p><u>3. Efecto de la concentración de la papaína:</u></p> <p>Marque cuatro tubos de ensayo y prepare las siguientes disoluciones: en los tubos 1 y 2 y pipetee 0.5 ml de solución enzimática 1, agregue 0.5 ml de agua destilada a todos los tubos excepto al primero. Mezcle por Inversión el contenido del tubo 2 y transfiera 0.5 ml de este tubo al tubo 3, mezcle y transfiera 0.5 ml al tubo 4 descartando 0.5 ml de éste último. Note que las diluciones quedaron de 1, 1/2, 1/4, 1/8 respectivamente.</p>	<p>Metodología</p> <p>Se presenta una serie de actividades para la preparación de soluciones enzimáticas (macerar, filtrar, agregar, mezclar, centrifugar, separar y rotular)</p>

<p><b>AB6,12</b></p>	<p><u>4. Inhibición de las sulfidril proteasas.</u> De la dilución que mejor le resultó la formación del coágulo, es decir, con mayor actividad enzimática, prepare 5 ml de esa dilución y llene los siguientes tubos</p> <table border="1" data-bbox="509 331 841 432"> <thead> <tr> <th>REACTIVOS (ml)</th> <th>1</th> <th>2</th> <th>3</th> <th>4</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Dilución enzimática</td> <td>0.5</td> <td>0.5</td> <td>0.5</td> <td>0.5</td> </tr> <tr> <td>Agua destilada</td> <td>0.1</td> <td>0.1</td> <td>-</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>Bicloruro de mercurio</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>0.1</td> <td>0.1</td> </tr> </tbody> </table>	REACTIVOS (ml)	1	2	3	4	Dilución enzimática	0.5	0.5	0.5	0.5	Agua destilada	0.1	0.1	-	-	Bicloruro de mercurio	-	-	0.1	0.1	<p><i>Metodología</i> Se presenta una tabla de datos con indicaciones para preparar soluciones.</p>															
REACTIVOS (ml)	1	2	3	4																																	
Dilución enzimática	0.5	0.5	0.5	0.5																																	
Agua destilada	0.1	0.1	-	-																																	
Bicloruro de mercurio	-	-	0.1	0.1																																	
<p><b>AB6,13</b></p>	<p>Deje reposar 10 minutos y agregue 0.4 ml de agua destilada a los tubos impares. 0.2 ml de EDTA con 0.2 ml de cisteína a los pares. Mezcle y de 15 minutos de reposo realice el ensayo de la actividad enzimática a cada uno. Registre sus resultados.</p> <p><u>5. Naturaleza de la actividad proteolítica del ablandador de carne.</u> Prepare 4 tubos de ensayo con los siguientes reactivos:</p> <table border="1" data-bbox="467 638 883 810"> <thead> <tr> <th>REACTIVOS (ml)</th> <th>1</th> <th>2</th> <th>3</th> <th>4</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Solución enzimática 2</td> <td>0.5</td> <td>0.5</td> <td>0.5</td> <td>0.5</td> </tr> <tr> <td>Agua destilada</td> <td>0.2</td> <td>-</td> <td>0.05</td> <td>0.05</td> </tr> <tr> <td>EDTA</td> <td>-</td> <td>0.1</td> <td>-</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>Acido clorhídrico</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>0.15</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>Hidróxido de amonio</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>0.15</td> </tr> <tr> <td>pH final</td> <td></td> <td></td> <td>2.0</td> <td>9.0</td> </tr> </tbody> </table> <p>Mezcle cuidadosamente y deje reposar por 15 minutos, añada 5 ml de buffer de acetato a cada uno. Efectúe la prueba enzimática a cada tubo. Observe y analice los resultados.</p>	REACTIVOS (ml)	1	2	3	4	Solución enzimática 2	0.5	0.5	0.5	0.5	Agua destilada	0.2	-	0.05	0.05	EDTA	-	0.1	-	-	Acido clorhídrico	-	-	0.15	-	Hidróxido de amonio	-	-	-	0.15	pH final			2.0	9.0	<p><i>Metodología</i> Se presentan tablas de datos con indicaciones para preparar soluciones para aplicar la prueba enzimática, observar y analizar los resultados.</p>
REACTIVOS (ml)	1	2	3	4																																	
Solución enzimática 2	0.5	0.5	0.5	0.5																																	
Agua destilada	0.2	-	0.05	0.05																																	
EDTA	-	0.1	-	-																																	
Acido clorhídrico	-	-	0.15	-																																	
Hidróxido de amonio	-	-	-	0.15																																	
pH final			2.0	9.0																																	
<p><b>AB6,14</b></p>	<p><b>VII. RESULTADOS Y CONSULTA:</b></p> <p>1. Consulte la especificidad de las enzimas proteolíticas: Tripsina, quimiotripsina, renina y pepsina.</p> <p>2. Consulte las principales características de la enzima quimiotripsina: EC (nomenclatura de la enzima por la comisión de enzimología), sitio de síntesis en el organismo, mecanismo de activación, número de aminoácidos que conforman la estructura de la enzima, aminoácidos del sitio activo y mecanismo de acción.</p>	<p><i>Metodología</i> Se plantean actividades de consulta acerca de la especificidad de las enzimas (tripsina, quimiotripsina, renina y pepsina), las principales características de la enzima (nomenclatura, sitio de síntesis en el organismo, mecanismo de activación, número de aminoácidos que conforman la estructura de la enzima, aminoácidos del sitio activo y mecanismo de acción).</p>																																			

**ANÁLISIS DE CONTENIDO UNIDADES DE ANÁLISIS – GUÍA DE LABORATORIO (7)**  
**UNIVERSIDAD A – LICENCIATURA EN QUÍMICA**  
 AQ7, 1 - Universidad A, Química, Guía 7, Unidad de Información 1  
**PRÁCTICA DE LABORATORIO 7: RECONOCIMIENTO DE LOS COMPONENTES DEL ACIDO RIBONUCLEÍCO e**  
**IDENTIFICACIÓN DE LAS DESOXIRIBOSAS DEL ADN**

CÓD	UNIDAD DE INFORMACIÓN (U)	INTERPRETACIÓN
AQ7,1	<p><b>OBJETIVOS:</b> <u>Identificar in vitro</u> las diferentes formas de hidrólisis de los ácidos nucleicos. <u>Reconocer</u> mediante reacciones químicas específicas los componentes de los nucleótidos del ácido ribonucleico (ARN). <u>Establecer</u> la presencia del ácido desoxirribonucleico (ADN) en tejidos animales mediante la reacción de la difenilamina.</p>	<p><u>Finalidades</u>  <u>Identificar in vitro</u>, <u>Reconocer</u> <u>Establecer</u></p>
AQ7,2	<p><b>II. INTRODUCCIÓN:</b> Los ácidos nucleicos son polímeros de nucleótidos, los cuales a su vez están formados por una base nitrogenada unida a una pentosa (ribosa o desoxirribosa) por un enlace de tipo N – β - glicosídico. Cuando uno o más de los hidroxilos libres de la pentosa se esterifican con H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> se completa la estructura del nucleótido. El esquema siguiente resume la hidrólisis de los ácidos nucleicos:</p> <pre>     graph TD       NP[Nucleoproteína] -- Hidrolisis --&gt; AN[Ácido nucleico + Proteínas]       AN -- Hidrolisis --&gt; ON[Oligonucleótidos Polímeros menores]       ON -- Hidrolisis --&gt; MN[Mononucleótidos]       MN -- Hidrolisis --&gt; N["Nucleósidos + H3PO4"]       N -- Hidrolisis --&gt; BN[Bases Nitrogenadas]       N -- Hidrolisis --&gt; AZ[Azúcares]       BN --&gt; Purina       BN --&gt; Pirimidina       Purina --&gt; Adenina       Purina --&gt; Guanina       Pirimidina --&gt; Citosina       Pirimidina --&gt; Uracilo       Pirimidina --&gt; Timina       AZ --&gt; Ribosa       AZ --&gt; Desoxirribosa       PO4["Ácido fosfórico HO-P(=O)(OH)2"]       </pre>	<p><u>Relación Teoría-práctica</u>  <u>Temáticas:</u> Ácidos nucleicos  <u>Información</u> acerca de la estructura de los ácidos nucleicos a nivel químico.</p>
AQ7,3	<p>Los complejos de los ácidos nucleicos unidos con proteínas básicas, reciben en conjunto el nombre de asociaciones supramoleculares y <u>deben ser separados</u> tras la utilización de la hidrólisis básica. Las dos clases de ácidos nucleicos presentan en su estructura diferencias importantes, por ejemplo, el azúcar del ribonucleico (ARN) es la ribosa y la pentosa del ácido desoxirribonucleico (ADN) es la desoxirribosa. En cuanto a la composición de las bases nitrogenadas el ARN contiene: Adenina, Guanina, Citosina, Uracilo; y el ADN contiene: Adenina, Guanina, Citosina y Timina.</p>	<p><u>Relación Teoría-práctica</u>  <u>Temáticas:</u> ADN y ARN  <u>Información</u> acerca de la técnica de separación de ácidos nucleicos</p>
AQ7,4	<p><u>El ARN se aisló primero de la levadura. La hidrólisis alcalina produce ARN más proteínas. Posteriormente hidrólisis ácida del ARN origina pentosas, purinas, pirimidinas y ácido fosfórico. El ADN se ha aislado del timo, hígado o tejido muscular de vacunos utilizando hidrólisis ácida moderada para separarlo de las proteínas.</u></p>	<p><u>Relación Teoría-práctica</u>  <u>Sustantiva:</u> ADN y ARN  <u>Datos</u> acerca de la historia con la historia.</p>
AQ7,5	<p><b>III. REACTIVOS:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Hidróxido de sodio, 0.2%</li> <li>2. Solución de albúmina, 5,5 g/L preparada en NaCl, 1%</li> <li>3. Acido sulfúrico, 10%</li> <li>4. Reactivo de Biuret</li> <li>5. Guanina, 0.5% preparada en H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, 0.1M</li> <li>6. Solución de glucosa, 0.1%</li> <li>7. Solución de ribosa o de arabinosa, 0.1%</li> </ol>	<p><u>Metodología</u>      Se presenta un listado de reactivos que se utilizaran posteriormente en el desarrollo del protocolo.</p>

	<p>8. Reactivo de Bial  9. Acido clorhídrico concentrado  10. Cloruro férrico hexahidratado, 0.1%  11. Acido nítrico, 10%  12. Molibdato de amonio, 5% en H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 2M  13. Acidotricloroacético, 10%  14. Reactivo de fenilamina. Recién preparada. (1g de difenilamina en 100 ml de Acido acético glacial más de 2,5 ml de H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> concentrado.  15. Acidonucleico, 1%  16. Patrón de fosfatos 129 mg/125 ml preparado en agua  17. Reactivo de Ninhidrina (3.7g de ninhidrina en 25 ml de butanol + 25 ml de acetona) Fresca.  18. Serina 1g/l  19. Hidróxido de amonio, 10%  20. Nitrato de plata. 2%</p>	
AQ7,6	<p>IV MATERIALES:  12 Tubos de ensayo – gradilla, 1 Erlenmeyer (100 ml), 2 Vasos de precipitados (100 y 250 ml, 3 Pipetas (1,5 Y 10 ml , 1 Varilla de vidrio, 1 Embudo, 1 Pipeta Pasteur, 1 Mortero con pistilo, 1 Pinzas para tubo, 1 Varilla de vidrio Gasa o muselina, Papel Indicador universal Papel tornasol azul y rojo  Papel de filtro, Balanza, Baño maría, Mechero-trípode - malla de asbesto, Hielo - bandeja</p>	<p>Metodología  Se presenta un listado de materiales que se utilizaran posteriormente en el desarrollo del protocolo.</p>
AQ7,7	<p>V. MATERIAL DE PRUEBA: El siguiente esquema representa la forma de hidrólisis in vitro del ácido ribonucleico (ARN), para el posterior reconocimiento de sus componentes:</p> <pre> graph TD     A[ARN - PROTEÍNA] -- Hidrólisis bás --&gt; B[ARN]     A -- Hidrólisis bás --&gt; C[PROTEÍNA]     B -- Hidrólisis ácida --&gt; D[Nucleótidos]     D --&gt; E[Pentosa Ribosa)     D --&gt; F[Bases púricas Bases)     D --&gt; G[Grupos fos] </pre>	<p>Metodología: Se presenta el material de prueba (hidrólisis in vitro del ácido ribonucleico, para el posterior reconocimiento de sus componentes) y un esquema que representa la hidrólisis in vitro del ARN.</p>
AQ7,8	<p>1. Extracción del ARN y reconocimiento de sus componentes: En un mortero macere 5.0 g de levadura, agregando lentamente 15 ml de NaOH, 0.2% continúe macerando hasta obtener una mezcla cremosa y suave. Vierta la mezcla a un erlenmeyer de 125 ml lave el mortero y el pistilo con tres alícuotas de 5 ml cada una de NaOH, 0.2% y adicionele al erlenmeyer. Caliente la o suspensión por 30 minutos a una temperatura de 90 a 100 °C en baño maría. Filtre a través de varias capas de gasa o de muselina y enfríe. Reconocimiento cualitativo de las proteínas asociadas con el ARN. Coloque 2 ml de la suspensión en un tubo de ensayo y adicioneles 5 ml del reactivo de Biuret. Escriba sus observaciones. Mida volumétricamente 1.0 ml del patrón de albúmina y adicione 2 ml del reactivo e de Biuret, mezcle y coloque a 37 °C durante 10 minutos. Reconocimiento de los componentes del ARN. Por medio de una hidrólisis ácida se llevará a cabo la extracción de los componentes del ARN. Adicione a la solución restante en el erlenmeyer, 20 ml de H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> al 10%, hierva por 10 minutos o caliente en un baño de vapor por 15 ó 20 minutos.</p>	<p>Metodología  Sintáctica/Técnica  Como parte del procedimiento se presenta una serie de actividades (macerar, agregar, mezclar, lavar, tomar alícuotas, adicionar, calentar a baño maría a 90 – 100°C, filtrar, enfriar) para realizar la extracción de ARN y el reconocimiento cualitativo de las proteínas asociadas al ARN.</p>
AQ7,9	<p>a. Reconocimiento de las purinas del ARN  Coloque 2 ml del hidrolizado frío en un tubo de ensayo, adicione 3 ml de NH<sub>4</sub>OH al 10%. (La mezcla, debe quedar con un exceso de NH<sub>4</sub>OH), luego agregue 10 gotas de la solución de AgNO<sub>3</sub>, al</p>	<p>Metodología  Sintáctica/Técnica  Como parte del procedimiento se presenta las actividades de preparación de la muestra para aplicar la prueba de</p>

	2%. La prueba es específica para las bases nitrogenadas derivadas del anillo heterocíclico purina.	identificación de purinas en el ARN.
<b>AQ7,10</b>	<p><b>b. Reconocimiento de las pentosas del ARN</b></p> <p>1. A 1.0 ml del hidrolizado medido en un tubo de ensayo, adicione 3.0 ml del reactivo de Bial; mezcle bien y caliente suavemente hasta que la mezcla inicie su ebullición.</p> <p>2. A 1.0 ml del hidrolizado medido en un tubo de ensayo, adicione 2 ml de HCl concentrado y 0.5 ml de <math>\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}</math>, pero sin orcinol. Caliente suavemente hasta que la mezcla inicie la ebullición. Escriba sus resultados.</p> <p>3. A 1.0 ml de una solución patrón de ribosa o de arabinosa al 0.1 %, adicione 3 ml del reactivo de Bial, mezcle bien y caliente suavemente hasta que la mezcla inicie la ebullición.</p> <p>4. A 1.0 ml de una solución patrón de glucosa al 0.1% adicione 3 ml del reactivo de Bial; mezcle bien y caliente suavemente hasta que el contenido del tubo inicie su ebullición. Observe los resultados.</p> <p>5. Reconocimiento de los grupos fosfato del ARN. Mida 1.0 ml del hidrolizado, adicione lentamente 2 ml de <math>\text{HNO}_3</math> al 10% y 2 ml. de molibdato de amonio. Caliente a ebullición por 2 minutos y deje en reposo. Tenga en cuenta los resultados. Mida 1.0 ml del patrón de fosfatos, adicione lentamente 2 ml. de <math>\text{HNO}_3</math> al 10% y 2 ml de molibdato de amonio. Caliente a ebullición por 2 minutos deje en reposo y tenga en cuenta los resultados.</p>	<p><b>Metodología</b> Sintáctica/Técnica</p> <p>Como parte del procedimiento se presenta las actividades (macerar, agregar, mezclar, lavar, tomar alícuotas, adicionar, calentar a baño maría a 90 – 100°C, filtrar, enfriar) de preparación de la muestra para aplicar la prueba de identificación de pentosas en el ARN.</p>
<b>AQ7,11</b>	<p><b>2. Extracción de ADN y reconocimiento.</b></p> <p>La presencia del ADN en un homogenizado se puede determinar empleando la reacción de difenilamina, cuyo fundamento consiste en que en solución ácida la cadena lineal de la desoxipentosa se convierte a la forma hidroxilevulíneoaldehído compuesto altamente reactivo que al adicionarle la difenilamina produce un complejo de color azul.</p> <p>Procedimiento: Macere en un mortero 2.0g de <u>carne pulpa y fresca</u>, agregue 10 ml, de ácido tricloroacético al 10%. Mezcle con una varilla de vidrio y colóquelo en un tubo de ensayo en un baño de agua a 90°C - 95°C durante 15 minutos agitando ocasionalmente. Filtre con papel de nitro y enfríe. A 2 ml del filtrado medidos en un tubo de ensayo agregue 5 ml del reactivo de difenilamina, deje el tubo de 5 a 10 minutos en un baño de agua a ebullición. Enfríe con hielo y observe los resultados. A 2.0 ml de la solución patrón de ácido nucleico al 1% medidos en un tubo de ensayo agregue 5 ml del reactivo de difenilamina, deje el tubo de 5 a 10 minutos en un baño de agua a ebullición. Enfríe con hielo y observe los resultados. En un tubo de ensayo calentar 1,0 ml de la solución del aminoácido patrón al 1%, agregar 0,5 ml de la solución de ninhidrina. Calentar al baño maría por 10 minutos. Observar la coloración formada. En un tubo de ensayo calentar 1.0 ml del filtrado, luego agregue 0.5 ml de la solución de ninhidrina. Calentar al baño de María por 10 minutos. Observar la coloración formada.</p>	<p><b>Metodología</b> Desarrollo de habilidades Sintáctica/Técnica</p> <p>Como parte del procedimiento se presenta las actividades (macerar, agregar, mezclar, lavar, tomar alícuotas, adicionar, calentar a baño maría, filtrar, enfriar) de preparación de la muestra para extraer e identificar ADN y presenta el fundamento de la PL.</p>
<b>AQ7,12</b>	<p><b>RESULTADOS y CONSULTA:</b></p> <p>1. Empleando fórmulas estructurales y las enzimas específicas, escriba las reacciones que tienen lugar en la hidrólisis sucesiva de un tetranucleótido de ADN y otro de ARN.</p>	<p><b>Metodología-Evaluación</b></p> <p>Se plantean actividades de aplicación de conocimiento (Empleando fórmulas estructurales y las enzimas específicas, escriba las reacciones que tienen lugar en la</p>

	<p>2. ¿Cómo se distribuyen los ácidos nucleicos en las células y tejidos?</p> <p>3. ¿Qué son los virus? Consigne en su informe una fotografía del virus de la inmunodeficiencia humana y del virus de la hepatitis B.</p> <p>4. Escriba la reacción de la ninhidrina para identificar aminoácidos.</p>	<p>hidrólisis sucesiva de un tetranucleótido de ADN y otro de ARN), cómo se distribuyen los ácidos nucleicos en las células, consultar qué son los virus de la hepatitis B, escribir la reacción de la ninhidrina para la identificación de proteínas.</p>
--	--	--

**ANÁLISIS DE CONTENIDO UNIDADES DE ANÁLISIS –GUÍA DE LABORATORIO (8)**  
**UNIVERSIDAD A – LICENCIATURA EN QUÍMICA**

AQ8, 1 - Universidad A, Química, Guía 8, Unidad de Información 1

**PRÁCTICA DE LABORATORIO 8: RECONOCIMIENTO CUALITATIVO DE VITAMINAS HIDROSOLUBLES**

<b>CÓD</b>	<b>UNIDAD DE INFORMACIÓN (UI)</b>	<b>INTERPRETACIÓN</b>
<b>AQ8,1</b>	<p><b>OBJETIVOS:</b>  <u>Reconocer</u> algunas de las vitaminas hidrosolubles con la realización de pruebas colorimétricas rápidas y sencillas.  <u>Establecer</u> la importancia de algunos parámetros físicos y químicos para el reconocimiento colorimétrico de vitaminas solubles en agua.</p>	<p><i>Finalidades: (Reconocer, establecer)</i>  Se plantea como finalidades reconocer algunas vitaminas hidrosolubles mediante pruebas colorimétricas y establecer la importancia de algunos parámetros físicos y químicos para la identificación de vitaminas solubles en agua.</p>
<b>AQ8,2</b>	<p><b>II. INTRODUCCIÓN:</b>  Las <u>vitaminas</u> son un grupo de moléculas orgánicas relativamente pequeñas esenciales para el crecimiento y desarrollo adecuados. <u>Se consumen en los alimentos debido a que los humanos y otros animales han perdido la capacidad de sintetizarlas.</u> Con respecto a la estructura cabe resaltar que las vitaminas no poseen nada en común y que además sus funciones biológicas no aportan criterios que permitan una definición concreta y una clasificación ordenada. Sin embargo, algunas características que se les atribuye a la mayoría de ellas son:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Se encuentran en cantidades muy pequeñas en los materiales biológicos.</li> <li>2. Son esenciales para el funcionamiento normal de los sistemas bioquímicos y fisiológicos, tanto en la vida animal como en la vegetal y en la microbiana.</li> <li>3. <u>Se reconoce que a lo largo de la evolución los animales perdieron la capacidad de sintetizarlas en cantidades esenciales.</u></li> </ol>	<p><i>Relación Teoría-Práctica</i>  Temáticas: Vitaminas  Como parte de la introducción se presenta información teórica acerca de las vitaminas, sus características como moléculas orgánicas esenciales en la dieta para el crecimiento y desarrollo adecuados, la carencia de síntesis en algunos animales.</p>
<b>AQ8,3</b>	<p>De otro lado, el único criterio físico ha persistido para la clasificación de estas sustancias es su solubilidad, razón por la cual se les divide en Vitaminas hidrosolubles (complejo B y vitamina C) y liposolubles (A, D, E y K).  Dentro del grupo de las vitaminas solubles en agua se encuentran:</p> <p><b>VITAMINA B1 (tiamina, aneurina):</b> se presenta libre en los alimentos o como su éster pirofosfato. La ausencia en el organismo ocasiona beriberi.</p> <p><b>VITAMINA B6 (piridoxina, adermina):</b> es el grupo prostético de numerosas enzimas y se presenta como fosfato de piridoxal. Se encuentra en los alimentos como: piridoxina (piridoxol) piridoxal y piridoxamina. En los alimentos de origen vegetal suelen predominar las dos primeras formas moleculares mientras que en los de origen animal prevalecen las dos últimas.</p> <p><b>VITAMINA B3 (niacina):</b> con el término de niacina se conoce el conjunto constituido por el ácido nicotínico y su amida la nicotinamida. En los sistemas vivos, el anillo de piridina está formando parte de la nicotinamida (adenín di-nucleótido) NAD<sup>+</sup> y su derivado NADP<sup>+</sup>, ambas coenzimas son el grupo prostético de muchas enzimas que</p>	<p><i>Relación Teoría-Práctica</i>  Temáticas: Vitaminas  Como parte de la introducción se presenta información teórica acerca de la solubilidad como criterio físico de clasificación de las vitaminas.</p>

	<p>participan en reacciones de oxido – reacción por ejemplo, la gliceraldehído - 3 - fosfato - deshidrogenasa.</p> <p>VITAMINA C (ácido ascórbico): se encuentra prácticamente en todos los vegetales y es sintetizada por todos los mamíferos, excepto por los primates, cobayos, conejillos de indias y algunos murciélagos. El DHAA (ácido dehidro - L ascórbico) tiene la misma actividad vitamínica del L- ascorbato. El isómero óptico comúnmente denominado ácido ascórbico, aunque no actúa como vitamina, se comporta de manera semejante al ascorbato en numerosos sistemas redox y, por lo tanto, tiene usos similares como aditivo alimentario.</p>	
AQ8,4	<p>III. REACTIVOS:</p> <p>Tiamina mononitrato, Hidróxido de sodio, 2M, Ferricianuro de potasio <math>K_3[Fe(CN)_6]</math> 50g/L ó 0.15M, Acetato de plomo (80g/L) ó 0.2 M, Butanol, Acetato de plomo (80g/L) ó 0.2M, Sulfato ferroso (15g/L), <math>H_2SO_4</math> - (1760 g/L) ó 1,39 M 0.05M, Piridoxal clorhidrato Tricloruro férrico 0.15M, Acido clorhídrico 1,9M, Acido sulfanílico, Nitrito de sodio 0,09M, Acido acético (-300g/L) ó 4,83M, Acido nítrico 2,06 M, Nitrato de plata 0.1N, Hidróxido de amonio (100 g/L), Acido nicotínico, Nicotinamida, Fenoltaleína en etanol 2:5, Sulfato de cobre pentahidratado (160 g/L) ó 0,64 M Carbonato de sodio (<math>Na_2CO_3</math>), Acido ascórbico, Acido sulfúrico 1,02M, Fehling A y Fehling B Acido clorhídrico 0,1 N, 2, 6 diclorofenol-Indofenol 3% Nitroprusiato de sodio 0,1 N, Hidróxido de sodio, 0.1 N</p>	<p>Metodología</p> <p>Se presenta previo al protocolo un listado de reactivos que se utilizaran en el análisis.</p>
AQ8,5	<p>IV. MATERIALES:</p> <p>12 Tubos de ensayo - gradilla 1 Pipeteador, 1 Vaso de precipitados (250ml) 1 Vidrio de reloj pequeño, 1 Espátula 1 Pipeta Pasteur, 1 Pinzas para tubo 1 Cápsula de porcelana, 3 Pipetas (1, 2, y 5 ml) 1 Embudo pequeño</p>	<p>Metodología</p> <p>Se presenta previo al protocolo un listado de materiales que se utilizaran en el análisis.</p>
AQ8,6	<p>V. MATERIAL DE PRUEBA:</p> <p>Vitaminas hidrosolubles: B1, B6, B3 y C.</p>	<p>Metodología</p> <p>Se presenta previo al protocolo el material de prueba (vitaminas B1, B6, B3 y C) que se utilizaran para el análisis.</p>
AQ8,7	<p>VI. PROCEDIMIENTO:</p> <p>A. ENSAYOS CON LA TIAMINA</p> <p>1. Disolver 10 mg de tiamina en 3 ml de agua destilada, agregar 1 ml de NaOH 2M, adicionar 4 gotas de Ferricianuro de potasio 0,15M, la solución permanece con una coloración amarilla pálida, agitar y depositar 5 ml de butanol, permitir el reposo de la solución por 5 minutos, al cabo de los cuales a la luz clara del día o a la luz ultravioleta (365 nm) la capa del n - butanol muestra una fluorescencia violeta.</p> <p>2. Disolver 0,10 g de ácido nicotínico en 10 ml de agua recién hervida y enfriada. Introducir a la solución una tira de papel indicador universal, la coloración debe corresponder a un pH de 3,0 aproximadamente.</p> <p>3. Calentar en una cápsula de porcelana 0,05 g de ácido nicotínico mezclado con 1, 0 9 de carbonato de sodio anhidro, se produce piridina, perceptible por su olor.</p> <p>4. En un tubo de ensayo, hervir 0,10 g de nicotinamida con 1 ml de NaOH, 2M, se desprende amoníaco perceptible por su olor. Exponer los vapores a una tira de papel indicador de pH humedecido, el color debe virar al rango alcalino</p>	<p>Metodología</p> <p>Desarrollo de habilidades</p> <p>Técnica</p> <p>Como parte del procedimiento se presentan actividades (disolver, agregar, agitar, depositar, reposar, macerar, agregar, mezclar, lavar, tomar alícuotas, adicionar, calentar en una cápsula de porcelana, introducir una tira de papel indicador) para realizar la prueba con la tiamina.</p>

	<i>aproximadamente pH = 12</i>	
<b>AQ8,8</b>	<p><b>B. ENSAYOS CON EL ACIDO ASCÓRBICO</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Calentar en una cápsula de porcelana 0,1 g de ácido ascórbico, se funde y adquiere un color marrón. El producto fundido tiene un color semejante al del caramelo. Expuesto a la llama se hincha y arde.</li> <li>2. Disolver 0,1 g de ácido ascórbico en 2 ml de agua y añadir unas gotas de <math>\text{HNO}_3</math> 2,06M y 3 ó 4 gotas de nitrato de plata 0.1N, se debe formar un precipitado gris oscuro.</li> <li>3. Disolver 0,04 g de vitamina C en 4 ml de agua y agregar 0,1 g de <math>\text{Na}_2\text{CO}_3</math> y aproximadamente 20 mg de sulfato ferroso (<math>\text{FeSO}_4</math>), agitar y dejar en repos, aparece un color violeta intenso, que desaparece al agregar lentamente 5 ml de ácido sulfúrico 1,39 M ó 1,02M</li> <li>4. Disolver en 1 ml de agua 20 mg de ácido ascórbico y agregar 1 ml de Fehling A y 1 ml de Fehling B, se forma un precipitado amarillo anaranjado que al calentarlo vira a rojo ladrillo.</li> <li>5. Disolver 0,10 g de ácido L- ascórbico en 2 ml de agua y agregar unas gotas de ácido nítrico 2,06M y algunas gotas de nitrato de plata 001N, se debe formar un precipitado gris oscuro.</li> <li>6. Disolver 0,1 g de ácido L- ascórbico en 2 ml de agua, acidificar con ácido clorhídrico 0,1 N, (6 gotas) la solución se decolora con 2, 6 - diclorofenolindofenol al 3%, reducir la solución con nitrato de plata 0,1N, se produce inmediatamente un precipitado negro.</li> <li>7. Preparar una solución acuosa al 2% de ácido ascórbico, tomar sólo 2 ml de la mezcla formada y adicionar unas 7 gotas de nitroprusiato de sodio (0,1M), alcalinizar con 1 ml de NaOH, 0,1 N, se observa una coloración azul oscura.</li> </ol>	<p><i>Metodología</i>  <i>Desarrollo de habilidades</i>  <i>Sintáctica/Técnica</i>  <i>Como parte del procedimiento se presentan actividades (disolver, agregar, agitar, depositar, reposar, macerar, agregar, mezclar, lavar, tomar alícuotas, adicionar, calentar en una cápsula de porcelana, introducir una tira de papel indicador) para realizar la prueba con el ácido ascórbico.</i></p>
<b>AQ8,9</b>	<p><b>RESULTADOS Y CONSULTA</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Escriba 3 ecuaciones químicas que ilustren las reacciones realizadas en los experimentos.</li> <li>2. Consulte sobre la importancia bioquímica de las vitaminas hidrosolubles.</li> <li>3. Clasifique y dé ejemplos de las vitaminas hidrosolubles atendiendo a su actividad como coenzimas en el metabolismo.</li> <li>4. Escriba 3 alimentos en donde se encuentren naturalmente las vitaminas del complejo B, analizadas en el laboratorio.</li> <li>5. Observe las siguientes formas moleculares de las vitaminas. Defina el término vitamero.</li> </ol>	<p><i>Metodología-Evaluación</i>  <i>Se presenta como resultados y consulta actividades como: escribir ecuaciones químicas que ilustren las reacciones de la PL, consultar la importancia bioquímica de las vitaminas hidrosolubles, escribir nombres de alimentos en los que se encuentre en forma naturales vitaminas del complejo B analizadas en la PL, observar algunas estructuras moleculares de vitaminas y definir el término vitamero ( son vitaminas que se localizan en más de una forma química ( piridoxina, piridoxal, piridoxamina), o como precursores (caroteno).</i></p>

**ANÁLISIS DE CONTENIDO UNIDADES DE ANÁLISIS –GUÍA DE LABORATORIO (9)**  
**UNIVERSIDAD A – LICENCIATURA EN QUÍMICA**

AQ9, 1 - Universidad A, Química, Guía 9, Unidad de Información 1

**PRÁCTICA DE LABORATORIO 9: VERIFICACION EXPERIMENTAL DEL BOMBEO DE PROTONES POR LEVADURAS EFECTO DE LOS INHIBIDORES y DESACOPLANTES DE LA CADENA RESPIRATORIA Y FOSFORILACION OXIDATIVA**

<b>CÓD</b>	<b>UNIDAD DE INFORMACIÓN (UI)</b>	<b>INTERPRETACIÓN</b>
<b>AQ9,1</b>	<p><b>I. OBJETIVOS:</b>  <u>Relacionar</u> la utilización de la glucosa por las enzimas de la levadura con los cambios de pH producidos en el proceso.  <u>Describir</u> las vías metabólicas por las cuales la glucosa genera los cambios de pH.  <u>Interpretar</u> experimentalmente el efecto de los inhibidores y los desacoplantes sobre la salida de protones.</p>	<p><b>Finalidades</b>                      Se plantean como finalidades relacionar utilización de la glucosa por las enzimas de la levadura con los cambios de pH producidos en el proceso, describir las vías metabólicas por las que la glucosa produce los cambios de pH e interpretar experimentalmente el efecto de los inhibidores y los desacoplantes sobre la salida de protones.</p>
<b>AQ9,2</b>	<p><b>II. INTRODUCCIÓN:</b> La cadena respiratoria y fosforilación oxidativa, se alteran con la presencia de dos clases de sustancias: Inhibidores y desacoplantes. Los inhibidores son sustancias que bloquean sitios específicos de la cadena respiratoria colaborando experimentalmente con el estudio del transporte electrónico. Los más importantes son: la rotenona, amital sódico, los barbitúricos, la antimicina A, el cianuro, plericidina, ácido sulfhídrico, azida sódica, monóxido de carbono, etc. Los denominados agentes desacoplantes disocian la cadena respiratoria de la fosforilación oxidativa, y son generalmente sustancias liposolubles que contienen un anillo aromático y un grupo ionizable uno particularmente importante es el 2,4 dinitrofenol y otros halo fenoles y nitrofenoles. <u>Desde su descubrimiento por Loomis y Lipman los agentes desacoplantes se han transformado en útiles herramientas de diagnóstico, indispensables en el estudio de las transformaciones energéticas celulares.</u></p>	<p><b>Temáticas: metabolismo</b>  <b>Organizativa: Relación con la historia y la medicina.</b></p>
<b>AQ9,3</b>	<p><b>III. REACTIVOS:</b>                      Solución de glucosa al 10%                      Solución de dlnitrofenol 40 mmol/l en etanol                      Solución de azida de sodio 400 mmol/l                      Agua destilada</p>	<p><b>Metodología</b>                      Se presenta un listado de los reactivos que se utilizaran durante el protocolo.</p>
<b>AQ9,4</b>	<p><b>IV. MATERIALES:</b>                      3 Vasos de precipitados                      Potenciómetro - soluciones calibradoras                      3 Pipetas (1, 5 Y 10 ml)                      Toallas adsorbentes. .  <b>VI. MATERIAL DE PRUEBA:</b>                      Levadura (<i>Saccharomyces cerevisiae</i>)</p>	<p><b>Metodología</b>                      Se presenta un listado de los materiales que se utilizaran durante el protocolo.</p>
<b>AQ9,5</b>	<p><b>VI. PROCEDIMIENTO:</b>                      Experimento 1 (control)                      1. Diluir 5 ml de levadura con 40 ml de agua destilada.                      2. Determinar el pH de la solución y repetir la medición dos veces más con intervalos de 3 minutos para obtener la línea basal.                      3. Adicionar 5 ml de glucosa al 10%, agitar y medir el pH.                      4. Determinar el pH de la solución cada 5 minutos cuatro veces, y luego cada 10 minutos dos veces más.</p>	<p><b>Metodología</b>                      Spresenta instrucciones y actividades (diluir, adicionar, repetir) para preparar las soluciones y construir la línea basal (control)</p>
<b>AQ9,6</b>	<p>Experimento 2. (Efecto del 2,4 dinitrofenol)                      1. Diluir 5 ml de levadura con 40 ml de agua destilada                      2. Añadir por decantación (no pipetear) 0.2 mm de la solución de dinitrofenol 40 mmol/L concentración final de 200 mol/L                      3. Determinar el pH de la solución y repetir la medición dos veces más con intervalos de 3 minutos para obtener la Urea basal.                      4. Esperar 5 minutos.                      5. Adicionar 5 ml de glucosa al 10%, agitar y medir el pH.</p>	<p><b>Metodología</b>                      Se presenta instrucciones y actividades (diluir, adicionar, repetir) para preparar las soluciones y realizar la prueba del efecto con 2,4 dinitrofenol.</p>

	6. Determinar el pH de la solución cada 5 minutos cuatro veces, y luego cada 10 minutos dos veces más.	
<b>AQ9,7</b>	<p>Experimento 3. (Efecto de la azida sódica)</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Diluir 5ml de glucosa con 40 ml de agua destilada.</li> <li>2. Añadir por decantación (no pipetear) 0.5 ml de la solución de acida de sodio 400 mmol/L concentración final de 5 mmol/L Agitar con cuidado.</li> <li>3. Determinar el pH de la solución y repetir la medición dos veces más con intervalos de 3 minutos para obtener la línea basal.</li> <li>4. Esperar 5 minutos.</li> <li>5. Adicionar 5 ml de glucosa al 10%, agitar y medir el pH.</li> <li>6. Determinar el pH de la solución cada 5 minutos cuatro veces, y luego cada 10 minutos dos veces más</li> </ol>	<p>Metodología</p> <p>Como parte del procedimiento se presenta instrucciones y actividades (diluir, adicionar, repetir) para realizar la prueba del efecto de azida sódica</p>
<b>AQ9,8</b>	<p>VII. RESULTADOS y CONSULTA:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Hacer una gráfica de cada uno de los experimentos, utilizar los valores de las lecturas de pH contra el tiempo.</li> <li>2. Analizar el significado de los cambios de pH en el experimento control con dinitrofenol como desacoplante y con azida de sodio.</li> <li>3. Hacer una relación de las vías que producen estos cambios; tomar en cuenta que las levaduras poseen una ATPasa de protones en la membrana mitocondrial que se encarga de sintetizar el ATP y que tiene otra ATPasa de protones en la membrana plasmática cuya función es similar a la bomba <math>N+IK+</math> en las células de los mamíferos. (Ver figura).</li> <li>4. ¿Cuáles son los productos finales del catabolismo de los carbohidratos en las levaduras? Resuma en un mapa conceptual.</li> </ol>	<p>Metodología-Evaluación</p> <p>Se plantean actividades de construcción de gráficas de los experimentos realizados.</p>

**ANÁLISIS DE CONTENIDO UNIDADES DE ANÁLISIS –GUÍA DE LABORATORIO (10)**  
**UNIVERSIDAD A – LICENCIATURA EN QUÍMICA**

AQ10, 1 - Universidad A, Química, Guía 10, Unidad de Información 1

**PRÁCTICA DE LABORATORIO 10: ACTIVIDAD DEL  $\text{NADH}^+ + \text{H}^+$  DE LA GLICÓLISIS ANAEROBIA EN LA FORMACION DEL LACTATO**

<b>CÓD</b>	<b>UNIDAD DE INFORMACIÓN (UI)</b>	<b>INTERPRETACIÓN</b>
<b>AQ10,1</b>	<p><b>I. OBJETIVOS:</b>  <u>Adquirir</u> habilidad en la extracción de enzimas y coenzimas atendiendo a los factores que in vivo o in vitro las pueden afectar.  <u>Verificar</u> mediante una reacción secundaria, la transformación del ácido láctico por acción de la enzima láctico deshidrogenasa (LDH) E.C. 1.1.1.27  <u>Comprobar</u> la función de la coenzima nicotidín adenín di nucleótido (<math>\text{NAD}^+</math>), en la misma reacción.</p>	<p><i>Finalidades</i></p> <p><i>Se plantea desarrollo de habilidades prácticas en la extracción de enzimas y coenzimas, verificación y comprobación mediante reacciones químicas.</i></p>
<b>AQ10,2</b>	<p><b>II. INTROOUCCION:</b>  <u>La glicólisis</u> es una de las rutas catabólicas para la utilización de los monosacáridos por parte de la célula, es la degradación - anaerobia específicamente de la glucosa, muchas de sus reacciones son comunes en el metabolismo aerobio, sin embargo, se diferencian en las coenzimas que intervienen y en la utilización del ácido pirúvico. En la degradación anaeróbica el piruvato es convertido en lactato en una reacción reversible.  <u>La enzima que cataliza</u> la conversión del lactato en piruvato es la láctico deshidrogenasa (LDH), la cual está ampliamente distribuida en el músculo, hígado corazón y riñón, siendo su función la de catalizar la oxidación reversible del lactato removiendo o adicionando dos (<math>\text{H}^+</math>). Para efectuar dicha función es necesaria la intervención de una coenzima cuyo precursor vitamínico es la Niacina una de las vitaminas del complejo B, el <math>\text{NAD}^+</math> (Nicotinamín-adenín-dinucleótido) también ampliamente distribuida en los tejidos de los mamíferos y que participa en muchos sistemas enzimáticos de oxido reducción. En tales reacciones, pasa de la forma oxidada (<math>\text{NAD}^+</math>) a la forma reducida (<math>\text{NADH}^+ + \text{H}^+</math>) ésta última puede ser re oxidada en reacciones posteriores, por flavoprotefnas-o por ejemplo, compuestos artificiales como el azul de metileno, el cual se reduce pasando a su forma incolora, razón por la cual éste reactivo puede usarse como <u>indicador In vitro</u> de las reacciones de oxido reducción. Al ensayar la reacción con la enzima láctica deshidrogenasa, el producto Piruvato debe ser removido por la adición de KCN (para formar la cianhidrina correspondiente) y de esta manera permitir que la reacción proceda en un solo sentido. <u>Para lograr la re-oxidación del colorante (AM) el experimento debe realizarse en condiciones anaeróbicas.</u></p>	<p><i>Relación teoría-técnica</i></p> <p><i>Temáticas: Enzimas</i></p> <p><i>Se presenta previo al protocolo información teórica relacionada con la glicólisis como una de las rutas catabólicas para la utilización de los monosacáridos por parte de la célula.</i></p>
<b>AQ10,3</b>	<p><b>III. REACTIVOS:</b>  Cloruro de: sodio 0.9%  Cianuro de potasio 0.5%  Acido láctico 1% preparado en solución amortiguadora de fosfatos pH.=7.4 {0:1M}  Azul de metileno 0:02%  Carbón activado  Agua destilada  Hielo  Aceite mineral  Arena lavada</p>	<p><i>Metodología</i></p> <p><i>Se presenta un listado de reactivos que se utilizaran en el desarrollo del protocolo.</i></p>
<b>AQ10,4</b>	<p><b>IV. MATERIALES:</b>  Tubos de ensayo  10 Tubos de centrifuga  Mortero - pistilo.  Espátula  Pipetas (1,5 y 10 ml)  Pipeta Pasteur  Vasos de precipitados de 250 ml l</p>	<p><i>Metodología</i></p> <p><i>Se presenta un listado de materiales que se utilizaran en el desarrollo del protocolo.</i></p>

	<p>Pinzas para tubo 1 Mechero - trípode 1 Malla de asbesto Balanza mecánica Centrífuga Baño maría</p>																																
<b>AQ10,5</b>	<p>V. MATERIAL DE PRUEBA: Un ratón macho adulto o una paloma. Carne de res o de cerdo bien fresca. NOTA: Puesto que las enzimas se deterioran muy rápidamente .después del sacrificio del animal, los órganos y tejidos requeridos debe ser extraídos los más rápidamente posible y los extractos que se obtengan se deben procesar inmediatamente.</p>	<p>Metodología</p> <p>Se presenta un listado de muestra biológica como material de prueba que se utilizara en el desarrollo del protocolo.</p>																															
<b>AQ10,6</b>	<p>VI. PROCEDIMIENTO: Extracción y preparación de la coenzima: a) Sacrifique el animal en la forma que se le indique. b) Remueva rápidamente el tejido muscular. c) Pese aproximadamente 1.2 g de músculo y colóquelo en un tubo de ensayo con 10 ml de agua hirviendo, durante 10 minutos, para inactivar la enzima. Deje enfriar a temperatura ambiente o con agua de chorro. d) Vierta el contenido del tubo en un mortero, a temperatura ambiente, adicione 0.5 g de arena lavada y triture hasta formar una pasta homogénea de consistencia fina. e) Traslade el homogenizado a un tubo y centrifugue a 1500 rpm por -espacio de 3 minutos. f) Con una pipeta Pasteur traslade el sobrenadante producto de la centrifugación el cual contienen la coenzima a un vaso de precipitados de 200 ml, rotúlelo y manténgalo en hielo hasta su uso.</p>	<p>Metodología Sintáctica/Técnica</p> <p>Como parte del procedimiento las indicaciones y actividades (sacrificara el animal, remover el tejido muscular, pesar, mezclar con agua caliente, enfriar, macerar, centrifugar, separar el sobrenadante, pipetear, rotular y mantener en hielo) para realizar la extracción y preparación de la coenzima.</p>																															
<b>AQ10,7</b>	<p>a) Pese aproximadamente 1.2 g. de músculo y llévelo al mortero. b) Adicione 10 ml de NaCl 0.9% y 0.5 g. de arena lavada. Triture hasta obtener una pasta fina. c) Lleve la mezcla a un tubo de centrifuga y colóquelo a 1500 rpm durante 1500 rpm durante 3 minutos. d) Retire el sobrenadante con una pipeta Pasteur colóquelo en un tubo de centrifuga y agregue 0.2 g. de carbón activado para remover la coenzima, mezcle por inversión tapando el tubo con el dedo pulgar. Deje la mezcla en reposo durante 30 minutos agitando por inversión ocasionalmente. e) Centrifugue a 1500 rpm por 3 minutos. Separe el sobrenadante, colóquelo en un vaso de precipitado de 100 ml, rotúlelo y consérvelo en hielo hasta su uso.</p>																																
<b>AQ10,8</b>	<p><u>Preparación del experimento</u> Para demostrar la reacción: enzima, coenzima y sustrato, coloque en tubos de ensayo limpios, secos y debidamente marcados del 1 al 4 en estricto orden los siguientes reactivos:</p> <table border="1" style="margin-left: 20px;"> <thead> <tr> <th rowspan="2">REACTIVOS</th> <th colspan="3">TUBOS</th> </tr> <tr> <th>1</th> <th>2</th> <th>3</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>SOLUCIÓN DE ENZIMA (ml)</td> <td>1</td> <td>1</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>SOLUCIÓN DE COENZIMA (ml)</td> <td>0</td> <td>1</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>SOLUCIÓN DE KCN (ml)</td> <td>1</td> <td>1</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>SOLUCIÓN DE SUCRO LÁCTICO (ml)</td> <td>1</td> <td>1</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>SOLUCIÓN DE AZUL DE METILENO (ml)</td> <td>1</td> <td>1</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>AGUA DESTILADA</td> <td>1</td> <td>0</td> <td>1</td> </tr> </tbody> </table>	REACTIVOS	TUBOS			1	2	3	SOLUCIÓN DE ENZIMA (ml)	1	1	1	SOLUCIÓN DE COENZIMA (ml)	0	1	1	SOLUCIÓN DE KCN (ml)	1	1	1	SOLUCIÓN DE SUCRO LÁCTICO (ml)	1	1	0	SOLUCIÓN DE AZUL DE METILENO (ml)	1	1	1	AGUA DESTILADA	1	0	1	<p>Metodología Sintáctica/Técnica</p> <p>Como parte del procedimiento se presenta tabla de datos en la que se indica cómo preparar los tubos de ensayo para demostrar la reacción de la enzima, la coenzima y el sustrato.</p>
REACTIVOS	TUBOS																																
	1	2	3																														
SOLUCIÓN DE ENZIMA (ml)	1	1	1																														
SOLUCIÓN DE COENZIMA (ml)	0	1	1																														
SOLUCIÓN DE KCN (ml)	1	1	1																														
SOLUCIÓN DE SUCRO LÁCTICO (ml)	1	1	0																														
SOLUCIÓN DE AZUL DE METILENO (ml)	1	1	1																														
AGUA DESTILADA	1	0	1																														
<b>AQ10,9</b>	<p>Mezcle por inversión, adicione desde una bureta 0.5 ml de aceite mineral con el objeto de darle condiciones anaeróbicas al experimento: Conserve los tubos en un baño maría a 37°C de 3 a 5 horas, al cabo de las cuales observe en qué tubos se presentó la decoloración del azul de metileno como prueba positiva del ensayo. Nota: Es posible obtener una decoloración en menos tiempo, si el tejido está fresco y los reactivos debidamente preparados.</p>	<p>Metodología Sintáctica/Técnica</p> <p>Mezclar por inversión, calentar en baño maría, observar la decoloración como prueba positiva del ensayo.</p>																															

<p><b>AQ10,10</b></p>	<p><b>VII. RESULTADOS y CONSULTA:</b>  Escriba en el siguiente cuadro los resultados:</p> <table border="1" data-bbox="496 279 971 359"> <thead> <tr> <th>TUBOS</th> <th>1</th> <th>2</th> <th>3</th> <th>4</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>RESULTADOS (minutos)</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table> <p>Utilice la siguiente notación: (+) si el tubo presenta decoloración (-) si en el tubo no se decolora el azul de metileno.</p> <p>1. Empleando fórmulas estructurales, escriba la reacción que tiene lugar entre: la enzima coenzima y sustrato (consulte la estructura de la enzima láctico deshidrogenasa)</p> <p>2. Los tubos 1, 3 y 4 no contienen: coenzima, sustrato y enzima respectivamente. Explique los resultados y escriba una razón por la cual usted considere que éstos tres tubos deben prepararse así.</p>	TUBOS	1	2	3	4	RESULTADOS (minutos)					<p><i>Metodología-Evaluación</i>  Se plantean actividades complementarias: Tabla de datos con los resultados obtenidos Consultar, explicar escribir</p>
TUBOS	1	2	3	4								
RESULTADOS (minutos)												
<p><b>AQ10,11</b></p>	<p>3. La siguiente es la representación química de la coenzima NAD<sup>+</sup> y NADH. Escriba el nombre de los componentes estructurales de éstas coenzima.</p> <div data-bbox="505 625 959 793" style="text-align: center;"> <p style="text-align: center;"> <chem>Nc1ncnc2c1ncn2COP(=O)([O-])OP(=O)([O-])OC[C@H]3O[C@H](COP(=O)([O-])OP(=O)([O-])OC[C@H]4O[C@H](CN5C=NC(=O)C=C5N)O[C@H]4O)[C@H](O)[C@H]3O</chem>   NAD<sup>+</sup> oxidado   <chem>Nc1c[nH]c2c1c[nH]2COP(=O)([O-])OP(=O)([O-])OC[C@H]3O[C@H](COP(=O)([O-])OP(=O)([O-])OC[C@H]4O[C@H](CN5C=NC(=O)C=C5N)O[C@H]4O)[C@H](O)[C@H]3O</chem>   NAD reducido </p> </div>											

**ANÁLISIS DE CONTENIDO UNIDADES DE ANÁLISIS –GUÍA DE LABORATORIO (11)**  
**UNIVERSIDAD A – LICENCIATURA EN QUÍMICA**

AQ11, 1 - Universidad A, Química, Guía 11, Unidad de Información 1

**PRÁCTICA DE LABORATORIO 11: PRODUCCIÓN DE PIRUVATO ACETALDEHÍDO Y ETANOL POR FERMENTACION DE GLUCOSA CON ENZIMAS DE LA LEVADURA**

CÓD	UNIDAD DE INFORMACIÓN (UI)	INTERPRETACIÓN
AQ11,1	<p><b>I. OBJETIVOS:</b>  <i>Demostrar algunos métodos utilizados para la obtención de intermediarios metabólicos.</i>  <i>Obtener piruvato acetaldehído y etanol durante la fermentación de la glucosa con las enzimas de la levadura.</i>  <i>Por medio de reacciones colorimétricas cualitativas reconocer los intermediarios metabólicos obtenidos en la práctica.</i></p>	<p><i>Finalidades: Demostrar, obtener</i>  <i>Aplicación de la técnica</i></p>
AQ11,2	<p><b>II. INTRODUCCIÓN:</b> <i>La primera etapa de la fermentación de glucosa por las enzimas de la levadura es la producción de piruvato, éste proceso se efectúa mediante una serie de reacciones que involucran un número considerable de intermediarios y se denomina glicólisis anoxigénica. La reacción global se podría considerar como la transferencia de dos pares de átomos de hidrógeno (2e-) (2H<sup>+</sup>) de la glucosa al NAD<sup>+</sup>. Puesto que la coenzima se encuentra solo en cantidades catalíticas, es necesario re-oxidarla para que el proceso no se suspenda y así, el NADH<sup>+</sup> + H<sup>+</sup> formado es reconvertido a NAD<sup>+</sup> por el oxígeno molecular a través de la cadena respiratoria. Sin embargo, este proceso no se realiza cuando las condiciones son anaerobias y en este caso la reoxidación se efectúa cuando el piruvato se convierte en acetaldehído y luego en etanol, según las reacciones siguientes:</i></p> <div data-bbox="464 1066 938 1255" data-label="Diagram"> <pre> graph TD     Glucosa -- "Glicólisis anoxigénica" --&gt; Piruvato     Piruvato -- "Piruvato descarboxilasa" --&gt; Acetaldehído     Acetaldehído -- "Alcohol deshidrogenasa" --&gt; Etanol     Glucosa -- "Glicólisis anoxigénica" --&gt; NADH_H[ "NADH + H+ + ATP" ]     NADH_H --&gt; NAD[ "NAD+" ]     Piruvato -- "Piruvato descarboxilasa" --&gt; CO2[ "CO2" ]     Acetaldehído -- "Alcohol deshidrogenasa" --&gt; NADH_H     </pre> </div> <p><i>El piruvato se descarboxila formando acetaldehído y CO<sub>2</sub> por la enzima piruvato des-carboxilasa la cual requiere del ión magnesio y de la tiamina pirofosfato (TPP). En la etapa final de la fermentación alcohólica, el acetaldehído se reduce a esa reacción en la cual el NADH<sup>+</sup> + H<sup>+</sup> aporta el potencial de reducción; este proceso es catalizado por la enzima alcohol deshidrogenasa. Los metabolitos piruvato y acetaldehído normalmente se encuentran presentes en muy bajas concentraciones, por 10 tanto, para demostrar su existencia como intermediarios en la vía metabólica, es necesario impedir que sean transformados en otros compuestos, situación que se logra ya sea bloqueando la enzima que cataliza la conversión del metabolito mediante el empleo de inhibidores, o cambiando las condiciones fisiológicas, por ejemplo, el valor de pH para que la velocidad de la enzima disminuya o mediante agentes que atrapen al intermediario formando un compuesto que no puede metabolizarse.</i></p>	<p><i>Relación Teoría -Práctica</i>  <i>Temáticas: Enzimas</i>  <i>Se presenta información teórica acerca de la glicólisis el piruvato se convierte en acetaldehído y luego en etanol.</i></p>

<p><b>AQ11,3</b></p>	<p>El pH óptimo para la fermentación alcohólica inducida por levaduras, es 4,5 condición que se verifica a través del ensayo en el laboratorio cuando el pH es ligeramente alcalino se inactiva la piruvatodescarboxilasa generándole en el medio una acumulación de piruvato su presencia puede demostrarse por la reacción con nitroprusiato de sodio o con 2,4 dinitrifetilhidrazina. El pH que favorece la acción de la etanol deshidrogenasa es; sin embargo) en caso de modificar el pH hacia un rango ligeramente alcalino (pH=8) la reacción se ve favorecida hacia la oxidación del etanol, es decir que se acumula acetaldehído. Para atrapar el acetaldehído se le anadea la mezcla de Incubación sulfito de sodio (adición bisulfítica) y la existencia de este intermediario puede demostrarse por la reacción de color con nitroprusiato de sodio y piperidina. Otro de los productos de la fermentación de la glucosa que puede ser reconocido con el ensayo yodato - yoduro (haloformo) o con la reacción del xantato.</p>	<p>Relación Teoría-Práctica Temática: fermentación alcohólica Técnica Se presenta información teórica acerca de las condiciones óptimas de pH para la fermentación la fermentación alcohólica.</p>
<p><b>AQ11,4</b></p>	<p>III. REACTIVOS: Fosfato de sodio dibásico, 0,5, mol / l Fosfato de sodio monobásico, 0,5 mol / l Suspensión de levadura 100 g / l en (Na<sub>2</sub>H PO<sub>4</sub>) Suspensión de levadura, 100 g / l en (H<sub>2</sub>O) Glucosa, 100 g / l Nitroprusiato de sodio 50 g / l (prepárese antes de usar) Hidróxido de amonio Sulfato de amonio Sulfito de sodio Hidróxido de sodio, 100 g / l Hidroloruro de 2, 4 - dinitrofenilhidrazina (solución saturada en ácido clorhídrico 2M) Piperidina, 30 g / l (en solución acuosa) Acidotricloroacético 100 g / l Acido pirúvico Etanol, 10% Éter Disulfuro de carbono Hidróxido de sodio pulverizado Acido sulfúrico 2N Solución de yodo-yoduro</p>	<p>Metodología Se presenta un listado de reactivos que se utilizaran en el desarrollo del protocolo.</p>
<p><b>AQ11,5</b></p>	<p>IV. MATERIALES: 10 Tubos de ensayo – gradilla 2 vasos de precipitado (250 ml) 3 pipetas (1,2 y 5 ml) 4 Tubos de centrifuga Pinzas para tubo Espátula Papel aluminio Balanzas Baño maría Centrifuga Estufa</p>	<p>Metodología Se presenta un listado de materiales que se utilizaran en el desarrollo del protocolo.</p>
<p><b>AQ11,6</b></p>	<p>V. MATERIAL DE PRUEBA: Levadura en pasta.</p>	<p>Metodología Relación Práctica-cotidianidad Se presenta un material de prueba que se utilizara para el análisis durante el desarrollo del protocolo.</p>
<p><b>AQ11,7</b></p>	<p>VI. PROCEDIMIENTO: 1) Formación de piruvato a partir de glucosa Tome dos tubos de ensayo y márkuelos como A y B. Pipetee 3 ml de glucosa en cada uno. Agregue al tubo A 5 ml de suspensión de levadura en solución de Na<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub> alcalina y al tubo B 5 ml de suspensión de levadura en solución de NaH<sub>2</sub> PO ácida. Mezcle bien</p>	<p>Metodología Técnica Como parte del procedimiento se presentan indicaciones (rotular los tubos de ensayo, pipetea, agregar, incubar, mezclar, separar los sobrenadantes acerca de la</p>

	ambos tubos y colóquelos a incubar a 37°C durante hora y media. Al cabo de este tiempo agregar a cada uno de los tubos 2 ml de solución de ácido tricloroacético, mezclar vigorosamente y centrifugar durante 10 minutos a 2500 rpm. Separar los sobrenadantes para el reconocimiento de piruvato.	preparación de las soluciones para el reconocimiento de piruvato a partir de glucosa.
AQ11,8	2) <u>Reconocimiento del piruvato con 2, 4 dinitrofenilhidrazina:</u> Tome 2 ml de los sobrenadantes obtenidos en (1), en tubos de ensayo. Añada a cada tubo 1 ml de la solución de 2,4 dinitrofenilhidrazina y mezcle vigorosamente cada tubo. En dos tubos de ensayo limpios, saque 3 ó 5 gotas de las mezclas anteriores y adicioneles a cada uno 1 ml de NaOH, 10% y 3 ml de agua destilada. Observe la formación de un color rojo lo cual indica la presencia de piruvato. Repita el ensayo pero esta vez utilizando el reactivo de piruvato.	Metodología Técnica Se presentan indicaciones (rotular los tubos de ensayo, pipetea, agregar, incubar, mezclar, separar los sobrenadantes acerca de la preparación de las soluciones para el reconocimiento de piruvato con 2,4 dinitrofenilhidrazina.
AQ11,9	b) <u>Reconocimiento del piruvato mediante nitroprusiato de sodio</u> Tome dos tubos de ensayo- y a uno de ellos agregue 2 ml del sobrenadante de A y al otro 2 ml del sobrenadante de B, obtenidos en (1). Someta a ebullición en baño maría los dos tubos y agregue a cada uno de ellos 1 g de sulfato de amonio y 2 ó 3 gotas de nitroprusiato de Sodio y mezclar fuertemente. Desde una pipeta deje deslizar por las paredes de cada tubo amoniaco concentrado hasta que observe la formación de dos capas. Deje en reposo y observe la reacción. La presencia de un anillo verde o azul en la interface de los dos líquidos indica la presencia de piruvato. Si se forma un anillo rosado transitorio en la interface Indica la presencia de grupos tioles. Repita el mismo ensayo pero utilice el reactivo de ácido pirúvico.	Metodología Técnica Como parte del procedimiento se presentan indicaciones (rotular los tubos de ensayo, pipetea, agregar, incubar, mezclar, separar los sobrenadantes acerca de la preparación de las soluciones para el reconocimiento de piruvato mediante nitroprusiato de sodio.
AQ11,10	2. <u>Formación de acetaldehído y etanol a partir de glucosa.</u> Tome dos tubos de ensayo y mézquelos como C y D. Adicione a cada uno de ellos 3 ml de glucosa y 5 ml de suspensión de levadura en agua. Al tubo D añada 0.5 g de sulfito de sodio. Mezcle ambos tubos vigorosamente y colóquelos a incubar a 37°C durante 1 hora. Centrifugue durante 10 minutos a 2500 rpm y separe los sobrenadantes' para el reconocimiento de acetaldehído y etanol.	Metodología Técnica Como parte del procedimiento se presentan indicaciones (rotular los tubos de ensayo, pipetea, agregar, incubar, mezclar, separar los sobrenadantes acerca de la preparación de las soluciones para la formación de acetaldehído y etanol a partir de glucosa.
AQ11,11	a) <u>Reconocimiento de acetaldehído:</u> Tome dos tubos de ensayo al primero de ellos añada 2 ml del sobrenadante del tubo C y al segundo 2 ml del sobrenadante del tubo D obtenidos en (2). Agregue a cada uno de ellos 0.5 ml de la solución de nitroprusiato de sodio y 2 ml de piperidina acuosa. Agite cada tubo. la aparición de un color azul indica la presencia de acetaldehído. Repita el procedimiento utilizando el reactivo de etanol.	Metodología Técnica Como parte del procedimiento se presentan indicaciones (rotular los tubos de ensayo, pipetea, agregar, incubar, mezclar, separar los sobrenadantes acerca de la preparación de las soluciones para el reconocimiento de acetaldehído.
AQ11,12	b) <u>Reconocimiento de etanol:</u> Tome un tubo de ensayo y coloque 0,5 ml de sobrenadante obtenido en el tubo C. agregue 10 gotas de éter, 8 gotas de disulfuro de carbono y una pisco de NaOH pulverizado. Agite constantemente. Deje reposar durante 5 minutos y vuelva a agitar hasta que todo el NaOH se haya disuelto. Acidule con H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> , 2N y coloque en baño maría durante 5 'o 10 minutos. Observe la reacción.	Metodología Desarrollo de habilidades Técnica Como parte del procedimiento se presentan indicaciones (rotular los tubos de ensayo, pipetea, agregar, incubar, mezclar, separar los sobrenadantes acerca de la preparación de las soluciones para el reconocimiento de etanol.

<b>AQ11,13</b>	<b>c) Reconocimiento de etanol (reacción del haloformo)</b> En cinco tubos de ensayo A, B-C, o y patrón servir 2 ml del sobrenadante respectivo en los cuatro primeros y 2 ml de etanol en el patrón. Colocar los tubos en un baño maría a ebullición y adicione lentamente solución de yodo - yoduro hasta que persista el color amarillo de la solución. Deje enfriar. La formación de un precipitado amarillo de yodoformo y el olor característico del mismo, evidencia la presencia de etanol. Observe y registre los resultados.	Metodología Desarrollo de habilidades Técnica Como parte del procedimiento se presentan indicaciones (rotular los tubos de ensayo, pipetea, agregar, incubar, mezclar, separar los sobrenadantes acerca de la preparación de las soluciones para el reconocimiento de etanol (reacción del haloformo).
<b>AQ11,14</b>	<b>RESULTADOS y CONSULTA:</b> 1. Interprete por escrito los resultados obtenidos en cada tubo. 2. Describa un método que incluya el empleo de los inhibidores para demostrar la presencia de intermediarios. 3. ¿Qué importancia tiene el estudio de intermediarios metabólicos?	Metodología Interpretar, describir y argumentar.

**ANÁLISIS DE CONTENIDO UNIDADES DE ANÁLISIS –GUÍA DE LABORATORIO (12)  
UNIVERSIDAD A – LICENCIATURA EN QUÍMICA**

AQ12, 1 - Universidad A, Química, Guía 11, Unidad de Información 1

**PRÁCTICA DE LABORATORIO 12: ACTIVIDAD PROTEOLÍTICA DE LA PAPAÍNA Y EL EFECTO DE ALGUNOS INHIBIDORES.**

<b>CÓD</b>	<b>UNIDAD DE INFORMACIÓN (UI)</b>	<b>INTERPRETACIÓN</b>
<b>AQ12,1</b>	<b>OBJETIVOS:</b> Establecer experimentalmente algunas de las propiedades de las enzimas proteolíticas. Confirmar la presencia de enzimas proteolíticas en algunos alimentos de consumo común. Reconocer la actividad proteolítica de la papaína por medio de la prueba de coagulación.	Finalidades: Establecer, confirmar, reconocer, experimentalmente la presencia y actividad enzimática.
<b>AQ12,2</b>	<b>Introducción:</b> Los organismos poseen <u>enzimas digestivas</u> que catalizan la hidrólisis de los enlaces peptídicos. Estas proteínas tienen la característica de ser altamente específicas para determinadas uniones peptídicas, es decir, que dependen de la estructura de los grupos adyacentes al enlace" y no del tamaño ni de otras propiedades de la proteína sujeta a hidrólisis. Las enzimas digestivas proteolíticas se dividen en dos grupos: endopeptidasas y exopeptidasas. Las endopeptidasas hidrolizan uniones peptídicas no adyacentes a grupos carboxilo amino libres, atacan preferencialmente a las grandes proteínas de los alimentos descomponiéndolos en fragmentos más pequeños denominados péptidos; éstos últimos son hidrolizados por la acción de las exopeptidasas a nivel de los enlaces adyacentes a grupos amino o carboxilo terminales, por lo tanto liberan aminoácidos libres. La papaína (3.4.22.2) que se extrae del látex de la papaya, la bromelina de la piña y la ficina del higo son hidrolasas del grupo de las Sulfidrilendoproteasas.	Relación teoría-Práctica Contenidos: Enzimas digestivas.
<b>AQ12,3</b>	La papaína es una mezcla de proteasas que se han aislado como cristales y pueden separarse en dos fracciones: papaína propiamente dicha y quimiopapaína. La papaína hidroliza proteínas amidas y ésteres de aminoácidos: su acción enzimática está relacionada con la presencia de grupos sulfidrilo (-SH) de la cisterna en el centro activo.	Relación Teoría-Práctica Contenidos: Enzimas
<b>AQ12,4</b>	Estas enzimas se sintetizan en forma activa, pero en algunos casos pueden existir inhibidas, de tal manera que para obtener una máxima actividad necesitan de agentes quelantes como el EDTA y reductoras como el ácido sulfuroso. Al igual que otras proteasas, estas enzimas son activas en un rango de pH que oscila entre	Relación Teoría-Práctica Sustantiva/Contenidos: Enzimas

	<p>3 - 9. El valor de pH óptimo varía según el sustrato que va a hidrolizarse; la temperatura está también relacionada con el tipo de sustrato y se puede manejar entre 40 a 65°C. Los grupos sulfhidrilo de la enzima pueden ser inhibidos por agentes oxidantes como el peróxido de hidrógeno, agentes alquilantes como el iodoacetamida, el iodoacético y por metales pesados como el mercurio; estos inhibidores convierten a los grupos sulfhidrilo en disulfuros inactivos. El proceso es reversible cuando se tratan como agentes reductores como el glutatión, tiosulfato y disulfito.</p>	
AQ12,5	<p>Por su actividad proteolítica la papaína se emplea en la industria de alimentos, en la producción de concentrados, en medicina para controlar problemas digestivos y en la industria para el tratamiento de textiles, de cueros, etc. La capacidad de coagulación de la leche se fundamenta en que normalmente la caseína se encuentra en forma de micelas y la digestión con una proteasa separa un glicopéptido de la molécula de caseína desestabilizando la micela y causando la coagulación.</p>	<p>Relación Teoría-Práctica Estructura Organizativa/Relación con otras disciplinas</p>
AQ12,6	<p>REACTIVOS: Buffer de acetato de sodio 0.5M, pH 5.5 (ácido acético y acetato de sodio) Cisteína 0.2M neutralizada en /3-mercaptoetanol 0.2M EDTA 0.2M Bicloruro de mercurio 0.05M Hidróxido de amonio 0.25M Acido clorhídrico 0.25M Buffer de fosfatos calibrado a pH = 6.0 Agua destilada.</p>	<p>Metodología: Listado de materiales y reactivos previo al desarrollo del protocolo.</p>
AQ12,7	<p>MATERIALES 10 Tubos de ensayo - gradilla 3 Pipetas (1, 5 Y 10 ml) 1 Mortero - pistilo 1 Embudo 2 Tubos de ensayo 3 Vasos de precipitados Gasa o muselina, papel filtro, papel indicador de pH. Potenciómetro Baño maría Centrífuga Balanzas mecánicas</p>	
AQ12,8	<p>MATERIAL DE PRUEBA Leche entera cruda y fresca, ablandadores de carne comerciales de diferentes marcas</p>	<p>Metodología: Uso de materiales de uso cotidiano para la técnica de análisis instrumental.</p>
AQ12,9	<p>PROCEDIMIENTO 5. <u>Preparación de las soluciones enzimáticas</u> Jugo de papaya: Macere 30 g de papaya en un mortero y sin agregar agua, filtre a través de doble gasa o de muselina. Rotule el filtrado como solución enzimática 1.  Ablandador de carne: A 3g de ablandador de carne agregue 10 ml de agua destilada, mezcle y centrifugue. Separe el sobrenadante y rotúlelo como solución enzimática 2. 6. <u>Ensayo de la prueba enzimática</u> En un tubo de ensayo pipetee 0.5 ml de cualquiera de las soluciones enzimáticas y adicione 3 ml de leche mezcla e incube a 50°C hasta la formación del coagulo. Agitando suavemente observe el incremento de viscosidad. 7. <u>Efecto de la concentración de la papaína</u> Marque cuatro tubos de 3ensayo y prepare las siguientes soluciones: En los tubos 1 y 2 y pipetee 0.5 ml de solución enzimática 1, agregue 0.5 ml de agua destilada a todos los tubos excepto al primero. Mezcle por inversión el</p>	<p>Metodología Técnicas de identificación de la acción enzimática.</p>

	<p>contenido del tubo 2 y transfiera de este tubo 0.5 ml al tubo 3, mezcle y transfiera 0.5ml al tubo 4, descartando 0.5ml de éste último. Note que las disoluciones quedaron de 1, ½, 1/3, ¼ y 1/8 respectivamente.</p> <p>8. <u>Inhibición de las sulfidril proteasas</u> De la dilución que mejor le resultó la formación del coagulo, es decir, con mayor actividad enzimática, prepare 5 ml de esa dilución y llene los siguientes tubos.</p> <table border="1"> <tr> <td>ACTIVOS (ml)</td> <td>1</td> <td>2</td> <td>3</td> <td>4</td> </tr> <tr> <td>Dilución enzimática</td> <td>0.5</td> <td>0.5</td> <td>0.5</td> <td>0.5</td> </tr> <tr> <td>Agua destilada</td> <td>0.1</td> <td>0.1</td> <td>-</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>Cloruro de mercurio</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>0.1</td> <td>0.1</td> </tr> </table> <p>Deje reposar 10 minutos y agregue 0.4 ml de agua destilada a los tubos impares, 0.2 ml de EDTA con 0.2 ml de cisteína a los pares. Mezcle y luego de 15 minutos de reposo realice el ensayo de la actividad enzimática a cada uno. Registre sus resultados.</p>	ACTIVOS (ml)	1	2	3	4	Dilución enzimática	0.5	0.5	0.5	0.5	Agua destilada	0.1	0.1	-	-	Cloruro de mercurio	-	-	0.1	0.1	
ACTIVOS (ml)	1	2	3	4																		
Dilución enzimática	0.5	0.5	0.5	0.5																		
Agua destilada	0.1	0.1	-	-																		
Cloruro de mercurio	-	-	0.1	0.1																		
<b>AQ12,10</b>	<p>Resultados y consulta</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Consulte la especificidad de las enzimas proteolíticas: Tripsina, quimiotripsina, renina y pepsina.</li> <li>2. Consulte las principales características de la enzima quimiotripsina: EC (Nomenclatura de la enzima por la comisión de enzimología), sitio de síntesis en el organismo, mecanismo de activación, número de aminoácidos que conforman la estructura de la enzima, aminoácidos del sitio activo y mecanismo de acción.</li> <li>3. Revisar en los referentes teóricos las características generales de las enzimas denominadas sulfidril proteasas. Realice una sinopsis utilizando cuadros o esquemas.</li> </ol>	Metodología-Evaluación: Consulta y revisión de referentes teóricos acerca de las enzimas.																				

### ANÁLISIS DE CONTENIDO UNIDADES DE ANÁLISIS –GUÍA DE LABORATORIO (13)

#### UNIVERSIDAD B – LICENCIATURA EN BIOLOGÍA

BB13 – Universidad B, Biología, Guía 13, Unidad de Información 1

#### PRÁCTICA DE LABORATORIO 13: RECONOCIMIENTO DE SALES MINERALES

CÓD	UNIDAD DE INFORMACIÓN (UI)	DESCRIPCIÓN
<b>BB13,1</b>	<p><b>OBJETIVOS</b></p> <p><u>Demostrar</u> que en la composición de la materia viva entran a formar parte las sales minerales.</p> <p><u>Conocer</u> el proceso de la coagulación de la leche, como técnica para poder obtener el suero de la leche (fracción líquida) en el que quedan fundamentalmente las sales que pretendemos identificar</p>	<p>Finalidades</p> <p><b>Demostrar, Conocer, identificar</b></p>
<b>BB13,2</b>	<p><b>INTRODUCCIÓN</b></p> <p><u>Las sales minerales</u> disociadas e aniones (por ejemplo el Cl<sup>-</sup>) y cationes (Na<sup>+</sup> y K<sup>+</sup>) son importantes para mantener la presión osmótica y el equilibrio ácido – base de la célula. La retención de iones produce un aumento en la presión osmótica y por lo tanto la entrada de agua. Algunos de los iones inorgánicos, el magnesio por ejemplo, son indispensables como <u>cofactores enzimáticos</u>. Otros, como el fosfato inorgánico, forman por medio de la fosforilación oxidativa adenosíntrifosfato (ATP), principal fuente de la <u>energía química de los procesos vitales celulares</u>. La concentración de los diversos iones varía dentro de la célula y en el líquido que la rodea, así la célula tiene una alta concentración de K<sup>+</sup> y Mg<sup>++</sup> mientras que el</p>	<p>Presenta información teórica acerca de algunos componentes de la célula y su localización: sales minerales, aniones, cationes, adenosíntrifosfato.</p>

	<i>Na<sup>+</sup> y el Cl<sup>-</sup> están localizados principalmente en el líquido intercelular. El anión dominante de las células es el fosfato (PO<sub>4</sub><sup>=</sup>), pero existe también bicarbonato.</i>	
<b>BB13,3</b>	<p><b>PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL-PREPARACIÓN DE LA MUESTRA</b></p> <p><i>Para determinar la presencia de sales es interesante utilizar el suero de la leche:</i></p> <ol style="list-style-type: none"> <li><i>1. Colocar en un vaso de precipitado de 400 ml, unos 250 ml de leche pasteurizada.</i></li> <li><i>2. Añadir unas gotas de ácido acético concentrado y esperar unos minutos (aproximadamente entre 10 y 15 minutos)</i></li> <li><i>3. Al producirse el cuajado filtrar por papel filtro para obtener el suero (se puede utilizar una gasa doblada en dos partes para mejor filtrado)</i></li> <li><i>4. Recoger el filtrado en un matraz Erlenmeyer de 250 ml</i></li> </ol>	<i>Metodología</i>
<b>BB13,4</b>	<p><b>REALIZACIÓN DE LAS REACCIONES</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li><i>1. Preparar una gradilla con tres tubos de ensayo de 16 x 150 sin tapón</i></li> <li><i>2. Numerar los tubos</i></li> <li><i>3. En cada tubo de ensayo poner 3 ml de suero de leche</i></li> <li><i>4. Al tubo de ensayo número 1, añadir 1 ml de solución de Nitrato de plata al 1% en solución acuosa</i></li> <li><i>5. Al tubo de ensayo número 2, añadir 2 ml de una solución de molibdato de amonio al 1%, tratado con ácido nítrico concentrado suficiente para que el ácido molibdico que se forma se disuelva. Calentar el tubo de ensayo a baño maría (lo suficiente para la reacción, tome su tiempo)</i></li> <li><i>6. Al tubo de ensayo número 3, añada unas 10 gotas de solución de oxalato de amonio al 1%</i></li> </ol>	<i>Metodología Ejercicios/Desarrollo de habilidades Técnica</i>
<b>BB13,5</b>	<p><b>RESULTADOS Y CUESTIONARIO</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li><i>1.- ¿Cuál es función principal de las sales minerales en los organismos vivos?</i></li> <li><i>2.- ¿Cuál es la parte de la célula en donde se encuentra la mayor concentración de sales minerales?</i></li> <li><i>3.- Menciona las principales sales minerales para la célula y los organismos vivos? Da su principal función</i></li> <li><i>4.- ¿Por qué se utiliza la leche como modelo para extraer las sales minerales en esta práctica? Explique.</i></li> </ol>	<i>Metodología Relación Teoría-práctica</i>

**ANÁLISIS DE CONTENIDO UNIDADES DE ANÁLISIS –GUÍA DE LABORATORIO (14)**  
**UNIVERSIDAD B – LICENCIATURA EN BIOLOGÍA**

BB14 – Universidad B, Biología, Guía 14, Unidad de Información1

**PRÁCTICA DE LABORATORIO 14: RECONOCIMIENTO DE CARBOHIDRATOS DE IMPORTANCIA BIOLÓGICA**

<b>CÓD</b>	<b>UNIDAD DE INFORMACIÓN (UI)</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>
<b>BB14,1</b>	<b>OBJETIVO</b> <i>Identificar los carbohidratos de importancia biológica mediante la hidrólisis del enlace glicosídico en un disacárido y un polisacárido.</i>	<i>Finalidades Identificar los carbohidratos mediante la hidrólisis</i>
<b>BB14,2</b>	<b>INTRODUCCIÓN</b> <i>Los hidratos de carbono, compuestos por carbono, hidrógeno y oxígeno, representan la principal fuente de energía celular y son también constituyentes estructurales importantes de las paredes celulares y de sustancias intercelulares. Los compuestos de carbono se clasifican de acuerdo con el número de monómeros que contienen. Los monosacáridos son azúcares simples con una fórmula general <math>C_n(H_2O)_n</math>, se clasifican de acuerdo con el número de átomos de carbono que contienen. Los disacáridos son azúcares formados por la condensación de dos monómeros de hexosa con pérdida de una molécula de agua. Su fórmula es <math>C_{12}H_{22}O_{11}</math>, los más importantes de este grupo son la sacarosa formada por glucosa y fructosa y la lactosa formada por galactosa y glucosa. Los polisacáridos, resultan de la condensación de muchos monómeros de hexosa con la correspondiente pérdida de moléculas de agua. Su fórmula su fórmula es <math>(C_6H_{10}O_5)_n</math>. Después de la hidrólisis dan lugar a moléculas de azúcares simples. Los polisacáridos más importantes en los organismos vivos son el almidón y el glucógeno, que representan sustancias de reserva en células vegetales y animales respectivamente y la celulosa que es el elemento estructural más importante de la pared celular vegetal</i>	<i>Presenta información teórica relacionada con: -Hidratos de carbono: composición, localización, clasificación y estructura -Se apoya en reacciones químicas Sustantiva/Contenidos</i>
<b>BB14,3</b>	<b>PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL.</b> <b>PREPARACIÓN DE LA MUESTRA</b> <i>- Para realizar las siguientes determinaciones, prepare los glúcidos a una concentración del 1% en solución acuosa</i> <b>A.- REACCIÓN DE FEHLING (AZUCARES REDUCTORES)</b> <i>1.- En un tubo de ensaye de 13 x 100 mm, poner 3 ml de cada muestra que se va a analizar (glucosa, maltosa, lactosa, sacarosa y almidón) 2.- Añada 1ml del reactivo de Fehling A y 1 ml de Fehling B. El líquido del tubo de ensayo adquirirá un fuerte color azul 3.- Caliente el tubo a baño María o directamente en un mechero Bunsen (cuidé de que no hierva el contenido ni se derrame) 4.- La reacción será positiva si la muestra se vuelve de color rojo – ladrillo, la reacción será negativa si la muestra queda azul o cambia a un tono azul-verdoso</i>	<i>Metodología</i>
<b>BB14,4</b>	<b>B.- INVESTIGACIÓN DE AZUCARES NO REDUCTORES</b> <i>1.- Poner en un tubo de ensaye de 16 x 150 mm, una muestra de 3 ml de sacarosa al 1% 2.- Añada 10 gotas de ácido clorhídrico (HCl) al 10% 3.- Calentar a la llama del mechero durante un par de minutos (tenga cuidado de que este no hierva ni se derrame) 4.- Deje enfriar y realice la prueba de Fehling, observe la reacción (se recomienda antes de aplicar la reacción de Fehling, neutralizar con bicarbonato, Fehling se ve mejor en un medio que no sea ácido) 5.- La reacción positiva nos muestra que se rompió el enlace O-glucosídico de la sacarosa</i>	<i>Metodología</i>
<b>BB14,5</b>	<b>C.- REACCIÓN DEL LUGOL (IDENTIFICACIÓN DE POLISACÁRIDOS)</b> <i>1.- En un tubo de ensaye de 13 x 100 mm, ponga 3 ml de solución de almidón AL 1% 2.- Añada 5 gotas del reactivo de lugol 3.- Si la disolución del tubo de ensaye se torna de color azul –</i>	<i>Metodología</i>

	violeta, la reacción es positiva	
<b>BB14,6</b>	<p><b>CUESTIONARIO</b></p> <p>1.- ¿Cuál es función principal de los carbohidratos en los organismos vivos?</p> <p>2.- ¿Cuál es la parte de la célula en donde se encuentra la mayor concentración de carbohidratos?</p> <p>3.- ¿Menciona las principales carbohidratos para la célula y los organismos vivos?</p> <p>4.- ¿Por qué se utiliza la sacarosa y el almidón como modelo para las determinaciones en esta práctica? Explique.</p>	<p>Metodología</p> <p>Evaluación</p> <p>Fundamento de la práctica (implícito)</p> <p>Teoría – práctica-cotidianidad</p> <p>Investigación</p>

**ANÁLISIS DE CONTENIDO UNIDADES DE ANÁLISIS –GUÍA DE LABORATORIO (15)**

**UNIVERSIDAD B – LICENCIATURA EN BIOLOGÍA**

BB15 – Universidad B, Biología, Guía 15, Unidad de Información1

**PRÁCTICA DE LABORATORIO 15: RECONOCIMIENTO DE PROTEÍNAS DE IMPORTANCIA BIOLÓGICA**

<b>CÓD</b>	<b>UNIDAD DE INFORMACIÓN (UI)</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>
<b>BB15,1</b>	<p><b>OBJETIVO</b></p> <p>Identificar las proteínas de importancia biológica contenidas en la clara del huevo mediante la hidrólisis del enlace peptídico de los aminoácidos que las componen.</p>	<p>Finalidades</p> <p>Identificar las proteínas de importancia biológica contenidas en la clara del huevo mediante la hidrólisis del enlace peptídico de los aminoácidos que las componen.</p>
<b>BB15,2</b>	<p><b>INTRODUCCIÓN</b></p> <p>La proteína es cualquiera de los numerosos compuestos orgánicos constituidos por aminoácidos unidos por enlaces peptídicos que intervienen en diversas funciones vitales esenciales, como el metabolismo, la contracción muscular o la respuesta inmunológica. Las moléculas proteicas van desde las largas fibras insolubles que forman el tejido conectivo y el pelo, hasta los glóbulos compactos solubles, capaces de atravesar la membrana celular y desencadenar reacciones metabólicas. Tienen un peso molecular elevado y son específicas de cada especie y de cada uno de sus órganos.</p>	<p>Información teórica general acerca de las proteínas, funciones, tejidos, peso molecular, especificidad. Organizativa/Contenidos (Metabolismo, proteínas y enzimas)</p>
<b>BB15,3</b>	<p>Se estima que el ser humano tiene unas 30,000 proteínas distintas, de las que sólo un 2% se ha descrito con detalle. Las <u>proteínas</u> sirven sobre todo para construir y mantener las células, aunque su descomposición química proporciona energía, con un rendimiento de 4 kilocalorías por gramo, similar al de los hidratos de carbono. Además de intervenir en el crecimiento y el mantenimiento celulares, son responsables de la contracción muscular. Las <u>enzimas</u> son proteínas, al igual que la insulina y casi todas las demás hormonas, los anticuerpos del sistema inmunológico y la hemoglobina, que transporta oxígeno en la sangre, los cromosomas que transmiten los caracteres hereditarios en forma de genes, están compuestos por <u>ácidos nucleicos</u> y proteínas (<u>histonas</u>)</p>	<p>Información teórica acerca de las proteínas, las enzimas, ácidos nucleicos, clases, composición y estructura.</p> <p>Organizativa/Contenidos</p>
<b>BB15,4</b>	<p><b>PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL. PREPARACIÓN DE LA MUESTRA</b></p> <p>- En un vaso de precipitado de 400 ml, poner 250 de agua destilada y disolver dos claras de huevo (cuida de que no se te vayan residuos de la yema), agitar la mezcla y dejarla reposar.</p>	<p>Metodología</p> <p>Sintáctica/ Técnica</p> <p>/Producción del conocimiento</p>

<p><b>BB15,5</b></p>	<p><b>A.- COAGULACIÓN DE LAS PROTEÍNAS</b>  1.- En un tubo de ensaye de 16 x 150 mm colocado en una gradilla, poner 3 ml de solución de clara de huevo con una pipeta de 5 ml.  2.- Con una pipeta Pasteur con gotero, añadir 5 gotas de ácido acético concentrado y calentar el tubo de ensaye directamente a la llama del mechero (tomar el tubo con unas pinzas para tubo de ensaye), cuida de que la mezcla no hierva y se derrame el contenido.  3.- Observa la reacción y toma los apuntes correspondientes  Nota.- La coagulación de las proteínas es un proceso irreversible y se debe a su desnaturalización por los agentes indicados, que al actuar sobre la proteína la desordenan por la destrucción de su estructura terciaria y cuaternaria.</p>	<p>Metodología  Desarrollo de habilidades  Sintáctica/ Técnica  /Producción del conocimiento</p>
<p><b>BB15,6</b></p>	<p><b>B.- REACCIÓN XANTOPROTEICA</b>  1.- En un tubo de ensaye de 16 x 150 mm colocado en una gradilla, poner 3 ml de la solución de clara de huevo.  2.- Con una pipeta de 1 ml, añadir 1 ml de ácido nítrico concentrado  3.- Calentar el tubo de ensaye a baño maría a punto de ebullición (100° C), hasta observar la reacción colorida  Nota.- debido a la formación de un compuesto aromático nitrado de color amarillo, cuando las proteínas son tratadas con ácido nítrico concentrado.  4.- Sacar el tubo del baño maría y poner a enfriar en un vaso de precipitado de 250 ml que contenga agua fría  5.- Con una pipeta Pasteur con gotero, añadir al tubo de ensaye puesto a enfriar una gotas de solución de hidróxido de sodio preparado al 40% en agua destilada.  Nota.- La prueba da resultado positivo en aquellas proteínas con aminoácidos portadores de grupos bencénicos, especialmente en presencia de tirosina.  Una vez realizada la prueba se neutraliza con un álcali vira a un color anaranjado oscuro.  <b>C.- REACCIÓN DE BIURET</b>  Esta reacción la producen los péptidos y las proteínas, pero no los aminoácidos, ya que se debe a la presencia del 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 denominada Biuret, que en contacto con una solución de sulfato cúprico diluida, da una coloración violeta.  1.- En un tubo de ensaye de 16 x 150 mm poner con una pipeta de 5 ml 3 ml de la solución de clara de huevo (albúmina de huevo)).  2.- Con una pipeta de 5 ml, añadir al tubo de ensaye 2 ml de una solución de hidróxido de sodio al 20%  3.- Con una pipeta Pasteur con gotero, añadir 5 gotas de una solución de sulfato cúprico preparada al 1% (dejar reposar la reacción un momento)  4.- La reacción positiva desarrolla una coloración violeta – rosácea característica</p>	
<p><b>BB15,7</b></p>	<p><b>D.- REACCIÓN DE LOS AMINOÁCIDOS AZUFRADOS (CISTEÍNA Y METIONINA)</b>  Esta reacción se pone de manifiesto por la formación de un precipitado negruzco de sulfuro de plomo. Se basa esta reacción en la separación mediante un álcali, del azufre de los aminoácidos azufrados, el cual al reaccionar con una solución de acetato de plomo, forma el sulfato de plomo.  1.- En un tubo de ensayo de 16 x 150 mm, con una pipeta de 5 ml poner 3 ml de la solución de clara de huevo (albúmina de huevo)  2.- Con una pipeta de 5 ml añadir al tubo de ensaye 2 ml de una solución de hidróxido de sodio al 20%  3.- Con una pipeta Pasteur con gotero, añadir 10 gotas al tubo de ensaye de una solución de acetato de plomo al 5%  4.- Calentar el tubo de ensaye tomado con una pinzas para tubo de ensaye y a la flama de un mechero, cuida de que la solución ni hierva y no se derrame la solución.</p>	<p>Metodología  Desarrollo de habilidades  motoras  Sintáctica/Técnica</p>

	5.- Si se forma un precipitado de color negro nos indica que se ha formado sulfuro de plomo, utilizándose el azufre de los aminoácidos, lo que nos sirve para identificar proteínas que tienen en su composición aminoácidos con azufre (metionina y cisteína).	
<b>BB15,8</b>	<b>CUESTIONARIO</b> 1.- ¿Cuál es la función principal de los aminoácidos en los organismos vivos? 2.- ¿Cuál es la parte de la célula en donde se sintetizan los aminoácidos que forman las proteínas? 3.- Menciona las principales funciones de las proteínas para la célula y los organismos vivos? 4.- ¿Por qué se utiliza la albúmina como modelo para las determinaciones en esta práctica? Explique.	Metodología Cuestionarios

**ANÁLISIS DE CONTENIDO UNIDADES DE ANÁLISIS –GUÍA DE LABORATORIO (16)**

**UNIVERSIDAD B – LICENCIATURA EN BIOLOGÍA**

BB16 – Universidad B, Biología, Guía 16, Unidad de Información I

**PRÁCTICA DE LABORATORIO 16: RECONOCIMIENTO DE DE ENZIMAS DE IMPORTANCIA BIOLÓGICA**

<b>CÓD</b>	<b>UNIDAD DE INFORMACIÓN (UI)</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>
<b>BB16,1</b>	<b>OBJETIVO</b> <u>Identificar</u> la presencia de la enzima catalasa en tejidos animales y vegetales, <u>comprobar</u> la acción de la temperatura sobre la actividad de las enzimas y la acción hidrolítica de la amilasa.	Finalidades Identificar y comprobar actividad enzimática
<b>BB16,2</b>	<b>INTRODUCCIÓN</b> Las <u>enzimas</u> son cualquiera de las numerosas sustancias orgánicas especializadas compuestas por polímeros de aminoácidos, que actúan como catalizadores en el metabolismo de los seres vivos. Con su acción, regulan la velocidad de muchas reacciones químicas implicadas en este proceso. El nombre de enzima, que fue propuesto en 1867 por el fisiólogo alemán Wilhelm Kühne (1837-1900), deriva de la frase griega <i>zymic</i> , que significa “en fermento”, en la actualidad los tipos de enzimas identificadas son más de 700.	Contenidos Información teórica relacionada con catalizadores en el metabolismo a nivel químico e histórico.
<b>BB16,3</b>	Las enzimas se clasifican en varias categorías: hidrolíticas, oxidantes y reductoras, dependiendo del tipo de reacción que controlen. Las enzimas hidrolíticas aceleran las reacciones en las que una sustancia se rompe en componentes más simples por reacción con moléculas de agua. Las enzimas oxidativas, conocidas como oxidasas, aceleran las reacciones de oxidación, y las reductoras las reacciones de reducción en las que se libera oxígeno. Otras enzimas catalizan otros tipos de reacciones.	Sustantiva/Contenidos
<b>BB16,4</b>	Las enzimas se denominan añadiendo <i>asa</i> al nombre del sustrato con el cual reaccionan. La enzima que controla la descomposición de la urea recibe el nombre de ureasa; aquellas que controlan la hidrólisis de proteínas se denominan proteasas. Algunas enzimas como las proteasas tripsina y pepsina, conservan los nombres utilizados antes de que se adoptara esta nomenclatura.	Sustantiva/Contenidos
<b>BB16,5</b>	<b>PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL</b> <b>A.- RECONOCIMIENTO DE LA CATALASA</b> La catalasa es una enzima que se encuentra en las células de los tejidos animales y vegetales. La función de esta enzima en los tejidos es necesaria porque durante el metabolismo celular, se forma una molécula tóxica que es el peróxido de hidrógeno o agua oxigenada (H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> ). Esta enzima, la catalasa, la descompone en agua y oxígeno, por lo que se soluciona el problema. 1.- En un tubo de ensaye de 16 x 150 mm, colocar un trocito de hígado del tamaño de un chícharo 2.- Con una pipeta de 5 ml, añadir 5 ml de agua oxigenada (peróxido de hidrógeno) 3.- Se observará un intenso burbujeo debido al desprendimiento del oxígeno Nota:- hacer la comparación con dióxido de manganeso como catalizador inorgánico	Metodología Sintáctica/Técnicas

<p><b>BB16,6</b></p>	<p><b>B.- DESNATURALIZACIÓN DE LA CATALASA</b>  <i>Mediante una experiencia, vamos a ver una propiedad fundamental de proteínas, que es la desnaturalización. Ya que la catalasa químicamente es una proteína, podemos desnaturalizarla al someterla a altas temperaturas. Puedes recordarlo en la práctica de proteínas. Al perder la estructura terciaria, perderá también la función y como consecuencia su función catalítica, por lo que no podrá descomponer el agua oxigenada y no se observará ningún tipo de reacción cuando hagamos la experiencia anterior con muestras de tejidos hervidos.</i>  1.- En un vaso de precipitado de 250 ml, colocar varios trocitos de hígado del tamaño de un chícharo  2.- Colocar 100 ml de agua y hervirla hasta que el tejido de hígado esté cocido  3.- Con una pinzas de disección tomar los trocitos de hígado cocidos y ponerlos en tres tubos de ensaye de 16 x 150 mm.  4.- A cada uno de los tubos de ensaye añadir con una pipeta de 5 ml, colocar 3 ml de agua oxigenada para observar la reacción  5.- A un tubo limpio coloca un trocito de hígado no cocido y añade 3 ml de agua oxigenada, observa la reacción.</p>	<p>Metodología  Sintáctica/Técnicas</p>
<p><b>BB16,7</b></p>	<p><b>C.- HIDRÓLISIS DEL ALMIDÓN</b>  <i>Mediante esta experiencia, vamos a ver la actividad de otra enzima, la amilasa o ptialina, presente en la saliva. Esta enzima actúa sobre el polisacárido almidón, hidrolizando el enlace O-glucosídico, por lo que el almidón se terminará por transformar en unidades de glucosa. Es importante que recuerdes las reacciones características de glúcidos para comprender esta experiencia.</i>  1.- En una gradilla poner cuatro tubos de 16 x 150 ml, numerados del 1 al 4  2.- Con una pipeta de 5 ml, añadir 5 ml de una solución de almidón preparada al 1% en agua destilada  3.- A los tubos 3 y 4, añadir con una pipeta Pasteur, una pequeña cantidad de saliva, obtenida de la salivación de un alumno del equipo y recogida en un tubo de ensaye de 13 x 100 mm bien lavado  Nota.- Para ayudarte y formar más saliva, piensa en un limón o en algo que te apetezca mucho comer (entre más ácido mejor)  4.- En el tubo 1 realiza la reacción de fehling (1 ml de fehling A y 1 ml de fehling B, calentar)  5.- En el tubo 2 realiza la reacción de lugol (añadir una gotas y ver el color formado)  6.- Los tubos 3 y 4 que contienen el almidón, al que le hemos añadido la saliva, ponerlos en un vaso de precipitado a baño maría, controlando la temperatura del agua para que no hierva, ya que lo que intentamos es que la enzima de la saliva trabaje a unos 37° C. Dejarlo unos 15 minutos.  7.- En el tubo 3, realizar la reacción de fehling, en el tubo 4 realizar la prueba del lugol, observar las reacciones</p>	<p>Metodología  Fundamentación  Sintáctica/Técnicas</p>
<p><b>BB16,8</b></p>	<p><b>CUESTIONARIO</b>  1.- ¿Cuál es función principal de las enzimas en los organismos vivos?  2.- ¿Cuál es la parte de la célula en donde se sintetizan las enzimas que funcionan en los seres vivos?  3.- Investiga mínimo cinco reacciones enzimáticas en seres vivos, mencionando sus reactivos y productos  4.- Investiga las reacciones de inhibición enzimática</p>	<p>Metodología  Relación Teoría-práctica  Enseñanza por Investigación</p>

BB17 – Universidad B, Biología, Guía 17, Unidad de Información 1  
PRÁCTICA DE LABORATORIO 17: RECONOCIMIENTO DE DE LÍPIDOS DE IMPORTANCIA BIOLÓGICA

CÓD	UNIDAD DE INFORMACIÓN (UI)	DESCRIPCIÓN
<b>BB17,1</b>	<p><b>OBJETIVO</b></p> <p><i>Reconocer ciertas propiedades de los lípidos, algunas de las cuales pueden servirnos para su identificación, considerando que los lípidos se colorean selectivamente de rojo – anaranjado con el colorante Sudán III.</i></p>	<p><i>Finalidades: Aplicación de técnicas cualitativas específicas</i></p>
<b>BB17,2</b>	<p><b>PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL.</b></p> <p><b>A.- SAPONIFICACIÓN</b></p> <p><i>Las grasas reaccionan en caliente con el hidróxido de sodio o de potasio descomponiéndose en los dos elementos que la forman: glicerina y los ácidos grasos. Estos se combinan con los iones de sodio o potasio del hidróxido para dar jabones, que son en definitiva las sales sódicas o potásicas de los ácidos grasos</i></p> <p><i>1.- En un tubo de ensayo de 16 x 150 mm, colocar 2 ml de aceite vegetal (el que cada equipo haya puesto para la práctica) y añadir 2 ml de una solución de hidróxido de sodio (NaOH) al 20%</i></p> <p><i>2.- Agitar el tubo enérgicamente (cuidar que no se derrame el contenido, tapar el tubo con un tapón de hule), colocar el tubo de ensayo en un baño maría (a 37° C) por un tiempo de 20 a 30 minutos.</i></p> <p><i>3.- Transcurrido este tiempo, se puede observar en el tubo tres capas: la capa inferior es clara, que contiene la solución de hidróxido de sodio (sosa) sobrenadante junto con la glicerina formada. La superior de un color amarillo es el aceite no utilizado y la capa intermedia es de un aspecto grumoso, que es la del jabón formado</i></p> <p><i>Nota.- Cuando ya se ha visto como se forma el jabón, se puede ir echando en un vaso de precipitado de 100 ml el contenido del tubo de ensayo, se remueve bien y se deja calentar hasta que se haga un trocito de jabón.</i></p>	<p><i>Metodología</i></p> <p><i>Relación con otras disciplinas</i></p> <p><i>Técnicas</i></p> <p><i>Producción del conocimiento</i></p> <p><i>Utilización o identificación de objetos de uso cotidiano</i></p> <p><i>Desarrollar habilidades</i></p>
<b>BB17,3</b>	<p><b>B.- TINCIÓN DE LOS LÍPIDOS</b></p> <p><i>Las grasas se colorean en rojo anaranjado por el colorante denominado Sudán III.</i></p> <p><i>1.- En una gradilla poner dos tubos de ensayo y colocar en cada uno de ellos 2 ml del aceite problema</i></p> <p><i>2.- Añadir al primer tubo, con una pipeta pasteur de 4 a 5 gotas de una solución alcohólica de Sudán III al 1%, al segundo tubo añadir de 4 a 5 gotas de una tinta china de color rojo. Agitar ambos tubos y dejar reposar hasta ver la reacción.3.- En el tubo número 1 al que se le añadió Sudan III, que todo el aceite aparece teñido, en cambio en el tubo 2 al que se le añadió tinta china roja, la tinta se habrá ido al fondo y el aceite aparecerá sin teñir.</i></p>	<p><i>Metodología</i></p> <p><i>Sintáctica/Técnicas</i></p>
<b>BB17,4</b>	<p><b>C.- SOLUBILIDAD</b></p> <p><i>Las grasas son insolubles en agua, cuando se agitan fuertemente en ella se dividen en pequeñísimas gotitas formando una “emulsión” de aspecto lechoso, que es transitoria, pues desaparece en reposo, por reagrupación de las gotitas de grasa en una capa que por su menor densidad se sitúa sobre la de agua.</i></p> <p><i>Por el contrario, las grasas son solubles en los llamados disolventes orgánicos como el éter, benceno, xilol, cloroformo, etc.</i></p> <p><i>1.- Tomar cuatro tubos de ensayo de 16 x 150 mm con tapón de rosca, poner en cada uno de ellos 3 ml de agua, en otro poner 3 ml de éter, en el tercer tubo poner 3 ml de benceno y en el cuarto tubo 3 ml de cloroformo.</i></p> <p><i>2.- Añadir a cada tubo 1 ml de aceite problema, tapar los tubos y agitar fuertemente, observar la formación de gotitas o micelas y dejar en reposo hasta ver la reacción. Se verá como el aceite se ha disuelto en los solventes orgánicos, en cambio no lo hace en el agua y el aceite subirá debido a su menor densidad.</i></p>	<p><i>Metodología</i></p> <p><i>Sintáctica/Técnicas</i></p>

	Nota.- Tomar nota de la diferencia de solubilidad del aceite problema con cada uno de los solventes orgánicos.	
<b>BB17,5</b>	<p><b>CUESTIONARIO</b></p> <p>1.- ¿Qué son los jabones?</p> <p>2.- ¿Cómo se pueden obtener los jabones industrialmente?</p> <p>3.- ¿Por qué en la saponificación la glicerina aparece en la fase acuosa?</p> <p>4.- ¿Qué enzima logra en el aparato digestivo la hidrólisis de las grasas?</p> <p>5.- Indica lo que ocurre con la mezcla aceite – Sudán III y aceite – tinta china y explica a qué se debe la diferencia entre ambos resultados.</p> <p>6.- ¿Qué ocurre con la emulsión de agua en aceite transcurridos unos minutos de reposo? ¿Y con la benceno y aceite? ¿A qué se deben las diferencias observadas entre ambas emulsiones?</p>	<p>Evaluación</p> <p>Relación Teoría- práctica</p> <p>Enseñanza por Investigación</p>

**ANÁLISIS DE CONTENIDO UNIDADES DE ANÁLISIS –GUÍA DE LABORATORIO (18)**  
**UNIVERSIDAD B – LICENCIATURA EN BIOLOGÍA**

BB18 – Universidad B, Biología, Guía 18, Unidad de Información 1

**PRÁCTICA DE LABORATORIO 18: OBTENCIÓN DE ÁCIDOS NUCLEICOS A PARTIR DE LEVADURA**

<b>CÓD</b>	<b>UNIDAD DE INFORMACIÓN (UI)</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>
<b>BB18,1</b>	<p align="center"><b>OBJETIVO</b></p> <p><u>Aislar</u> de las levaduras una proporción de ácidos nucleicos.  <u>Fracccionar e identificar</u> colorimétricamente el azúcar y el grupo fosfato que constituyen a estas biomoléculas</p>	<p>Finalidades: Aplicar la técnica para aislar levaduras, fraccionar e identificar el azúcar del grupo fosfato.</p>
<b>BB18,2</b>	<p><b>INTRODUCCIÓN</b></p> <p>En 1962, James D. Watson y Francis Crick recibieron, junto con M. Wilkins, el premio nobel de medicina y fisiología. La aportación de estos dos científicos a la ciencia consistió en el modelo de estructura espacial del ácido desoxirribonucleico (ADN): dos cadenas de polinucleótidos enrollados una alrededor de la otra y unidas mediante enlaces puente de hidrógeno entre bases complementarias, es decir el modelo de la doble hélice.</p> <p>Los ácidos nucleicos son polímeros de elevado peso molecular cuya unidad o componente fundamental es el mononucleótido, el cual consiste de una base nitrogenada purica o pirimidica, una pentosa y ácido fosfórico. Existen dos tipos de ácidos nucleicos que son: el ácido desoxirribonucleico (DNA) y el ácido ribonucleico (RNA).</p> <p>En cuanto a su localización, el DNA se encuentra siempre en el núcleo de las células eucariotas y en la región del nucleóide en los organismos procariotes. En los organelos como la mitocondria y el cloroplasto se ha demostrado la presencia de ácido desoxirribonucleico llamado DNA satélite. En las células procariotas, además de su genóforo existen pequeñas moléculas de DNA circulares, de doble cadena y auto replicables llamadas EPISOMAS.</p> <p>El RNA se puede encontrar en el núcleo de las células eucariotas pero principalmente se encuentran en el citoplasma celular. En los organismos eucarióticos, los ácidos nucleicos suelen asociarse con proteínas básicas específicas llamadas histonas o protaminas las cuales neutralizan el carácter polianiónico de las moléculas, formando complejos de nucleoproteínas. Las nucleoproteínas que contienen DNA poseen de un 40 a un 600 por ciento de ácido nucleico, mientras que las que poseen RNA consisten en un 5 a 20 por ciento de</p>	<p>Información teórica acerca de:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Los aportes de ciertos científicos al conocimiento de los ácidos nucleicos.</li> <li>-La localización de los ácidos nucleicos</li> <li>-Estructura de los ácidos nucleicos.</li> </ul>

	ácido nucleico.	
<b>BB18,3</b>	<p><b>PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL</b></p> <p><b>A.- SEPARACIÓN DE LOS ÁCIDOS NUCLEICOS</b></p> <p>1.- En un vaso de precipitado de 250 ml, coloque 20 gramos de levadura de panadería y agregue 15 ml de NaOH al 30%. Agite con una varilla de vidrio durante 20 minutos hasta formar una suspensión.</p> <p>2.- Luego adiciónese 20 ml de agua destilada y homogenice. Después añada 10 ml de cloruro férrico (FeCl<sub>3</sub>) al 10 por ciento y mezcle bien.</p> <p>3.- Filtre la suspensión a través de un embudo de filtración rápida implementando con una capa de gasa. Exprima la pasta usando parra ello guantes de látex. Recoja el filtrado en un vaso de precipitado de 250 ml, limpio y seco.</p> <p>4.- Lave la pasta adicionándole 15 ml de agua destilada, recuperando el lavado en el vaso de precipitado dos, donde recuperó el filtrado anterior.</p> <p>5.- Si la mezcla de los dos filtrados está turbia, entonces filtre de nuevo utilizando papel filtro adaptado a un embudo de filtración rápida.</p> <p>6.- El residuo que quedó en la gasa elimínelo.</p> <p>7.- A la mezcla de los filtrados adiciónese 50 ml de alcohol etílico al 95 por ciento, agitando continuamente durante la adición.</p> <p>8.- Después añadir con agitación suficiente ácido clorhídrico (HCl) concentrado hasta acidificar la solución, utilice papel pH para verificar el pH. Con esto se consigue la precipitación del ácido nucleico.</p> <p>9.- Filtre la suspensión así obtenida a través de papel filtro y lave el residuo con agua destilada recuperando ambos filtrados en un vaso de precipitado de 250 ml y deséchelo.</p> <p>10.- El residuo que se obtuvo en el papel filtro son los <b>ÁCIDOS NUCLEICOS</b>, utilícelo para realizar los siguientes ensayos:</p>	<p>Metodología Sintáctica/Técnicas</p>
<b>BB18,4</b>	<p><b>B.- HIDRÓLISIS DE LOS ÁCIDOS NUCLEICOS</b></p> <p>1.- Disuelva una pequeña porción de ácido nucleico obtenido, en 5 ml de hidróxido de sodio (NaOH) 1 N y caliente en baño de agua hirviendo durante 15 minutos. Enfríe.</p> <p>2.- Acidifique la solución hasta un pH de 3.5 con ácido clorhídrico (HCl) 0.1 N, manteniendo el tubo de ensaye en un baño de hielo. Con este hidrolizado efectúe las siguientes pruebas:</p> <p><b>C.- PRUEBA DE BIAL</b></p> <p>a).- En un tubo de ensaye d 18 x 150 mm, coloque 3 ml del reactivo de Bial, añada 1 ml de hidrolizado anterior. Caliente al mechero con agitación, hasta que las primeras burbujas alcancen la superficie. Observe el color desarrollado por la solución y anótelo.</p> <p><b>D.- IDENTIFICACIÓN DE FOSFATOS</b></p> <p>Prepare al momento las siguientes soluciones:</p> <p>a).- <b>MOLIBDATO DE AMONIO AL 2.5%.</b>- Disuelva 2.5 g de molibdato de amonio en 20 ml de agua destilada. Coloque 30 ml de ácido sulfúrico (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) 10 N en un matraz de aforación de 100 ml, agréguele la solución de molibdato de amonio y diluya a 100 ml con agua destilada. Mezcle bien, y guarde la solución en un frasco ámbar bajo refrigeración.</p> <p>b).- <b>CLORURO ESTANOSO.</b>- Disuelva SnCl<sub>2</sub>·2H<sub>2</sub>O en HCl 6 M. Decante y al decantado añada granallas de estaño.</p> <p>1.- En un tubo de ensaye de 18 x 150 mm coloque una porción del ácido nucleico obtenido. Añada 10 ml de H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 10 N, hierva lentamente durante 5 minutos para hidrolizar el ácido nucleico. Enfríe.</p> <p>2.- Transfiera 1 ml de esta solución a un tubo de ensaye de 18 x 150 mm y añada 0.5 ml de H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 10 N, 1 ml de solución de molibdato de amonio al 2.5% y 5 gotas de reactivo reductor de cloruro estanoso. Deje reposar durante 10 minutos. Observe el color desarrollado. Anótelo.</p> <p>Corra un control positivo utilizando una solución de KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub></p>	<p>Metodología Sintáctica/Técnica</p>

	0.1 M y otro control negativo utilizando agua destilada como muestra.	
<b>BB18,5</b>	<p><b>CUESTIONARIO</b></p> <p>1.- Investiga que otros métodos puedes utilizar para la extracción de los ácidos nucleicos.</p> <p>2.- Investiga que utilidad práctica tiene para el hombre el de aplicar alguna técnica para la extracción de los ácidos nucleicos.</p>	<p>Metodología</p> <p>Relación práctica-teoría.</p> <p>Relación con la otras ciencias (aplicación)</p>

**ANÁLISIS DE CONTENIDO UNIDADES DE ANÁLISIS –GUÍA DE LABORATORIO (19) UNIVERSIDAD B -  
PROGRAMA QUÍMICA**

BQ19 – Universidad B, Química Guía 19, Unidad de Información 1

**PRÁCTICA DE LABORATORIO 19: ESPECTROFOTOMETRÍA Y COLORIMETRÍA (LEY DE BEER)**

<b>CÓD</b>	<b>UNIDAD DE INFORMACIÓN (UI)</b>	<b>INTERPRETACIÓN/REFERENCIA</b>
<b>BQ19,1</b>	<p><b>Objetivos</b></p> <p><u>Relacionar</u> los conceptos teóricos relacionados a la espectrofotometría y cómo éstos son aplicados en el laboratorio de Bioquímica para la cuantificación de sustancias.</p> <p><u>Realizar</u> una determinación espectrofotométrica y reportar correctamente el resultado obtenido.</p>	<p><b>Finalidades</b></p> <p>Relación teoría-práctica</p> <p>Se plantea relacionar los conceptos teóricos relacionados con la espectrofotometría y su aplicación en el laboratorio de bioquímica para la cuantificación de sustancias. Se propone realizar una identificación espectrofotométrica y el reporte de resultados</p>
<b>BQ19,2</b>	<p><b>Introducción</b></p> <p>Fundamentos de espectrofotometría : La luz puede ser clasificada de acuerdo a su longitud de onda. La luz con una longitud de onda corta, entre 200 nm y 400 nm se conoce como ultravioleta, mientras que aquella que posee una longitud de onda más larga, entre 700 nm y 900 nm se conoce como luz infrarroja cercana. La luz con longitudes de onda de entre los 400 nm a los 700 nm contempla el rango de luz de diferentes colores visible al ojo humano. ¿Qué ocurre cuando una radiación electromagnética atraviesa la materia? Si la radiación tiene energía adecuada con la estructura de la materia, ésta última podrá absorberla. La medición de la cantidad de luz absorbida puede ser usada para detectar, identificar moléculas y medir su concentración en solución. Esta medición se basa en la Ley de Beer y Lambert o simplemente Ley de Beer. Esta ley establece que la concentración de una sustancia es directamente proporcional a la cantidad de energía radiante absorbida por la sustancia, o inversamente proporcional al logaritmo de la energía radiante transmitida por la sustancia.</p> <p>Considérese un rayo de energía radiante con una intensidad inicial <math>I_0</math> que se hace pasar a través de una celda de vidrio cuadrada conteniendo una solución homogénea de una sustancia que absorbe luz de cierta longitud de onda, como se ilustra en la Figura 1.</p>	<p>Sustantiva: Se presenta información teórica relacionada con:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-La técnica de análisis espectrofotometría.</li> </ul> <p>Sintáctica:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Objeto de estudio: la luz como fenómeno natural</li> <li>-Carácter del conocimiento: Ley</li> </ul> <p>Producción del conocimiento: Mediciones cuantificación del fenómeno natural</p> <p>Relación Teoría-Técnica.</p>

<b>BQ19,3</b>	En la práctica de día de hoy se determinará la concentración de proteínas en una muestra de suero. Dado que la mayoría de las proteínas no absorben luz dentro del rango de longitud de onda visible, es necesario acoplar una reacción química que genera color y así poder cuantificarlas.	Finalidades  Aplicación de la técnica  Se plantea identificar la concentración de proteínas en una muestra de suero.																				
<b>BQ19,4</b>	Procedimiento. Precaución: el día de hoy usted trabajará con muestras biológicas. Una regla de oro preventiva es trabajar cualquier muestra biológica como potencialmente infecciosa. El uso de guantes es recomendado. Si ocurre algún derrame, avise inmediatamente al profesor.	Bioseguridad Procedimiento: Se dan indicaciones de prevención para el manejo adecuado de la muestra y se informa el riesgo que tiene en la producción de infecciones.																				
<b>BQ19,5</b>	REACTIVOS. Reactivo de Biuret: Disolver 1.9 g de $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ y 3,35 g de $\text{Na}_2\text{EDTA}$ en 350 ml de agua destilada. Agregar lentamente y con agitación constante 100 ml de solución fresca de $\text{NaOH}$ 5 mol/l. Aforar a 500 ml con agua destilada.	Metodología Reactivos: Se dan indicaciones acerca de la preparación reactivos de soluciones que se utilizarán durante el protocolo.																				
<b>BQ19,6</b>	Solución patrón de proteínas: preparación comercial, generalmente de 6g/dl.																					
<b>BQ19,7</b>	Muestras: suero o plasma de diferentes especies animales.	Reactivos: Previo al protocolo se indica la preparación de muestras de suero o plasma de diferentes especies animales.																				
<b>BQ19,8</b>	A. Se obtienen muestras de plasma o suero por centrifugación de la sangre total de diferentes especies animales, utilizando citrato de sodio al 3.8% como anticoagulante o sin anticoagulante.																					
<b>BQ19,9</b>	B. Rotular 3 tubos de ensayo como "muestra", "patrón" y "blanco reactivo". Añadir a cada tubo: <table border="1" data-bbox="479 1281 1047 1444"> <thead> <tr> <th>Reactivo</th> <th>Tubo blanco</th> <th>Tubo estándar</th> <th>Tubo muestra</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Reactivo Biuret</td> <td>2 ml</td> <td>2 ml</td> <td>2 ml</td> </tr> <tr> <td>Agua destilada</td> <td>20 <math>\mu\text{l}</math></td> <td>-</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>Estándar 6g/dl</td> <td>-</td> <td>20 <math>\mu\text{l}</math></td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>Muestra</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>20 <math>\mu\text{l}</math></td> </tr> </tbody> </table>	Reactivo	Tubo blanco	Tubo estándar	Tubo muestra	Reactivo Biuret	2 ml	2 ml	2 ml	Agua destilada	20 $\mu\text{l}$	-	-	Estándar 6g/dl	-	20 $\mu\text{l}$	-	Muestra	-	-	20 $\mu\text{l}$	Metodología Procedimiento: Se plantea durante la realización del protocolo tablas de datos con las indicaciones específicas de preparación de soluciones( patrón, blanco y muestra)
Reactivo	Tubo blanco	Tubo estándar	Tubo muestra																			
Reactivo Biuret	2 ml	2 ml	2 ml																			
Agua destilada	20 $\mu\text{l}$	-	-																			
Estándar 6g/dl	-	20 $\mu\text{l}$	-																			
Muestra	-	-	20 $\mu\text{l}$																			
<b>BQ19,10</b>	C. Mezclar e incubar los tubos por 10 minutos a temperatura ambiente. D. Leer la absorbancia a una longitud de onda de 550 nm en el espectrofotómetro o en el fotómetro a 540nm. Notas: A. El color del complejo proteico es estable al menos por 1 hora. B. La ley de Beer y Lambert se cumple hasta los 10g/dl CALCULOS: $\text{Proteínas totales} = \frac{\text{Absorbancia(muestra)} \times \text{patrón}}{\text{Absorbancia(patrón)}}$	Sintáctica:  Metodología  Desarrollo de habilidades  Aplicación de la Técnica																				
<b>BQ19,11</b>	Resultados 1. A. Calcule la concentración de proteínas totales de su muestra.  Resultados 2. B. ¿Cuáles son los valores de referencia para la especie animal a la que pertenece la muestra que usted cuantificó?, ¿Se encuentra el valor obtenido para su muestra	Sintáctica: Metodología - Evaluación Resultados: Se plantea en la después de aplicar los conocimientos en el desarrollo de cálculos algorítmicos para																				

	<i>dentro de los valores de referencia?</i>  <i>Resultados 3. C. ¿Qué patologías pueden presentar niveles elevados o niveles bajos de proteínas totales? Averigüe.</i>	<i>obtener datos acerca de la concentración de proteínas</i>
--	--	--