



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**

---

**MAESTRÍA EN DOCENCIA PARA LA  
EDUCACIÓN MEDIA SUPERIOR**

**FACULTAD DE CIENCIAS**

**PROPUESTA DE ENSEÑANZA  
PARA LA BIOLOGÍA MOLECULAR  
EN EL BACHILLERATO**

**T E S I S**

QUE PARA OBTENER EL GRADO ACADÉMICO DE  
MAESTRA EN DOCENCIA PARA LA EDUCACIÓN MEDIA  
SUPERIOR (BIOLOGÍA)

**P R E S E N T A**

**CECILIA MARTÍNEZ CASTILLO**

DIRECTORA DE TESIS Dra. Patricia Margarita Tato Zaldivar

**MÉXICO, 2010**



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

**« Plutôt la tête bien faite que bien pleine. »**

Michel Eyquem de MONTAIGNE

**El primer saber es el saber de mi ignorancia: este es el inicio de la inteligencia.  
Το πρώτο εύρημα είναι η γνώση της άγνοιας μου, αυτή είναι η αρχή  
της νοημοσύνης.**

**SÓCRATES  
Σωκράτης**

**"Sie haben etwas, worauf sie stolz sind. Wie nennen sie es doch, was sie stolz macht? Bildung nennen sie's, es zeichnet sie aus vor den Ziegenhirten."**

Friedrich NIETZCHE

**„The world is so infinite, that we need to attack it from all the possible ways.  
(It is not only good, but necessary, otherwise there wouldn't be Scientific  
Revolutions “**

Thomas S. KUHN

Este trabajo fue apoyado por el Programa de Fortalecimiento a la Docencia de la Dirección General de la Escuela Nacional Preparatoria y por la ENP. No. 5 “José Vasconcelos”

## **AGRADECIMIENTOS**

A la Lic. Ma. de Lourdes Sánchez Obregón y al CD. Mario Enrique Montante García-Núñez, por su apoyo para la realización del posgrado.

A la M. en P. Martha Diana Bosco Hernández por su labor constante durante el desarrollo de este proyecto.

A la profesora Heréndira Álvarez por su motivación para continuar en este proyecto.

A la Dra. Haydée Torres Guerrero, por las acertadas sugerencias.

A la Sra. Georgina Ramírez Flores y Al Sr. Antonio Suárez Romero, de la División de Estudios de Posgrado de la Facultad de Ciencias por su atención, ayuda y paciencia.

## **DEDICATORIA**

**A LA MEMORIA DE MI MADRE**

**CECILIA CASTILLO CHÁVEZ**

**A MIS ADORADOS HIJOS**

**Sergio y Alberto**

**A MIS QUERIDAS TÍAS, PRIMOS Y SOBRINOS**

**Guadalupe y Elvira, Rodolfo, Beatríz y Eloisa; Beti y Rodo**

**A MI AMIGA QUERIDA**

**América L. Silva Flores.**

**Por el tiempo compartido**

**A LA DOCTORA**

**María Elena Flores Carrasco. Por su contribución a mi formación**

**A MIS COMPAÑERAS**

**ALMA, EUGENIA, JAQUELINE, JANICE Y TERESA**

## INDICE GENERAL

---

	<b>Página</b>
Índice general	i
Índice de figuras	ii
Índice de cuadros	iii
Resumen	1
Abstract	2
Résumé	3
I Introducción	4
<b>I.1</b> Organización del proyecto	5
<b>I.2.1</b> El cambio de la biología tradicional a la biología molecular	7
<b>I.2.2</b> El ácido desoxirribonucleico (ADN) y el origen de la historia de la biología molecular	8
<b>I.2.3</b> La vida como información	9
<b>I.2.4</b> Los escritos para la posteridad	10
II Premisas para la propuesta educativa	13
<b>II.1</b> Justificación	13
<b>II.2</b> Hipótesis	17
<b>II.3</b> Objetivos	17
<b>II.3.1</b> Objetivo general	17
<b>II.3.2</b> Objetivos particulares	17
<b>II.4</b> Fundamentación académica	18
<b>II.5</b> Planteamiento del problema	20
III Fundamentos teóricos en la educación	22
<b>III.1</b> El constructivismo en la educación	22
<b>III.1.1</b> Piaget	23
<b>III.1.2</b> Ausubel	23
<b>III.1.3</b> Vigotsky	24
<b>III.1.4</b> Bruner	24
<b>III.1.5</b> Gagné	25
<b>III.1.6</b> Novak	25
<b>III.2</b> Las Estrategias de aprendizaje para el estudio autónomo	25
<b>III.2.1</b> La motivación	26
<b>III.2.2</b> La metacognición	27
<b>III.2.3</b> El cambio conceptual	28
<b>III.3</b> La educación en la sociedad de la primera década del siglo XXI	28
<b>III.4</b> La enseñanza de las ciencias	29
<b>III.5</b> La enseñanza de la biología	31
<b>III.6</b> La enseñanza de la biología molecular	33
<b>III.6.1</b> Los conceptos en biología	35
<b>III.6.2</b> El lenguaje de la biología molecular	36
<b>III.6.3</b> La enseñanza de la biología molecular y el método científico experimental	38
IV Instrumentación didáctica de la propuesta educativa	39
<b>IV.1</b> La práctica educativa	39
<b>IV.1.1</b> La biología en los subsistemas de Educación Media Superior, UNAM	39
<b>IV.1.2</b> Demandas cognitivas de la tecnología de la información	39
<b>IV.1.3</b> El aula y el laboratorio	40
<b>IV.2</b> Caracterización del grupo	40
<b>IV.2.1</b> La estructura de los equipos de trabajo	40
<b>IV.3</b> Consideraciones previas para la planeación	40



	<b>Página</b>
<b>IV.3.1</b> La planificación	42
<b>IV.3.2</b> Momentos de la planificación estratégica	42
<b>IV.4</b> Inicio	42
<b>IV.4.1</b> Evaluación diagnóstica 1. Niveles de organización	45
<b>IV.4.2</b> Evaluación diagnóstica 2. Elementos biogénicos	47
<b>IV.4.3</b> Evaluación diagnóstica 3. Química del carbono	48
<b>IV.4.4</b> Evaluación diagnóstica 4. Moléculas	49
<b>IV.4.5</b> Evaluación diagnóstica 5. Grupos funcionales y reacciones orgánicas	50
<b>IV.4.6</b> Evaluación diagnóstica 6. Biomoléculas	51
<b>IV.4.7</b> Evaluación diagnóstica 7. Carbohidratos	53
<b>IV.4.8</b> Evaluación diagnóstica 8. Lípidos	55
<b>IV.4.9</b> Evaluación diagnóstica 9. Proteínas	57
<b>IV.4.10</b> Evaluación diagnóstica 10. Ácidos nucleicos	58
<b>IV.5</b> Desarrollo	60
<b>IV.5.1</b> Contextualización	60
<b>IV.5.2</b> Contenidos	62
<b>IV.5.3</b> Aprendizajes conceptuales o declarativos	62
<b>IV.5.4</b> Aprendizajes procedimentales	63
<b>IV.5.5</b> Aprendizajes actitudinales	65
<b>IV.6</b> Técnicas de aprendizaje	65
<b>IV.6.1</b> Aprendizaje como investigación dirigida	65
<b>IV.6.2</b> Aprendizaje por discusión y contraste de modelos	66
<b>IV.6.3</b> Conflicto cognitivo	66
<b>IV.6.4</b> Aprendizaje colaborativo	66
<b>IV.6.5</b> Enseñanza expositiva	67
<b>IV.6.6</b> Aprendizaje basado en proyectos	67
<b>IV.6.6.1</b> Proyectos de aprendizaje	68
<b>IV.6.6.2</b> Aprendizaje basado en problemas	68
<b>IV.7</b> Habilidades metacognitivas y del pensamiento	69
<b>IV.8</b> Recursos y estrategias de enseñanza-aprendizaje	69
<b>IV.8.1</b> Organizador 1 Elementos biogénicos	71
<b>IV.8.2</b> Organizador 2 Moléculas orgánicas	74
<b>IV.8.3</b> Organizador 3 Química del carbono	77
<b>IV.8.4</b> Organizador 4 Grupos funcionales y reacciones orgánicas	81
<b>IV.8.5</b> Organizador 5 Reconocimiento de biomoléculas	85
<b>IV.8.6</b> Organizador 6 Proteínas	88
<b>IV.8.7</b> Organizador 7 Replicación, transcripción y traducción	91
<b>IV.9.</b> Cierre	94
<b>IV. 10</b> La profesora como asesora	95
<b>V.</b> Resultados y discusión	96
<b>V.1</b> Desde el horizonte elemental hasta la perspectiva del universo	96
<b>V.2</b> Elementos biogénicos	105
<b>V.3</b> Grupos funcionales y funciones orgánicas	109
<b>V.4</b> Molécula	111
<b>V.5</b> Biología molecular	112
<b>V.6</b> Biomoléculas	114
<b>V.6.1</b> Carbohidratos y lípidos	116
<b>V.6.2</b> Proteínas y ácidos nucleicos	119
<b>V.6.3</b> Módulo de proyectos	128
<b>V.6.4</b> Módulo de Aprendizaje basado en problemas	131
<b>V.6.5</b> La estructura y función celular	142

	<b>Página</b>
<b>V.6.1</b> Carbohidratos y lípidos	116
<b>V.6.2</b> Proteínas y ácidos nucleicos	119
<b>V.6.3</b> Módulo de proyectos	128
<b>V.6.4</b> Módulo de Aprendizaje basado en problemas	131
<b>V.6.5</b> La estructura y función celular	142
<b>V.6.6</b> Semiótica	150
<b>V.7</b> Evaluación	152
<b>V.7.1</b> Evaluación sumativa	155
<b>V.7.2</b> Cuadro de concentración	155
<b>VI</b> Conclusiones	156
<b>VI. 1</b> Perspectivas	161
<b>VII</b> Bibliografía	162
<b>VIII</b> Anexo. Criterios de evaluación	168
<b>VIII.1</b> Criterios para el trabajo en clase, extraclase y en la investigación dirigida	168
<b>VIII.2</b> Guía para el reporte de actividades experimentales	169
<b>VIII.3</b> Condiciones de calidad en el trabajo en la evaluación del profesor	170
<b>VIII.4</b> Condiciones de calidad en el reporte en la investigación dirigida y laboratorio	171

## INDICE DE FIGURAS

---

	<b>Página</b>
<b>Figura 1</b> Semiótica de la biología molecular	37
<b>Figura 2</b> Planificación Estratégica	42
<b>Figura 3</b> Contexto para la instrumentación didáctica de la propuesta de enseñanza	61
<b>Figura 4</b> Organización de la secuencia didáctica	62
<b>Figura 5</b> La biología molecular en ten el contexto de los Niveles de Organización de la materia	95
<b>Figura 6</b> Desde al horizonte elemental hasta el universo	98
<b>Figura 7</b> Instrumentos de observación y manipulación atómica	99
<b>Figura 8</b> Línea de tiempo de la evolución de la materia	100
<b>Figura 9</b> Paralelismos en los niveles de organización de la materia	101
<b>Figura 10</b> Modelos de átomos	106
<b>Figura 11</b> Moléculas orgánicas cuyo sitio activo es un microelemento	107
<b>Figura 12</b> Tabla periódica elementos biogénicos	108
<b>Figura 13</b> Secuencia de las reacciones orgánicas	110
<b>Figura 14</b> Red conceptual de la biología molecular e ingeniería genética	113
<b>Figura 15</b> Estructura de las cuatro biomoléculas	115
<b>Figura 16.</b> Diferentes tipos de ARN presentes en las células	115
<b>Figura 17.</b> Representación del ADN	115
<b>Figura 18.</b> Enlace entre los isómeros de glucosa $\alpha$ y $\beta$	117
<b>Figura 19.</b> Reacciones de deshidratación y de condensación entre carbohidratos	118
<b>Figura 20.</b> Principales tipos de enlaces $\alpha$ y $\beta$ , glucosídico	118
<b>Figura 21</b> Estructuras de los ácidos grasos y enlaces	119
<b>Figura 22</b> Dogma central de la biología molecular	122
<b>Figura 23</b> Unidades estructurales de las proteínas	123
<b>Figura 24</b> Estructura de las proteínas	123
<b>Figura 25.</b> Reacciones entre aminoácidos para formar polímeros	124
<b>Figura 26</b> Estructura y función de las proteínas	124
<b>Figura 27</b> Bases nitrogenadas: Purinas y pirimidinas	125
<b>Figura 28</b> Organización estructural de un nucleósido y un nucleótido de los ácidos nucleicos	125
<b>Figura 29</b> Azúcares presentes en los ácidos nucleicos	126
<b>Figura 30</b> Simulación de la estructura de los componentes estructurales de las moléculas de ARN y ADN	126
<b>Figura 31</b> Simulación de la estructura de los enlaces entre los nucleótidos, señalando el	127
<b>Figura 32</b> Enlaces durante la formación de Nucleótidos de ARN y ADN	127
<b>Figura 33</b> Estructura y función de los ácidos nucleicos	129
<b>Figura 34</b> Estructura y función del ADN	130

	<b>Página</b>
<b>Figura 35</b> Evolución del proceso de investigación dirigida	132
<b>Figura 36</b> Identificación de biomoléculas	135
<b>Figura 37</b> Identificación de proteínas	135
<b>Figura 38</b> Extracción de ADN	136
<b>Figura 39</b> Red conceptual e los cromosomas de la mitocondria en el arroz y en el	137
<b>Figura 40</b> Actividad enzimática peroxisomal	138
<b>Figura 41</b> Modelos de proteínas	139
<b>Figura 42.</b> Simulación síntesis de las Proteínas	141
<b>Figura 43</b> Célula procarionte	142
<b>Figura 44</b> Red conceptual Organelos de la célula animal	143

## INDICE DE CUADROS

---

	<b>Página</b>
<b>Cuadro 1</b> Referencias de los grupos de trabajo	40
<b>Cuadro 2</b> Ubicación del curso de Biología-V en los programas de estudio	41
<b>Cuadro 3</b> Secuencia de los temas desarrollados en el curso de Biología	64
<b>Cuadro 4</b> Estrategias de enseñanza aprendizaje	70
<b>Cuadro 5</b> Las funciones fundamentales de la evaluación	94
<b>Cuadro 6</b> Estrategias de enseñanza aprendizaje para el cierre	95
<b>Cuadro 7</b> Preguntas metacognitivas	95
<b>Cuadro 8</b> Evaluación diagnóstica "Niveles de organización de la material"	97
<b>Cuadro 9</b> Representación científica de los niveles de	102
<b>Cuadro 10</b> Evaluación formativa	103
<b>Cuadro 11</b> Respuestas a las preguntas metacognitivas	104
<b>Cuadro 12</b> Evaluaciones Diagnóstica y formativa del concepto "elementos biogénicos"	105
<b>Cuadro 13</b> Organización los elementos biogénicos	108
<b>Cuadro 14</b> Clasificación de bioelementos y microelementos	108
<b>Cuadro 15</b> Funciones orgánicas	109
<b>Cuadro 16</b> Evaluación diagnóstica y formativa del concepto de molécula	111
<b>Cuadro 17</b> Evaluación diagnóstica y formativa del concepto Biología Molecular	112
<b>Cuadro 18</b> Evaluaciones diagnóstica y formativa de carbohidratos y lípidos	116
<b>Cuadro 19</b> Ejercicio de síntesis y repetición: Carbohidratos y Lípidos	117
<b>Cuadro 20</b> Evaluaciones de los conceptos proteínas y ácidos nucleicos	120
<b>Cuadro 21</b> Nomenclatura de proteínas	121
<b>Cuadro 22</b> Actividades experimentales	134
<b>Cuadro 23</b> Estructura y funciones de los dominios no membranosos del núcleo celular	150
<b>Cuadro 24</b> Biomoléculas: Carbohidratos, lípidos, proteínas y ácidos nucleicos.	155

## RESUMEN

---

Este trabajo es una propuesta de aplicación docente con las aproximaciones didácticas y psicopedagógicas a partir de las cuales se optimiza el ejercicio de la enseñanza de la biología con una visión molecular que cumpla las finalidades educativas del curso de Biología V para el plan de estudios de la Escuela Nacional Preparatoria, UNAM.

La biología como ciencia, evolucionó a la biología molecular que se desarrolló en el siglo XX, como una tendencia disciplinaria dominante cuya perspectiva molecular prometió aclarar algunas de las ideas que no alcanzaban a descifrar en los campos de la biología tradicional y aun sigue tratando de responder a múltiples preguntas. El conocimiento en biología molecular es relevante para la historia, la ciencia, y también para los contextos socioculturales.

El currículo en los programas de biología en la Educación Media Superior pretende explicar la estructura y función de las formas vivas, la herencia, el origen evolutivo y la diversidad biológica con una perspectiva molecular, lo cual es posible utilizando representaciones químicas y bioquímicas, que permitan dar respuestas razonables de una nueva forma de ver los problemas para su solución desde de la enseñanza y del aprendizaje y es una orientación valiosa para la educación que deriva en decisiones fundamentadas planeadas en una práctica docente reflexiva y crítica.

Esta propuesta tiene el enfoque constructivista como una práctica educativa, con discernimientos que favorecen el desarrollo de una práctica docente objetiva, responsable, formativa, de calidad, integral y reflexiva; que propicia la adopción de valores universalmente aceptados; que sirve de base para que los alumnos lleguen a cumplir los objetivos de la educación media superior de manera participativa, construyendo conocimientos, competencias y actitudes adecuados para el desarrollo de individuos libres, activos, críticos y conscientes, que logren su desarrollo intelectual, social, moral y emocional para asumir el papel de todo estudiante de bachillerato en la conformación de una identidad propia.

Desde la perspectiva constructivista de la enseñanza, el alumno es la parte más activa del proceso y la idea fundamental es el aprendizaje visto como un proceso de construcción, por el cual los alumnos conocen y comprenden, que aprender es una actividad de permanente cuestionamiento donde deben existir una interacción entre el sujeto y el objeto de conocimiento en un proceso gradual y continuo, en donde el nuevo aprendizaje se edifica sobre el anterior, al cual se incorpora y donde lo que se va a aprender, se debe ver en términos de lo que ya se conoce y se puede comprender, para que las nuevas experiencias se puedan asimilar facilitando la construcción del conocimiento.

La práctica docente condujo a un cuestionamiento para tratar de comprender el proceso de enseñanza aprendizaje y algunos de sus problemas, también condujo a muchas interrogantes que surgieron durante el trabajo frente al grupo y al final de este trabajo se logró dar una respuesta concluyente por las ventajas que tiene la enseñanza de la biología molecular estructurada desde el enfoque constructivista.

Las secuencias didácticas se desarrollaron como un conjunto de actividades, organizadas en tres bloques: apertura, desarrollo y cierre. Las actividades de apertura permitieron identificar y recuperar las experiencias de los alumnos como conocimientos previos. A partir de estas, se realizaron las actividades de desarrollo trabajando con organizadores previos en grupos pequeños, para que los alumnos se apropiaran de los nuevos conocimientos declarativos, procedimentales y actitudinales y así relacionarlos por una diferenciación progresiva y conectarlos sustantivamente con los referidos por ellos y generar nuevos aprendizajes significativos. La recapitulación e integración del tema en el cierre, incluyendo los conceptos fundamentales y complementarios, las actividades experimentales, modelos y la resolución de problemas, condujeron hacia el aprendizaje significativo en la dimensión del metaconocimiento involucrándose en la toma de decisiones. Además, se incluyeron las actividades de evaluación formativa para hacer del aprendizaje un producto observable y medible como un proceso, durante el cual los estudiantes transitaron al reconocimiento de sus aprendizajes a partir de los diversos productos obtenidos.

El conocimiento de la biología desde la perspectiva de la Biología Molecular ayuda a los estudiantes a reconocer y apreciar las aportaciones de la Ciencia para mejorar las condiciones de vida de los seres humanos, a adoptar una actitud crítica ante los problemas y a valorar el conocimiento científico como un proceso de relacionado con las necesidades de la sociedad y del época histórica que están viviendo.

## ABSTRACT

---

This work is a proposal of educational application with a didactic and psychopedagogical approach so as to optimize the education of Biology with a molecular vision. This would fulfill the educative purposes of the course of Biology V for the curriculum of the National Preparatory School, UNAM.

Biology, as a science, developed in the twentieth century to produce Molecular Biology as a dominant discipline. This perspective promised to clarify some of the ideas that had not been solved in the fields of traditional Biology and still continues to try to respond to multiple questions.

The knowledge from Molecular Biology is relevant to history and other sciences, and also to the sociocultural context. The curriculum in the programs of Biology in the Average Superior Education tries to explain the structure and function of living forms, the nature of inheritance, evolutionary origin, and biological diversity from a molecular perspective. This is possible using chemical and biochemical representations, that permit rational answers in a new form, in looking to solve the problems from the perspective of education and learning, and is a valuable direction for education that derives from decisions fundamentally based on a reflective and critical educational practice.

This proposal has the constructivist approach as an educative practice, with discernments that favour the development of an objective, responsible, and formative educational practice, of reflective and integral quality. This proposes the adoption of values universally accepted; which serve as a basis so that the students get to fulfill the objectives of the average superior education through participation, building knowledge, competency and attitudes adequate for the development of free, active individuals, critical and aware, who realize their intellectual, social, moral and emotional development to assume the role of all baccalaureate students in the formation of their own identity.

From the constructivist perspective of education, the student is the most active ingredient of the process and the fundamental idea is that learning be seen as a building process, through which the students know, and understand, that to learn is an activity of permanent questioning, where there must exist an interaction between the subject and the object of knowledge in a gradual and continuous process. New learning will, therefore, be built on the older, into which it is incorporated. The student will, see what he is learning in terms of what he already knows and understands, so that the new experiences can be assimilated, facilitating the building of knowledge.

The educational practice leads to a questioning to try to understand the learning process and some of its problems, and also lead to other questions that arose during the work in front of the group. At the end of this work we were able to give a conclusive answer to the advantages that the teaching of structured Molecular Biology has from the constructivist approach.

The didactic sequences were developed as a set of activities, organized in three blocks: opening, development and closure. The opening activities made to identify and to recover the experiences of the students as previous knowledge. From these experiences the development activities took place, working with previous organizers in small groups, so that the students took control of the new declaratory, procedural and actitudinal knowledge and thus could relate them by progressive differentiation and connect them substantially with the referred matters and to generate new significant understanding.

The recapitulation and integration of the subject in the closure, including the fundamental and complementary concepts, the experimental activities, models and the resolution of problems, lead towards significant learning in the dimension of the "*metaconocimiento*" becoming involved in the decision making. In addition, the activities of formative evaluation were included to make of the learning an observable and measurable product as a process, during which the students journeyed to recognition of their learning from diverse obtained products.

The knowledge of Biology from the point of view of Molecular Biology helps the students to recognize and to appreciate the contributions of Science to improve the conditions of life of human beings, to adopt a critical attitude to the problems, and to value scientific knowledge as a process of relationship to the needs of society and to the contemporary era.

## RÉSUMÉ

---

Ce travail est une proposition d'application avec les rapprochements didactiques et psychopédagogiques à partir desquelles s'optimisent l'exercice de l'enseignement de la biologie. Une vision moléculaire qui accomplit les buts éducatifs du cours de Biologie V pour le plan d'études de l'École Nationale Préparatoire, UNAM.

La biologie comme science, a évolué vers la biologie moléculaire qui s'est développée dans le siècle XX, et est devenue une discipline dominante. Cette perspective moléculaire a permis de clarifier certaines idées qu'on ne parvenait pas à déchiffrer dans les domaines de la biologie traditionnelle qui continue encore à essayer de répondre à de multiples questions.

La connaissance en biologie moléculaire est significative pour l'histoire, la science, et aussi pour les contextes socioculturels.

Le plan d'études des programmes de biologie dans l'Éducation Moyenne Supérieure prétend expliquer la structure et la fonction des manières vives, l'héritage, l'origine évolutive et la diversité biologique avec une perspective moléculaire. C'est rendu possible en utilisant des représentations chimiques et biochimiques. Celles-ci permettent de donner des réponses raisonnables et une nouvelle façon de voir les problèmes et leurs solutions à partir de l'enseignement et l'apprentissage. C'est une orientation précieuse pour l'éducation qui en dérive avec des décisions fondées et prévues dans une pratique enseignante réfléchie et critique.

Cette proposition est élaborée comme pratique éducative, avec des discernements qui favorisent le développement d'un enseignant objectif, responsable, formateur, de qualité, intégral et réfléchi.

Elle rend propice l'adoption de valeurs universellement admises qui servent de base aux élèves pour qu'ils accomplissent les objectifs prévus de manières participatives.

L'acquisition de connaissances, de compétences et d'attitudes adéquates permet le développement d'individus libres, actifs, critiques et conscients.

Ce développement intellectuel, social, moral et émotionnel de chaque étudiant au baccalauréat leur permet de se construire une identité propre.

Dans cette technique d'enseignement, l'élève est la partie la plus active. L'idée fondamentale est l'apprentissage vu comme un processus de construction, par lequel les élèves connaissent et comprennent. Apprendre est une activité de mise en question permanente où existe une interaction entre le sujet et l'objet de connaissance dans une évolution progressive et continue. Le nouvel apprentissage est construit à partir du précédent, auquel on incorpore ce qui doit être appris. Il doit utiliser des termes déjà connus pour être compris, afin que les nouvelles expériences puissent être assimilées et incorporées aux connaissances déjà acquises.

La pratique de cet enseignant a conduit à une remise en question pour essayer de mieux comprendre la façon d'enseigner et certains de ses problèmes. Elle aussi conduit à beaucoup de questions qui sont apparues pendant le travail face au groupe.

A la fin de ce travail on a pu donner une réponse concluante aux avantages qu'a l'enseignement de la biologie moléculaire structurée à partir d'une analyse mûrement préparée.

Les séquences de didactique ont été développées comme un ensemble d'activités, organisées en trois blocs : ouverture, développement et fermeture. Les activités d'ouverture ont permis d'identifier et de récupérer les expériences des élèves comme connaissances préalables. À partir de celles-ci, on a effectué des actions de développement en travaillant avec des organisateurs préalables et avec des petits groupes. Les élèves s'approprient ainsi des procédures, des aptitudes et de nouvelles connaissances qui leur permettent de s'adapter à des formes d'apprentissages innovantes.

Dans la fermeture, les concepts fondamentaux, complémentaires, les activités modèles, expérimentales, et la résolution de problèmes, ont conduit l'apprentissage vers une meilleure connaissance et sont insérés dans la prise de décisions.

On a inclus les activités d'évaluation formatrice dans l'apprentissage c'est un produit observable et mesurable, que les étudiants ont intégré à la reconnaissance de leurs apprentissages à partir des divers produits obtenus.

La connaissance de la Biologie Moléculaire aide les étudiants à reconnaître et apprécier les contributions de la Science pour améliorer les conditions de vie des êtres humains, La connaissance scientifique permet aussi d'avoir une attitude critique devant les problèmes sociétaux et ceux à venir.



## I. INTRODUCCIÓN

---

La orientación de esta investigación está dirigida a presentar una propuesta educativa con fundamentos didácticos y psicopedagógicos, a partir de los cuales se optimice el ejercicio docente en la enseñanza de la biología con una visión molecular que cumpla las finalidades educativas del curso de Biología V para el Bachillerato en la Escuela Nacional Preparatoria.

Esta propuesta permite ampliar los aprendizajes, las capacidades y las competencias de los estudiantes del bachillerato, aprovechando plenamente su potencial para tener la oportunidad de integrarse sólidamente a la sociedad. Una orientación ampliamente aceptada en el contexto educativo, establece que los alumnos aprenden a aprender, aprenden a ser y aprenden a hacer [UNESCO, 2005] y dicha orientación dirige la actividad educativa en la Escuela Nacional Preparatoria (ENP).

Este trabajo es una propuesta de aplicación docente con discernimientos que permiten favorecer el desarrollo de una práctica docente objetiva, responsable, formativa, de calidad, integral y reflexiva; que propicie la adopción de valores universalmente aceptados; y que sirva de base para que los alumnos lleguen a cumplir los objetivos de la educación media superior de manera participativa, construyendo conocimientos y actitudes adecuados para el desarrollo de individuos libres, activos, críticos y conscientes que logren su desarrollo intelectual, social, moral y emocional para asumir el papel de todo estudiante de bachillerato en la conformación de una identidad propia.

La educación de calidad es una exigencia de la sociedad actual, es un imperativo de la forma de vida del sistema en que se desarrolla la humanidad y que requiere que el individuo sea mucho más eficiente para lo cual requiere estar mejor formado.

Esta propuesta es un acercamiento a los temas vinculados a la educación y su problemática en la enseñanza de la biología molecular (BM), sin ignorar la dimensión en la que se contextualiza la práctica docente, que supone una aproximación a la perspectiva en el aula, el vínculo entre docentes y estudiantes, alumnos con alumnos, y entre éstos con el conocimiento.

El discurso de la profesionalización del profesor está presente en la vida docente, aquí se presentan solo algunos puntos y de ninguna manera se pretende abarcar el problema en toda su amplitud. Esta propuesta pretende ayudar a visualizar la complejidad que entraña el discurso de la enseñanza, se incluyen algunos de los elementos que son necesarios e importantes para la construcción del conocimiento significativo que se buscan cuando se enseña y cuando se aprende. La propuesta es producto de la aplicación de estrategias de enseñanza-aprendizaje en el aula, del análisis, de la reflexión y la discusión realizada a través del proceso educativo durante los estudios de posgrado en la Maestría en Educación Media Superior (MADEMS).

## I.1 ORGANIZACIÓN DEL PROYECTO

---

El texto se encuentra estructurado en ocho capítulos, a través de ellos se van extrayendo y abordando los diferentes aspectos relacionados con la formalidad de trabajo. Los capítulos se organizaron de acuerdo a la idea del desarrollo metodológico de forma tal que se equilibran sus elementos estructurales como son la teoría, la práctica y la resolución de problemas.

En el capítulo I y como preámbulo al desarrollo de la tesis se incluye una introducción, la organización del proyecto, y algunos antecedentes sobre el origen de la biología molecular, donde se refiere el cambio de la biología tradicional a la biología molecular, que fueron determinantes para el desarrollo de esta ciencia y se refleja en los métodos que se utilizan en la enseñanza, la cual es el motivo de estudio de este trabajo.

En el capítulo II, se presentan los fundamentos de la propuesta de enseñanza, como son la justificación del proyecto, en donde inicialmente se caracteriza a la educación media superior y se hace referencia al contexto del curso de Biología V en el plan de estudios de la Escuela Nacional Preparatoria, se refieren las Unidades y los temas que se consideraron para la planeación docente y para los cuales se diseñó esta propuesta. Además se desarrollaron la hipótesis, los objetivos generales y los objetivos particulares; para finalizar el capítulo, se esboza la fundamentación académica del trabajo y se delinea el planteamiento del problema.

En el Capítulo III, se presenta las premisas para la propuesta educativa, estructuradas como un marco teórico referente a diferentes aspectos relativos con la educación y con el progreso del constructivismo en este ámbito, considerando en aquí a varios de los autores que contribuyeron al desarrollo del enfoque como fueron Piaget, Ausubel, Vigotsky, Wallon, Bruner, Gagné y Novak principalmente. Se reconoce aquí, la influencia de las estrategias de aprendizaje para el estudio autónomo, y el factor motivacional que tienen gran importancia en el logro de la metacognición que se manifiesta como un cambio conceptual definitivo y las implicaciones educativas. Se hace referencia también a la enseñanza de las ciencias, la enseñanza de la biología en forma general para hacer un acercamiento a la enseñanza de la biología molecular, los conceptos involucrados en el conocimiento de esta ciencia, su lenguaje específico que tiene determina muchos rasgos importantes en el aprendizaje y en la enseñanza de esta ciencia. Este capítulo termina estableciendo una relación entre la enseñanza de la biología molecular con el método científico experimental.

El Capítulo IV constituye la instrumentación didáctica de la propuesta educativa, explicitándose la metodología empleada. Se describen y confrontan los planes de estudios para la enseñanza de la biología en la Educación Media Superior en los dos subsistemas de bachillerato de la UNAM, la caracterización del grupo y cómo se estructuraron los equipos de trabajo, y la práctica educativa en los subsistemas.

Se mencionan también las demandas cognitivas de la tecnología de la información, el trabajo en el aula y en el laboratorio. En otro punto, se tocan aspectos importantes para la planeación de

acuerdo a los momentos de la planificación estratégica, inicio, desarrollo y cierre. Se anexan los instrumentos diseñados para las evaluaciones diagnósticas de varios de los temas dentro del inicio de las sesiones. Por otra parte, se contextualizan los contenidos, incluyendo todas las formas de aprendizaje que son los conceptuales, procedimentales y actitudinales.

Se describieron las diversas técnicas de aprendizaje, las habilidades metacognitivas y del pensamiento a desarrollar en los alumnos; y dentro del desarrollo se incluyeron los organizadores previos y avanzados.

En el Capítulo V se reportan los resultados obtenidos a la vez, se hace un análisis y una discusión respecto a los efectos del trabajo realizado en el proceso de enseñanza aprendizaje desde el horizonte elemental hasta la perspectiva del universo. Los elementos biogénicos, los grupos funcionales y funciones orgánicas que caracterizan a las moléculas y sobre todo a las formadas por carbono que son las moléculas orgánicas. Con estos fundamentos conceptuales y procedimentales, se caracterizaron cada una de las biomoléculas incluyendo carbohidratos, lípidos, proteínas y ácidos nucleicos, integrando el conocimiento de estas en la estructura y función celular.

Se analizaron también los resultados del uso de la semiótica que caracteriza a la biología molecular y finalmente las formas de evaluación de conocimientos, habilidades y actitudes en las formas formativas y sumativa, las cuales se construyeron en cuadros de concentración de datos, que fueron completados por los alumnos de manera individual y confrontada en equipos.

En el Capítulo VI se explicita el progreso de todo el proceso desarrollado en el proyecto a manera de conclusiones y dado que esta propuesta no resuelve muchas de las dificultades para el aprendizaje de la biología molecular se delinean algunas perspectivas que podrán apoyar la enseñanza futura.

En el Capítulo VII, se organizan las referencias utilizadas durante la construcción de este trabajo.

El capítulo VIII y último, consta de un anexo donde se hace referencia a los esquemas de las ideas que se consideran son susceptibles de evaluación, durante el trabajo dentro y fuera del aula, y los reportes de laboratorio.

## **I.2 ANTECEDENTES**

---

La biología como ciencia experimentó cambios importantes desde el inicio del siglo XX, naciendo así, una nueva rama de la biología llamada la biología molecular. De esta forma la biología molecular, ha construido su realidad sustentada en los contextos subyacentes a su origen y desarrollo como una forma dominante dentro de la biología.

Este origen se refleja en la educación, donde en base al desarrollo histórico de la se despliegan nuevas estructuras educativas, nuevas formas de organización de las estrategias de enseñanza, y la búsqueda de establecimiento de nuevas relaciones que aseguren el aprendizaje de los alumnos, que como productos de la educación media superior se van a articular dentro del aprendizaje de esta ciencia.

Por lo anteriormente señalado, en este segmento del trabajo se presenta una reseña histórica del nacimiento de la biología molecular.

### **I.2.1 El cambio de la biología tradicional a la biología molecular**

Las ciencias tienen sus características, son visiones disciplinares convencionales condicionadas por la procedencia académica de sus investigadores. La biología molecular es un ejemplo del desarrollo experimentado por una ciencia.

Esta ciencia tuvo su nacimiento como una tendencia disciplinaria dominante cuya visión molecular prometió explicar las dudas que se presentaron en los campos de la biología tradicional y que no se podían explicar con las herramientas metodológicas de esa época. En los años treinta, surgió una biología nueva, su función era dotar a científicos de un poder inaudito sobre la vida.

Los científicos podían manipular los genes a nivel fundamental muy alto y procuraron controlar el trayecto de evolución biológica y social. Este poder fue llamado “el secreto de la vida.”

A partir de 1901, John D. Rockefeller (1839-1937), financió proyectos filantrópicos, creó el Rockefeller Institute of Medical Research, convertido en 1965, en la Rockefeller University. En 1910, propuso el proyecto de “La Fundación Rockefeller” creada en 1913. Patrocina a la biología molecular de 1930 a 1950, centrada en dos instituciones, la Fundación Rockefeller y el Instituto Tecnológico de California (Caltech). El alcance de la nueva biología fue una expresión de esfuerzos de sistemas cooperativos de establecimientos científicos, de los científicos y sus patrones para dirigir el estudio de los fenómenos por caminos seleccionados hacia una visión compartida de la ciencia, la tecnología y la sociedad.

Esta colaboración se percibió como una de las formas en que la sociedad ejerce el dominio social. La sociedad para mantenerse, modificó los sentimientos individuales, las ideas y los comportamientos conformando los intereses sociales. Los procesos constitutivos formales e informales de ejercicio del poder (la fuerza), la compensación (el dinero) y poder condicionado

(persuasión) [Ross, 1901]. En las ciencias biológicas el control social influyó el curso de la genética, la eugenésica y la psicobiología.

El término “Biología Molecular” acuñado en 1938 por Warren Weaver, intentaba captar la esencia de la función del programa en cuanto a entidades biológicas. Sin embargo, se incluyeron muchos practicantes de la vida científica que no estaban asociados a la biología molecular en 1960, quienes se incorporaron para reformar sus carreras, debido al éxito de la biología molecular.

Otra práctica académica fue crear mecanismos institucionales compatibles, compartieron herramientas teóricas y experimentales, establecieron una cooperación interdisciplinaria, con énfasis en la formación de grupos de proyectos como parte de la unión las divisiones de lo natural, lo médico y las ciencias sociales. Se formaron varios proyectos como los grupos “del isótopo”, “de las proteínas” o “el de neuroespora”. La biología molecular implementó cambios estructurales en la organización de los laboratorios.

### **I.2.2 El ácido desoxirribonucleico (ADN) y el origen de la historia de la biología molecular.**

La historia de la biología molecular es un ejemplo de que en corto tiempo se produjo una disciplina científica experimental. Los estudios se iniciaron después de la publicación de la estructura de la doble hélice del ácido desoxirribonucleico (ADN), cuyas ideas marcaron el pensamiento científico sobre qué es la vida, de dónde procede y cómo se controla.

El fenómeno de la biología, como el de sus descendientes, la biotecnología y el proyecto genoma humano, está sujeto a la acción de las políticas científicas, las herencias institucionales, los intereses disciplinares, la búsqueda de reconocimiento y todo un conjunto de valores posmodernos, haciendo referencia a una corriente metodológica y filosófica, que sitúa la producción del conocimiento en su contexto.

La molécula responsable de la herencia, el ADN y su estructura, motivó muchas investigaciones, más que tratar de responder que llevaba en sí la herencia biológica. La imagen de doble hélice del ADN enrollada en sí misma por el enlace perfecto de las bases nitrogenadas que integran cada cadena, con los grupos fosfato hacia el interior debido a su naturaleza polar, representa toda la fuerza de la biología contemporánea. La simplicidad estructural no conlleva procesos funcionales simples, como la síntesis de ácidos nucleicos y proteínas que dan la forma y la función celular. La separación de la doble hebra de ADN explica la replicación durante el ciclo celular, desde entonces la actividad sociocognitiva de la comunidad dedicada a la biología molecular satura de ideas la cultura moderna actual.

Se puso énfasis en la unidad estructural de la vida, más que a la diversidad. Se llegó al estudio fundamental del fenómeno vital en sus niveles básicos, se incrementó el empleo de sistemas biológicos simples como los modelos, las bacterias y los virus. La nueva biología se familiarizaba solo con algunos mecanismos.

La biología molecular tomó los métodos de otros campos, intentaba trascender las barreras disciplinarias y emplear herramientas que los problemas demandaban, surgiendo la transferencia de técnicas entre los campos bajo un diseño basado en la investigación interdisciplinaria.

La biología molecular definida por fenómenos de la vida primordialmente en la región submicroscópica entre  $10^{-6}$  y  $10^{-7}$  cm., tuvo consecuencias para la forma y contenido de la investigación, se incorporaron además de los aparatos complejos y sofisticados, diseñados para investigar la vida en este rango de dimensiones, los cuales incrementaron el costo de la investigación y produjeron también cambios. Los instrumentos son vistos como artefactos para descubrir la realidad, para revelar los procesos complejos de intervención y para representar a la naturaleza, no como procesos que alteran todos los aspectos de la práctica científica.

Una consecuencia importante fue la pérdida de la comprensión tradicional de la medicina sobre la investigación biológica. La investigación biológica se formó por la extensión de servicio a las escuelas médicas y en menor grado, a la agricultura; se volvió una conexión médica a efecto del crecimiento de la biología molecular.

### **I.2.3 La vida como información**

Analizando el concepto de información biológica como idea central para el contenido cognitivo de la biología molecular, se considera biología molecular a toda investigación y producción de conocimiento en biología que incorpora la idea de la transferencia de la información genética que las macromoléculas de ADN incorporan a otras como las proteínas.

En 1957 Crick utilizó por primera ocasión el concepto de “información genética” como la determinación precisa de la secuencia de bases en los ácidos nucleicos y de aminoácidos en las proteínas; en el contexto del “Dogma central de la Biología molecular”. De acuerdo a éste, la información de los ácidos nucleicos no podía pasar en otro sentido y así se referían a los mecanismos de transcripción y traducción, y se trató de conocer el mecanismo.

El término información aplicado a la biología molecular proviene de los trabajos en computación, que tienen orígenes contemporáneos [Kay, 2000].

Las críticas más numerosas y precisas sobre la magistralidad del ADN, a su papel rector de la actividad celular y de la vida misma, surgieron con el proyecto “Genoma Humano”, al final de los años 1980. También estimuló el pensamiento biológico al recoger las enseñanzas recientes de la bioquímica y recuperar las clasificaciones taxonómicas de la materia viva por su aspecto y no por su ADN. Se estudian las diferencias entre los seres vivos más que las similitudes. El ser vivo dejó de considerarse un todo complejo, autorregulado, interconectado por la homeostasis sugerida por Walter Cannon. El conocimiento biológico se fragmentó y se redujo a moléculas [Hubbard, 1990].

La biología molecular explora el funcionamiento de los seres vivos a nivel molecular, produciendo la molecularización de la biología y la medicina. La primera forma de molecularización terapéutica fue el interferón y la búsqueda de moléculas sintéticas con actividad antiparasitaria en

quimioterapia por Paul Ehrlich. La molecularización, no es la única estrategia y no tiene el mismo éxito en todos los casos, como en el cáncer y la anemia falciforme que la terapia génica no ha resuelto. La determinación de la fenilcetonuria en recién nacidos, se convirtió en un modelo de control de enfermedades moleculares, a pesar de los falsos positivos y del debate sobre la eficacia de la dieta libre de fenilalanina. Entonces la molecularización no es exclusiva de la biología molecular, está precedida de diversas prácticas experimentales aplicadas a distintos tipos de moléculas [Chadarevian y Kamminga, (1998)].

Si el ADN puede no ser central, si el concepto de información genética no tiene capacidad explicativa, si la molecularización no es exclusiva de la nueva biología, ¿qué queda para caracterizarla? Solo los diversos estudios de caso. La comunidad sitúa el origen de la biología molecular en el año de la publicación, 1953. En los años cincuenta culminaron tres décadas de su desarrollo con la dilucidación de los mecanismos de replicación del ADN y la explicación de su acción en términos de código de información, representaciones en las que yacen los cimientos cognitivos de la ingeniería genética. Este descubrimiento representó el origen de esta disciplina y esas ideas marcaron y siguen imprimiendo el pensamiento científico sobre qué es la vida, de dónde procede y cómo se controla.

#### **I.2.4 Los escritos para la posteridad.**

Se crearon editores y un conjunto de laboratorios dedicados a practicar la nueva biología, como mecanismos para legitimar los intereses académicos, de la misma forma, la información fue elaborada por los propios héroes, maestros y amigos.

Se cita el homenaje en vida a Max Delbrück en 1966. Su discípulo James Watson escribió su biografía muy tempranamente, "The Double Helix". A personal Account, en 1968. El estilo literario provocó la protesta de varios colegas, amigos y enemigos. Las respuestas a la publicación se divulgaron como obras autobiográficas, de Edwin Chargaff, François Jacob, Salvador Luria, Arthur Kornberg, y Hans Krebs con Anne Martin.

Watson y Crick, propusieron una estructura para el ADN en un modelo convincente, se apropiaron de lo que ya se conocía sobre la biología de la regulación genética y la química de los componentes de los nucleótidos de ADN.

Sir Williams Lawrence Bragg, el jefe del laboratorio de Cavendish donde Watson y el Crick hicieron a su trabajo y un competidor serio de Linus Pauling, el principal químico estructural del mundo y favorito para solucionar la estructura de la DNA; su hijo Peter Pauling, compañero de Watson y de Crick. Maurice Wilkins y Rosalind Franklin, del laboratorio King College; todos produjeron evidencia crítica.

La demostración de Chargaff que las bases nitrogenadas se apareaban G≡C y A=T, los experimentos de Avery, McCarty, y MacLeod en 1944 con bacterias, los de Martha Chase y Hershey con el bacteriófago, habían demostrado qué era el ADN, dónde se encontraba y que la molécula de la

herencia era ácido nucléico y no proteína. Estos experimentos proporcionaron la evidencia para la interpretación de los datos de la autorradiografía de cristalografía de rayos X de Rosalind Franklin. Cuando se recapitula que Watson y Crick "descubrieron el ADN", hay inconformidad sobre la autenticidad de ese trabajo y el papel de los autores en dicho descubrimiento, por lo que son repudiados.

John Kendrew, autonombrado biólogo molecular, produjo un conjunto de ideas sobre lo que era la biología molecular, alcanzó a los primeros historiadores de esta ciencia cuando surgieron las técnicas de ADN recombinante y el tubo de ensayo apareció fabricando vida por mecanismos artificiales.

Robert Olby, en 1974 publicó "The Path to Double Helix", publicó un trabajo de reconstrucción histórica de las evidencias científicas acumuladas hasta 1953, con datos que fueron útiles en la elucidación de la estructura de la doble hélice, hace justicia a los que Watson trató injustamente.

Anne Sayre, (1975) escribió "Rosalind Franklin and DNA". Refiere datos obtenidos por Rosalind Franklin por autorradiografía de rayos X cuya información fue utilizada por Watson, quien se empeñó en mostrar una imagen degradada de la cristalógrafa y desacreditó sus datos, transmitió una idea sexista que fomentaba los prejuicios de género.

Horace Freeland Judson, escribió "The Eight Day of Creation": The Makers of a Revolution in the Biology, en 1979, donde documenta referencias personales y la elucidación de la estructura del ADN [Judson,1996].

Estos recuentos no se aíslan del campo que siguió a las enzimas de restricción empleadas por los pioneros en ingeniería genética, en los 70. Peter Loban y Paul Berg introdujeron fragmentos de ADN identificado y previamente añadido a un virus, dentro de una bacteria, con la consecuente controversia sobre el efecto de esta tecnología.

Watson y John Tooze (1981), publicaron los experimentos de ingeniería genética en "The DNA Store. A Documentary History of Gene Cloning". Michel Morange, discípulo de Jacob, describió en "Histoire de la biologie moléculaire" (1994) los contenidos científicos, hasta los oncogenes y explica la reacción en cadena de la polimerasa (PCR) Mullis K, (1980).

Pnina Abir-Am, criticó la heroización de la biología molecular, los estereotipos de los años 70 y el papel de la Fundación Rockefeller, así como la otra percepción sobre la glorificación de la revolución biológica. Expone sobre el grupo bioteórico británico, el bioquímico Joseph Needham, el embriólogo Conrad Waddington, el cristalógrafo de rayos X John D. Bernal y la matemática Dorothy Wrinch, que investigaron el fenómeno de la vida con una actitud distinta a la de los años 30. Caracterizó los estudios de las estructuras de las proteínas o virus que no fueron subvencionados. Los héroes olvidados recuperaron el protagonismo como Edwin Chargaff, disciplinas desatendidas como la bioquímica vuelven a la luz, la legitimación académica muestra quiénes y por qué mecanismos obtuvieron subvenciones.

Lilly Kay, introduce a los científicos y a los organismos subvencionadores en el medio social del primer tercio del siglo XX, destinadas a suavizar los conflictos. Debate la idea de otro estereotipo



de la producción del conocimiento científico, Los avances de la ingeniería genética siguen los pasos naturales que van de la teoría a la experimentación, de la investigación pura a la aplicada. La Dra. Kay explica el nacimiento de la biología molecular como un proceso de formación acordada por entidades financiadoras y elites académicas reforzadas mutuamente, situados en un medio social productor de intereses científicos y socioculturales de las entidades filantrópicas desde 1939 y hasta 1953.

Otros eventos contribuyeron decisivamente al desarrollo de la biología molecular como ciencia. En el año 1866 Mendel publicó los experimentos de los principios de segregación independiente de los genes. En 1869 el Frederick Miescher descubrió en el núcleo celular y la sustancia de carácter ácido que llamó nucleína. En 1920, Robert Feulgen, descubrió que el ADN estaba situado en los cromosomas. Barbara McClintock descubre los transposones en el maíz. Hershey y M. Chase en 1952 prueban que la información genética de los fagos y de todos los organismos es el ADN. Un año más tarde James Watson y Francis Crick propusieron la estructura de doble hélice del ADN. En 1956 Joe Hin Tjio y Albert Levan establecen en 46 el número de cromosomas en los humanos. El experimento de Meselson-Stahl, en 1958 demostró que el ADN se replica de modo semiconservativo y en 1961, se supo que el código genético se ordena por tripletes. En 1964 Howard Temin muestra, utilizando virus de ARN, que la dirección de transcripción ADN-ARN se puede revertir, rompiendo el dogma central de la biología molecular. En 1970 se descubrieron las enzimas de restricción una herramienta que permitió cortar y pegar fragmentos de ADN. Dos años más tarde Walter Fiers y su grupo, determinaron la secuencia de un gen y en 1976, determinan la secuencia completa del ARN del bacteriófago MS2. En 1977 Fred Sanger, Walter Gilbert y Allan Maxam, obtuvieron la primera secuenciación del ADN. En 1983 Kary Banks Mullis descubre la reacción en cadena de la polimerasa. Francis Collins y Lap-Chee Tsui, en 1989 secuencian el primer gen humano. En 1995 se secuenció por primera vez el genoma de un organismo vivo, *Haemophilus influenzae* y un año más tarde se obtuvo la primera secuencia de un genoma eucariota unicelular *Saccharomyces cerevisiae*. En 1998 se secuenció el primer genoma de un eucariota multicelular: *Caenorhabditis elegans*. Las primeras secuencias del genoma humano, se tuvieron en 2001, y en 2003 se publicó la primera secuenciación completa del genoma humano con un 99.99% de fidelidad.

La educación en biología molecular, quedó inmersa como un sistema social, vinculada a las ciencias y las tecnologías modernas, entonces, se ha configurado una educación, en la que este proceso tiene su propia trayectoria, con sus lenguajes, sus creencias, su cultura, sus símbolos, sus visiones privativas al campo, de sus formas de concebir y de aprender la realidad, que se manifiesta en las formas en que construyen los prototipos de individuos deseables.

## II. PREMISAS PARA LA PROPUESTA EDUCATIVA

---

### INTRODUCCIÓN

En este capítulo se exponen las inferencias que sustentan la propuesta de enseñanza con una tendencia constructivista. El enfoque constructivista se orienta hacia el aprendizaje reflexivo y creativo, induce a investigación fuera del aula para el logro de una construcción independiente del conocimiento, cuyo aprendizaje favorecerá a la vez la resolución de problemas a partir del conocimiento metacognitivo desarrollado de forma autónoma por los alumnos.

#### II.1 Justificación

La Educación Media Superior se ubica en el nivel intermedio del sistema educativo nacional. Su primer antecedente formal lo constituye la Escuela Nacional Preparatoria (ENP) creada en 1867, como un vínculo entre la educación básica y la superior [UNAM en el tiempo]. La Escuela Nacional Preparatoria, es uno de los dos bachilleratos pertenecientes a la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM).

Este trabajo fue realizado para la asignatura de Biología V (B-V), la cual pertenece al Tercer año de la Educación Media Superior en la Escuela Nacional Preparatoria. La materia se encuentra ubicada en un espacio específico de uno de los tres años de la estructura curricular, que permite ampliar y profundizar el desarrollo de algunas competencias específicas atendiendo las motivaciones vocacionales de los alumnos.

Durante los últimos años se han incorporado al discurso de la educación otros conceptos, la instrucción y la alfabetización. Uno de estos conceptos es la propuesta de aprender a ser, que surgió como una alternativa a dicho discurso dominante, fuertemente articulado de las maneras diferentes durante el inicio de los años 1970s propuesto por Edgar Faure (1973). Otros conceptos más actuales son los de sociedad de la información [Bell, D. 2001] y sociedad del conocimiento [Drucker, P.F. 1969; Mansell, 1998 y Stehr, N. 1986] que se han integrado a la nueva cultura, incrementando la complejidad profesional e intelectual, renovando el pensamiento y la cultura en los ámbitos científicos y técnicos.

La situación que caracteriza a la sociedad actual, es la acumulación cognitiva y organizativa en forma acelerada para incorporar a la memoria humana el saber adecuado y ampliar la inteligencia.

Para desarrollar determinadas competencias y las habilidades a través de los contenidos de las diferentes asignaturas, en los planes de estudios de la Escuela Nacional Preparatoria se proponen líneas curriculares conocidas como "áreas", siendo el área II, de las Ciencias Biológicas y de la Salud, la que incluye la asignatura de Biología V. Esta asignatura en el tercer año dentro del espacio curricular atiende a la diferenciación ofreciendo distintas orientaciones. Es un curso de carácter obligatorio para las orientaciones del área II.

El diseño curricular de tercer año, intenta canalizar los diversos intereses de los estudiantes con una finalidad formativa, orientando hacia un conjunto de conocimientos específicos, brindando un cuerpo de conocimientos social, científicamente significativo, favoreciendo la integración, atendiendo a la diversidad de intereses y desplegar de las diferentes inteligencias.

En la Educación Media Superior se conocen diferentes problemas que conducen al fracaso escolar, entendiendo el fracaso escolar como las circunstancias en las que los estudiantes de Educación Media Superior no alcanzan los objetivos de formación deseable, ni el nivel requerido por los estándares establecidos por las instituciones de educación media y superior. En estos casos los estudiantes que no lograron asimilar determinados conocimientos o desarrollar determinadas capacidades, competencias, habilidades, actitudes, y valores, exigidas en los planes de estudios, la misión y en el perfil de egreso señalado en la curricula escolar.

Existen problemas como son el bajo nivel académico con el que los alumnos ingresan a los estudios de Biología V y de pregrado, los bajos porcentajes en los niveles de aprobación, de egreso y de eficiencia terminal [Fernández *et al.*, 2006; González, 2000; Guevara Niebla, 1999; Camarena, 1989]. Las acciones de la educación se dirigen a aumentar la cobertura, abatir reprobación y deserción, así como atender las deficiencias en las capacidades de los alumnos para aprender de forma autónoma o independiente, falta de compromiso y motivación para el aprendizaje [www.unameneltiempo]. Por otra parte, la falta de apoyos institucionales en la infraestructura que estén acordes con las exigencias actuales del conocimiento, hacen necesario optimizar la enseñanza y las estrategias de aprendizaje.

La formación de las nuevas generaciones con una visión del papel social de la ciencia y la tecnología, implica la renovación de los sistemas educativos con el fin de que los jóvenes desarrollen la motivación y las capacidades que les permitan participar responsable y críticamente en las decisiones que orientan el desarrollo de la ciencia y la tecnología.

Los conocimientos científicos y tecnológicos producidos modifican la forma de vida, las costumbres y, en general, el mundo circundante. Las repercusiones que estos avances tienen en la actualidad desde el punto de vista filosófico, económico, cultural, e histórico, le imprimen mayor responsabilidad al proceso educativo; esta es la concepción clásica de las relaciones entre la ciencia y la tecnología.

En el ámbito educativo los enfoques de la Ciencia, Tecnología y Sociedad (CTS) resaltan que el conocimiento científico no es un conocimiento neutro ni en su esencia ni en sus aplicaciones. El conocimiento científico, tiene implicaciones sociales y políticas importantes. Esta perspectiva filosófica permitió la construcción de una propuesta didáctica con múltiples variables que en general se la conoce como Enfoques Ciencia Tecnología y Sociedad [Vilches y Furió, 1999].

Por una parte, la alfabetización científica y tecnológica de todos los ciudadanos, es un punto clave en la enseñanza de las ciencias y que motiva a los expertos en educación científica [Aikenhead, 2002 y Bybee, 1997]. Las políticas también promueven la participación pública en las decisiones

sobre ciencia y tecnología, asumiendo la existencia de alumnos con actitudes y capacidades para esa participación democrática [Aikenhead, 2002, Martín-Gordillo, 2003].

El estudio de la biología, como disciplina, está presente en el currículum del bachillerato, en un contexto teórico, metodológico y actitudinal a partir de los cuales esta materia ha de contribuir a que los alumnos adquieran capacidades relacionadas tanto con la adquisición de los conocimientos científicos como con la comprensión de la naturaleza de la ciencia y con las habilidades propias de la investigación científica.

Dar a entender esa complejidad es un desafío docente y científico, dado que un organismo viviente es un sistema en evolución y compuesto de un gran número de redes moleculares complejas. La Biología se está transformando desde una ciencia de límites bien definidos hacia un conjunto heterogéneo de herramientas, métodos y objetivos que se hibridan con muchas otras ciencias o disciplinas, incluso sociales.

En este sentido la aspiración docente se dirige hacia el currículum del curso de Biología V en la Escuela Nacional Preparatoria, que está fuertemente influenciado por los avances de los conocimientos de la biología molecular, como una disciplina científica, quedando a cargo del docente realizar el énfasis en distintas temáticas y/o actividades acordes con la orientación, realizando la contextualización respectiva.

Con la finalidad de orientar la toma de decisiones, en esta propuesta se hacen algunas sugerencias de cómo abordar los temas del programa vinculados con la biología molecular de forma diferencial, intentando guiar al profesor acerca de la profundidad con que se pueden tratar.

Para este trabajo se seleccionaron los temas relacionados con la enseñanza de la biología molecular que se ubican en la Primera y la Tercera Unidades del programa de estudios de Biología V.

En la primera unidad se revisan las moléculas orgánicas en relación con la estructura de los seres vivos. En la tercera unidad se analiza la genética molecular, en la expresión de la información contenida en el ADN, los procesos de replicación, transcripción y traducción de la información genética como parte del proceso de regulación, continuidad y autopropagación. Esta unidad circunscribe dentro de la expresión génica y su regulación, las alteraciones en el ADN (mutaciones), sus consecuencias en la síntesis de proteínas y repercusiones en la estructura y función de los seres vivos, especialmente en el humano.

Adicionalmente, se busca que los temas de esta unidad se relacionen con los conocimientos adquiridos en el curso previo de Biología IV y en los temas o unidades anteriores. Así los alumnos tendrán una visión integral de los procesos biológicos para estructurar un cuerpo de contenidos científicos que les permita ejercer un aprendizaje responsable para que se desarrollen los objetivos en Biología V.

La biología molecular estudia las moléculas y los mecanismos macromoleculares encontrados en los seres vivos, la naturaleza molecular del gen y los mecanismos de reproducción del mismo, las

mutaciones y la expresión genética, teniendo en cuenta la importancia fundamental de estos mecanismos en la estructura y función de las células y de los organismos.

En la escala molecular, los procesos ocurren en pequeña escala, la correspondiente a los átomos y moléculas. En este extremo, la biología se entiende claramente como una ciencia de la información que, cada vez más, utiliza métodos y herramientas propios de las tecnologías de la información.

La Biología Molecular es una ciencia donde uno de los objetivos fundamentales es la comprensión de todos los procesos celulares, que contribuyen a que la información genética se transmita eficientemente y se exprese en los nuevos individuos. Este conocimiento ha permitido cruzar barreras naturales entre especies y colocar genes de cualquier organismo, en un organismo hospedador no relacionado mediante el empleo de técnicas de ingeniería genética.

Este trabajo aborda las temáticas referentes a la biología molecular en relación con la estructura química y atómica, el enlace químico entre estos polímeros, las biomoléculas y las macromoléculas, desde la información biomolecular y bioestructural, partiendo de un nivel atómico, pasando por el molecular hasta llegar al macromolecular para estructurar un cuerpo de contenidos científicos para poder ejercer un aprendizaje autónomo.

Aunque con esta propuesta no se pretende resolver todas las problemáticas y heterogeneidades en la educación en la Escuela Nacional Preparatoria, entonces, dentro del marco constructivista de la educación y para que se comprendan mejor los temas, la presente propuesta es una alternativa para acercarse a la búsqueda de modificaciones al alcance del docente y apoyado por el sistema de la Escuela Nacional Preparatoria para optimizar la práctica docente que coadyuve en el mejoramiento del aprendizaje.

Esta propuesta es una aproximación más objetiva y pragmática para la enseñanza-aprendizaje, que habilita al alumno para analizar posibilidades y tomar posturas fundamentadas en el conocimiento biológico.

## **II.2 HIPÓTESIS**

---

La estructuración apropiada de los cursos de biología desde una perspectiva molecular y la aplicación de estrategias de enseñanza-aprendizaje adecuadas al enfoque constructivista mejora el aprendizaje de la biología y la resolución de problemas.

## **II.3 OBJETIVOS**

---

### **II.3.1 Objetivo general**

Presentar una propuesta con las aproximaciones didácticas y psicopedagógicas, a partir de las cuales se optimice el ejercicio docente en la enseñanza de la biología con una visión molecular que cumpla las finalidades educativas del curso de Biología V.

### **II.3.2 Objetivos particulares**

1. Proponer estrategias para la inclusión de algunos aspectos complejos involucrados en el proceso de enseñanza aprendizaje de la biología molecular en el marco del programa de estudios para Biología V en el sistema educativo de la Escuela Nacional Preparatoria.
2. Vincular las estrategias en un método de enseñanza con enfoque constructivista para incorporar los contenidos de biología molecular con los conocimientos básicos necesarios para la formación como alumnos en el curso de Biología V, que sea consecuente con las necesidades de la educación media superior.

## II.4 FUNDAMENTACIÓN ACADÉMICA

---

El conocimiento del funcionamiento de los sistemas vivos se ha acrecentado en los últimos 150 años. En este marco, el crecimiento de la biología ha evolucionado de la forma descriptiva a una forma analítica. El aprendizaje de la biología como ciencia se considera uno de los aspectos centrales de la educación básica y la escuela ha concentrado sus esfuerzos en seguir los temas de bioquímica, biología molecular y biología celular con la finalidad de dotar a los estudiantes con las destrezas, herramientas y competencias.

El bachillerato es una etapa educativa que, salvo en los casos de formación de adultos, va dirigida a jóvenes con un grado de pensamiento abstracto y formal, que deben consolidar y alcanzar un desarrollo pleno durante el mismo. Para contribuir a ello, así como para conseguir las finalidades educativas, se busca asegurar la conexión necesaria entre las diferentes materias en que se articula el Bachillerato. Relacionar los contenidos de las diferentes materias, con el fin de proporcionar una visión global de la realidad; favorecer un modo de pensamiento y de trabajo basados en el método científico.

Desarrollar los contenidos con un lenguaje preciso y de forma progresiva de manera que los alumnos dispongan de las bases necesarias para incrementar gradualmente sus conocimientos. Despertar el interés por los temas tratados, resaltando su importancia, aplicaciones y relacionándolos con situaciones cotidianas. Fomentar la participación activa en su propio aprendizaje, estimulando el trabajo personal y en equipo, mediante la proposición de numerosas actividades. Potenciar las técnicas de indagación e investigación, generales y propias de la materia, que favorezcan la adquisición de habilidades prácticas.

Las formas de estudio y aprendizaje, se han transformado sucesivamente a través del tiempo, estas modificaciones se han originado con los procesos de cambio que experimenta la sociedad humana, el avance en el conocimiento científico y de las nuevas herramientas tecnológicas que se pueden aplicar a la educación.

Cabe preguntar ¿por qué hay un interés creciente en la bioquímica y la biología molecular? ¿Se considera que el futuro en Ciencias Biológicas es la educación molecular? El panorama cambiante en bioquímica y en biología molecular representa grandes desafíos para el futuro de los estudiantes e igualmente para los educadores. El aumento exponencial del conocimiento en biología molecular y las ciencias relacionadas como la biotecnología, genómica, proteómica e bioinformática, la fusión de la biología con otros campos como la química, la física, las matemáticas y sus relaciones estrechas con otras ciencias sociales, son tópicos del trabajo científico y docente en la actualidad.

A los problemas adicionales en la enseñanza de la biología en la Educación Media Superior delimitados en el capítulo previo, y a las preguntas anteriores, se incorporan estos juicios y surgen nuevas preguntas ¿Esta perspectiva de la biología molecular indica que se necesita volver a pensar cómo se debe preparar a los estudiantes de la ciencia para el futuro? ¿Qué se necesita cambiar, y cómo se requiere cambiar? ¿Quién lo va a llevar a cabo?

Para abordar los contenidos del curso se requiere una perspectiva molecular que permita dar explicaciones razonables de los procesos celulares incluidos en el programa de la ENP esto motivó el interés por desarrollar una propuesta con las aproximaciones didácticas y psicopedagógicas, a partir de las cuales se optimice el ejercicio docente en la enseñanza de la biología con una visión molecular que cumpla las finalidades educativas del curso de Biología V para el Bachillerato en la Escuela Nacional Preparatoria.

La práctica docente conduce a un cuestionamiento para tratar de comprender ¿cuáles son las causas que repercuten en el desempeño académico de los alumnos?, saber ¿por qué, si el docente se esmera en preparar una clase, en diseñar una experiencia de laboratorio, los alumnos no responden como el docente espera?, ¿Por qué los alumnos no llegan a comprender los procesos celulares a nivel molecular? ¿Qué factores impiden que los alumnos correlacionen lo que saben o aprendieron en teoría con lo que realizan en el laboratorio? ¿Cómo llegar a inducir la comprensión de lo que se observa en la realidad macroscópica con el conocimiento no visible a nivel molecular? ¿Cómo elegir y regular el aprendizaje? ¿Cómo dosificar la cascada de información? ¿Qué es necesario hacer en el aula para que el alumno llegue a la comprensión de los procesos celulares a nivel molecular? Estas preguntas fueron influencias determinantes para la realización de este estudio.

Para tratar de resolver los cuestionamientos y cumplir con los lineamientos enunciados se propone una estrategia de trabajo que considera cada uno de los componentes anteriores. Se requiere un proceso de selección de contenidos y de delimitación de los esquemas conceptuales, de los procedimientos científicos, de las actitudes y los valores. En el análisis didáctico hay que ahondar en las ideas alternativas de los alumnos, analizar las exigencias cognitivas de los contenidos y delimitar las implicaciones para la enseñanza.

Por otro lado, se fomenta el establecimiento de diferencias en el mundo de la ciencia, se busca el conocimiento de la semiótica científica, la vinculación con la sociedad del conocimiento, con la tecnología y la sociedad. Dentro de este argumento, se puede inducir al alumno a reflexionar sobre algunos factores que influyen en el contexto social, el cual constituye un poderoso conjunto de fuerzas que intervienen en la educación y el aprendizaje de la biología, como los argumentos de la ética, la justicia social, las libertades, los elementos de control social y de los responsables de hacer posible los eventos educativos.



## II.5 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

---

Para incluir todas las necesidades de la educación para la enseñanza de la biología, se ha buscado el perfeccionamiento constante del proceso de enseñanza aprendizaje que exigen los programas de bachillerato y de la propia asignatura de Biología V. Sin embargo, la práctica docente muestra que existe poco progreso en el nivel académico de los alumnos debido a las dificultades inherentes de los temas biológicos y en especial al aprendizaje a nivel molecular, porque es abstracto y requiere de representaciones simbólicas. Estas dificultades exigen una aproximación directa al perfeccionamiento de la práctica docente.

La investigación en didáctica de las ciencias ha identificado diversas dificultades en los procesos de aprendizaje de las ciencias. Entre estas dificultades se reportan, la estructura lógica de los contenidos conceptuales, el nivel de exigencia formal de los mismos y la influencia de los conocimientos previos o preconcepciones del alumno [Campanario y Moya, 1999].

Los problemas generales y dificultades en el aprendizaje de las ciencias experimentales y los particulares de la Biología, que tienen que ver con su propia naturaleza y la complejidad del conocimiento biológico: para la adecuada comprensión de los fenómenos biológicos se deben asumir y manejar diversos conceptos científicos e incluso las interacciones entre ellos [Escámez PAM. 2010].

La situación general de la enseñanza de la biología y las ciencias esboza que hay algunas deficiencias a nivel de Educación Media Superior como son la persistencia de la confusión sobre sus fines y orientaciones, lo que se suma a la incertidumbre, en el plano curricular, en relación a sus objetivos y programas, sus contenidos y sus métodos. [Programa MADEMS, 2003].

En la biología como materia científica surge como idea central la conveniencia de realizar trabajos prácticos para romper con una enseñanza puramente teórica y estimular a los estudiantes hacia la selección de estudios científicos, los cuales han disminuido drásticamente en la demanda de participación en carreras científicas [Domínguez y Pérez, 1993].

El trabajo experimental y científico constituye una intuición básica de la generalidad en la enseñanza, se contempla el paso a una enseñanza de las ciencias eminentemente experimental, dificultada en los laboratorios curriculares por la falta de instalaciones y material adecuado, un excesivo número de alumnos y el carácter enciclopédico de los currícula. Se reconoce que las edades de los alumnos los ubican como adolescentes, una época de grandes cambios, entonces, interesarlos en el trabajo científico experimental es importante, pero también prepararlo en las opciones técnicas y la formación individual en caso de que no continúen en la educación superior [Alcántara y Zorrilla, 2010].

La biología como ciencia en el curso de biología V, se centra especialmente en los niveles moleculares y celulares, buscando la explicación científica de los fenómenos biológicos en términos más bioquímicos, sin perder de vista un enfoque de integración y evolución de los sistemas vivos. Todos ellos en torno de los descubrimientos científicos alcanzados en los últimos tiempos, y las evidencias científicas en las que se ha progresado de manera importante. De ahí, los grandes

subtemas de esta materia se ubican en el contexto principal de la Bioquímica, la Biología Molecular, Biología y Fisiología Celular, Genética Mendeliana y Molecular; y la Biotecnología.

Al mismo tiempo, la profundización progresiva en la biología molecular permitirá la comprensión más precisa y adecuada de la realidad, capacitándolo para conseguir dichas finalidades educativas de forma equilibrada, de manera que, al finalizar esta etapa educativa, sean capaces de proseguir estudios superiores o de incorporarse a la vida activa, como ciudadanos plenamente conscientes y responsables de sus derechos y sus deberes.

Las nuevas técnicas derivadas de la investigación, especialmente en biología molecular y biología celular, dieron lugar a la utilización industrial de microorganismos con aplicaciones que van desde la producción de vacunas recombinantes hasta la producción de nuevos medicamentos. De este modo, las ciencias de la vida se consideran como una de las tecnologías más prometedoras de los tiempos actuales. La última revolución tecnológica, la ingeniería genética, supone un salto cualitativo en el mundo de la ciencia.

La secuenciación completa del genoma humano, dentro del marco Proyecto Genoma Humano (HUGO), logró la identificación del contenido genético del hombre, organismos vegetales, animales, microorganismos y virus ha dado lugar una nueva era, la era postgenómica. La era postgenómica coincide con era de la información, ambas constituyen un hecho de gran trascendencia histórica y tecnológica que permitió descifrar la posición y la función de muchos genes para poder entender las diversas patología e intentar una estrategia de cambiar la historia natural de las enfermedades, mediante manipulación génica de muchas de las patologías que afectan al hombre y a los organismos de su entorno.

En la actualidad no se cuestiona el potencial científico de la biología molecular. La biología molecular moderna se configura como una ciencia multidisciplinar que engloba muchas ciencias. No obstante, uno de los problemas con los que se enfrenta la biología molecular y su tecnología es el cuestionamiento ético en cuanto a la experimentación con humanos

La biotecnología adquirió una importancia sobresaliente por el uso de técnicas y del conocimiento generado a razón del progreso de la biología molecular, ya que como primogénita de la biología molecular adquirió mucho progreso, fuerza e importancia en función de los conocimientos básicos y de las aplicaciones que los nuevos descubrimientos.

Es de interés primordial dirigir la enseñanza hacia el desarrollo armónico de las facultades de los alumnos individuos con una educación integral, que tengan formación disciplinar intelectual, que lo dote de un espíritu científico, de una cultura general dentro de una escala de valores y estructure una conciencia cívica que le defina sus deberes con su familia, frente a su país y frente a la humanidad y finalmente que disponga de una preparación especial para abordar una determinada carrera profesional [Programa MADEMS, 2003].

¿La enseñanza de la biología con una visión molecular cumplirá las finalidades educativas del curso de Biología V para el Bachillerato en la Escuela Nacional Preparatoria?

### III. FUNDAMENTOS TEÓRICOS EN LA EDUCACIÓN

---

#### INTRODUCCIÓN

En este capítulo se presentan algunos de los aspectos que caracterizan a la educación actual y se presentan las corrientes psicopedagógicas de la educación que influenciaron el despliegue del enfoque constructivista en el cual se apoyó esta propuesta educativa.

#### III.1 El constructivismo en la educación.

La enseñanza es la actividad formativa, sociocomunicativa e intencional que realiza el profesorado con los alumnos y de éstos entre sí, a fin de estimular y lograr procesos de aprendizaje que promuevan el pensamiento riguroso, capacidades y asimilación de la cultura, así como la toma de decisiones racionales y empáticas, mediante la cual se propicia la profesionalización docente y la formación integral del alumnado.

Los planes, los programas, las estrategias docentes y las estrategias de aprendizaje, se han transformado sucesivamente a través del tiempo, estas modificaciones han surgido de los procesos de cambio que experimenta la educación, la sociedad humana, del avance en el conocimiento científico y de las nuevas herramientas tecnológicas que se pueden aplicar a la educación.

Existen diversos enfoques teóricos del aprendizaje que aportan elementos significativos al objeto de estudio autónomo o independiente. Se considera el enfoque constructivista como un modelo del conocimiento y el aprendizaje que describe el saber y como se llega a él, por ello toda la experiencia educativa, los procesos involucrados en la educación, y los problemas de enseñanza-aprendizaje, en la actualidad se afrontan con este enfoque.

"Una visión constructivista del aprendizaje, cuya idea central parte de que el sujeto construye el conocimiento mediante la interacción que sostiene con el medio social y físico, sin excluir por ello, las ideas básicas de eficacia, entendida como el logro de las metas deseadas y el control del proceso, aunque el énfasis esté ahora puesto en el autocontrol del propio sujeto que aprende" [Bosco, 2003].

El enfoque constructivista integra las investigaciones en los diferentes aspectos de la enseñanza y aprendizaje de las ciencias, las aportaciones procedentes del campo de la epistemología, psicología del aprendizaje, etc. De este modo, las propuestas constructivistas se han convertido en el eje de una transformación fundamentada de la enseñanza de las ciencias

Desde esta perspectiva se han desarrollado diversos postulados teóricos, entre los cuales destacan la visión intelectual y endógena [Piaget, 1973]; la asimilación y el aprendizaje significativo [Ausubel, 1976]; el enfoque sociohistórico [Vigotsky, 1973]; la categorización [Bruner 2000], el procesamiento de la información [Gagné, 1977] y la propuesta sociocultural [Novak, 1978]. Aunque

estos autores tienen enfoques teóricos distintos, comparten el principio de la importancia de la actividad constructiva del alumno en el aprendizaje.

**III.1.1 Piaget** (1973), plantea que el aprendizaje es un proceso de adquisición en el intercambio con el medio, regulado; inicialmente por factores genéticos y posteriormente por la estructura cognitiva que es el mecanismo regulador al cual se subordina la influencia del medio. Los movimientos que explican este proceso son la asimilación, que integra la adquisición de conocimiento nuevo, al anteriormente construido, y la acomodación que implica una reformulación y elaboración de estructuras nuevas, como consecuencia de la incorporación de las anteriores.

Para Piaget, son cuatro los factores que intervienen para el desarrollo de las estructuras cognitivas en la "regulación del aprendizaje": maduración, experiencia física, interacción social y equilibrio.

En este sentido, es importante destacar siete principios que engloban esta perspectiva teórica:

1. El proceso constructivo y dialéctico del individuo
2. La importancia que tiene la actividad del alumno a partir de un nivel sensoriomotor de discriminación y manipulación de objetos, hasta las operaciones formales complejas para las habilidades cognitivas.
3. El papel del lenguaje para la construcción de operaciones intelectuales complejas.
4. La relevancia del "conflicto cognitivo" para el alumno, que implica la discrepancia entre sus esquemas y la realidad o representaciones subjetivas de la realidad elaboradas por los demás.
5. La importancia de la cooperación para las estructuras cognitivas, lo cual implica el intercambio de ideas, puntos de vista, etc.
6. La vinculación entre desarrollo y aprendizaje, que implica la integración de esquemas y estructuras cognitivas.
7. La motivación siempre va a estar ligada a la estructura cognoscitiva [Pérez, 1992.]

**III.1.2 Ausubel** (1976), Retoma los aspectos cognitivos de la teoría de Piaget, que conduce a plantear la teoría del "aprendizaje significativo". Se distingue de otros autores por destacar el hecho que el aprendizaje debe construirse a partir de las relaciones sistemáticas que se establezcan entre los conocimientos previos y los nuevos.

Las dimensiones que Ausubel distingue de la relevancia de un material de aprendizaje son: la significatividad lógica y psicológica: La primera es la coherencia en la estructura interna del material, secuencia lógica de los procesos y consecuencia en las relaciones entre sus componentes. La segunda, requiere que los contenidos sean comprensibles desde la estructura cognitiva que posee el sujeto que aprende.

La potencialidad significativa de un material es la primera condición para que se produzca el aprendizaje significativo. El segundo requisito es la disposición positiva del individuo respecto al aprendizaje, que incluye los componentes motivacional, emocional, y actitudinal, presentes en todo aprendizaje de nivel superior.

Respecto al producto del aprendizaje señala que éste va desde el aprendizaje memorístico repetitivo basado en puras asociaciones, hasta el aprendizaje significativo y que la estructura

cognitiva de cada sujeto manifiesta una organización jerárquica y lógica en la que, cada concepto ocupa un lugar en función de su nivel de abstracción, generalidad y capacidad de producir otros conceptos. De esta forma se organiza y estructura el conocimiento previo de manera significativa.

**III.1.3 Vigotzky, (1973)**, como uno de los principales representantes de la escuela soviética, planteó que el aprendizaje está en función de la comunicación y del desarrollo por lo cual, para entender cualquier fenómeno de aprendizaje, el nivel alcanzado dependerá de las experiencias previas [Vigostsky, 1979].

Con base en los postulados de la psicología sociocultural, supone que el mecanismo central del aprendizaje es la transferencia de responsabilidad, que implica el grado de compromiso para el logro de metas, donde el potencial de aprendizaje del educando, puede explorarse desde la llamada "zona de desarrollo próximo" (ZDP). Este concepto es fundamental para entender el papel del profesor y la naturaleza interpersonal del aprendizaje. La zona de desarrollo próximo posee un límite inferior, dado por el nivel de ejecución que logra el alumno trabajando de forma independiente, sin ayuda, mientras que por otro lado existe, un límite superior, al que el alumno puede acceder con la ayuda de un docente, o compañero más avanzado.

Dependerá de la habilidad del docente de adaptar este proceso a las necesidades cambiantes de los alumnos, quienes deben a su vez, adoptar de igual manera una actitud imitativa y reflexiva, basado en la construcción de los nuevos conocimientos, integrándolos con los recientemente adquiridos.

**III.1.4 Bruner, (1972)**. Como uno de los precursores de los estudios sobre estrategias cognitivas privilegia la práctica y la reflexión psicológica y pedagógica. Él distingue la formación de conceptos de su propio objeto de estudio, al que denominó "la obtención de conceptos". La formación de conceptos es un acto inventivo en virtud del cual se construyen clases o categorías, mientras que la obtención de conceptos supone la búsqueda de los atributos que distinguen a los seres que son ejemplares de la clase que se quiere diferenciar.

Al describir los pasos que sigue cada persona para obtener un concepto, Bruner parte de las conocidas hipótesis de la lógica formal que presuponen una serie de atributos externos e indicios, así como valores de dichos atributos en cada objeto o fenómeno. Partiendo de lo anterior, introduce dos ideas muy valiosas:

1. Considera que, ante cada atributo, la persona realiza una predicción tentativa o decisión acerca de si éste posee o no una propiedad dada.
2. Esto le permite formular, como paso posterior a la obtención del concepto, la estrategia que para esto se sigue.

Define las estrategias como la secuencia de decisiones que una persona realiza en su camino hacia la obtención del concepto que sería la solución del problema. Éstas cumplen los objetivos de alcanzar el máximo de información, mantener el esfuerzo cognoscitivo dentro de los límites apropiados por el sujeto, y regular el riesgo de fracaso. El modo simbólico no sólo es compartido por

una comunidad, sino conservado, elaborado y pasado a generaciones sucesivas que, a través de esta transmisión, continúan manteniendo la identidad y forma de vida de la cultura." [Bruner, 1997:21]

**III.1.5 Gagné**, (1977). La teoría del aprendizaje de Gagné se clasifica como ecléctica, incluye elementos cognitivos y conductuales, integrados con la teoría cognitiva de Piaget y el aprendizaje social de Bandura, todos explicados en forma sistemática y organizada bajo el modelo de procesamiento de información.

El modelo y sus procesos, se explican como el ingreso de información a un sistema estructurado donde la información se modifica y reorganiza al pasar por algunas estructuras hipotéticas y, el resultado del procesamiento de esa información produce la emisión de una respuesta.

**III.1.6 Novak**, (1978), sostiene que el pensamiento racional se basa en la estructura conceptual que un individuo adquiere, que la educación no debería centrarse en el aprendizaje de conceptos, sino en estrategias de solución de problemas, el perfeccionamiento de aspectos como creatividad.

Los conceptos vistos como guías de la observación, investigación y de la intuición personal en la generación de nuevos conceptos. La habilidad analítica, es una variable significativa que influencia el aprendizaje nuevo para comprender cómo el aprendizaje de conceptos conduce a mejorar la habilidad analítica y facilitar la resolución de problemas. La disponibilidad de "conceptos relevantes" en la estructura cognitiva podía explicar el éxito en la solución de problemas y la facilitación de nuevos aprendizajes. [Novak, 1982; Gowin, 1981].

El conocimiento que se tiene acerca de un tema consiste en una construcción de conceptos del área en un sistema coherente y ordenado, estos conceptos están unidos formando proposiciones que caracterizan a cada individuo. Este sistema se puede simbolizar mediante mapas conceptuales.

El mapa conceptual es una representación visual de la jerarquía y las relaciones entre conceptos contenidos por un individuo en su mente. Cuando se habla o se escribe, esa jerarquía se convierte en una forma lineal. Esto favorece el aprendizaje significativo porque los nuevos conceptos se asimilan en estructuras existentes en vez de permanecer aislados, memorizados y finalmente olvidados.

La función del docente-asesor es conectar los procesos de construcción del conocimiento del alumno, en su entorno físico, psicológico y sociocultural. Por lo tanto, para el desarrollo del estudio independiente es importante generar condiciones óptimas para que el alumno despliegue una actividad mental constructiva, y al mismo tiempo orientar y guiar la actividad de aprendizaje, para que este sea significativo para los alumnos.

## **III.2 Las estrategias de aprendizaje para el estudio autónomo**

Los estudiantes carecen en la mayoría de los casos de la noción de que estrategias que optimicen su aprendizaje y los conduzcan al metaconocimiento. Con la corriente constructivista sobre el aprendizaje, se destaca la importancia del papel de las estrategias en el proceso educativo, propiciando que el alumno sea constructor de su propio conocimiento a través de la interacción con el

contexto y el empleo de estrategias adecuadas para la adquisición y la comprensión de la información externa a nivel cognoscitivo. Todo en un contexto que responda a la diversidad de factores como las características de los estudiantes, su entorno y la motivación.

Las estrategias se constituyen a partir de un plan de actividades realizado por el alumno para llevar a cabo una tarea específica, a partir de habilidades de estudio fundamentales para el aprendizaje independiente mediante el aprendizaje significativo. [Pozo, 1989] y la motivación [Espinoza y Weckmann, 1995].

Se conocen dos tipos de estrategias: asociativas y de reestructuración. Las asociativas, están centradas en el repaso, van dirigidas a las actividades de tipo reproductivo, aprender procesos o hechos históricos. Se consideran eficaces para el estudio, se requiere del empleo y desarrollo de una serie de habilidades como; el subrayado, seleccionar conceptos, copiar selectivamente, etc., funcionan solamente cuando la naturaleza de la tarea a enfrentar es de carácter meramente reproductivo.

Las estrategias de reestructuración requieren de otro tipo de habilidades y procesos, que implican el dominio e interiorización del significado de diversos elementos de una tarea como el análisis de fenómenos y teorías. Se distinguen las estrategias de elaboración y de organización, dentro de estas se encuentran principalmente, las redes de conocimiento y los mapas conceptuales. Las estrategias de elaboración se diferencian en simples y complejas, las primeras comprenden fundamentalmente; palabras clave, imágenes mentales, rimas, abreviaturas, frases y códigos., entre las segundas se encuentran por ejemplo, las analogías, resumen y notas.

Desde esta misma perspectiva otros autores [Nisbet y Shucksmith, 1987], basados en diversas investigaciones, proponen otra clasificación e incluso una jerarquía más amplia de las estrategias de aprendizaje. Sin embargo, resalta la coincidencia en el planteamiento acerca de las estrategias como procesos cognitivos que centran y regulan las habilidades específicas para el ejecutar una determinada tarea. Establecen que los distintos tipos de estrategias se regulan por el conocimiento metacognitivo del alumno, por lo tanto, constituyen un factor fundamental en el control y optimización de los procesos de aprendizaje, ya que orienta al sujeto a conocerse a sí mismo en relación con sus habilidades y capacidades, así como también de sus problemas de aprendizaje. Por tanto, se puede decir que lo anterior posibilitará la autonomía y carácter crítico del estudiante al afrontar sus tareas de aprendizaje y el ejercicio del estudio autónomo e independiente [Espinoza y Wckmannn, 1995].

### **III.2.1 La motivación**

. En el aprendizaje, existe una disposición subjetiva para el aprendizaje en el estudiante. El referirse a la motivación en el aprendizaje visualiza desde dos perspectivas, la primera como producto de lo externo que actúa sobre el alumno, lo que representa ciertos problemas en el ámbito teórico-práctico, para alcanzar los objetivos de aprendizaje, por lo que la motivación no puede ser vista como un proceso mecánico, impuesto desde el exterior, [Díaz Barriga, 2005].

Los factores que intervienen en la motivación para el aprendizaje, se forman de manera intrínseca con los rasgos de personalidad y del carácter individual. Desde una segunda perspectiva, es un proceso personal de búsqueda o descubrimiento de significados que lleve a los alumnos a experiencias en las que pueda haber aprendizaje, para dinamizar y activar a los alumnos, manteniendo una actitud razonable, alerta y centrando su atención en una dirección precisa [Díaz Barriga, 2005].

Existen otros elementos que intervienen en el proceso de la motivación, como las expectativas que los alumnos tienen respecto al aprendizaje y al conocimiento. Así, las expectativas que se intentan generar en el aprendizaje estarían en función de un proceso de transformación, que fomente el gusto por el conocimiento con una actitud autónoma. Otros mecanismos como la afectividad y la autoestima que intervienen en este proceso.

Se plantea que la motivación depende primero de los elementos didácticos, el ambiente escolar, las relaciones interpersonales maestro-alumno, alumno-alumno, y después depende de los motivos adquiridos dentro o fuera de la escuela" [Espinoza y Weckmann, 1995]. En cualquier proceso de motivación independientemente de la modalidad de aprendizaje, es importante que el alumno se sienta responsable de sus actividades a través de la "formulación de metas de aprendizaje", dando significado, lo que determinará la manera que el estudiante afrontaría su proceso de autodirección de acuerdo a sus metas de aprendizaje.

### **III. 2.2 La metacognición**

El estudio de la metacognición se inició con J. H. Flavell, (1978); y la explica diciendo: La metacognición hace referencia al conocimiento de los propios procesos cognitivos, de los resultados y de cualquier aspecto que se relacione con ellos. Es decir el aprendizaje de las propiedades relevantes que se relacionen con la información y los datos."

La metacognición se refiere al conocimiento, concientización, control y naturaleza de los procesos de aprendizaje. El aprendizaje metacognitivo se puede desarrollar mediante experiencias de aprendizaje adecuadas. De acuerdo a los métodos utilizados por los profesores durante el proceso de enseñanza- aprendizaje, se pueden alentar o desalentar las tendencias metacognitivas de los alumnos [Mintzes, Wandersee y Novak, 1998] y se destaca por cuatro características: 1. Conocer los objetivos a alcanzar con el esfuerzo mental. 2. Selección de las estrategias para alcanzar los objetivos 3. Autoobservación del propio proceso de elaboración de conocimientos, para comprobar si las estrategias elegidas son las adecuadas. 4. Evaluación de los resultados para saber hasta qué punto se han logrado los objetivos.

Mediante la autorregulación de las estrategias, un estudiante es cognitivamente maduro, sabe qué es entender, cómo debe trabajar mentalmente para comprender [Burón,1996] y cómo controlar la velocidad de la lectura. De esta manera puede deducir el significado del escrito, con lo que el conocimiento de la comprensión propia lleva a autorregular la actividad mental implicada en el entendimiento [Flavel, 1979].



La metacognición permite responder a preguntas tales como ¿qué hace mal o qué deja de hacer el estudiante poco eficaz para que su aprendizaje sea pobre?, ¿qué hace mentalmente el estudiante eficaz, para obtener un rendimiento positivo? La respuesta a este tipo de preguntas llevaron a desarrollar los modelos de enseñanza-aprendizaje que se conocen como “estrategias de aprendizaje”.

### **III.2.3 El cambio conceptual**

La metacognición facilita el cambio conceptual, si los alumnos llegan a la clase con preconcepciones que son diferentes a las aceptadas en la comunidad científica, estas pueden persistir después de la instrucción formal y hay resistencia de esas concepciones al cambio [Strike, y Posner, 1985; Pozo, 1991].

Un argumento básico acerca de cómo cambian las ideas previas de los estudiantes al enfrentar las nuevas ideas y de las nuevas evidencias provenientes del aprendizaje de una ciencia.

El aprendizaje no es la simple adquisición de un conjunto de ideas correctas, de un repertorio verbal o de un conjunto de conductas, pues aprender, al igual que investigar, frecuentemente, se debe considerar más como un proceso conceptual. En ocasiones, los estudiantes utilizan conceptos ya existentes para trabajar con nuevos fenómenos. [Posner *et al.* 1982]. A esta variante del cambio conceptual la denominan “asimilación” [Ausubel, 1973]. Sin embargo, a menudo los conceptos preexistentes en el estudiante son inadecuados para permitirle captar los fenómenos satisfactoriamente. Entonces el estudiante debe reemplazar o reorganizar sus conceptos centrales. A esta forma de cambio conceptual la denominan “acomodación” [Piaget, 1995], y es un acto gradual y poco sistemático y tiene varias implicaciones educativas, que se resumen en insatisfacción, inteligibilidad, verosimilitud y provecho.

### **III.3 La educación en la sociedad de la primera década del siglo XXI**

La educación, se describe como el patrimonio del individuo que fortalece su capacidad de desarrollo personal, social, económico, político y cultural; constituye el principal instrumento de superación personal y es un factor fundamental para el progreso.

La Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico, (OCDE) definió la educación como la que "asegura a todos los jóvenes la adquisición de los conocimientos, capacidades, destrezas y actitudes necesarias para prepararlos para la vida adulta" [OCDE, 2000].

En la actualidad, la conectividad física y virtual entre los países y el desarrollo de las tecnologías de la información, facilitan la creación y exportación de bienes y servicios con alto contenido tecnológico de productos del conocimiento que se distinguen por tener talento y creatividad, constituyendo un recurso clave.

En este contexto, los sistemas educativos cumplen un papel crítico en el. Esta sociedad, llamada sociedad de la información, formula que el eje principal es el conocimiento teórico y advierte

que, los servicios basados en el conocimiento habrán de convertirse en la estructura central de la nueva economía y de una sociedad apuntalada en la información, donde las ideologías no serán relevantes [Bell, D. 1973]. Entonces, la educación se ubica en la “sociedad del conocimiento” caracterizada por una nueva forma de relacionarse e interactuar con el conocimiento, no se centra en el progreso tecnológico, se considera un factor del cambio social.

Crece la importancia del conocimiento como recurso económico, lo que conlleva a la necesidad de aprender por toda la vida. Se pone énfasis en los aspectos vinculados con procesos de desarrollo intelectual, en cómo se adquiere el conocimiento, cómo se aplica, se distribuye, se reconoce y se aprende, es la forma de poner el conocimiento en acción [Bueno, E. 2000]. Esto representa la conducción para que la información se renueve, pasar por el conocimiento y llegar al aprendizaje.

Se ha concebido la idea que el desarrollo de un país se puede medir por la capacidad de brindar bienestar a sus habitantes y que el progreso de una sociedad está ligado con la capacidad de producción científica.

Thomas Kuhn [1962-1979] señala que:

“la dinámica de los conocimientos científicos está necesariamente ligada a su organización social”

La posibilidad de brindar bienestar puede estar, en gran parte, en función del desarrollo científico y tecnológico, teniendo relación con lo que la sociedad tiene como prioritario y que las políticas económicas las consideren rentables [Banco Mundial, 1975]. Además que promuevan la productividad y la equidad social. La dificultad estriba en que la mayoría de las escuelas no se han concebido para transformar la sociedad, sino para reproducirla.

Accesoriamente, el movimiento educativo Ciencia Tecnología y Sociedad, con la perspectiva para la alfabetización científica y tecnológica de todas las personas, tiene influencia en la enseñanza de las ciencias contemporáneas [Acevedo, *et al.*, 2003]. La cultura en nuestro tiempo enfrenta un proceso de implicaciones para la educación y para el hombre. Se ha considerado la posibilidad de que, en el presente, se esté a las puertas de una nueva revolución educacional [Bruner, 2000].

### **III.4 La enseñanza de las ciencias**

Existen trabajos de investigación centrados en el estudio de las causas que dificultan el aprendizaje de las ciencias [Handelsman *et al.*, 2004, 2007], las cuales se manifiestan desde hace varias décadas. La apreciación del aprendizaje de las ciencias por los alumnos, depende de cómo los docentes enseñan la ciencia en el aula, de los amplios programas de estudio que dificultan a los profesores mostrar la ciencia como una construcción humana, en desarrollo constante y útil, con esta perspectiva, los alumnos perciben a la ciencia como un conjunto de conocimientos que tienen que aprender de memoria y no logran relacionarlos con su vida diaria o para la resolución de problemas.

Para llegar al aprendizaje significativo o metacognoscimiento de las ciencias se debe enseñar con el dominio de la materia y es necesario contar con una planificación didáctica que de soporte a la diversidad de los conceptos, la abundancia de información y la complejidad de los procesos. Algunos

autores, proponen que las ciencias, se deben enseñar con el mismo rigor con que se hace la ciencia [Handelsman *et al.*, 2007]. La ciencia para los estudiantes puede ser similar a la de los científicos en su aspecto esencial de pensamiento teórico mediante representaciones o modelos.

Existe un ámbito de actividad científica, el de la enseñanza pero, las experiencias, el lenguaje y los hechos de los que se ocupa, son distintos a los de los científicos. La ciencia es experimental y argumentativa en la construcción del conocimiento científico, y son tan importantes los experimentos, como las discusiones acerca de los resultados, sus interpretaciones y los textos que se escriben para comunicar y estructurar las nuevas ideas. La ciencia es rigurosa, propone un modelo del mundo y un lenguaje acorde a los modelos que la ciencia acepta como válidos.

La enseñanza científica involucra las estrategias de aprendizaje activas para comprometer a los estudiantes en el proceso científico y los métodos de instrucción que han probado ser sistemáticamente eficientes para los estudiantes [Handelsman *et al.* 2004]. Proporciona autonomía, impulsa la reflexión sobre el propio aprendizaje y exige, desde el enfoque constructivista, que la evaluación esté claramente integrada al proceso de enseñanza y aprendizaje.

En un ambiente de aprendizaje de ciencias, se deberá construir conjuntamente el campo del conocimiento científico, el campo de las destrezas cognitivas y de pensamiento, y el campo de las destrezas sociales y de comunicación, todos ellos serán considerados al evaluar el aprendizaje [Duschl, 1995; Domínguez, 2000].

Los contenidos procedimentales, igual que los conceptuales se deben enseñar para conseguir el aprendizaje y se deben acompañar de cambios en las actitudes y valores [Duschl, 1995]. El conocimiento procedimental y el uso de estrategias de razonamiento contribuyen positivamente al éxito académico [Duschl, 1995; Domínguez, 2000]. Esto implica que, además de la construcción de modelos sobre el mundo físico y natural, es necesario realizar la interpretación de los hechos para dotarlos de funcionalidad en el desarrollo de la capacidad de razonar sobre cuestiones de ciencias [Domínguez, 2000]. En las últimas décadas del siglo XX, las tendencias cambiaron, actualmente el currículo sitúa a la enseñanza de las ciencias socialmente y se busca referirla con el propio estudiante [Hodson 1992, Bybee, et al. 1994].

Para el logro de los objetivos y de los fines, el currículo para la educación científica requiere la inclusión de objetivos y contenidos:

1. Los contenidos declarativos o científico-técnicos necesarios para que los alumnos puedan actuar en un entorno saturado por el desarrollo científico y tecnológico.
2. Los contenidos procedimentales, que permiten aprender lo que es la ciencia y la tecnología, cómo actúan, para razonar y resolver mejor los problemas de la vida cotidiana.
3. Los contenidos actitudinales, los cuales constituyen una dimensión afectiva que busca despertar el interés y el gusto por los estudios científicos, conformar creencias, actitudes y valores que, desarrollen un interés crítico por la actividad científica y con actitudes y valores que permitan considerar el papel de la ciencia en la vida humana y participen colectivamente en la solución de los problemas con los que se enfrenta la sociedad.

La enseñanza de las ciencias cuenta con condiciones claramente desfavorables frente a la investigación. A las ya mencionadas habría que añadir la difícil adaptación de la enseñanza de las ciencias a los cambios sociales en los que se halla inmersa y, en concreto, se refiere a la llamada “sociedad de la información”. Mientras que la investigación científica suele situarse a la vanguardia en la utilización de la tecnología (medios informáticos, instrumentos de medición, equipos de trabajo, etc.

### **III.5 La enseñanza en biología**

Una pregunta fundamental, como ¿qué es la vida?, es especialmente difícil de responder en términos científicos. Esta pregunta es la que la biología trata de responder, lo que la delimita como un motivo importante del trabajo educativo, de reflexión y de análisis en el aula además de las implicaciones filosóficas que *per se* ésta tiene.

Tratando de explicar que es la vida se ha llegado a una vasta diversidad conceptual de la disciplina, la cual tiene fuertes implicaciones educativas. Ha sido necesario construir modelos interpretativos sobre los principales campos conceptuales de la biología. Además, el avance de los conocimientos ha generado áreas de competencia que escapan a las definiciones y límites de las disciplinas clásicas, ya que requieren conocimientos y habilidades

Habitualmente los contenidos declarativos y procedimentales de la biología se habían contemplado y transferido como una colección de hechos, principios, leyes, reglas e interacciones lógicas que debían ser aprendidos por los alumnos de forma receptiva. La enseñanza con este tipo de concepción está en desuso, ahora se busca inducir a los estudiantes al conocimiento, teniendo como propósito la asimilación, la acomodación [Piaget, 1995]; y el equilibrio [Piaget, 1995; Ausubel, 1976] para la solución de problemas [Dewey 1975, Garrett 1987] y el desarrollo de las estructuras cognitivas.

La asimilación es el objetivo principal de la enseñanza y se manifiesta en la interiorización de un evento a una estructura cognitiva preestablecida basándose en experiencias y elementos ya conocidos. Conjuntamente, la acomodación modifica la estructura cognitiva para atender nuevos sucesos que hasta el momento eran desconocidos para el alumno. Ambos procesos (asimilación y acomodación) se alternan en la búsqueda constante de equilibrio para aspirar al metaconocimiento.

Cuando una información nueva no es interpretable inmediatamente basándose en los esquemas preexistentes, el sujeto entra en un momento de crisis y busca encontrar nuevamente el equilibrio; de ahí que en la epistemología genética de Piaget se refiere a un equilibrio fluctuante, para esto se producen modificaciones en los esquemas cognitivos, incorporándose así las nuevas experiencias [Piaget, 1995].

Se puede pensar que la biología como ciencia es importante porque impacta en muchas de las preguntas cotidianas de los estilos de vida. La biología como ciencia también es importante para los estudiantes que la aprenden, la asociarán a un esquema integrado de modelos explicativos de los hechos sin adoptar una estrategia de repetición, implementando la estrategia para lograr el entendimiento conceptual profundo del conocimiento científico.

Respecto a los aprendizajes procedimentales, se destaca la importancia en la alfabetización científico biológica de la: a) comunicación, toma de decisiones personales y colectivas: expresar, argumentar, debatir, b) de interacción cognitiva de la persona con la naturaleza; c) de elaboración y transformación de la información: ordenar, clasificar, crear, inventar, y d) de reconocimiento y formulación-resolución de problemas. Como ciencia experimental son importantes el diseño y realización de experiencias prácticas, uso y manejo de equipo, manipulación de reactivos y materiales.

En cuanto a las actitudes, como disposiciones afectivas y racionales que se revelen en el comportamiento de los alumnos, para juzgar las cosas, las personas, los sucesos o situaciones; y el profesor inducir a éstos a actuar en consonancia con dichas disposiciones. Se estima un componente conductual. La forma específica de comportamiento, los rasgos afectivos y una dimensión cognitiva no necesariamente consciente. Las actitudes son susceptibles de aprender y modificar, se adquieren en la experiencia y en la socialización, y son relativamente duraderas.

En la enseñanza de la biología como ciencia, se fomenta un acercamiento sucesivo a las actitudes científicas y, específicamente, un interés por la conservación del entorno natural, tolerancia y respeto en la sociedad. En este contexto, se han producido avances concretos en aspectos como la elaboración de nuevos enfoques curriculares para la formación científico-biológica-ética que promueven la comprensión, el desarrollo de una biología integrada, contextualizada y significativa para la vida cotidiana, y la determinación de problemas y aspectos mejorables en las actividades y estrategias de enseñanza de campos concretos como la ecología, evolución, nutrición, etc. [Cañal de León, 2004; Bermudez, 2007; Paz, 2006].

En la segunda mitad del siglo XX se desarrollaron hipótesis causales, y los modelos conceptuales y matemáticos para explicar de la diversidad de la vida. Sin embargo, Darwin o Mendel, que vivieron en el siglo XIX, aplicaron ya este enfoque y se consideran excepciones en su época histórica. Con el desarrollo del método experimental, en condiciones controladas en el laboratorio o en la naturaleza, las hipótesis se transformaron en una interpretación causal de los procesos biológicos con los que se retroalimenta el desarrollo de modelos teóricos.

La biología ha hecho un esfuerzo de catalogar la diversidad, inicialmente a la escala de organismo (así nacieron la zoología o la botánica) y posteriormente a escalas moleculares y ecológicas. La descripción dio paso a la visión funcional, pero aún así el objetivo principal era la clasificación y la comprensión de las funciones de los organismos vivos.

En la escala ecosistémica, prácticamente en la totalidad de la superficie terrestre está presente la huella de la intervención de los humanos y, en la mayor parte del territorio, el hombre se ha convertido en el principal agente de la dinámica ecológica.

Uno de los tópicos más importantes de la biología, es estudiar también las propiedades de las células, tanto como su estructura, fisiología, comportamientos, interacciones y ambiente desde los niveles microscópico y molecular. Las investigaciones de la biología celular circunscriben a las células individuales como organismos unicelulares, a las bacterias y a las células especializadas en

organismos multicelulares como las plantas y los animales, incluyendo al humano. El diseño de experiencias de aprendizaje para lograr los resultados del aprendizaje deseado a nivel molecular es el interés fundamental de este trabajo.

### **III. 6 La enseñanza de la biología molecular**

La biología molecular es el estudio de la biología en un nivel molecular, es decir, los componentes moleculares de la vida. Al estudiar el comportamiento biológico de las moléculas que componen las células vivas coincide con otras áreas de biología, en este caso con la biología celular que se ocupa de la estructura de los organelos celulares y subcelulares como el núcleo, nucléolo, mitocondrias, ribosomas, lisosomas, entre otros, junto con sus funciones dentro de la célula. La biología molecular particularmente converge con la genética, la que se enfoca a la estructura y funcionamiento de los genes; la regulación, la inducción y la represión de la síntesis intracelular de proteínas.

Con la bioquímica se estudia la base molecular de la vida, debido a que en los procesos vitales interactúan un gran número de sustancias de alto peso molecular o macromoléculas con compuestos de menor tamaño, dando por resultado una variedad de reacciones coordinadas que producen la energía que necesita la célula para su funcionamiento, la síntesis de todos los componentes de los organismos vivos y la reproducción celular. Investiga detalladamente los ciclos metabólicos, la integración y la desintegración de las moléculas que componen los seres vivos.

La biología molecular busca fijarse con preferencia en el comportamiento biológico de las macromoléculas, carbohidratos, lípidos, ADN, ARN y proteínas dentro de la célula y explicar las funciones biológicas del ser vivo por estas propiedades a nivel molecular. Se relaciona por otra parte, con la Filogenética al estudiar la composición detallada de determinadas moléculas en las distintas especies de seres vivos, aportando valiosos datos para el conocimiento de la evolución. También se relaciona con otras ciencias como la química, la informática, la física, las matemáticas entre otras.

Las similitudes fundamentales y las diferencias proporcionan alternativas para agrupar las ideas, permitiendo el aprendizaje de los principales tipos celulares, y generalización a otras estirpes celulares. La genética, la ciencia de los genes, la herencia, y la variación de los organismos proveen de herramientas importantes en la investigación de la función de un gen particular. La investigación de las funciones de un gen particular o del análisis de las interacciones genéticas dentro de los organismos se lleva generalmente en los cromosomas, donde está representada en la estructura química de las moléculas particulares de ADN.

El conocimiento de la estructura molecular de los seres vivos se produce de manera exponencial, los descubrimientos conducen al reconocimiento de otras estructuras importantes, y en la actualidad se busca con interés, la explicación de cómo funciona el cerebro humano, controlar el envejecimiento, y la aplicación en la tecnología del ADN recombinante y terapia génica.

El inicio de la manipulación enzimática del material genético de los seres vivos y la aparición de la ingeniería genética molecular, han permitido el análisis, bioquímico y molecular de los

cromosomas, lo que ha dado lugar a una verdadera revolución biotecnológica que ha permitido la manipulación de los seres vivos mediante la ingeniería genética, diseñar estrategias racionales para el tratamiento y prevención de enfermedades, obtención de células especializadas en la fabricación de productos de interés comercial y médico, mejoramiento de especies silvícolas y agrícolas, la recuperación y la conservación del ecosistema.

También en el siglo XX se manifestaron dos procesos que han alterado el modelo científico convencional y la propia naturaleza de la biología: la transformación de la biología en una ciencia de diseño y el crecimiento exponencial de la información biológica. La biología del siglo XXI, es entonces, una ciencia de diseño y de tecnología de la información, cuya esencia es la base biológica de la vida sobre el sistema de información no binario sino cuaternario; donde son 4 los nucleótidos que codifican la información genética, base a su vez del resto de estructuras biológicas. Si a esto se agregan los usos que hace el hombre de la biología y como el hombre mismo modifica sus objetos de estudio, llegaremos a dos características heterodoxas que presenta esta ciencia en el siglo XXI.

En la escala molecular, la biología de sistemas cuyo objetivo es entender las bases del diseño de la vida, la estructura más simple de los organismos para poder diseñar nuevos organismos con funciones de interés. Al mismo tiempo, la biología se ha convertido también en una combinación de ciencia y tecnología de la información. La informática es esencial para la investigación biológica y la complejidad de las bases de datos biológicos requiere de sistemas avanzados para la gestión y análisis de la información. La lógica biológica se utiliza cada vez más en el desarrollo de sistemas computacionales como los algoritmos genéticos o las redes neuronales. La abundancia de información biológica y especialmente molecular, que es por sí misma extraordinariamente compleja, hace imprescindible el uso de diversas representaciones en modelos.

Los modelos son una herramienta básica en el estudio de la biología, son útiles para la elaboración de descripciones, explicaciones y predicciones, de manera que permiten su intercambio y debate dentro del ambiente escolar, como zona de desarrollo próximo [Vigotsky, 1976]. También estimulan la creatividad, lo que les permite comprender el proceso y como forma de aproximarse al conocimiento. Los modelos son representaciones personalizadas, imprimiendo el carácter de los alumnos, su inventiva y son diferentes en la forma de añadir los objetos, las interacciones que incorporan así como el razonamiento en la construcción y son además simulaciones interactivas y lúdicas que pueden reflejar los conocimientos emergentes.

De forma general la imagen se utilizan ampliamente en los ámbitos científicos, en la biología y particularmente en la biología molecular. Las imágenes en las actividades de aula son un apoyo que permite una gran diversidad de actuaciones de distinto grado de generalidad. Una de ellas es que los alumnos pueden generar imágenes de acuerdo a su propia percepción de las ideas, o representar en imágenes partiendo de la predicción o de la propia observación de preparaciones microscópicas o para representar situaciones físicas.

Las imágenes, se utilizan también para la detección de las ideas alternativas aunque puede haber algunas dificultades para los alumnos al observar dichas representaciones [Pintó, 2002;

Ametller y Pintó, 2002]. Las condiciones en las cuales las imágenes podrían convertirse en fuentes de aprendizaje [Mottet, 1996] dependerá de la plasticidad con que el docente y los alumnos las apliquen como estrategias de enseñanza-aprendizaje.

### **III.6.1 Los conceptos de biología molecular**

Los conceptos en la enseñanza de la biología molecular incluyen un lenguaje propio, utilizado para explicar los procesos bioquímicos y moleculares. Estos términos son expresiones complejas relacionadas con cada actividad celular, lo cual es una de las principales dificultades a la que se enfrenta la enseñanza de la biología. Esta primera dificultad en la enseñanza y el aprendizaje de la biología molecular es que cada nivel se denota con la nueva semiótica o signos lingüísticos, generados desde las teorías biomoleculares. Los grados de comprensión para el alumno dependen de la participación que él, como sujeto, tiene de las experiencias propias durante su desarrollo cognitivo previo en la educación media superior.

Hay tres disciplinas en Biología se sucedieron cronológicamente: El neodarwinismo, la biología molecular y la teoría del gen. Las tres disciplinas se van incorporando a la enseñanza y a la investigación tomando como conducción la información. La propia genética, la bioquímica y la biología molecular hacen un uso temprano de este lenguaje, es un vocabulario que se resume, como ocurre con la idea en la ciencia cognitiva.

Es de especial interés ver la recuperación en un sentido constructivista del carácter funcional de las relaciones entre términos vivientes, que implica cognición en todos los niveles en que se logre un ciclo de acción repetida que termine por convertirse en capa básica para iniciar nuevos ciclos operatorios de complejidad creciente.

La llamada “Revolución Cognitiva” hizo de la mente un sistema procesador de información. Desde 1940, la célula, en una escala de integración de la vida todavía más fundamental, empezó a verse como una computadora [Emmeche, 1998]. Sin embargo, en esta biología computacional se toma la idea de que la célula no es un centro de interacciones causales químicas o físicas. Se insiste en que la célula es un centro “inteligente”, en un sentido computacional. Se ha hablado de la Célula como un órgano de memoria, de la célula como intérprete de mensajes un contexto de trayectorias morfogénicas, Oyama, (2001) incluye trabajos donde la célula figura como ser activo e inteligente en algunos sentidos. Este tipo de apreciaciones también se dan en las neurociencias, cuyas unidades básicas de procesamiento, las neuronas, no dejan de ser células especializadas, que no se limitan a enviar y recibir impulsos, como ocurre con la mayoría de las neuronas de los sistemas conexionistas.

Esta tecnología permite la supervisión simultánea de muchos centenares, o de millares, de moléculas macro y micro, así como la supervisión funcional de las rutas celulares cíclicas múltiples. Además, la aclaración de respuestas celulares al daño molecular, incluyendo los sistemas de defensa moleculares inducibles evolutivamente conservados, se puede alcanzar con estudios metabólicos y conducir al descubrimiento de nuevos biomarcadores de respuestas moleculares a las perturbaciones funcionales.



Los signos lingüísticos afectan la jerarquía de los aprendizajes que pasan a formar parte de la realidad molecular. La realidad implica una proliferación de términos para relacionar estructuras a procesos. Se puede hablar de una asociación entre imagen, acústica y concepto, del significado como expresión, del significado con el pensamiento que se fija a una idea, del nombre que simboliza el sentido, del símbolo que se refiere vinculado por medio del concepto.

### **III.6.2 El lenguaje de la biología molecular**

Al dominio de la biología molecular del siglo XX, se agrega la hegemonía creciente de las nuevas tecnologías. Las tecnologías de información y comunicación (TIC's) y su articulación por un lado con las tecnologías de control y modificación del tiempo y del espacio físico, social y simbólico, y por otro lado con la biotecnología, la inteligencia artificial, la realidad virtual, los sistemas experto; como algunas innovaciones.

A partir de 1970 hay una explosión de metáforas lingüísticas e informacionales en biología molecular [Florkin, 1974]. En la postmodernidad, en la era del conocimiento, del avance tecnológico, la innovación y la creatividad, el paradigma es adecuado al de una conciencia lingüística polifónica. No es posible concebir la naturaleza o la biología molecular sin que se identifiquen los significados y los procesos mentales tampoco se pueden comprender si no se analiza el sistema semántico que los origina. Los alumnos no pueden apropiarse de las prácticas de su cultura académica y profesional sin interpretar o asignar un significado personal, a estas prácticas lingüísticas.

Mucho del trabajo en biología molecular es cuantitativo, y se ha hecho en la interface de la biología molecular y de la informática, transformada para la biología en bioinformática y biología computacional en los años 2000. El estudio de la estructura y función del gen como genética molecular, ha estado en el subcampo más prominente de la biología molecular que dio lugar así a biología de sistemas.

Así surge la actual Sociedad de los "OMAS" u "Omics", que convergió con otras ciencias posgenómicas. Esta ciencia emergió como un elemento significativo en el proceso del estudio de las interacciones moleculares de los sistemas biológicos, es una tecnología de punta para identificar y cuantificar las dinámica de los sistemas biológicos vistos en términos de protocolos operacionales usados para realizar la investigación, como un ciclo integrado y modelo de la teoría para proponer hipótesis comprobables específicas sobre un sistema biológico, una validación experimental, y entonces utilizar la descripción cuantitativa recientemente adquirida de las células o de procesos de la célula para refinar el modelo o la teoría de sistemas [Grigorov MG. 2006].

Puesto que el objetivo es establecer es un modelo de las interacciones moleculares en un sistema, las técnicas experimentales que la biología de sistemas utiliza, intentan ser los más completos posible. Por lo tanto, las técnicas de la postgenómica se utilizan para recopilar datos cuantitativos para la construcción y la validación de los modelos [Bishop, 2003].

Los omas juegan un papel importante en la investigación biomédica a través de una variedad de aplicaciones. Estos términos se usan principalmente como una fuente de vocabulario para la

estandarización y la integración, de dicha aplicaciones también los aplican como una fuente de conocimiento reconocible figura 1.

Las dificultades para el alumno radican en que para describir directamente un proceso molecular requiere formar una imagen clara del mismo, hacer representaciones de los conceptos abstractos asociadas a sus capacidades cognitivas. El lenguaje en biología molecular es un tipo de representación simbólica que puede favorecer los mecanismos básicos para la adquisición del lenguaje específico de esta ciencia y representa un reto para la enseñanza.

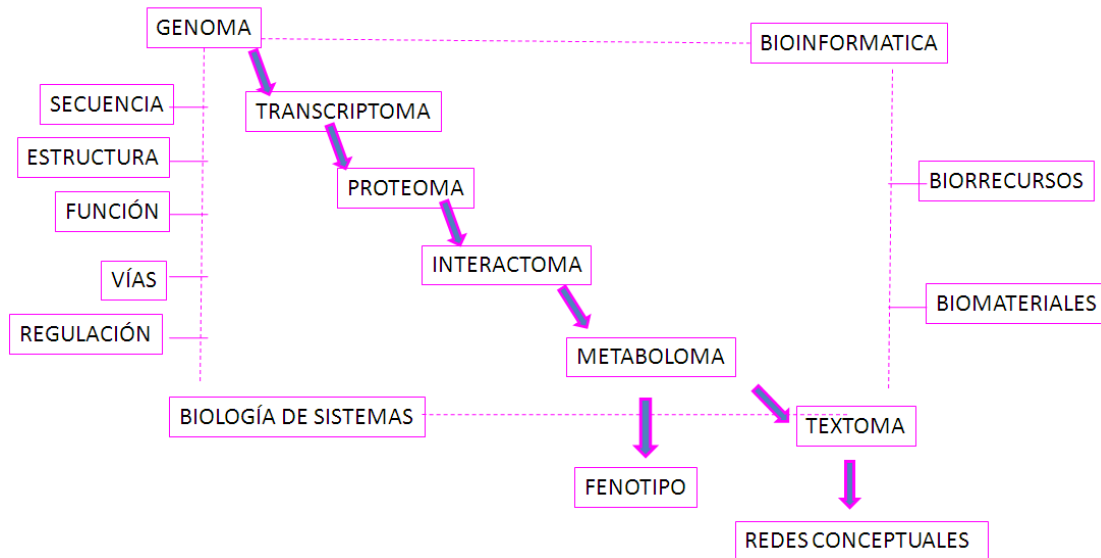


Figura 1. Estructura de la semiótica de los omas. Los organismos vistos como un sistema, incluye estructura, función secuenciación, rutas metabólicas y regulación.

En la parte central del diagrama se ubican los estudios realizados para caracterizar a cada organismo, iniciando en la secuenciación del genoma, siguiendo a los procesos de transcripción y síntesis de proteínas, las interacciones y el metabolismo. Estos estudios son llamados los omas y que finalmente concluyen en el textoma, que es la explicación y fundamentación conceptual que demuestra el conocimiento científico del organismo.

Las tecnologías se pueden utilizar para estudiar el genoma en conjuntos llamados omas. Son datos que informan las determinaciones de los sistemas para prácticamente todo tipo de componentes celulares de un organismo. Estos datos demuestran el funcionamiento celular. Sin embargo, la abundancia de información representa muchos obstáculos, el principal es la extracción de significado biológico de los datos de los omas en conjuntos. Sin embargo, los investigadores están frente al desafío mediante el uso de omas, integrar los datos para estructurar argumentos biológicos fundamentales y aumentar la comprensión de los sistemas en su conjunto.

Las limitaciones de los alumnos para acercarse al dominio del lenguaje molecular, puede establecerse en la resistencia que tienen en el uso del lenguaje cotidiano, de la biología y de la nomenclatura molecular incluyendo la del gen, que afecta la comprensión de los textos, su expresión oral y escrita, así como el discurso en el aula y por tanto en las estrategias de enseñanza-

aprendizaje, por lo tanto, es necesario que los alumnos estandaricen y usen el vocabulario de forma dirigida, controlada y progresiva para un desarrollo mental verdadero.

### **III. 6. 3 La enseñanza de la biología molecular y el método científico experimental**

El conocimiento declarativo es de naturaleza distinta del conocimiento procedimental, y probablemente se adquieren por procesos diferentes e independientes [Anderson, 1983; Pozo, 1996]. Para los alumnos es complicado convertir los conocimientos científicos descriptivos y conceptuales en acciones o predicciones eficaces y viceversa [Pozo y Gómez, 1998], el aprendizaje de la biología molecular, implica procesos y conceptos concretos.

La biología molecular pertenece a las denominadas ciencias experimentales y su metodología científica comprende aspectos tales como la determinación de datos experimentales y la interpretación de los mismos, así como la organización coherente de los resultados para dar la respuesta al problema formulado.

Bajo esta observación es necesario que, en la enseñanza de la biología molecular, se destaque la importancia de la complementariedad de la parte experimental con el curso teórico, las prácticas de laboratorio con un nivel pedagógico adecuado y el manejo de la metodología de la investigación científica, el Método Científico.

Es importante para la aplicación del método científico resaltar las herramientas como, la observación y la experimentación, las cuales asociadas al razonamiento del alumno, ya sea deductivo o inductivo; y en el enfoque como proceso de construcción social del conocimiento rinden mejores resultados. Desde esta perspectiva, el razonamiento se manifiesta fundamentalmente para el aprendizaje de las ciencias [Kuhn, 1970].

El método ha resultado útil en la formación de los biólogos durante varias generaciones, ha permitido ejercitar eficientemente a los estudiantes en la forma de abordar, analizar y solucionar los frecuentes problemas prácticos que surgen en el campo de las ciencias.

El pensamiento lógico y el estudio de los elementos esenciales para influenciar el aprendizaje no se deben descuidar y se debe inducir la motivación por el estudio, pero también es importante que los diseños de clase de los cursos de B-V tengan una mezcla bastante proporcionada de todos los elementos esenciales requeridos para lograr el acercamiento de integración perfecto que se requiere para el aprendizaje de las generaciones futuras.

## **IV. INSTRUMENTACIÓN DIDÁCTICA DE LA PROPUESTA EDUCATIVA**

---

### **IV. INTRODUCCIÓN**

El cuestionamiento sistemático de las ideas docentes ha permitido concebir la idea de la transformación para explicar la perspectiva teórico-conceptual desde la cual se aborda el problema de la educación, y particularmente, la enseñanza de la biología molecular en la Educación Media Superior cuyo estudio se perfila en este trabajo.

#### **IV. 1 La práctica educativa**

La Práctica Docente se realizó durante los semestres 2007-1 y 2 y el semestre 2008-1 en planteles de los dos bachilleratos de la UNAM, el Colegio de Ciencias y Humanidades (CCH) y la Escuela Nacional Preparatoria (ENP). Los modelos educativos en los dos subsistemas de la UNAM tienen diferencias, en los programas de estudios, el primero responde a una programación anual y el segundo a una semestral; ambos planes se cursan en tres años.

##### **IV. 1.1 La biología en el subsistema de la Escuela Nacional Preparatoria, UNAM**

En la ENP, para los cursos de biología, IV y V, se destinan 120 horas anuales, distribuidas en 90 horas teóricas y 30 horas prácticas. El apoyo para el laboratorio proviene de tres personas que colaboran con todos los profesores de biología de cada turno.

La enseñanza de la biología en el bachillerato de la ENP se organiza de la siguiente manera:

Biología IV: se pretende que el alumno adquiera las bases de la Biología, adquiera una cultura general sobre los fenómenos biológicos y fomente el desarrollo de una actitud responsable frente a la naturaleza. Este curso además sirve como antecedente a las asignaturas de Biología V (propedéutica 6 del área II y optativa del área I) y Temas Selectos de Biología (optativa del área II), que cursan los alumnos orientados principalmente a alguna carrera del área de Ciencias biológicas y de la salud como Ciencias Biomédicas, Biotecnología, Medicina Genómica, Biología, Veterinaria, Química y todas las Psicología y otras. .

En Biología V, se busca la integración y relación de los conocimientos en el análisis e los procesos biológicos fundamentales en diversos niveles de organización y desde una perspectiva evolutiva, a partir del planteamiento de problemas que favorezcan el desarrollo de una actitud de investigación, que permita tener una visión integral de la disciplina, los cuales son precisos para el aprendizaje en el curso de Temas Selectos de Biología [[http://www.unam.mx/pdfs/paginas/27\\_es\\_comunidad-unam-estudiantes-oferta-academica-bachillerato.pdf](http://www.unam.mx/pdfs/paginas/27_es_comunidad-unam-estudiantes-oferta-academica-bachillerato.pdf)]. Se contempla también la educación en actitudes y valores.

En la ENP el tiempo asignado para cada sesión fue de 50 min., algunas de las clases se calendarizaron en dos sesiones continuas.

#### **IV.1.2 Demandas cognitivas de tecnologías de la información**

En la ENP no se dispone de un área de computación donde los alumnos puedan realizar sus investigaciones acordes con las demandas cognitivas actuales y la época de las Tecnologías de la Información.

#### **IV.1.3 El aula y el laboratorio**

El diseño de las aulas, tienen deficiencias de diseño y funcionalidad, para las clases teóricas y no tienen una adaptación adecuada para el trabajo experimental. Destaca la ausencia de instalaciones de gas para el trabajo práctico, lo cual se trata de compensar con el uso de mecheros de alcohol que no son apropiados para el trabajo de laboratorio a nivel Medio Superior.

Los laboratorios cuentan con materiales de cristalería, reactivos, sustancias y solventes necesarios para el trabajo práctico, otra parte la proporción los alumnos en cada sesión.

#### **IV.2 Caracterización del grupo**

Esta investigación se efectuó en turno vespertino, con un número total de alumnos que asistieron regularmente a clases y participaron en esta propuesta educativa de 101. Los grupos estuvieron conformados con estudiantes de ambos sexos, con edades entre los 17 y 19 años, de éstos el número de hombres fue ligeramente menor al número de mujeres, cuadro 1. Los grupos se eligieron al azar. No hubo entre la población participante alumnos con dificultades de aprendizaje.

**Cuadro 1.** Referencias de los grupos de trabajo

GRUPOS	CENTRO DE PRÁCTICA DOCENTE	MUJERES	CURSO	HOMBRES	TOTAL
3	ENP-5	51	Biología V	50	48

Adicionalmente, la propuesta se concretó y validó para el programa de la ENP, en 3 sesiones teóricas y una práctica por semana. La planeación del curso se programó para un total de 8 horas semanales, de las cuales cuatro fueron presenciales y cuatro mínimamente destinadas a las investigaciones, reportes y actividades fuera del aula.

#### **IV. 2.1 Estructura de los equipos de trabajo**

Debido a la distribución del aula destinada a la clase de biología V, los alumnos se distribuyen ocupando dos o 3 plazas por mesa. Los equipos de trabajo se formaron por dos a cuatro elementos,

de acuerdo a las posibilidades que los integrantes tuvieron para interactuar. Se fomentó la formación de grupos integrados por alumnos de ambos sexos.

### IV. 3 Consideraciones previas para la planeación

La base para la programación de las actividades de enseñanza-aprendizaje durante fue el programa operativo, elaborado en cartas descriptivas considerando los núcleos, planes y programas de estudios de la educación media superior, UNAM [<http://dgenp.unam.mx/>; [http://www.unam.mx/pdfs/paginas/27\\_es\\_comunidad-unam-estudiantes-oferta-academica-bachillerato.pdf](http://www.unam.mx/pdfs/paginas/27_es_comunidad-unam-estudiantes-oferta-academica-bachillerato.pdf)].

Con la finalidad de ubicar las unidades de mayor correlación entre los programas de Biología de los dos subsistemas. Se partió de los análisis comparativos de los programas de estudio, los perfiles de egreso, de las unidades de estudio, los propósitos, los enfoques disciplinario y didáctico, los contenidos conceptuales, procedimentales y actitudinales, los objetivos, las estrategias de aprendizaje, enseñanza y evaluación sugeridos.

La selección de las unidades temáticas debían abarcar los principales conceptos de biología molecular del programa de la Escuela Nacional Preparatoria e incluir los temas del Colegio de Ciencias y Humanidades, como se muestra en el cuadro 2, [<http://dgenp.unam.mx/> ; [http://www.unam.mx/pdfs/paginas/27\\_es\\_comunidad-unam-estudiantes-oferta-academica-bachillerato.pdf](http://www.unam.mx/pdfs/paginas/27_es_comunidad-unam-estudiantes-oferta-academica-bachillerato.pdf)].

En el subsistema de la Escuela Nacional Preparatoria por la ubicación en el plan de estudios en los cursos de Biología V dirigida a los alumnos de área II y para el desarrollo de la propuesta se seleccionó este subsistema.

La supervisión en la aplicación del programa operativo durante las prácticas docentes I, II y III, fue efectuada por profesores expertos, los de la práctica docente y los supervisores. Estos últimos correspondieron a los profesores titulares de los grupos donde se realizó la práctica docente. Los profesores recibieron la planeación y los recursos. Ellos retroalimentaron para hacer los ajustes previamente a su ejecución. [<http://www.posgrado.unam.mx/madems/PDF/plan.pdf>].

**Cuadro 2.** Ubicación del curso de Biología-V en los programas de estudio

CARÁCTER	CCH	ENP	
Ciclo Escolar	3er semestre	5º Año	6º Año Área II
Curso	Biología I	Biología IV	Biología V
Unidad	2	2	1, 3
Tema	II	II	III
Tiempo para estudiar la unidad	35 h	20 h	20 h
Título	Regulación, conservación y reproducción.	La célula: unidad estructural y funcional de los seres vivos.	I. Nutrición y estructura de los seres vivos. III. Regulación y continuidad de la vida

### IV.3.1 La Planificación

La planificación consistió en delinear la perspectiva de las actividades y los recursos, para el logro de los objetivos. Por lo tanto se elaboró un plan general, debidamente organizado que permitió al docente orientar y encaminar el trabajo diario en el aula y fuera de ella, tras la distribución y presentación sistemática de los contenidos de aprendizaje de acuerdo a los planes y programas de estudio, en este trabajo solo se referirá el de la ENP [<http://dgenp.unam.mx/>].

Fue indispensable organizar secuencialmente los contenidos debido a que los alumnos cuando aprenden deben centrar su atención en lo que están aprendiendo. Con la planeación didáctica secuenciada se buscó asegurar la cobertura curricular; lograr una organización de los contenidos y aprendizajes establecidos en los planes y programas; se ordenaron las rutas procedimentales (habilidades), los conceptos (conocimientos) y las actitudes (valores) identificados en el análisis didáctico previo. Se diseñaron las actividades fundamentales, se seleccionaron y elaboraron los recursos de enseñanza y el tiempo que fue considerado necesario para el proceso de enseñanza [Ander, 2001].

La secuenciación de contenidos fue organizada de forma graduada, siguiendo un orden de menor a mayor complejidad. Figura 2.

Los criterios para la secuenciación de los contenidos y la organización de la práctica docente se basaron en las aportaciones de la concepción constructivista del aprendizaje, las contribuciones psicopedagógicas, didácticas, las características del grupo de alumnos y del programa de EMS de la UNAM, la propia práctica y experiencia del profesor [Ausubel, et al.,1983, Ander, 2001].



**Figura 2.** Planificación estratégica. Considera la interacción de diferentes elementos como la estructura, el tiempo, el logro de objetivos, las acciones, las cuales pueden ser ponderables y la incorporación de organizadores o recursos.

### IV.3.2 Momentos de la planificación estratégica.

El enfoque constructivista establece un paralelismo entre la construcción del conocimiento científico y la reconstrucción de los conocimientos de los estudiantes, en el aprendizaje de la biología

molecular como ciencia, los componentes son subjetivos. Para la interpretación de la realidad de manera objetiva, la planeación se estructuró de acuerdo a los momentos estratégicos para las sesiones, inicio desarrollo y cierre.

Para cada uno de los momentos se diseñaron organizadores y la evaluación en sus diferentes formas: la diagnóstica, formativa y sumativa. Se enfatizó el trabajo de laboratorio empleando el método científico deductivo basado en la observación de fenómenos y principios biológicos, el planteamiento de problemas, la formulación de hipótesis, el desarrollo de experimentos, la obtención y discusión de los resultados experimentales, las conclusiones y el reconocimiento de la literatura consultada. Las diversas estrategias de enseñanza se incluyeron al inicio de la sesión los preinstruccionales, durante el desarrollo de la clase coinstruccionales y para finalizar el cierre se constituyó con las estrategias posinstruccionales todas referidas a un contenido curricular específico dentro de las dinámicas del trabajo docente. Así mismo, se utilizaron diferentes recursos que apoyaran la actividad educativa [Arnaz, 1995; Ander, 2001].

Se puso interés en que la planeación sirviera como criterio para poder discriminar los aspectos relevantes de los contenidos curriculares, en forma oral o escrita, sobre los que hay que realizar un mayor esfuerzo y procesamiento cognitivo que permitiera generar expectativas apropiadas acerca de lo que se va a aprender y que los alumnos pudieran formar un criterio sobre que se esperara de ellos al término de una clase.

A los alumnos se explicitaron los objetivos del aprendizaje de manera concreta y clara, tomando en cuenta los conocimientos previos, así mismo, el aprendizaje es más exitoso si el estudiante está consciente del objetivo y conoce que se espera de él al final de la instrucción [Chadwick, 1997]. Se contempló la manera de proporcionar a los alumnos los elementos indispensables para orientar sus actividades de autocontrol y de autoevaluación [Díaz y Hernández, 2002]; así como la combinación de medios basada en los objetivos de instrucción, las necesidades y características de aprendizaje de los estudiantes, las estrategias de aprendizaje y el reconocimiento de que el manejo y dominio de diferentes medios permite desarrollar diferentes tipos actividades y destrezas mentales [Chadwick, 1997].

A partir de estas ideas de Smith y Ragan (1999) consideran que una estrategia instruccional consiste en organizar de forma secuencial, del contenido a aprender, la selección de los medios instruccionales idóneos para presentar ese contenido y la organización de los estudiantes para ese propósito, la docente realizó de acuerdo a esta propuesta, las estrategias preinstruccionales, coinstruccionales y posinstruccionales.

#### **IV.4 Inicio**

En esta etapa se introdujeron las estrategias preinstruccionales, con la finalidad de activar o generar conocimientos y experiencias previas. Resaltar los objetivos, mostrar los organizadores previos, y a señalar la actividad generadora. Estos elementos se dispusieron y prepararon a los estudiantes en relación a qué, cómo aprenderían y que se esperaba lograr en la sesión. Se indujo la



activación de conocimientos y experiencias previas pertinentes relacionadas con los temas que permitieron ubicar a los alumnos en el contexto del aprendizaje propuesto y la relación con otros aprendizajes. Se utilizaron las estrategias y los instrumentos diseñados para este momento [Díaz y Hernández, 2002].

Los instrumentos diseñados como evaluación diagnóstica, se aplicaron a todos los alumnos como una encuesta anónima, antes de iniciar cada sesión. En este instrumento se estableció la evaluación de conocimientos previos como una pregunta *¿Cuánto sabes del tema?* Donde el tema a reconocer fue sustituido por el tema de estudio correspondiente a la sesión.

El propósito de la evaluación diagnóstica fue tomar decisiones pertinentes para hacer el hecho educativo más eficaz, evitando procedimientos inadecuados y la función fue la de identificar la realidad de los alumnos que participaron en el actividad educativa, comparándola con la realidad pretendida en los objetivos y los requisitos o condiciones que su logro requería [Ausubel, Novak y Hanesian, 1987].

Los instrumentos utilizados preferencialmente fueron pruebas objetivas estructuradas, que favorecieran la exploración y reconocimiento de la situación real de los estudiantes respecto con el tema estudiado. Adicionalmente, se utilizaron otras estrategias que a continuación se enuncian.

1. Enseñanza expositiva breve del docente. Se destinó a la presentación del tema; plantear los objetivos, destacar puntos importantes, señalar el modo de trabajo y fue en este momento que se aplicó la evaluación diagnóstica.

2. Lluvia de ideas. El profesor planteó y presentó los instrumentos didácticos y/o algunas preguntas generadoras y los estudiantes resolvieron los ejercicios; se buscó que identificaran, fundamentaran y jerarquizaran la información.

3. Respuesta de los alumnos a la indagación sobre las ideas centrales del tema en cuestionarios, encuestas, estructuras conceptuales, mapas y otros, como se muestra en las encuestas anónimas.

4. Medios audiovisuales utilizados con la finalidad de permitir a los alumnos visualizar el tema y/o motivarlos.

Los resultados obtenidos se utilizaron para adecuar los elementos del proceso enseñanza aprendizaje realizando los ajustes necesarios para que la actividad educativa resultara eficiente, al poder tener en consideración las condiciones de los conocimientos básicos de los estudiantes. La información derivada se empleó directamente en la organización y planeación del curso, por lo que fue necesario que los estudiantes conocieran los resultados de la misma [Bruner, 1972; Coll, C. 1990; Díaz y Hernández, 2002; McGriff, SJ. 2000].

La secuencia de las estrategias didácticas se basó en la organización del curso, cuadros 7 y 8 de acuerdo al programa de estudios de la ENP.

Para reconocer los conceptos e ideas previas se introdujeron las estrategias preinstruccionales, donde los alumnos responderían a la pregunta...*¿Cuánto sabes del tema?* En seguida se incluyen las más relevantes.

#### IV.4.1 EVALUACIÓN DIAGNÓSTICA 1

##### ¿Cuánto sabes del tema? ...NIVELES DE ORGANIZACIÓN

I. Lee cuidadosamente, reflexiona y responde lo que se solicita.

1. Ordena en el siguiente cuadro los distintos niveles de organización de la materia colocando en cada casilla y en orden creciente (de menor a mayor) el concepto que selecciones del panel de acuerdo a lo que aprendiste del tema niveles de organización:

**Célula, molécula, tejido, átomo, macromolécula, partícula subatómica, sistema, quark, individuo, elemento y órgano.**

	Niveles de organización

Menor

-

Mayor

+

2. La materia viva tiene en su estructura química algunos elementos que son indispensables para el desarrollo de la vida, escribe en las líneas los símbolos de los elementos que consideras básicos, en orden de importancia.

a) \_\_\_\_ b) \_\_\_\_ c) \_\_\_\_ d) \_\_\_\_ e) \_\_\_\_ f) \_\_\_\_ g) \_\_\_\_ h) \_\_\_\_ i) \_\_\_\_ j) \_\_\_\_ k) \_\_\_\_ l) \_\_\_\_ m) \_\_\_\_

Mayor

+

Menor

-

3. La materia se organiza jerárquicamente en niveles y subniveles, y se estudia desde el punto de vista microscópico y macroscópico. Selecciona la respuesta correcta colocando en la línea la sílaba **Mi** si corresponde al nivel microscópico o **Ma** si corresponde al nivel macroscópico.

- a) \_\_\_\_ Es un agregado de moléculas
- b) \_\_\_\_ Se identifica por agregación molecular en sólidos, líquidos o gases
- d) \_\_\_\_ Los constituyentes básicos son electrones, protones, neutrones
- e) \_\_\_\_ Sujeto a agrupaciones de átomos
- f) \_\_\_\_ Es la cantidad mínima de una sustancia que mantiene todas sus propiedades químicas.
- g) \_\_\_\_ Formadas del mismo elemento pero la mayoría son uniones de diferentes elementos
- h) \_\_\_\_ Son los constituyentes últimos de la materia
- i) \_\_\_\_ Cuando las condiciones de temperatura lo permite la materia se condensa
- j) \_\_\_\_ Obedecen las leyes de la física y de la química

4. Explica la importancia del átomo de carbono para los seres vivos.

5. ¿Qué tipos de moléculas presentes en los seres vivos recuerdas?

6. Elabora un cuadro comparativo donde se contrasten las características de la materia viva y no viva desde el punto de vista físico y químico siguiendo las pistas.

PISTAS	MATERIA VIVA	MATERIA NO VIVA
1. Átomos presentes		
2. Soluble en		
3. Aspecto		
4. Comburencia		
5. Punto de fusión		
6. Punto de ebullición		
7. Estabilidad térmica		
8. Enlace		
9. Ejemplo		
10. Conductión de la electricidad		

7. ¿Cuál es la característica química principal en común de a las 4 biomoléculas: Carbohidratos, lípidos, proteína y ácidos nucleicos?

8. ¿Cómo se pueden diferenciar las 4 biomoléculas.

9. Correlaciona el nombre de la biomolécula que corresponda con la fórmula condensada o siglas que lo representa colocando en el paréntesis el número que corresponda de acuerdo a tus conocimientos.

- |                              |                 |
|------------------------------|-----------------|
| ( ) $C_6H_{12}O_6$           | 1. ARN          |
| ( ) ACUGUC                   | 2. Proteína     |
| ( ) $C_{(5)}H_{(9)}NO_{(4)}$ | 3. Carbohidrato |
| ( ) ACTGATCCG                | 4. Lípido       |
| ( ) $C_{16}H_{32}O_2$        | 5. ADN          |

10. Las células procariotas y eucariotas llevan a cabo sus funciones de forma semejante.

a) ¿Cómo se diferencia una célula procariota y de una célula eucariota?. Fundamentar.

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

11. Las células eucariotas realizan su función utilizando estructuras celulares u orgánulos. Relaciona la producción de la biomolécula con el orgánulo que la produce, seleccionando del panel de biomoléculas la que corresponda de acuerdo a lo que recuerdas.

**LÍPIDOS, CARBOHIDRATO, ÁCIDO RIBONUCLEICO, PROTEÍNA y ACIDO DESOXIBONUCLEICO**

Retículo endoplásmico Liso (REL) \_\_\_\_\_

Ribosoma \_\_\_\_\_

Retículo endoplásmico rugoso (RER) \_\_\_\_\_

Núcleo \_\_\_\_\_

Sistema de Golgi \_\_\_\_\_

Nucléolo \_\_\_\_\_

12. Representa en un esquema una célula, piensa en una que pueda estar presente en tu cuerpo.

#### IV.4.2 EVALUACIÓN DIGANÓSTICA 2

##### ¿Cuánto sabes del tema? ...ELEMENTOS BIOGENÉSICOS

I. Lee cuidadosamente, reflexiona y responde lo que se solicita.

1. En la figura de la tabla periódica, señala encerrando en un círculo, los elementos que sabes forman parte de los seres vivos.

H																He	
Li	Be											B	C	N	O	F	Ne
Na	Mg											Al	Si	P	S	Cl	Ar
K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr
Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	I	Xe
Cs	Ba	La	Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg	Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn
Fr	Ra	Ac															
			Cs	Pr	Nd	Sm	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	ER	Tm	Yb	Lu	
			Th	Pa	U	Np	Pu	Am	Cm	Bk	Cf	Es	Fn	Md	No	Lw	

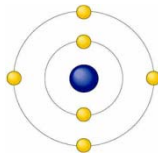
2. De acuerdo a los elementos que seleccionaste, elabora una lista con cada uno de ellos y ejemplifica dónde se encuentran.

- a) \_\_\_\_\_
- b) \_\_\_\_\_
- c) \_\_\_\_\_
- d) \_\_\_\_\_
- e) \_\_\_\_\_
- f) \_\_\_\_\_
- g) \_\_\_\_\_
- h) \_\_\_\_\_
- i) \_\_\_\_\_

#### IV.4.3 EVALUACIÓN DIAGNÓSTICA 3 ¿Cuánto sabes del tema? ... "QUÍMICA DEL CARBONO"

I. Lee cuidadosamente, reflexiona y responde lo que se solicita.

1. Marca los electrones de valencia del átomo de Carbono.

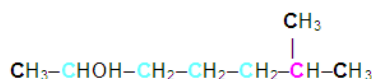
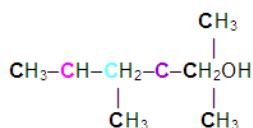


2. Selecciona la respuesta correcta encerrando en un círculo el inciso correspondiente. El carbono se combina con el H y forma: a) Benceno b) Hidrocarburos c) Halogenuros d) Alcanos

3. Relaciona la terminación prefijo que corresponda a cada grupo de compuestos y de acuerdo al número de enlaces.

COMPUESTO	TERMINACIÓN	NÚMERO DE ENLACES
ALCANOS		
ALQUENOS		
ALQUINOS		

4. Identifica los carbonos primarios, secundarios, terciarios y cuaternarios colocando en el color que corresponda.



C=

C=

C=

C=

¿Cuál es la importancia de diferenciar los carbonos?

5. Completa el cuadro siguiente correlacionando el prefijo que se asigna de acuerdo al número de carbonos.

NÚMERO DE ÁTOMOS DE CARBONO	Prefijo
1	
2	
3	
4	
5	

6. Identifica las formas para representar las moléculas orgánicas, colocando en la línea la letra que corresponda a la fórmula solicitada..

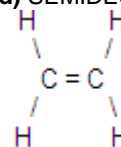
a) DESARROLLADA b) EMPÍRICA c) MOLECULAR (CONDENSADA)

d) SEMIDESARROLLADA

\_\_\_\_\_ CH<sub>4</sub>

\_\_\_\_\_ CH<sub>2</sub>=CH<sub>2</sub>

\_\_\_\_\_



#### IV.4.4 EVALUACIÓN DIAGNÓSTICA 4 ¿Cuánto sabes del tema? ...MOLÉCULAS

1. Registra en la columna de concepto, las primeras palabras que vengan a tu mente que se relacionan con el concepto de "MOLÉCULA". En la columna de JERARQUÍA coloca un número del 1 al 10 considerando EL GRADO DE IMPORTANCIA de acuerdo a TU EXPERIENCIA.

Núm.	CONCEPTO	JERARQUÍA
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		
8		
9		
10		

+  
↓  
-

2. Relaciona el concepto del panel con la participación en los enlaces entre átomos en la formación de moléculas orgánicas.

- |  |                                |
|--|--------------------------------|
| <b>a) TRANSFERENCIA COMPLETA DE ELECTRONES</b> | <b>b) ELECTRONEGATIVIDAD</b>   |
| <b>c) ENLACE NO POLAR</b>                      | <b>d) AFINIDAD ELECTRÓNICA</b> |
| <b>e) ENLACE POLARIDAD</b>                     | <b>f) MOLÉCULAS</b>            |
| <b>g) MOLÉCULAS</b>                            | <b>h) ESTRUCTURA DE LEWIS</b>  |

- ( ) Unión de dos átomos resulta en átomos con enlaces distintos a los átomos originales.
- ( ) Enlace entre átomos de la misma clase e igual electronegatividad
- ( ) Determina el tipo de enlace que originarán dos átomos en su unión
- ( ) Formación de especies iónicas
- ( ) El símbolo del elemento está rodeado de puntos que corresponden al número de electrones presentes en la capa de valencia
- ( ) Medida del poder de un átomo o un grupo de átomos para atraer electrones
- ( ) Ganancia de electrones para dar iones negativos liberando energía
- ( ) Diferencia de electronegatividad entre átomos
- ( ) Se integran cuando dos o más átomos se enlazan químicamente

3. De acuerdo a los elementos biogénicos primarios estudiados anteriormente, desarrolla la estructura de Lewis para 3 elementos.

#### IV.4.5 EVALUACIÓN DIAGNÓSTICA 5

##### *¿Cuánto sabes del tema? ...GRUPOS FUNCIONALES Y REACCIONES ORGÁNICAS*

I. Lee cuidadosamente, reflexiona y responde lo que se solicita.

1. ¿Qué es un grupo funcional? \_\_\_\_\_
  2. Menciona algunos grupos funcionales que recuerdes \_\_\_\_\_
  3. Considerando las siguientes moléculas: Identificar encerrando en un círculo los grupos funcionales. a)  $\text{CH}_3\text{CHOHCH}_3$  b)  $\text{CH}_3\text{COCH}_3$  c)  $\text{CH}_3\text{CONH}_2$  d)  $\text{CH}_3\text{COOCH}_3$  e) C-H-H-C
  4. Consideras que interacciones que ocurren entre los diferentes átomos y moléculas que lo componen en las células se pueden realizar en el laboratorio. Fundamentar la respuesta.
- 
- 

5. Ubicar las diferentes moléculas orgánicas de acuerdo a los bioelementos que están presentes en su estructura, colocando la letra dentro del paréntesis en la línea que correlacione con la función.

(O) Funciones oxigenadas      (N) Funciones Nitrogenadas

(S) Funciones de Azufre      (P) Funciones con fosfato

- a) Formadas por C,H y O \_\_\_\_\_
  - b) Constituidas por C;HO;N \_\_\_\_\_
  - c) Contienen C,H,O,N,S \_\_\_\_\_
  - d) Incluyen C,H,O,N,P \_\_\_\_\_
6. Relacionar las siguientes funciones orgánicas de acuerdo a la biomolécula en que están presentes. Seleccionar del panel de pistas la que corresponda de acuerdo al grupo funcional que las caracteriza.

CARBOHIDRATOS

LÍPIDOS

PROTEÍNAS

ÁCIDOS NUCLEICOS

- a) Función Oxigenada \_\_\_\_\_
- b) Función Nitrogenada \_\_\_\_\_
- c) Función de Azufre \_\_\_\_\_
- d) Función de Fosfato \_\_\_\_\_

#### IV.4.6 EVALUACIÓN DIAGNÓSTICA 6 *¿Cuánto sabes del tema? ...BIOMOLÉCULAS*

I. Instrucciones: Lee cuidadosamente, reflexiona y responde lo que se solicita.

1. ¿Qué son para ti las biomoléculas \_\_\_\_\_

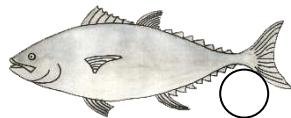
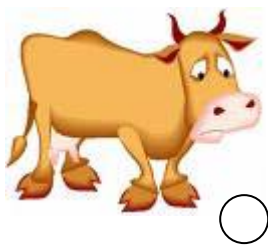
1. ¿Cuales crees que son las biomoléculas más importantes para la células  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

3. ¿Son importantes para el hombre?, si, no ¿por qué? Argumenta tu respuesta.  
\_\_\_\_\_

4. ¿Cómo crees que las células animales y vegetales puedan obtener las biomoléculas para su funcionamiento?  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

5. Relaciona cada imagen de la izquierda con el circulo de la derecha y escribe la letra inicial de la biomolécula que consideres está presente de forma importante. Puedes adicionar círculos si consideras necesario.

ÁCIDO NUCLEICO (AN), CARBOHIDRATO (CA), LÍPIDO (L), PROTEÍNA (P)





6. Completa las columnas de las macromoléculas (biomoléculas) y de las moléculas estructurales (monómeros) siguiendo la pista.

Aminoácidos _____	Proteínas
_____	Ácido desoxirribonucleico
_____	Ácido ribonucleico
Monosacáridos _____	
Disacáridos _____	
Ácidos Grasos _____	
_____	Oligosacáridos

7. Identifica el tipo de biomolécula relacionando con la columna del lado izquierdo. Indica si dicha biomolécula se encuentra en célula vegetal o animal, colocando la letra V si es vegetal o A si es animal en la línea derecha.

- |                    |                         |   |
|--------------------|-------------------------|---|
| ( ) Celulosa ___   | ( ) Cera de colmena ___ | <ul style="list-style-type: none"> <li>• ácidos grasos (a)</li> <li>• Carbohidratos (b)</li> <li>• Proteínas (c)</li> <li>• Ácidos nucleicos (d)</li> </ul> |
| ( ) Cabello        | ( ) Almidón ___         |   |
| ( ) Glucógeno ___  | ( ) Polimerasas ___     |   |
| ( ) Estrógenos ___ | ( ) Uñas ___            |   |
| ( ) Quitina ___    | ( ) Sacarosa ___        |   |
| ( ) Escamas ___    | ( ) Ribosoma ___        |   |
| ( ) Fructuosa ___  | ( ) Mielina ___         |   |
|                    | ( ) Almidón ___         |   |

8. Registra en la columna de concepto, las primeras palabras que vengan a tu mente que se relacionan con el concepto **BIOLOGÍA MOLECULAR**.

En la columna de **JERARQUÍA** coloca un número del 1 al 15 considerando **EL GRADO DE IMPORTANCIA** de acuerdo a **TU EXPERIENCIA**.

**+ MAYOR**

Núm.	CONCEPTO	JERARQUÍA
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		
8		
9		
10		
11		
12		
13		
14		
15		

**↓ MENOR**

#### IV.4.7 EVALUACIÓN DIAGNÓSTICA 7 ¿Cuánto sabes del tema? ...”CARBOHIDRATOS”

1. Qué nombres alternativos reciben este tipo de moléculas.
2. En la columna de CONCEPTO, escribe las primeras 15 palabras relacionadas con los CARBOHIDRATOS y en la columna de JERARQUÍA coloca un número del 1 al 15 considerando EL GRADO DE mayor a menor IMPORTANCIA de acuerdo a TU EXPERIENCIA.

Núm.	CONCEPTO	JERARQUIA
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		
8		
9		
10		
11		
12		
13		
14		
15		

+ MAYOR  
↓  
\_ MENOR

2. Corresponden a macromoléculas formadas principalmente por átomos de: \_\_\_\_\_

4. Los Monosacáridos son: ( )

- azúcares simples cuya fórmula general es  $(CH_2O)_n$ , donde n representa el número de átomos de carbono que posee la molécula
- Tienen color blanco cristalino
- Son solubles en agua
- La función más importante es energética

5. Las moléculas de azúcares se nombran de acuerdo al número de carbonos, relaciona el número de carbonos con la molécula de carbohidrato colocando en el paréntesis la molécula que se relaciona al número de carbonos

- |                |                |
|----------------|----------------|
| a) Triosa ( )  | Glucosa        |
| b) Pentosa ( ) | Ribosa         |
| c) Tetrosa ( ) | Gliceraldehído |
| d) Hexosa ( )  |                |

6. Selecciona cual de las moléculas derivan de los aldehídos y cuáles de las cetonas.

- |        |           |
|--------|-----------|
| a) ( ) | Glucosa   |
| b) ( ) | Fructuosa |

- c) ( )
- d) ( )
- e) ( )

7. Los monómeros de los carbohidratos pueden ser: ( )

- a) Glucosa, fructuosa, galactosa
- b) Fructosa, lactosa, celobiosa
- c) Celulosa, glucosa, fructuosa
- d) Galactosa, almidón, glucosa

8. Los Disacáridos están constituidos por 2 monómeros de azúcar. Relaciona las parejas que correspondan a dichas moléculas con el disacárido mencionado.

- a) Sacarosa                      Formada por: 2 glucosas
- b) Maltosa:                      Formada por: glucosa y galactosa
- c) Lactosa:                      Formada por glucosa y fructuosa

7. Cuántos monómeros tienen los oligosacáridos

10. Que un polisacárido:

11. Al unirse varios monosacáridos forman moléculas más grandes, cita tres ejemplos.

12. El enlace covalente, denominado enlace \_\_\_\_\_ Este se forma a través de reacciones donde interactúan las moléculas que se van a enlazar, menciona las principales reacciones

Reserva Estructural Energética Su función es de \_\_\_\_\_

13. Existen varios polisacáridos de importancia biológica, constituidos por largas cadenas de glucosa. Completa los enunciados como corresponde a la función y a la pertenencia a) Glucógeno: Es un polisacárido muy ramificado. Se almacena principalmente en el hígado y en los músculos estriados. Su función principal es \_\_\_\_\_ y se encuentra en \_\_\_\_\_

b) Almidón: Es la molécula de reserva energética en vegetales. Es muy abundante en las semillas y los tubérculos como por ejemplo, \_\_\_\_\_

c) Celulosa: es un polímero lineal, presente en la pared de las células vegetales. Su función es \_\_\_\_\_

d) Quitina es un polímero \_\_\_\_\_, presente en las estructuras de \_\_\_\_\_ su función es \_\_\_\_\_.

#### IV.4.8 EVALUACIÓN DIAGNÓSTICA 8 ¿Cuánto sabes del tema? ...”LÍPIDOS”

1. En la columna de CONCEPTO, escribe las primeras 15 palabras relacionadas con los “LÍPIDOS” y en la columna de JERARQUÍA coloca un número del 1 al 15 considerando EL GRADO DE mayor a menor IMPORTANCIA de acuerdo a TU EXPERIENCIA.

Núm.	CONCEPTO	JERARQUIA
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		
8		
9		
10		
11		
12		
13		
14		
15		

+ MAYOR  
↓  
\_ MENOR

2. Los lípidos son biomoléculas que se encuentran en las conocidas como ( )
  - a) Ácidos nucleicos
  - b) Proteínas
  - c) Ácidos grasos
  - d) Polisacáridos
3. Los ácidos grasos están formados por los siguientes elementos: \_\_\_\_\_
4. Los esteroides están representados por moléculas formadas como ( )
  - a) Hormonas sexuales
  - b) Colesterol
  - c) Vitaminas A y D
  - d) Hormonas masculinas
5. Los lípidos, son un grupo de compuestos químicamente diversos, solubles en ( )
  - a) Solventes orgánicos
  - b) Cloroformo, metanol o benceno
  - c) Solubles en agua
  - d) Son insolubles
6. Los mamíferos, los acumulan lípidos como( )
  - a) Los mamíferos, los acumulan lípidos como( )
  - b) Grasas
  - c) Ceras
  - d) Aceites
  - e) Polisacáridos
6. Las plantas se almacenan lípidos en forma de: ( )
  - a) Aceites o esteroides
  - b) Ceras o parafinas
  - c) Fibras o almidones
  - d) Colesterol

7. La energía disponible en los lípidos se distribuye a través de las estructuras orgánicas. Un problema ocasionado por el exceso de transporte de lípidos como el colesterol tienen importancia. Fundamenta la respuesta.
- 
8. Los lípidos son cadenas de qué tipo y qué características tienen.
- 
9. Algunas funciones de los lípidos son:
- 
10. Los lípidos, se pueden separar fácilmente de otras biomoléculas por extracción con solventes. ¿Qué tipo de solventes seleccionarías con este fin?
- a) La función biológica más importante de los lípidos es: Estructural
  - b) De reserva
  - c) Función energética
  - d) Formar moléculas conjugadas
11. Una característica importante de los lípidos como moléculas estructurales se refiere a la capacidad de solución, explica a qué se refiere la idea.
12. Los lípidos se pueden unir a otras biomoléculas, recuerda a cuáles y qué tipo de biomoléculas se generan con esta unión?

**IV.4. 9 EVALUACIÓN DIAGNÓSTICA 9 ¿Cuánto sabes del tema? ...PROTEÍNAS**

1. Del panel de respuestas selecciona la que corresponda a la proteína mencionada y escribe el número en el paréntesis derecho.

1. MOVIMIENTO 2. TRANSPORTE 3. ESTRUCTURAL 4. DEFENSA 5. HORMONAL

La hemoglobina que lleva el O<sub>2</sub> y la bomba Na<sup>+</sup> - K<sup>+</sup> que transporta estos iones ( )

La interacción la actina y la miosina, producen la contracción muscular ( )

El colágeno y la elastina que dan soporte mecánico a las células de los tejidos ( )

Son proteínas que se utilizan para inmunizar contra algunas enfermedades ( )

Su función es regular el metabolismo de los carbohidratos en el páncreas ( )

2. Responde la pregunta siguiente. Son las unidades básicas que constituyen a las proteínas

3. Cada monómero está formado de un grupo NH<sub>2</sub> terminal y un COOH Terminal. Identifica las propiedades ácidas o básicas en cada uno. Ácido \_\_\_\_\_ Básico \_\_\_\_\_

4. En la columna de CONCEPTO, escribe las primeras 20 palabras relacionadas con los PROTEÍNAS y en la columna de JERARQUÍA coloca un número del 1 al 20 considerando EL GRADO DE mayor a menor IMPORTANCIA de acuerdo a TU EXPERIENCIA.

Núm	CONCEPTO	JERARQUÍA
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		
8		
9		
10		
11		
12		
13		
14		
15		
16		
17		
18		
19		
20		

+ MAYOR

- MENOR

5. El mecanismo de unión entre las unidades estructurales se conoce como \_\_\_\_\_

#### IV.4.10 EVALUACIÓN DIAGNÓSTICA 10

##### ¿Cuánto sabes del tema? "ACIDOS NUCLEICOS"

I. Lee cuidadosamente, reflexiona y responde lo que se solicita.

1. Resuelve el ejercicio subrayando la respuesta correcta.

ADN

1. La estructura secundaria del ADN no tiene una de las siguientes características:

La adenina se une a la timina por tres puentes de Hidrógeno.

Las cadenas son antiparalelas.

Las hebras giran en torno a un eje.

Las hebras son complementarias.

2. Las histonas son:

Proteínas básicas que forman el nucleosoma.

Proteínas básicas que aparecen en la estructura secundaria del ADN.

Proteínas ácidas que aparecen en la estructura secundaria del ADN.

3. El primer nucleótido de una cadena de ácido nucleico tiene libre (sin unirse a otro nucleótido) el carbono:

5 de la pentosa

3 de la pentosa

4 de la pentosa

1 de la pentosa

4. Las bases púricas son:

Adenina y Timina

Adenina y Uracilo.

Adenina y Guanina

Citosina y Guanina.

5. La unidad estructural de los ácidos nucleicos es:

La base nitrogenada

El nucleótido

El ácido fosfórico

El nucleósido

6. El enlace entre la pentosa y la base nitrogenada se llama:

Alfa - glucosídico.

Peptídico

N-glucosídico

O-glucosídico

7. La base nitrogenada que solo aparece en el ARN es:

Timina

Uracilo

Guanina

Adenina

8. La desoxirribosa es"

Una hexosa que aparece en el ADN

Una pentosa que aparece en el ARN.

Una pentosa que aparece en el ADN.

Una hexosa que aparece en el ARN.

9. La estructura secundaria del ADN no tiene una de las siguientes características:

Las hebras son complementarias.

Las cadenas son antiparalelas.

La citocina se une a la guanina por dos puentes de Hidrógeno.

Las hebras giran en torno a un eje.

10. Las diferencias básicas entre el ARN y el ADN, además del azúcar ribosa o desoxirribosa son:

El ARN no tiene hebra complementaria

El ADN es el que conserva la información genética


El ARN no tiene nucleótidos

Se pliega en alfa hélice

11. En la columna de CONCEPTO, escribe las primeras 20 palabras relacionadas con los ÁCIDOS NUCLEICOS y en la columna de JERARQUÍA coloca un número del 1 al 20 considerando EL GRADO DE mayor a menor IMPORTANCIA de acuerdo a TU EXPERIENCIA.

Núm	CONCEPTO	JERARQUÍA
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		
8		
9		
10		
11		
12		
13		
14		
15		
16		
17		
18		
19		
20		

+ **MAYOR**



- **MENOR**

12. Relaciona cada función con el tipo de molécula que corresponda., Escribiendo en el cuadro el número del concepto que se relaciona con el tipo de ARN.

1. No existe en procariontes
2. ARN precursor
3. Forma parte de los ribosomas
4. Portador de aminoácidos
5. Contiene codones
6. Requiere de procesamiento en eucariontes
7. Se asocian a proteínas, formando macroestructuras celulares
8. Doble hélice intracatenaria y anticodón.
9. No está sujeto a modificaciones en procariontes
10. Copia de ADN que contiene la información para hacer una proteína

ARNm	
ARNt	
ARNr	



## **IV.5 Desarrollo**

Este momento de la enseñanza, fue el más importante de la interacción y del perfeccionamiento de las habilidades contenidas en el proceso educativo, se aplicaron las estrategias coinstruccionales, las cuales apoyaron los contenidos curriculares durante el proceso de enseñanza. Estas estrategias se utilizaron para orientar y guiar a los alumnos sobre aspectos relevantes, para mejorar la atención y distinguir la información principal, lograr una codificación, conceptualización y contextualización de los contenidos de aprendizaje, organizar, estructurar e interrelacionar las ideas importantes (señalizaciones, ilustraciones, analogías, mapas conceptuales, los cuales inciden en el mantenimiento de la atención y motivación. Así mismo, se tuvieron una función adicional de promover la oportunidad para que los alumnos practicasen, ensayaran, elaboraran, construyeran y/o se apropiaran del conocimiento [Bruner, 1972; Coll, C. 1990; Díaz y Hernández, 2002; McGriff, S.J. 2000].

Durante el desarrollo de las clases, el tiempo se destinó a:

1. Clase expositiva breve del docente o de los equipos de trabajo
2. Fijar los aprendizajes y a redondear las ideas y puntos centrales del trabajo
3. Revisar el conjunto del proceso y resaltar los aspectos relevantes;
4. Establecer las bases de la continuidad y señalar la secuencia didáctica;
5. Reforzar los aprendizajes clave; aclarar aspectos y/o ampliar la información;
6. Valorar, estimular e incentivar destacando los aspectos positivos del trabajo.

Se utilizaron diversos organizadores como parte de las actividades en clase, y de las investigaciones complementarias dirigidas anticipadas a la clase, que circunscribieron el aprendizaje, y colateralmente se utilizaron también para apoyar el desarrollo de los contenidos científicos, cuadro 3. Se incluyeron elementos y situaciones que desafiaron a los alumnos a poner en juego sus habilidades cognitivas y sociales como la resolución de problemas, trabajo en equipo, desarrollo de actividades de laboratorio, entre otras.

Para cubrir todos los aspectos trabajados en el aula, durante la evaluación se estructuraron listas de cotejo, bitácora y portafolio grupal e individual. El uso de las tecnologías de la información sugiere el desarrollo de una nueva estrategia de evaluación de los productos trabajados por la red, llamado webfolio. Esto permitió monitorear y evaluar los logros obtenidos en el conocimiento científico, de las habilidades y destrezas para la búsqueda, organización y clasificación de información relacionada a los temas de biología molecular [Díaz y Hernández, 2002].

En esta fase se utilizaron los organizadores previos [Ausubel, 1979], los cuales permitieron el desarrollo de los principios de diferenciación progresiva y de integración como sugieren algunos autores [Ausubel, Novak, Hanesian, 1983].

### **IV.5.1 Contextualización**

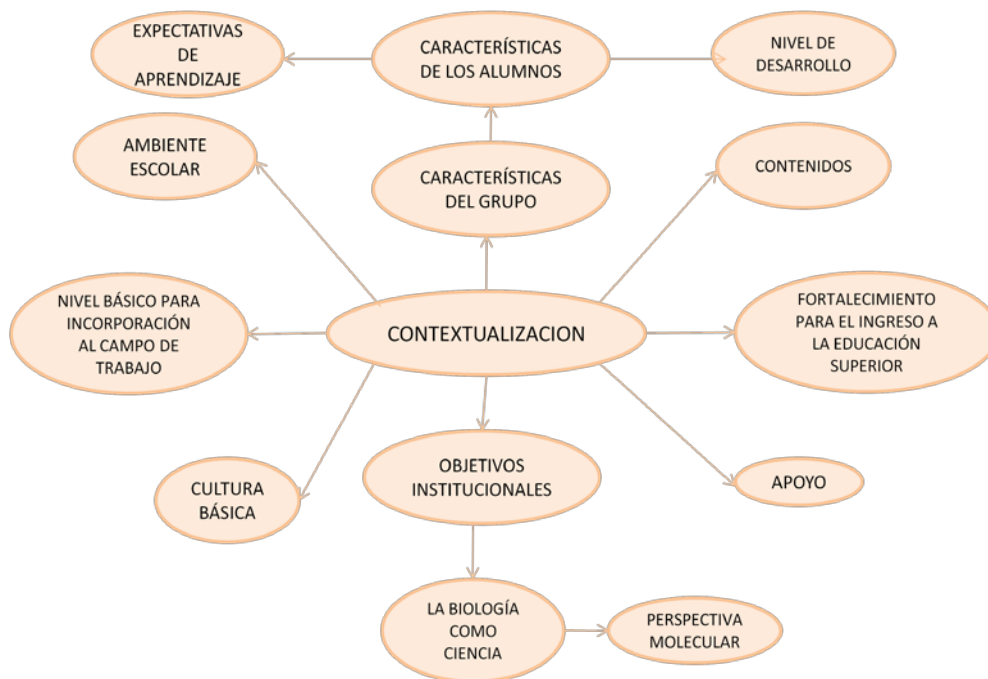
Consistió en especificar de acuerdo a las características definidas por la institución de Educación Media Superior en la que se aplicó la planeación docente de las estrategias de

enseñanza-aprendizaje. En esta planeación se consideraron las características del grupo de alumnos, el tipo de aula, características particulares del ambiente escolar, expectativas de aprendizaje, apoyos externos como material y equipo de apoyo audiovisual, equipo, material y reactivos para laboratorio. También, se tomaron en consideración los objetivos institucionales de la educación media superior como buscar una preparación óptima de los alumnos [www.bachillerato.unam.mx].

En la secuenciación y organización de contenidos se considero la incorporación de la cultura básica, el fortalecimiento para el ingreso a la educación superior; proporcionar un nivel básico para aquellos que habrán de ingresar al campo de trabajo [www.bachillerato.unam.mx], las características de la biología como ciencia, y meditando que desde la perspectiva molecular, las dificultades de enseñanza aprendizaje se incrementan. También fue importante incluir la adecuación al desarrollo evolutivo de los alumnos.

Los contenidos a aprender se situaron a una distancia óptima entre el nivel de desarrollo actual, determinado por la capacidad de resolver individualmente un problema, y el desarrollo potencial, precisado a través de la resolución del mismo problema bajo la guía del profesor. Siempre se vincularon los conocimientos previos y los contenidos objeto de estudio como se muestra en la estructura siguiente.

Para cada unidad se eligió un tipo de contenido que permitiera la organización de la secuencia, figura 3. El orden de los contenidos dentro de la secuencia y sus interrelaciones se establecieron en la estructura y organización de esta propuesta de enseñanza, la cual se realizó de acuerdo al modelo educativo y núcleo de conocimientos básicos [Núcleo de Conocimientos y Formación Básicos que debe proporcionar el Bachillerato de la UNAM] al plan de estudios, al perfil de egreso y las características del grupo de alumnos de Educación Media Superior, UNAM.



**Figura 3.** Contexto para la instrumentación didáctica de la propuesta de enseñanza.

#### IV.5.2 Contenidos

Se utilizó como base la planeación en cartas descriptivas (Programa Operativo), los aprendizajes, las competencias, las habilidades, las actitudes y los valores a desarrollar. Los criterios para la elaboración del plan de trabajo se eligieron de acuerdo a las contribuciones psicopedagógicas y didácticas en el uso de herramientas instruccionales eficientes y en las aportaciones de la concepción constructivista del aprendizaje, las contribuciones psicopedagógicas, didácticas, la práctica y experiencia del profesor, figura 4.



**Figura 4.** Organización de la secuencia didáctica

Por otra parte en la selección de los elementos para la planificación de la estructura didáctica se considero de acuerdo a los ejes organizadores, el tema. La articulación y estructuración de los contenidos se efectuó alrededor de un eje temático para facilitar su organización lógica. Algunos criterios utilizados para la selección de contenidos fueron.

1. Estructuración en torno a núcleos-ejes: La elección del contenido se realizó en función del eje temático.
2. Elección de los tipos de contenidos del currículo relacionados con la biología molecular.
  - 2.1 Tipos de aprendizajes: En el momento de la selección de los contenidos a trabajar se distinguieron 3 tipos: los aprendizajes conceptuales, procedimentales y actitudinales.

#### IV.5.3 Aprendizajes conceptuales o declarativos

En los aprendizajes conceptuales se incluyeron:

- a) Hechos o datos, en los cuales el aprendizaje fue literal en sí mismo y se circunscribió a la información descriptiva.

b) Concepciones teóricas y prácticas, las cuales requerían de la comprensión, que debía ser gradual y que se utilizó como ayuda para dar significado a un dato o información. Las diferencias entre los conceptos implicaron que unos son más generales y hay algunos que son más importantes que otros. Algunos contienen las ideas básicas, que se consideró proporcionarían un apoyo para discernir y comprender, así como ayudar a entender muchos hechos específicos y con un alto grado de generalidad.

El proceso de construcción del significado involucra la relación del conocimiento previo con el nuevo, se seleccionaron los contenidos porque éstos son cada vez más extensos, fue necesario seleccionar lo más relevante y enfocarse a aquellos que tenían mayor poder de explicación y relación con la biología molecular y con la vida. Se centraron en los que exige la época actual.

La organización de los aprendizajes conceptuales y el establecimiento de las relaciones entre ellos fue un paso importante en la planificación de las estrategias de enseñanza aprendizaje. Se indujo a los alumnos hacia el proceso de jerarquizar e identificar las relaciones para que un contenido apoyara el aprendizaje de otros. Esto se fortaleció con el empleo de mapas y estructuras conceptuales, y estructuras semánticas como herramientas organizacionales.

En los aprendizajes conceptuales se consideraron los conceptos, datos y hechos que se trabajaron en el orden de acuerdo a su organización, nivel de profundidad y amplitud; tomando en cuenta los conocimientos previos y aptitudes de los alumnos, y finalmente de acuerdo al plan de estudios de BIOLOGÍA V en la Escuela Nacional Preparatoria. En el Cuadro 7, se muestra la organización de conceptos involucrados para el desarrollo de los temas relacionados con la biología molecular.

#### **IV.5.4 Aprendizajes procedimentales**

Para programar los aprendizajes procedimentales se tomaron en consideración los objetivos procedimentales, se incluyeron de acuerdo al tipo de requisitos de aprendizaje, el nivel de conocimientos de las técnicas experimentales que tenían los alumnos, razonando las adecuaciones para acercar a los alumnos al dominio de los nuevos procedimientos. Este conjunto de acciones ordenadas y orientadas a la adquisición de una habilidad, requirió de la reiteración de acciones que llevaran a los alumnos a dominar una técnica, habilidad del aprendizaje, cuadro 3. Se tomaron como base los procedimientos generales, algorítmicos y heurísticos.

1. Generales. Estos son procedimientos que también podían utilizarse en otras áreas y se agruparon de acuerdo a la actividad realizada: 1. Búsqueda de información como Investigación dirigida, 2. Procesamiento de la información obtenida (análisis, elaboración de cuadros, gráficas, imágenes, etc.), 3. Comunicación de la información en forma escrita, lo que incluyó la elaboración de informes, resúmenes, reportes de laboratorio y 4. Comunicación oral, que consistió en la participación en clase, comunicación entre alumnos y presentaciones orales. 5. Habilidades en el manejo de reactivos, equipo y material de laboratorio. 6. Observación y registro de resultados experimentales y teóricos.

Algorítmicos. Los que marcaron el orden de la secuencia requerida para resolver un problema, realizados de acuerdo a la metodología correspondiente al método científico.

Heurísticos. En estos se incluyeron los contextuales, es decir, aquellos que no se aplican de manera automática y siempre de la misma forma (a diferencia de los algorítmicos) a la solución de un problema, como la interpretación de textos.

**Cuadro 3.** Secuencia de los temas desarrollados en el curso de Biología V

UNIDAD I	TEMA	SUBTEMA	PROPÓSITO	TIEMPO TOTAL ESTIMADO 24 (h)	SECUENCIA DIDÁCTICA
Introducción a las moléculas	Niveles de organización de la materia	Moléculas	Reconocer la estructura de la materia desde el horizonte elemental hasta el Universo.	2	Organización de la materia
				1	Elementos biogénicos
				1	Química del carbono
				2	Grupos funcionales
				1	Moléculas
Nutrición y estructura de los seres vivos	Biomoléculas	Estructura y Función	Explicar la nutrición como proceso fundamental la vida y la importancia de las biomoléculas	2	Carbohidratos
				2	Lípidos
				3	Proteínas.
				4	Ácidos nucleicos: ADN y ARN:
				4	Material genético
Estructura de los seres vivos	Células: Procariontes y eucariontes	Estructura y Función de subestructuras celulares	Diferenciar la nutrición	4	Autótrofa
				4	Heterótrofa
			Identificar las células procariontes y eucariontes	4	Eucariontes
				4	Animal Vegetal
UNIDAD III	TEMA	SUBTEMA	PROPÓSITO	TIEMPO ESTIMADO 20 (h)	SECUENCIA DIDÁCTICA
Regulación y herencia de los procesos biológicos	Regulación y continuidad de la vida	Genética molecular	Comprender los principales procesos de regulación biológica. Explicar la relación con el mantenimiento, y la continuidad la vida y lo aplique para entender mejor su propio desarrollo.	10	Expresión génica y su regulación Replicación Transcripción Traducción Síntesis de proteínas
				10	Mutaciones Aberraciones cromosómicas

#### **IV.5.5 Aprendizajes actitudinales**

Los aprendizajes actitudinales se consideran en forma tácita en el currículo de la EMS, tienen el objetivo de fomentar los valores. Se consideraron en la planeación desde el punto de vista de la moral vigente, que en el sentido de la antropología cultural o de la sociología empírica, la moral es un conjunto de normas y valores imperantes en un universo social circunscrito según su cultura específica, por ello fueron distintos para cada grupo de alumnos.

Las generales, que están presentes en todas las áreas (observar, mostrar atención, valorar, admirar, reflexionar, apreciar, disfrutar, participar, flexibilidad, y respeto como forma de relación social, etc. Los específicos del área de la biología, curiosidad por el uso de los recursos en el laboratorio y la naturaleza, incluyendo los individuos de todas las especies y sobre todo al humano, desarrollar un pensamiento analítico, crítico y propio.

En las personales se consideraron el respeto y amor a sí mismo, el autodomínio, la objetividad, la responsabilidad, el optimismo, desarrollo de una conciencia moral autónoma y responsable guiada por los valores de la vida, la puntualidad, la verdad, la justicia, la libertad, y la disposición permanente a vivir en valores.

En las relaciones interpersonales el respeto a los demás y hacia las ideas, solidaridad, cooperación, tolerancia, actitud de diálogo, lealtad, sensibilidad frente a situaciones diversas, unidad, amor, honestidad, libertad, fraternidad, perdón, justicia, comprensión, la paz etc.

Respecto a las actitudes del individuo con el medio básicamente se tomó en cuenta el respeto hacia el medio ambiente, a las etnias, a la diversidad cultural y sexual.

#### **IV.6 Técnicas de aprendizaje**

La metodología del proceso educativo y las aplicaciones que se buscaron para el desarrollo de la práctica educativa orientada a mejorar el proceso de enseñanza-aprendizaje con un enfoque para una instrucción activa, desde el punto de vista constructivista, involucró los siguientes enfoques que permitieron construir la propuesta.

##### **IV.6.1 Aprendizaje como investigación dirigida**

Se utilizó como estrategia de enseñanza- aprendizaje la investigación dirigida para búsquedas teóricas y prácticas. Para ello se situó al alumno dentro de un contexto similar a la del científico. El enfoque consistió en el planteamiento de situaciones directas que inducían a los alumnos a búsquedas de respuestas; con el apoyo de la docente, quien planeó preguntas dirigidas para orientar a la reflexión, caminos, interpretaciones o modelos conceptuales para que fueran construyendo el conocimiento.

La investigación dirigida fue una actividad que requirió la participación activa del estudiante, que fue orientado hacia la búsqueda de una evidencia que le permitiera resolver un problema práctico o contestar un cuestionamiento teórico [Pozo y Gómez, C. 2004]. Este es un proceso que el

estudiante realizó en forma individual o grupal fuera del aula y para el logro de los objetivos, se proporcionó a los estudiantes una guía para ser considerada durante la investigación o proyecto científico.

#### **IV.6.2 Aprendizaje por discusión y contraste de modelos**

En este enfoque, el profesor expuso a los alumnos modelos alternativos, resaltando en las diferencias conceptuales, limitaciones y marco de acción, con el objeto que los alumnos los integraran en un referente único. Las propuestas dentro de este enfoque fueron desde la explicación de diferentes modelos y su aplicación a diferentes hechos o fenómenos, el enriquecimiento de los modelos propuestos por los alumnos hasta la comparación de los modelos presentados por los científicos. El profesor conduce al alumno para lograr la comprensión en la construcción y valoración de modelos, fomentando la capacidad de explicitar, redescibir y argumentar sobre sus modelos y los de los demás. Promover la integración y desarrollo de conceptos y procedimientos basados en la evaluación. Se trata no tanto de exigir del alumno que se acerque a un modelo “correcto” previamente establecido, sino de promover la reflexión [Pozo, 1996].

#### **IV.6.3 Conflicto Cognitivo**

Con este enfoque se buscó debilitar las concepciones alternativas de los estudiantes mediante la confrontación de acuerdo a Posner *et al.*, (1982). Para generar este cambio se hizo necesario estructurar una nueva concepción científica comprensible, coherente, y fructífera para los alumnos [Aparicio y Rodríguez Moneo, 2000]. Desde esta perspectiva se estimuló la búsqueda para que los alumnos se acercaran a la adquisición de una concepción científica valiosa que se vinculara con las estructuras propias de su pensamiento. Para lograr este objetivo, el alumno se enfrentó a la resolución de una serie de conflictos entre las ideas previamente establecidas y las recientemente adquiridas. El docente colaboró para que los alumnos las resolvieran favorablemente, fueran coherentes con las ideas previas, que tuvieran un valor de aplicación a nuevas realidades y abordaran nuevas formas de pensamiento.

#### **IV.6.4 Aprendizaje colaborativo**

En el aprendizaje colaborativo se aprende en forma colectiva o en equipo. Para ello, los alumnos interactuaron entre sí de una manera productiva y cooperativa. El aprendizaje colaborativo o en equipo posibilitó el desarrollo de nuevos patrones de interacción entre los alumnos para mejorar las oportunidades de aprendizaje. Se aprovechó el impulso natural que tienen los alumnos, el apoyo que proporcionan los compañeros y el deseo innato de interacción social que permite lograr el cumplimiento de la tarea, tanto en forma individual como en equipo Vigostky, 1973.

Los estudiantes construyen sus modelos mentales en condiciones sociales semejantes, y comparten un lenguaje común, lo que facilita que se puedan comparar sus esquemas mentales y de esta forma se propicie que unos ayuden a los otros en la asimilación de los nuevos conocimientos.

La estrategia seguida fue organizar actividades en grupos pequeños en el salón de clase, con el siguiente protocolo.

1. Instrucciones del profesor y dirección de la tarea.
2. Formación de equipos de 2 y 4 integrantes.
3. Intercambiar información y trabajar en la tarea correspondiente. Revisión de los contenidos, ensayar procedimientos, analizar su propio desempeño, el de los demás y se prepararon unos a otros para alcanzar el dominio del contenido. Dentro del equipo, los alumnos que requirieron aclarar o entender algo, se lo preguntaron a sus compañeros hasta que todos sus miembros lo comprendieron y terminaron aprendiendo a través de la colaboración.
4. Dirección de la tarea, el trabajo que desarrollaron los alumnos a través de preguntas, discusiones, referencias a la lectura de textos y otros recursos. En caso de que los alumnos no responden entre equipos, se recurrió al profesor.
5. Los alumnos evaluaron la actividad individual y en equipo. Cuando en los equipos se lograron los objetivos, significó un crecimiento recomendable.

#### **IV.6.5 Enseñanza expositiva**

Durante la aplicación de este enfoque, se buscó el desarrollo de los procesos de diferenciación e integración conceptual basados en asociaciones entre los conceptos. De este modo, la asimilación de nuevos conceptos se realizó sobre la estructura conceptual previa del alumno y a través de la utilización de la explicación expositiva interactiva, apoyada en diferentes recursos didácticos u organizadores conceptuales avanzados [Ausubel, 1976].

El uso de los mapas y estructuras conceptuales, mapas mentales y estructuras semánticas, cuadros comparativos de dos o más entradas, constituyeron parte de los recursos más aplicados para lograr la diferenciación conceptual progresiva en los alumnos y se hizo extensiva para su aplicación en el proceso de evaluación. En la aplicación de esta estrategia, la participación del docente fue de apoyo, promotor de los procesos de asimilación de conocimientos y soporte para el desarrollo de las relaciones de coordinación contenidas en el material de trabajo. La secuencia en los tres tiempos de la enseñanza.

La enseñanza expositiva se utilizó también como actividad de los alumnos. Sin embargo, por la calidad de alumnos fue necesario estructurar algunas preguntas en torno al tema, siempre para verificar la investigación dirigida y al final reforzar las exposiciones con preguntas específicas a resolver sobre los aprendizajes del tema.

#### **V.6.6 El aprendizaje basado en proyectos**

Se empleó el método desarrollado por Kilpatrick, (1918) por la definición que implica que el autor como fases temporales para este trabajo se eligieron los proyectos de aprendizaje, visto como proyecto integrado y aprendizaje basado de problemas.



#### **IV.6.6.1 Proyectos de aprendizaje**

El proyecto de aprendizaje consistió en un conjunto de actividades enfocadas bajo el punto de vista científico en torno a un tema-problema complejo y variado que, para su solución. La estrategia didáctica de este método fue:

1. Generación del problema y de subproblemas por los estudiantes y la profesora.
2. La presentación del tema por los alumnos y la profesora.
3. Análisis de temáticas e identificación de áreas integradoras.
4. Planteamiento de objetivos e hipótesis.
5. Identificación de conceptos básicos por estudiar.
6. Planeación de tareas por equipos e individualmente.
7. Investigación dirigida en biblioteca y trabajo de campo si era necesario.
8. Sistematización y elaboración de informes de acuerdo al protocolo del método científico.
9. El producto de la aplicación del proyecto se reflejó en un informe en el que se incluyeron las ideas científicas fundamentadas para abordar el problema o un modelo en el que se concretó la solución del problema estudiado. Así como las soluciones teóricas y empíricas.
10. Evaluación de los productos obtenidos, de la bitácora de trabajo y complementación de aprendizajes no logrados.
11. La organización del trabajo se realizó en grupos pequeños e incluso individualmente.

#### **IV.6.6.2 El aprendizaje basado en problemas (ABP)**

El aprendizaje basado en problemas (ABP) consistió en el planteamiento de una situación problema, real o supuesta, para promover el desarrollo del proceso de investigación, reflexión y resolución del problema; el problema se relacionó con el mundo real y con la construcción del conocimiento por aprendizajes significativos. Durante el ABP se trató de vincular el aprendizaje con la vida cotidiana, desarrollar habilidades de pensamiento, toma de decisiones e integrar el conocimiento de diferentes disciplinas.

El ABP se desarrolló por medio del trabajo en grupos pequeños 4 a 5 alumnos y promovió el estudio centrado en el alumno, independiente, activo y autodirigido. El ABP se utilizó como una estructura de enseñanza aprendizaje para el tema de biomoléculas [Maudsley 1999; McKinney y Graham-Buxton, 1993].

Inicialmente se confrontó a los alumnos con un problema relacionado con los objetivos del tema [Martínez y Piña, 1997]. El problema formó parte del enfoque de la organización y su buscó que sirviera de estímulo para que el alumno aprendiera y fomentara el desarrollo de habilidades y competencias resolviendo problemas.

La selección del Caso para el Aprendizaje Basado en Problemas se desarrolló de acuerdo a los objetivos de aprendizaje de la unidad temática "Biomoléculas". El caso utilizado fue "El pan de muerto se hace con las moléculas de la vida", diseñado y validado por Valdés, (2007).

Para la búsqueda de información se siguió la estrategia de Investigación Dirigida, cuyo objetivo fue identificar estudios relevantes de fácil comprensión y adecuados al nivel educativo de los alumnos. Para identificar los estudios pertinentes los alumnos investigaron en la literatura. Se recomendó primeramente realizar las búsquedas en las Bibliotecas, recursos personales, y los provenientes de las nuevas tecnologías de la información y comunicación. Se sugirió que por cada artículo proveniente de la red se consultara un libro adicional a los libros utilizados rutinariamente, Alberts, 2005 y Lehninger, 2005.

#### **IV.7 Habilidades metacognitivas y del pensamiento**

Con la finalidad de superar las dificultades en el aprendizaje se planearon desarrollar algunas habilidades de pensamiento.

Las principales habilidades metacognitivas fueron la planificación, la evaluación, la organización, el seguimiento y la autoevaluación.

Habilidades de Razonamiento: Inducción, deducción, analogía, razonamiento informal.

Habilidades de solución de problemas: Selección de información, identificación de los fines, planificación, elección, ejecución y evaluación de la solución propuesta.

Estrategias de aprendizaje: Lectura, recapitulación, elaboración, organización, abstracción y otras.

#### **IV.8 Recursos y estrategias de enseñanza-aprendizaje**

Se aplicaron distintas estrategias de enseñanza-aprendizaje, todas vinculadas con los enfoques de la enseñanza constructivista. Cuadro 4.

Los recursos didácticos constituyeron todos los instrumentos que se utilizaron para proporcionar al alumno las experiencias sensoriales adecuadas para facilitar el desarrollo de las actividades formativas dirigidas a lograr los objetivos de enseñanza y de aprendizaje. Los recursos educativos que utilizados en las diferentes situaciones del proceso de enseñanza y aprendizaje tuvieron funciones didáctica e informativas.

Los recursos didácticos se diseñaron considerando que cumplieran con las principales funciones de ayudar a sintetizar el tema y reforzar los puntos fundamentales de los conceptos, sensibilizar y despertar el interés en los estudiantes. Ilustrar los aspectos de difícil comprensión mediante imágenes, mapas mentales, mapas, redes y estructuras conceptuales, que ilustraran de forma objetiva la información por aprender, como la elaboración de modelos, representaciones en maquetas, o películas.

Fomentar la exposición dinámica y agradable, facilitando con ello la comunicación de grupo. Se favoreció el aprendizaje de los participantes por medio de la asociación de imágenes y esquemas. Los diferentes recursos utilizados mostraron ventajas y limitaciones [Ausubel, 1976; Novak, 1982; Pozo, 1999; Díaz y Hernández, 2002].

**Cuadro 4.** Estrategias de enseñanza-aprendizaje

ESTRATEGIAS	USOS Y EFECTOS EN LOS ALUMNOS
<sup>1</sup> Exposición	Entregar información, contextualizar, motivar.
<sup>2</sup> Presentaciones *	Retener ideas, ordenar, clarificar, visualizar resultados.
<sup>3</sup> Grupos de Trabajo	Aprendizaje activo y autónomo, interacción.
<sup>4</sup> Luvia de ideas	Ampliar puntos de vista, aportar soluciones creativas.
<sup>5</sup> Juego de fichas	Planificación participativa, generar consensos.
<sup>6</sup> Método de Proyectos	Desarrollo de competencias en tareas interdisciplinarias.
<sup>7</sup> Estudio de casos	Resolución de problema usando conocimientos adquiridos.
<sup>8</sup> Prácticas en el laboratorio	Tomar contacto con fenómenos reales.
<sup>9</sup> Simulaciones	Modelo a escala de un problema semejante a la realidad.
<sup>10</sup> Demostraciones	Mostrar secuencias o flujos de una tarea o acción compleja.
<sup>11</sup> Textos guía	Trabajar en forma autónoma.
<sup>12</sup> Objetivos	Conocer la finalidad y alcance del material y su utilización. El alumno sabía qué se esperaba de él al terminar de revisar el material. Ayudó a contextualizar los aprendizajes y a darles sentido
<sup>13</sup> Ilustraciones	Facilita la codificación visual de la información.
<sup>14</sup> Preguntas intercaladas	Permite practicar y consolidar lo que ha aprendido Resuelve dudas Se autoevalúa gradualmente
<sup>15</sup> Pistas tipográficas	Mantiene su atención e interés Detecta información principal Realiza codificación selectiva
<sup>16</sup> Resumen	Facilita el recuerdo y la comprensión de la información relevante del contenido que se ha de aprender.
<sup>17</sup> Organizadores previos y avanzados	Hace más accesible y familiar el Contenido Elabora una visión global y contextual.
<sup>18</sup> Analogías	Comprende información abstracta Traslada lo aprendido a otros ámbitos.
<sup>19</sup> Mapas, Redes y Estructuras conceptuales	Permite realizar una codificación visual y semántica de conceptos, proposiciones y explicaciones Contextualizar las relaciones entre conceptos y proposiciones
<sup>20</sup> Redes semánticas	Facilita el recuerdo y la comprensión de lo más importante de un texto.
<sup>21</sup> Mapas Mentales	
<sup>22</sup> Estructuras textuales	
<sup>23</sup> Modelos	Corregir muchas debilidades del método tradicional de lectura y demostración, incluyendo la fragmentación del conocimiento, la pasividad del estudiante, y la persistencia de la creencia inexperta sobre tema.
<sup>24</sup> Evaluación formativa	Conocer los resultados, el por qué de éstos, los aciertos para motivación y afirmación, así como los errores para la corrección y repaso.

Referencias. <sup>1</sup>Ausubel, 1976]; <sup>2</sup>TICs [Hobbs, y Frost, 1999], <sup>3</sup>Grupos de Trabajo. Glinz FPE., Vigotsky, 1973]; <sup>4</sup>Luvia de ideas [Díaz, 2003]; <sup>5</sup>Juegos de fichas, <sup>6</sup>Método de Proyectos, Kilpatrick, 1996]; <sup>7</sup>Estudio de casos [Waterman, y Stanley. 2004]. <sup>8</sup>Prácticas de laboratorio, Gil y Valdés, 1995; Baker, 1991]; <sup>9</sup>Simulaciones [Camero RE y Ochoa de Toledo M. 2006]. <sup>10</sup>Demostraciones [Chen, *et al.*, 2004]; <sup>11</sup>Textos guía. [Otero, J. 1990]. <sup>12</sup>Objetivos. [Díaz, 2002]. <sup>13</sup>Ilustraciones; <sup>14</sup>Preguntas intercaladas; <sup>15</sup>Pistas tipográficas; <sup>16</sup>Resúmenes, [Díaz y Hernández, 2002]. <sup>17</sup>Organizadores previos, Ausubel, 1976, Novak, 1982; <sup>18</sup>Analogías. [Fernández, *et al.*, 2003]; <sup>19</sup>Redes conceptuales [de Viers, 2006]. Estructuras conceptuales [Angulo, 2007]; <sup>21</sup>Redes semánticas, [Heimlich y Pittelman, 1990]. <sup>22</sup>Mapas Conceptuales, (Novak, 1978; mentales [Buzán, 1996]. <sup>23</sup>Estructuras textuales, [Bowen, 1999]; <sup>24</sup>Modelos, [Chamizo, 2003]; <sup>25</sup>Evaluación formativa, [Díaz y Hernández, 2002].

Los organizadores conceptuales avanzados, los cuales se muestran en forma secuencial y respondieron a la pregunta **¿Qué debo saber del tema?**

## IV.8.1 ORGANIZADOR 1

### ¿Qué debo saber del tema? BIOELEMENTOS O ELEMENTOS BIOGENÉSICOS

OBJETIVO: Describir las características estructurales de los componentes inorgánicos y orgánicos asociados a las moléculas orgánicas.

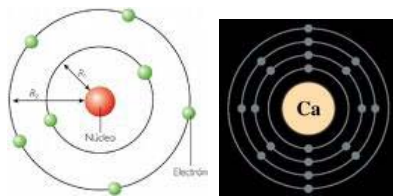
**Instrucciones.** Leer el siguiente texto realizando un registro de los aspectos más importantes y resuelve lo que se solicita.

#### Bioelementos.

Los bioelementos son los elementos químicos que constituyen los seres vivos. De los aproximadamente 109 elementos químicos que se conocen en la naturaleza, cerca de 70 se encuentran en los seres vivos. De estos solo unos 22 se encuentran en todos los seres vivos en cierta abundancia y cumplen una función específica.

Los bioelementos se pueden diferenciar en tres tipos principales:

1. Bioelementos primarios: O, C, H, N, P y S. Representan en su conjunto el 96,2% del total.
2. Bioelementos secundarios:  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Cl}^-$  Aunque se encuentran en menor proporción que los primarios, son también indispensables para los seres vivos. En medio acuoso se encuentran siempre ionizados.



3. Oligoelementos, micronutrientes o elementos traza: Son aquellos bioelementos que se encuentran en los seres vivos en un porcentaje menor del 0.1%. Algunos, de ellos son indispensables y se encuentran en todos los seres vivos, mientras que otros, variables, solamente son necesarios para algunos organismos como: Hierro (Fe), manganeso (Mn), boro (B), zinc (Zn), cobre (Cu), molibdeno (Mo), cloro (Cl), sodio (Na), níquel (Ni), silicio (Si), cobalto (Co) and selenio (Se).

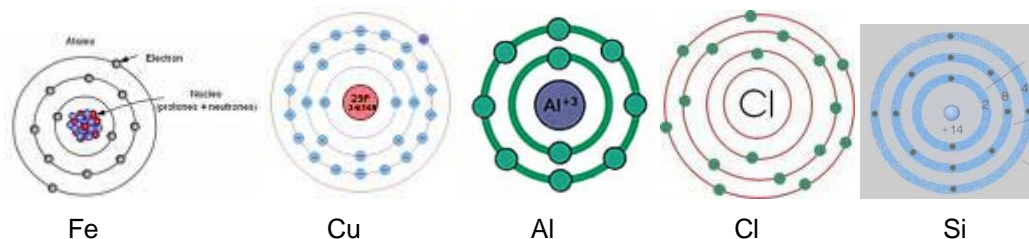
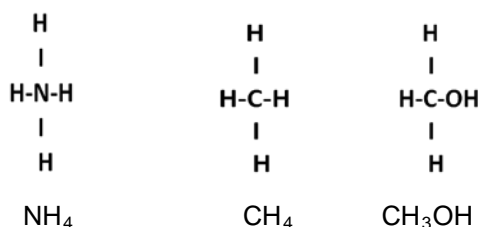


Figura 1. Algunos elementos traza que se encuentran en los seres vivos.

## Características principales de los bioelementos primarios

Los bioelementos primarios son muy abundantes en los seres vivos debido a que presentan ciertas características que los hacen idóneos para formar las moléculas de los seres vivos. Estos no son los más abundantes, sin embargo, todos ellos se encuentran en las capas más externas de la Tierra, como la corteza, atmósfera e hidrósfera.

El C y el N presentan la misma afinidad para unirse al oxígeno o al hidrógeno, por lo que pasan con la misma facilidad del estado oxidado al reducido, como se aprecia en las fórmulas del amoníaco. Esto es de gran importancia, pues los procesos de oxidación-reducción son la base de muchos procesos químicos muy importantes y en particular de los relacionados con la obtención de energía como la fotosíntesis y la respiración celular.



Fórmulas desarrolladas del amoníaco ( $\text{NH}_4$ ), Metano ( $\text{CH}_4$ ) y Metanol ( $\text{CH}_3\text{OH}$ ).

El C, el H, el O y el N son elementos con una masa atómica pequeña y funcionan con varias valencias, por lo que pueden formar enlaces entre sí para formar moléculas.

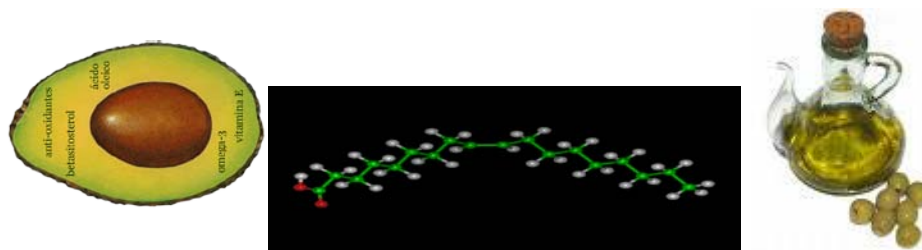
**Formación de moléculas.** Los átomos que se unen entre sí o con otros átomos forman moléculas.

Algunos átomos individuales que comparten sus electrones con otro átomo igual y forman un enlace, forman cadenas muy largas, este tipo de enlace se conoce como **concatenación**, Fig. 2.



Representación de la concatenación de los átomos.

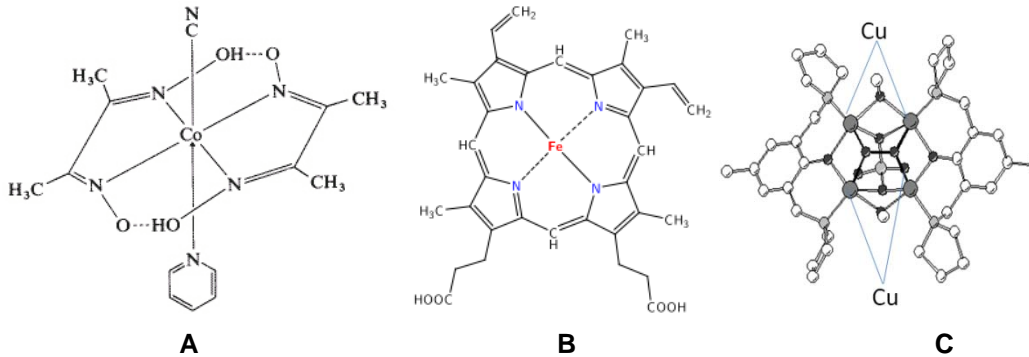
Los principales enlaces que se forman entre átomos iguales son covalentes, se caracterizan por ser fuertes y estables, dando lugar a una gran variedad de moléculas y de gran tamaño. De todos ellos el carbono es el más importante. Este átomo es la base de la química orgánica y de la química de los seres vivos. La siguiente imagen contextualiza al ácido oleico es un ácido graso de 18 átomos de Carbono.



En el siguiente esquema que representa la tabla periódica señala los elementos primarios con color ■ y los elementos secundarios con color ■, los microelementos con color ■

H																		He	
Li	Be													B	C	N	O	F	Ne
Na	Mg													Al	Si	P	S	Cl	Ar
K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Al	Si	P	S	Cl	Ar		
Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	I	Xe		
Cs	Ba	La	Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg	Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn		
Fr	Ra	Ac																	
			Cs	Pr	Nd	Sm	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	ER	Tm	Yb	Lu			
			Th	Pa	U	Np	Pu	Am	Cm	Bk	Cf	Es	Fm	Md	No	Lw			

En la siguiente figura se muestran ejemplos de moléculas orgánicas portadoras de metales.



A. Cobalamina (Vitamina B2) , B. Hemoglobina. C. Hemocianina

Selecciona el tipo de bioelemento que participa en cada una de las moléculas e indica a qué tipo de bioelemento de la clasificación corresponde.

A \_\_\_\_\_ B \_\_\_\_\_ C \_\_\_\_\_ Bioelemento \_\_\_\_\_

#### IV.8.2 ORGANIZADOR 2 *¿Qué debo saber del tema?* “LAS MOLÉCULAS ORGÁNICAS”

OBJETIVO Conocer los principales enlaces presentes en las moléculas orgánicas y su importancia.

**Instrucciones.** Leer el siguiente texto, correlacionar con la investigación previa realizada. Comparar y discutir en equipo. Resolver los ejercicios. Registrar dudas e interactuar con otros equipos y con la profesora para la resolución de las mismas.

##### **Enlaces**

Hay mecanismos y principios fundamentales que rigen la relación entre las distintas formas estructurales de las moléculas y sus funciones específicas en la organización celular. Un mecanismo es la forma en que se enlazan dependiendo de la estructura atómica. Las moléculas se integran cuando dos o más átomos se enlazan químicamente dando como resultado moléculas con enlaces químicamente y físicamente únicos y diferentes a sus átomos originales.

**Electronegatividad:** El concepto de la electronegatividad es muy útil para conocer el tipo de enlace que originarán dos átomos en su unión: El enlace entre átomos de la misma clase y de la misma electronegatividad es no polar.

Cuanto mayor es la diferencia de electronegatividad entre dos átomos mayor será la densidad electrónica del orbital molecular en las proximidades del átomo más electronegativo originando un enlace polar. Cuando la diferencia de electronegatividades es suficientemente alta, se produce una transferencia completa de electrones, dando lugar a la formación de especies iónicas. La electronegatividad es una medida del poder de un átomo o un grupo de átomos para atraer electrones desde otras partes de la entidad molecular, depende de su estado de oxidación y, por lo tanto, no es una propiedad atómica invariable.

**Afinidad electrónica:** Desde el punto de vista de la energía, se sabe que los metales poseen menor energía y los no metales muestran mayor energía, porque ganan electrones para dar iones negativos liberando energía a la que se le llama afinidad electrónica.

La relación de la electronegatividad y la polaridad de los enlaces es que “cuanto mayor sea la diferencia de electronegatividad, más polar será el enlace”.

En la unión de los átomos se presentan las siguientes formas: Enlace iónico, covalente. Enlaces intramoleculares e intermoleculares. Puentes de hidrógeno. Fuerzas de Van der Waals. Uniones hidrofóbicas.

A inicios del siglo XX, en 1916, los científicos Walter Kossel y Gilbert Lewis concluyeron que la tendencia que poseen los átomos de lograr estructuras similares a las del gas noble más cercano explica la formación de los enlaces químicos. Esta conclusión se conoce como la Regla del Octeto: “Cuando se forma un enlace químico los átomos reciben, ceden o comparten electrones de tal forma que la capa más externa de cada átomo contenga ocho electrones, y así adquiere la estructura electrónica del gas noble más cercano en el sistema periódico”.

La estructura de Lewis ilustra los enlaces químicos, el símbolo del elemento está rodeado de puntos que corresponden al número de electrones presentes en la capa de valencia.



## Tipos de enlaces y sus características

**1. Enlaces covalentes.** Es la Unión que es forma entre dos o más átomos que comparten electrones. Estas sustancias no conducen la electricidad, ni tienen brillo, ductilidad o maleabilidad. Estos enlaces pueden ser:

- Polar:** los electrones no se comparten por igual. Es polar porque la molécula tiene un polo eléctrico positivo y otro negativo, y covalente porque los átomos comparten los electrones, aunque sea en forma desigual.
- No polar:** los electrones se comparten por igual. Esto ocurre si los átomos enlazados son no metales e idénticos (como en  $\text{N}_2$  o en  $\text{O}_2$ ), los electrones son compartidos por igual por los dos átomos.
- Coordinado** el par electrónico compartido es puesto por el mismo átomo, como en el caso del amoníaco, Fig. 2..

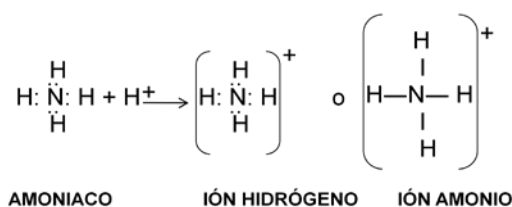


Figura 2. Para el ión amonio  $[\text{NH}_4]^+$ , tres de los enlaces son típicos, sin embargo, el cuarto enlace el par de electrones los proporciona el nitrógeno, por ello el enlace es covalente Este tipo de enlace es el que enlaza a los átomos que constituyen las moléculas orgánicas y son enlaces fuertes cuando la molécula esta en disolución acuosa, como lo están las células vivas.

Al compartir 2 electrones, uno cada átomo, están unidos mediante un enlace simple. Si comparten 4, aportando dos cada uno, el enlace será doble, y si comparten seis se forma un enlace triple. Los enlaces se representan también mediante una línea entre los átomos a los que une. Por ejemplo:  $-\text{C}-\text{C}-$ , para el enlace simple carbono-carbono;  $-\text{C}=\text{C}-$  para el enlace doble y  $\text{C}\equiv\text{C}$  para el enlace triple. El número de enlaces entre C-C confiere diferentes propiedades a las moléculas, Cuadro inferior.

Enlaces covalentes y número de átomos participantes.

ELECTRONES COMPARTIDOS POR LOS ÁTOMOS	ELEMENTOS COMPARTIDOS POR CADA ÁTOMO	TIPO DE ENLACE		EJEMPLO
		Covalente	Simple	
2	1	Covalente	Simple	C-H
4	2	Covalente	Doble	C=C
6	3	Covalente	Triple	C≡N

**2. Enlaces intramoleculares e intermoleculares.** Los medios biológicos son una mezcla compleja de compuestos químicos, orgánicos e inorgánicos. Todas estas moléculas interactúan entre sí. La



principal interacción es la reacción química en la que se produce una transformación de las sustancias que intervienen en ella. Otros tipos de interacción son los diferentes enlaces que pueden darse entre moléculas o entre partes de una misma molécula. Estos enlaces dan mayor estabilidad a las macromoléculas por la formación de agregados. Estas uniones pueden ser:

**2.1 Enlaces iónicos.** En enlace iónico, hay atracción electrostática. Se presentan preferencialmente en moléculas que contienen grupos  $\text{-COOH}$  y  $\text{-NH}_2$ . Estos grupos en agua se encuentran ionizados. El enlace se debe a las fuerzas de carácter eléctrico que se establecen entre las cargas negativas de los grupos  $\text{COO}^-$  y las positivas de los grupos  $\text{-NH}^{+3}$ , ya sea dentro de una misma molécula o entre moléculas próximas. Estos enlaces en el medio polar son muy débiles.

**2.2 Enlaces o puentes disulfuro.** Se llama así a los enlaces covalentes que se forman al reaccionar entre sí dos grupos  $\text{-S-H}$  para dar  $\text{-S-S-}$ . Este tipo de enlaces son extraordinariamente resistentes.

**2.3 Enlace de hidrógeno.** Se debe a la electronegatividad de los elementos que participan en un enlace covalente. En el caso de los grupos  $\text{-C-O-H}$ , el oxígeno es más electronegativo que el hidrógeno y atrae el par de electrones para formar el enlace covalente. Cerca del oxígeno habrá un exceso de carga negativa y del hidrógeno una carga positiva. Los puentes de H, son enlaces débiles, en gran número dan mucha estabilidad a las moléculas. Lo mismo sucede con los grupos  $\text{-C-N-H}$ , y otros, en los que también se produce una diferencia de electronegatividad. Como consecuencia se generaran fuerzas eléctricas entre átomos que presentan una carga positiva ( $\text{H}^+$ ) y otros una carga negativa ( $\text{O}^-$ ). Estos enlaces son importantes en compuestos como las proteínas y los ácidos nucleicos.

**2.4 Fuerzas de Van der Waals.** "Se refiere a las **fuerzas de atracción** entre las moléculas. Son fuerzas de atracción débiles que se establecen entre moléculas eléctricamente neutras (tanto polares como no polares), pero son muy numerosas y desempeñan un papel fundamental en multitud de procesos biológicos. Las fuerzas de van der Waals incluyen:

- a) **Fuerzas dipolo-dipolo** (también llamadas fuerzas de Keesom), entre las que se incluyen los **puentes de hidrógeno**
- b) **Fuerzas dipolo-dipolo inducido** (también llamadas fuerzas de Debye)
- c) **Fuerzas dipolo instantáneo-dipolo inducido** (también llamadas fuerzas de dispersión o fuerzas de London)

Se trata de fuerzas de carácter eléctrico debidas a pequeñas fluctuaciones en la carga de los átomos. Actúan cuando las moléculas se encuentran muy próximas unas a otras.

**2.5 Uniones hidrofóbicas.** Ciertas sustancias insolubles en agua cuando están en un medio acuoso se conservan unidas entre sí por su repulsión al medio en el que se encuentran. Estas uniones, aunque son muy débiles, mantienen a los lípidos de las membranas celulares y la configuración de muchas proteínas.

### IV.8.3 ORGANIZADOR 3 ¿Qué debo saber del tema? “LA QUÍMICA DEL CARBONO”

**OBJETIVOS:** Conocer las principales características químicas y funcionales del átomo de carbono.

Identificar y clasificar las series homólogas de compuestos de carbono.

Establecer las diferencias entre alcanos, alquenos y alquinos.

Diferenciar los principales enlaces presentes en las moléculas orgánicas y definir su importancia.

Diferenciar los compuestos orgánicos de los inorgánicos.

**Instrucciones.** Leer el siguiente texto, correlacionar con la investigación previa realizada. Comparar y discutir en equipo. Resolver los ejercicios. Registrar dudas e interactuar con otros equipos y con la profesora para la resolución de las mismas.

La química orgánica surgió a principios de siglo XIX. A. Lavoisier demostró que la combustión era característica de la química orgánica, la cual siempre contenía carbono, en tanto que la inorgánica, por no tener este elemento no era combustible; sin embargo, existían excepciones, como el azufre elemental. El término “orgánico” se empezó a emplear para caracterizar a los compuestos químicos de origen animal y vegetal, en contraposición con los diversos compuestos llamados inorgánicos, pertenecientes al mundo inanimado.

El número atómico del carbono es 6 y la posición en la cuadro periódica es el grupo IV por lo que tiene cuatro electrones de valencia. Tiene posibilidades de perder los 4 electrones o de ganar otros 4 para alcanzar la configuración de gas noble, y que comparta electrones para formar enlaces. De esta manera la repulsión entre los electrones compartidos se compensa con la atracción que los núcleos unidos al carbono ejercen sobre ellos.

El carbono da enlaces muy fuertes con otros elementos, tanto electronegativos como electropositivos (H, halógenos, O, N, P, S, B, Li). La variedad de hidrocarburos es enorme y todos ellos son muy estables al aire y agua, a diferencia de lo que ocurre con el resto de los elementos del sistema periódico.

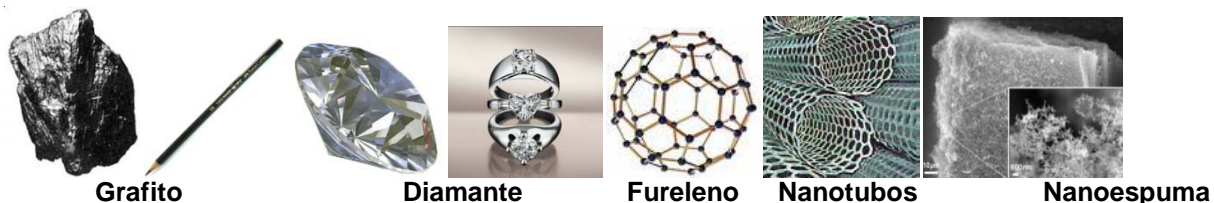
La fuerza de los enlaces C-C es muy elevada. El carbono se encuentra en varias formas alotrópicas, las primeramente conocidas, son las formas puras, la forma cristalina es el diamante y la forma amorfa el carbón o grafito, en las últimas décadas se sintetizaron sintéricamente los fulerenos, nanotubos, carbinos y nanoespumas. El diamante es una red tetraédrica de carbono ( $sp^3$ ) y el grafito es una red bidimensional de carbono ( $sp^2$ ) y tiene poder lubricante para máquinas, a presión atmosférica y temperatura ambiente es más estable el grafito que el diamante.



Estructura del átomo de carbono unido a 4 hidrógenos

Los átomos de carbono se recombinan en una forma alotrópica intermedia entre el grafito ( $C, sp^2$ ) y el diamante ( $C, sp^3$ ), para dar lugar a las nanoespumas. A escala macroscópica su aspecto es como el del negro de carbón y es muy ligero. Posee una pequeñísima densidad, de aproximadamente

2 mg/cm<sup>3</sup> y una superficie específica de 300-400 m<sup>2</sup>/g. La nanoespuma de carbono es semiconductor, por lo que puede tener aplicaciones en el campo de la electrónica. Pero su propiedad más destacable, y que hace de este material único entre los materiales de carbón, es que posee propiedades magnéticas.



**Grafito** **Diamante** **Furelano** **Nanotubos** **Nanoespuma**  
 Formas alotrópicas del Carbono y sus usos. Grafito, diamante, furelano, nanotubos y nanoespuma.

El carbono da enlaces muy fuertes con otros elementos, tanto electronegativos como electropositivos (H, halógenos, O, N, P, S, B, Li). El carbono enlazado al hidrógeno forma los hidrocarburos.

La variedad de hidrocarburos es grande y todos son muy estables en el aire y en el agua, a diferencia de los otros elementos de la tabla periódica. La posición del carbono en la tabla periódica es única: tiene un tamaño pequeño y cuatro electrones de valencia, las posibilidades de perder los electrones o de ganar otros cuatro, para conseguir la configuración de gas noble, favorece que comparta electrones para formar enlaces.

La química de los compuestos de carbono es principalmente la química del enlace covalente. Las diferencias en propiedades físicas y químicas entre los compuestos orgánicos serán dadas por la naturaleza y disposición de los otros elementos unidos al carbono. Estos pueden agruparse en grupos funcionales.

**Hibridación.** La hibridación es la mezcla de orbitales atómicos de un átomo (comúnmente un átomo central) para generar un conjunto de nuevos orbitales atómicos, llamados orbitales híbridos. Los orbitales híbridos, que son orbitales atómicos que se obtienen cuando dos o más orbitales no equivalentes del mismo átomo se combinan, se usan para formar enlaces covalentes.

**Hibridación sp<sup>3</sup>.** Al analizar los electrones de valencia de carbono, en estado basal, se puede representar el diagrama orbital de la configuración electrónica C<sup>6</sup>: 1s<sup>2</sup>, 2s<sup>2</sup>, 2p<sup>2</sup>, como:

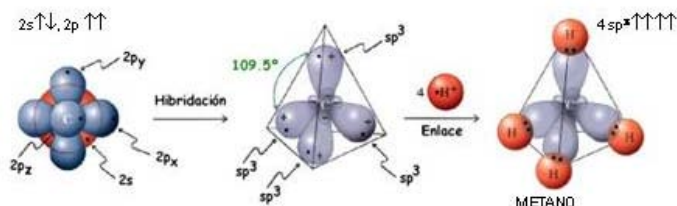
	↑↓	↑↓	↑	↑	
C <sup>6</sup>	1s	2s	2px	2py	2pz

Se generan cuatro orbitales híbridos mezclando un orbital s y tres orbitales p y se denomina orbitales híbridos sp<sup>3</sup>. Hay cuatro electrones desapareados en el carbono y se pueden formar cuatro enlaces C – H. Los cuatro orbitales híbridos (sp<sup>3</sup>) son equivalentes y se dirigen hacia los vértices de un tetraedro regular que forman 109.28° entre orbitales y tiene geometría tetraédrica. Como el átomo de carbono tiene dos electrones desapareados (uno en cada uno de los orbitales 2p), sólo se pueden formar dos enlaces con el hidrógeno en su estado basal. Para explicar los cuatro enlaces C-H en el

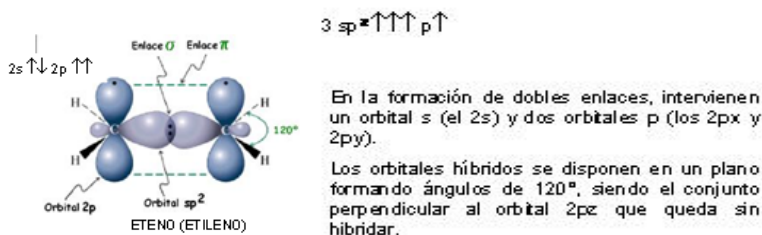
metano, CH<sub>4</sub> (alcano) se puede promover (esto es excitar energéticamente) un electrón del orbital 2s al orbital 2p.

C <sup>6</sup>	↓↑	↑	↓	↑	↑
	1s	2s	2px	2py	2pz

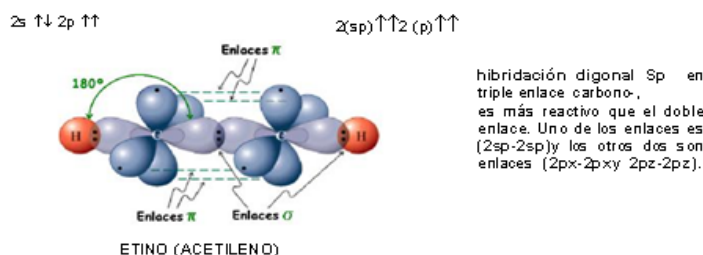
Los cuatro orbitales híbridos (sp<sup>3</sup>) son equivalentes y se dirigen hacia los vértices de un tetraedro regular que forman ángulos de 109.28°.



**Hibridación sp<sup>2</sup>.** Se combina un orbital s con dos orbitales p y queda un orbital p sin hibridar, por lo tanto, se forman tres orbitales híbridos sp<sup>2</sup> y un orbital puro p. Este es el caso del etileno, C<sub>2</sub>H<sub>4</sub> (alqueno) los átomos de carbono se hibridan para formar tres orbitales sp<sup>2</sup> equivalentes, que son planos y forman unos con otros un ángulo de 120°. Los enlaces de C – H se forman por la superposición de dos de esos orbitales sp<sup>2</sup> de cada carbono con los orbitales 1s de dos átomos de hidrógeno. La geometría es tetraédrica. En este tipo de hibridación se forma un doble enlace entre C = C.



**Hibridación sp:** Se combinan un orbital s con un orbital p, y quedan dos orbitales p puros sin combinar. Por lo que se obtiene dos orbitales híbridos sp y dos orbitales puros p. Estos orbitales híbridos se separan uno de otro con un ángulo de 180°. La geometría es trigonal plana.



En el acetileno,  $C_2H_2$  (alquino), los átomos de carbono forman orbitales sp híbridos colineales, dejando sin hibridar dos orbitales puros p. Los orbitales sp se superponen con orbitales 1s de hidrógeno y entre sí, para formar enlaces sigma. Los orbitales puros py y pz que son mutuamente perpendiculares, se superponen uno al otro y forman dos enlaces pi. Resultando la formación de un enlace triple  $C\equiv C$ . La geometría de esta molécula es lineal.

**El carbono en las células.** El papel biológico del carbono, es de gran importancia porque sus átomos se concatenan, formando enlaces entre sí dando cadenas largas. La configuración de la disposición de sus átomos de C, constituye el esqueleto de la molécula. La configuración de la molécula, a su vez, determina muchas de sus propiedades y su función dentro de los sistemas vivos.

Propiedades que hacen que los compuestos orgánicos distintos de los inorgánicos.

1. Las propiedades físicas de los compuestos orgánicos poseen valores más bajos que los compuestos inorgánicos, con son los puntos de fusión y ebullición, la densidad, el índice de refracción, entre otros.
2. Las reacciones químicas entre compuestos orgánicos son más lentas y de bajo rendimiento respecto a las reacciones entre compuestos inorgánicos.
3. La solubilidad en agua de los compuestos orgánicos es baja, los compuestos inorgánicos son altamente solubles en agua. La solubilidad en solventes orgánicos es elevada.
4. Las soluciones, incluidas las acuosas, de los compuestos orgánicos, no conducen la electricidad, las soluciones inorgánicas, si, estas soluciones no son electrolitos.
5. Los compuestos orgánicos están formados fundamentalmente por átomos de carbono, el cual es tetravalente en todos sus compuestos con la excepción del monóxido de carbono y los carburos.
6. Las moléculas de los compuestos orgánicos se forman de número de átomos de un mismo elemento, el carbono, unido entre sí, lo que hace posible que una misma cantidad de átomos se disponga en el espacio de diferente manera, originando el fenómeno de la isomería. Los isómeros presentan, la mayoría de las veces, propiedades físicas y aún químicas diferentes.
7. Unido al carbono en los compuestos orgánicos casi siempre se encuentra al hidrógeno formando el enlace carbono – hidrógeno (C-H) de características muy cercanas al enlace carbono- carbono (C-C), de ahí que el carbono y el hidrógeno forman lo que se denomina el "esqueleto carbonado", rígido y estable.
8. En los compuestos orgánicos además de C e H, pueden estar presentes otros elementos, los cuales se llaman HETEROATOMOS, forman con el carbono enlaces de alta reactivos en condiciones propicias para generar una reacción química como producto de esta reacción se originan los grupos funcionales.

La mayoría de los compuestos orgánicos cubren las necesidades de la sociedad, como medicamentos o intermediarios para su obtención; colorantes; o aditivos para la producción de materiales plásticos, combustibles, sustituyentes de azúcares, grasas; solventes en la síntesis orgánica, transformación del petróleo, obtención de resinas sintéticas y muchos más.

#### IV.8.4 ORGANIZADOR 4

##### *¿Qué debo saber del tema?* “GRUPOS FUNCIONALES Y REACCIONES ORGÁNICAS”

**OBJETIVO:** Reconocer los principales grupos funcionales que determinan la estructura de los compuestos orgánicos presentes en las biomoléculas.

**Instrucciones:** Responde el cuestionario y los cuadros, recuperando la información que se presenta para la resolución del mismo de acuerdo a la investigación realizada previamente y lo presentado en esta sesión.

Los compuestos orgánicos se clasifican de acuerdo con el grupo funcional que contienen. Este corresponde a la parte más reactiva de la molécula y consta de un átomo o grupo de átomos, que otorgan la mayoría de las propiedades físicas y químicas a cada clase de compuestos. Moléculas diferentes que tienen la misma clase de grupo o grupos funcionales reaccionan de modo semejante. Una función química orgánica la componen el conjunto de compuestos orgánicos que presentan el mismo grupo funcional.

En general, un grupo funcional alcohol, amino, halógeno, éter, carboxilo, etc. crea perturbaciones sobre el carbono al que está unido y por lo tanto transforman a ese átomo en un centro de reacción.

**1. Grupo funcional hidroxilo (R-OH).** Esta es la parte que caracteriza a un alcohol-OH. Se considera derivado del agua en la que se ha sustituido un hidrógeno por un carbono de un grupo alquilo.

El oxígeno es más electronegativo que el carbono, el enlace C-O de un alcohol no comparte equitativamente sus electrones. Habrá una densidad electrónica mayor alrededor del oxígeno y el carbono tendrá un déficit electrónico adquiriendo así una carga parcial positiva.

Los alcoholes son compuestos orgánicos usados en solventes, antisépticos, barnices, en bebidas, etc.

Se les nombra con el sufijo **-ol** si es el grupo químico más importante de la molécula. En caso contrario aparecerá como prefijo **-hidroxi-** si es solo un sustituyente en la molécula.

Si el carbono unido al grupo **-OH**, está enlazado a otro carbono, este alcohol es primario. Si está unido a dos carbonos, será secundario y si está unido a tres carbonos será terciario.

Los grupos **-OH** tienen tendencia a formar asociaciones entre sí mediante los enlaces hidrógeno. Estos son débiles, aproximadamente 5 Kcal/mol, en comparación a un enlace C-C ( $\approx 96$  Kcal/mol) o C-H ( $\approx 102$  Kcal/mol), sin embargo, son importantes en la manifestación de algunas propiedades físicas de estos compuestos, como por ejemplo; Punto de ebullición, solubilidad, etc. Esta característica de los alcoholes puede ser examinada rigurosamente con espectroscopia infrarroja y también con resonancia magnética nuclear.

Cuando el grupo funcional **-OH** está unido a un carbono insaturado, como por ejemplo C=C-OH de un alqueno, el grupo funcional hidroxilo no es estable y se transforma rápidamente en otra especie a través de un equilibrio llamado ceto-enólico.

En cambio, si el grupo  $\text{-OH}$  está unido a un anillo aromático como el benceno, este es estable y forma toda una familia de compuestos químicos llamados fenoles, que tienen propiedades físicas y químicas sustancialmente distintas a las de un alcohol.

**1. El grupo funcional tiol ( $\text{R-SH}$ ).** Presenta características similares a las de un alcohol, y su efecto en una molécula es semejante a la causada por el grupo  $\text{-OH}$ . El átomo de azufre, siendo menos electronegativo que el oxígeno altera la densidad electrónica del carbono al que está unido. Forma una familia de compuestos de olor desagradable llamados tioles.

**2. Grupo funcional éter y tioéter ( $\text{R-O-R'}$ ).** El grupo éter posee un átomo de oxígeno común a dos átomos de carbono. Los tioéteres tienen una estructura semejante. Este grupo funcional le confiere a las moléculas muy poca reactividad. Los carbonos unidos al oxígeno de un éter presentan escasa reactividad.

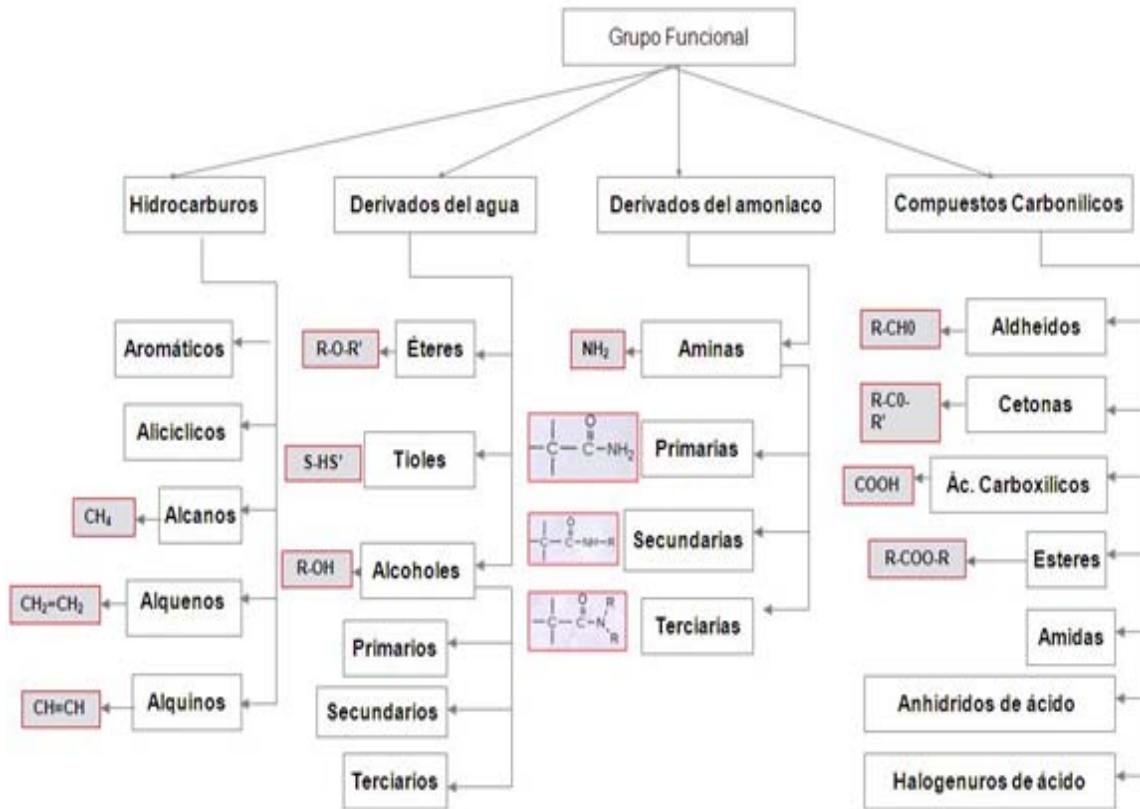
**3. Grupo funcional amino. ( $\text{R-NH}_2$ ,  $\text{R-NHR}$ ,  $\text{NR}_2$ ).** Las aminas son derivadas del amoníaco en el cual los hidrógenos se sustituyen por grupos alquilo. El reemplazo de un hidrógeno en el amoníaco genera una amina primaria, de dos hidrógenos, una secundaria y de los tres hidrógenos, una terciaria. Todas son básicas debido al par de electrones no compartidos sobre el nitrógeno.

**4. Grupo funcional halógeno. ( $\text{-X}$ ) con  $\text{X} = \text{-F}$ ,  $\text{-Cl}$ ,  $\text{-Br}$ ,  $\text{-I}$ .** Cuando a los hidrocarburos alifáticos o aromáticos, se reemplaza uno de los H por un halógeno, forman la familia de los halogenuros de alquilo o arilo respectivamente. El enlace entre estos átomos es dipolar, debido a que todos los halógenos son más electronegativos que el carbono. Su polo positivo estará siempre sobre el carbono, quedando entonces este átomo expuesto al ataque de un nucleófilo.

**5. Grupo funcional carbonilo ( $\text{C=O}$ ).** Los aldehídos y las cetonas son compuestos que se caracterizan por poseer este grupo funcional. El átomo de carbono deficiente electrónicamente, puede reaccionar con Bases o Nucleófilos, lo que concuerda con las propiedades químicas observadas en este grupo funcional. Por otro lado, los dos pares de electrones no compartidos del oxígeno, más los electrones pi del doble enlace C-O, le confieren al oxígeno un cierto carácter básico muy débil pero lo suficiente como para protonarse en un medio ácido fuerte ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ).

**6. Grupo funcional carboxilo ( $\text{R-COOH}$ ).** El grupo funcional carboxilo o ácidos carboxílicos. Se disocian fácil y reversiblemente en un anión carboxilato y un protón. Esta propiedad que muestra el grupo carboxilo se debe a que los electrones del oxígeno cargado (el que perdió el protón) se reparten entre los dos átomos de oxígeno y el carbono. La deslocalización de la carga sobre ambos oxígenos disminuye la atracción del anión por el protón y por lo tanto el grupo carboxilo puede desprenderse fácilmente del protón.

**Compuestos que presentan más de un grupo funcional.** Varias funciones implican establecer una prioridad para determinar la función principal y los restantes grupos funcionales pasan a ser solo sustituyentes. Por ejemplo, si en un compuesto orgánico está presente el grupo funcional  $\text{-COOH}$  y un grupo  $\text{-OH}$ , entonces el grupo carboxílico tendrá precedencia sobre el hidroxilo, y el compuesto en cuestión será un ácido carboxílico hidroxilado.



Red semántica de los grupos funcionales

## REACCIONES ORGÁNICAS

La formación de compuestos orgánicos a partir de reacciones químicas permite la obtención de compuestos con diferentes grupos funcionales y con un incremento progresivo de complejidad partiendo de los hidrocarburos. Muchas de estas reacciones son reversibles.

Las reacciones con alcanos son de halogenación, combustión, Reacción de Grignard y de hidrogenación catalítica de alquenos. Los alquenos reaccionan por hidrogenación catalítica en presencia de H, Pt, Ni o Pd. La hidrohalegenación de alquenos produce halogenuros de alquilo y a partir de ellos se pueden obtener los otros compuestos con grupos funcionales como los alcoholes, aldehídos, cetonas, ésteres, éteres, ácidos carboxílicos y aminas.

Los alcoholes tienen uno, dos o tres grupos hidróxido (-OH) enlazados a sus moléculas y se clasifican en mono, di y trihidroxílicos respectivamente. Los alcoholes también se clasifican en primarios, secundarios y terciarios, dependiendo del número de carbonos (1,2 o 3) enlazados al átomo de carbono al que se encuentra unido el grupo OH. Los alcoholes se caracterizan por la gran variedad de reacciones en las que intervienen; una de ellas es la reacción para la producción de aldehídos y cetonas, otra es la reacción con los ácidos, en la que se forman sustancias llamadas ésteres, semejantes a las sales inorgánicas. Los alcoholes son subproductos normales de la digestión y de los procesos químicos en el interior de las células. La última reacción en la que participan es en la obtención de éteres.



Las Cetona y los aldehídos, derivan los carbohidratos. Los alcoholes constituyen el primer grado de oxidación de los hidrocarburos, los aldehídos y las cetonas representan el segundo. Los alcoholes primarios se oxidan en aldehídos y los secundarios en cetonas; continuando la oxidación se producirán ácidos orgánicos que corresponden al tercer grado de oxidación. Los ésteres de los ácidos orgánicos, son líquidos neutros, incoloros, con olor agradable, solubles en solventes orgánicos. Todas las grasas y aceites naturales y la mayoría de las ceras son mezclas de ésteres, derivan de los alcoholes y son producto de la sustitución del H del grupo OH de los alcoholes por un radical alquilo o arilo.

Las amidas derivan del COOH por sustitución del grupo —OH o provienen del amoníaco. SE obtiene, de la reacción del amoníaco (o aminas primarias o secundarias) con ésteres. Otras funciones conocidas son las azufradas y las fosfatadas.

Para la comprensión del tema se organizaron los grupos en funciones orgánicas en cuadros, hacer una observación y abstracción para el reconocimiento posterior.

Funciones oxigenadas. Se caracterizan por la presencia de un enlace C-O, puede ser saturado o insaturado.

GRUPO FUNCIONAL	TIPO DE COMPUESTO	FÓRMULA
Grupo hidroxilo	Alcohol	R-OH
Grupo alcoxi (o ariloxi)	Éter	R-O-R'
Grupo carbonilo	Aldehído	R-C(=O)H
	Cetona	R-C(=O)-R'
Grupo carboxilo	Ácido carboxílico	R-COOH
Grupo acilo	Éster	R-COO-R'

Funciones nitrogenadas: Amidas, aminas, nitrocompuestos, nitrilos. Presencia de enlaces carbono-nitrógeno: C-N, C=N ó C≡N

GRUPO FUNCIONAL	TIPO DE COMPUESTO	FÓRMULA
Grupo amino	Amina	R-NR <sub>2</sub>
	Imina	R-NCR <sub>2</sub>
Grupos amino y carbonilo	Amida	R-C(=O)N(-R')-R''
	Grupo nitro	Nitrocompuesto

Funciones halogenadas: Compuestos por carbono, hidrógeno y halógenos, donde X es el halógeno.

GRUPO FUNCIONAL	TIPO DE COMPUESTO	FÓRMULA
Grupo haluro	Haluro	R-X
Grupo acilo	Haluro de ácido	R-COX

Funciones de azufre: Contienen azufre y pueden ser uno o dos átomos.

GRUPO FUNCIONAL	TIPO DE COMPUESTO	FÓRMULA
Grupo sulfuro	Tioéter o sulfuro	R-S-R'
R-SH	Tiol	tiol
R-SO-R'	Sulfóxido	-
R-SO <sub>2</sub> -R'	Sulfona	-
	Ácido sulfónico	RSO <sub>3</sub> H

Compuestos organofosfatados: Contienen fósforo

GRUPO FUNCIONAL	TIPO DE COMPUESTO	FÓRMULA
Grupo fosfato	Fosfato	P(=O)(OH) <sub>2</sub> R

Con este reforzamiento, las biomoléculas, carbohidratos, lípidos, proteínas, ácidos nucleicos, los procesos de síntesis y la regulación de la expresión génica, se abordaron con el enfoque proyectos y ABP. De igual forma la estructura y función celular, mutaciones, aberraciones, cariotipo y mapeo cromosómico. Se utilizó como base del trabajo los libros, Lehninger, (2005) y Alberts, (2005).

#### IV.8.5 ORGANIZADOR 5

##### *¿Qué debo saber del tema?* RECONOCIMIENTO DE BIOMOLÉCULAS

Para identificar la presencia de biomoléculas en diferentes tejidos animales y vegetales. Se realizaron pruebas de detección para las cuatro biomoléculas, se utilizó el siguiente protocolo:

**OBJETIVO:** Identificar las biomoléculas y determinar algunas de sus propiedades físicas y químicas.

**METODO**

##### 1. Identificación de azúcares reductores

Fundamento: El catión cúprico (Cu<sup>++</sup>) del reactivo de Fehling reacciona con los glúcidos reductores pasando a óxido cuproso, que es un precipitado de color rojo ladrillo. Esta es una reacción que resulta positiva sólo si el glúcido es reductor.

Preparar dos soluciones de glúcidos: glúcido I (Dextrosa) y glúcido II (Sacarosa). Determinar si son reductores.

1. Poner en un tubo de ensayo 2 ml de glúcido I, en otro tubo 2ml de glúcido II y en un tercer tubo 2 ml de agua.

2. Añadir a cada tubo 0.5 ml de Fehling A y 0.5 ml de Fehling B.

3. Calentar a la llama.

2. Identificación de polisacáridos: identificación de almidón mediante la prueba del Lugol.

1. Poner en un tubo de ensayo 2 ml de la solución 1, en otro 2 ml de la solución 2 y un tercer tubo con 2 ml de agua.

2. Añadir a cada uno de los tubos de ensayo 1 gota de Lugol. Observar el resultado.

Para comprobar que es una interacción física

1. Calentar a la llama el tubo que contiene almidón (teñido de azul con I), hasta que desaparezca el color azul.
2. Enfriar en el grifo y observar la aparición de nuevo de color azul.

Fundamento: El color que dan los polisacáridos con el lugol (solución de I<sub>2</sub> y de IK) se debe a que el I<sub>2</sub> ocupa espacios vacíos en las hélices de la cadena de unidades de glucosa, formando un compuesto de inclusión que altera las propiedades físicas del polisacárido, especialmente la absorción lumínica. Esta unión del I<sub>2</sub> a la cadena es reversible, y por calentamiento desaparece el color, que al enfriarse reaparece. El lugol reacciona con el almidón color azul y con el glucógeno color rojo caoba.

## 2. Identificación de Lípidos:

A. Preparar diluciones seriadas en 5 tubos previamente marcados del 1 al 5. Debes tener

Tubo 1 al 5	1.5 ml de agua
Tubo 2	0.5 ml de solución de yema de huevo agitar suavemente y pasar 0.5 ml al siguiente tubo
Tubo 3	0.5 ml del tubo 2 previamente agitado con suavidad, pasar 0.5 ml al tubo 4
Tubo 4	0.5 ml del tubo 3 previamente agitado con suavidad, pasar 0.5 ml al tubo 5
Tubo 5	Después de agitar retirar 0.5 ml. y eliminar.

Adicionar a cada tubo 1 gota de reactivo de Sudán III

B. En un tubo colocar 2 ml de éter y una muestra de cacahuate triturado, agitar y adicionar una gota de sudán

Adicionar a cada tubo 1 gota de reactivo de Sudán III

## 3. Identificación de Proteínas

Preparar dos soluciones seriadas de proteínas ovoalbúmina (clara de huevo) Determinar la concentración de dichas soluciones mediante la reacción del Biuret.

Preparar dos series de diluciones seriadas en 5 tubos previamente marcados del 1 al 5.

Agregar 1 ml de solución problema 1 a la serie 1 y 1 ml de solución problema 2 a la serie 2.

Preparar diluciones seriadas en 5 tubos previamente marcados del 1 al 5. Debes tener

Tubo 1 al 5	1.5 ml de agua
Tubo 2	0.5 ml de solución de yema de huevo, agitar suavemente y pasar 0.5 ml al tubo 3
Tubo 3	agitar con suavidad, pasar 0.5 ml al tubo 4
Tubo 4	agitar con suavidad, pasar 0.5 ml al tubo 5
Tubo 5	Después de agitar retirar 0.5 ml. y eliminar.

Adicionar a cada tubo 2 ml de reactivo de Biuret, Dejar reposar 20 min.

Otra serie conteniendo proteínas en éter y agua, realizar las siguientes acciones.

1. Calentar
  2. Agitar
- Registrar resultados.

#### 4. Caracterización De las biomoléculas.

Utilizando diferentes muestras de las 4 biomoléculas se determinaron las propiedades como solubilidad en agua, éter y alcohol, viscosidad, comburencia, punto de fusión, conducción de la electricidad, determinación de la estructura y otras. Los datos se registraron en un cuadro.

#### RESULTADOS

Registra los cambios de color observados en los experimentos en el cuadro de Carbohidratos.

No. de tubo	Fehling		Lugol		Benedict
	Sin calentar	Al calentar	Sin calentar	Al calentar	
Blanco					
Solución 1					
Solución 2					
Control negativo	Agua	Agua	Agua	Agua	Agua

Tomando como criterio de evaluación para la intensidad del color: x, xx, xxx, xxxx, señala en cada cuadro la gradación de color de cada uno de los tubos.

Reacciones con los lípidos

No. de tubo	Lípidos I	Lípidos 2	Proteína I	Proteína II
1				
2				
3				
4				
5				
Control negativo	Agua	Éter	Agua	Éter

Reacciones con las proteínas

No. de tubo	Proteínas I	Proteínas 2	Proteínas 3	Proteína 4
1				
2				
3				
4				
5				
Control negativo	Agua	Calor	Agitación	Biuret

Propiedades de las biomoléculas.

Característica	Carbohidratos	Lípidos	Proteínas	Observaciones
Solubilidad				
Comburencia				
Punto de fusión				
Conducción de la electricidad				
Viscosidad				

## CUESTIONARIO

1. ¿Por qué el almidón, la celulosa o el glucógeno son polisacáridos diferentes?
2. ¿Qué diferencias hay entre los plegamientos alfa-hélice y las de lámina plegada?
3. ¿Qué determina cada una de las estructuras: Primaria, secundaria, terciaria y cuaternaria de las biomoléculas?
4. ¿Qué resultado da la reacción de Fehling con glucosa? ¿y con sacarosa?
5. ¿Cuál de los dos soluciones del experimento 2 contiene almidón?
6. ¿El azul que aparece tras calentar y enfriar es igual de intenso? ¿Por qué?
7. ¿Cómo nos permite o reactivo de Fehling distinguir entre os diferentes hidratos de carbono?
8. ¿Qué tipo de proceso tiene lugar en la tinción del almidón con Lugol? ¿Podrías explicarlo en una reacción química?
9. ¿Cómo reaccionan los compuestos que tienen lípidos con el sudán III?
10. ¿Cuál de los tubos presenta mayor concentración de lípidos?
11. ¿Cómo determinarías la presencia de lípidos?
12. ¿Cómo podrías investigar qué tipo de molécula es una muestra desconocida?
13. ¿Qué importancia tiene definir las propiedades de las biomoléculas?
14. ¿Cuáles fueron las diferencias principales entre ellas, y cuáles las características comunes?

## CONCLUSIONES

## BIBLIOGRAFÍA

Como parte del desarrollo de los temas y para la integración de los conocimientos de proteínas y ácidos nucleicos se implemento una simulación de síntesis de proteínas y su regulación, involucrando una orientación estructural y evolutiva.

### IV.8.6 ORGANIZADOR 6 *¿Qué debo saber del tema?* **PROTEÍNAS**

**SÍNTESIS DE PROTEÍNAS:** Alineamiento de la estructura primaria de 4 polipéptidos.

**INTRODUCCIÓN.** De acuerdo a la investigación previa explica en una introducción los aspectos más importantes de las proteínas.

**ANTECEDENTES.** Las proteínas son biomoléculas importantes para los organismos. La estructura primaria de una proteína implica el orden en que se sintetizaron los aminoácidos. Al comparar una proteína en diferentes organismos se acomodan de manera que la estructura primaria de las proteínas se pueda observar y determinar las diferencias y similitudes. Estas similitudes son los dominios. Los dominios acoplados se conocen como alineamiento, y las secciones específicas, proveen la función global de la proteína. Las investigaciones con el ADN muestran la posibilidad de responder a una mutación que afecta la precisión de ensamble, lo que conlleva a proponer que existe un proceso continuo de mutaciones compensatorias que permite la exploración de un amplio espacio de secuencia, la cual, ocasionalmente, podría resultar en actividades proteicas novedosas, que conducen a la diversidad biológica o a la enfermedad. Estos estudios son las evidencias experimentales de cómo evolucionan las proteínas por mutaciones.

**OBJETIVO GENERAL:** Alinear 4 proteínas y localizar los dominios que marcan las entre las proteínas de los organismos vivos son resultado de la evolución.

**OBJETIVOS ESPECÍFICOS:** Reconocer que la estructura primaria de las proteínas es reflejo de la variabilidad genética y su resultado es la diversidad molecular de las proteínas.

Identificar que hay secuencias de residuos de aminoácidos comunes a las proteínas de diferentes organismos (Dominios)

Marcar la importancia de estas secuencias conservadas en las proteínas de diferentes organismos en la evolución.

**HIPÓTESIS:** Proponer una hipótesis.

**MATERIAL Y MÉTODO**

Secuencias de proteínas impresas en fichas

**PROCEDIMIENTO** Observar el material que se utiliza en la práctica desde el inicio hasta el final. Ordenar los aminoácidos de acuerdo a su estructura primaria. Seleccionado la numeración del envés de la ficha. Si la numeración no es continua dejar el espacio del residuo faltante. Observar y registrar. Comparar la proteína con las proteínas de los otros equipos. ¿Qué se observa? A partir de la secuencia de los residuos de aminoácidos, registrada, determinar: a) el ADN que le dio origen. El pre-ARN, mARN, rARN. Utiliza el código genético.

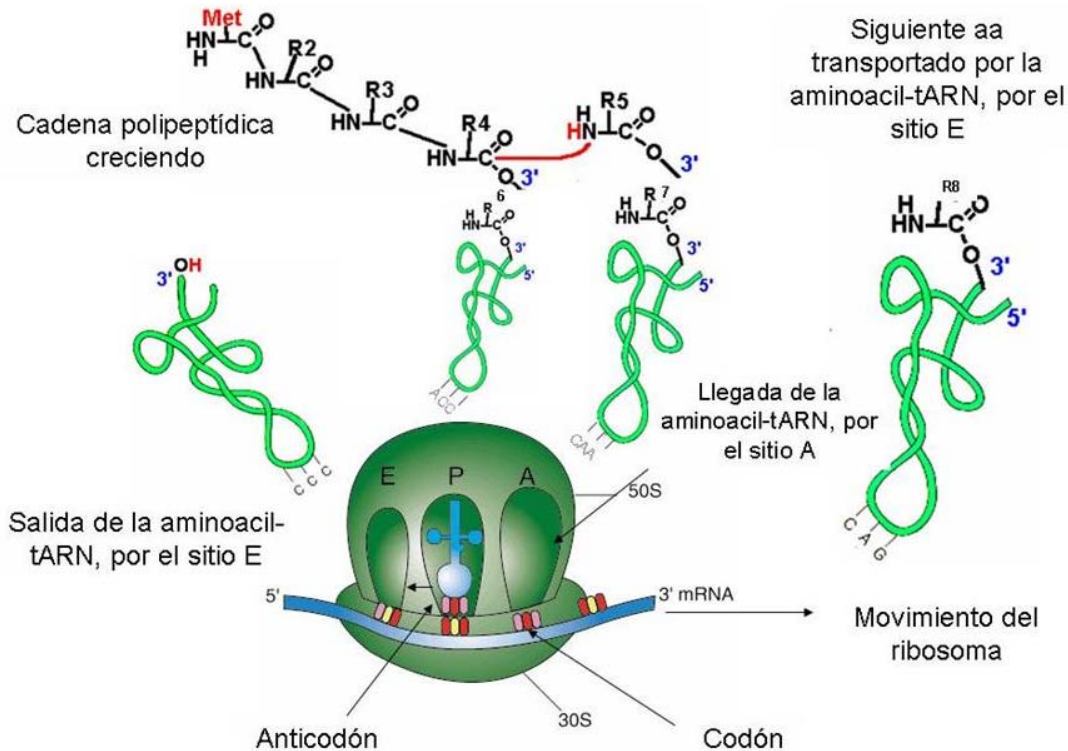
1. tARNs de transferencia con el aminoácido que transportan ADNc
- 2.



Simulación de secuencias de 4 proteínas

En el cuadro siguiente registra los datos incluidos

Organismo	1	2	3	4
1				
2				
3				
4				
Observaciones				



Maquinaria molecular y celular de la síntesis de proteínas.

RESULTADOS: Guía para la organización de resultados:

1. ¿Qué significado tiene el material que recibiste para desarrollar la actividad?
2. ¿Qué tipo de enlace se formó entre cada uno de los aminoácidos?
3. ¿Cuáles fueron las reacciones que participan en los enlaces de las unidades estructurales. ¿Qué nombre reciben estas unidades? ¿Cuál es el resultado?
4. ¿Qué estructuras se forman durante la serie de reacciones?
5. ¿Qué observas en la distribución y organización de la proteína? Registrar observaciones aun cuando parezcan muy obvias.
6. ¿Cómo identificas la estructura primaria?
7. Suponiendo que se trata de un procarionte, reconoce las secuencias de ADN y ARNm que dieron origen a estas proteínas
8. ¿Qué observaste al comparar con las proteínas de los otros equipos?
9. ¿Qué relación podrías establecer en cuanto a lo estudiado en el tema de evolución de las proteínas y las enfermedades?
10. Identificar los tripletes (probables codones) de acuerdo a como los especifica el código genético.
11. Escribe el anticodón correspondiente y asocia el aminoácido que portará el ARN correspondiente. ¿Cómo se llama dicho ARN
12. . Menciona quién transportaría los aminoácidos al ARNr
13. ¿La determinación de la estructura primaria es la única prueba de la evolución molecular en proteínas?
14. ¿Qué otras estructuras de las proteínas se conocen?

CONCLUSIONES y BIBLIOGRAFÍA para el alumno.

1. Alberts, B. 2005. Biología molecular de la célula. España. Omega.
2. De Robertis, *et al.* 2005. Biología celular y molecular. España. Atenea.
3. Lehninger, A. *et al.* 2005. Bioquímica. Omega. España.

#### IV.8.7 ORGANIZADOR 7

##### ¿Qué debo saber del tema? REPLICACIÓN, TRANSCRIPCIÓN Y TRADUCCIÓN

1. Se requieren dos exigencias centrales para la síntesis de ADN

1. ADN polimerasa necesita un molde, según la reglas de apareamiento propuestas por Watson y Crick en donde hay una G en el molde se añede una C completa la siguiente cadena.

ATATACGAGATACCT

2. Se requiere un cebador. En qué consiste el cebador y qué tipo de molécula desempeña esa función y menciona ¿en qué sentido de la hebra se dirige y qué sentido tiene el primer o también llamado iniciador? Ejemplificar.

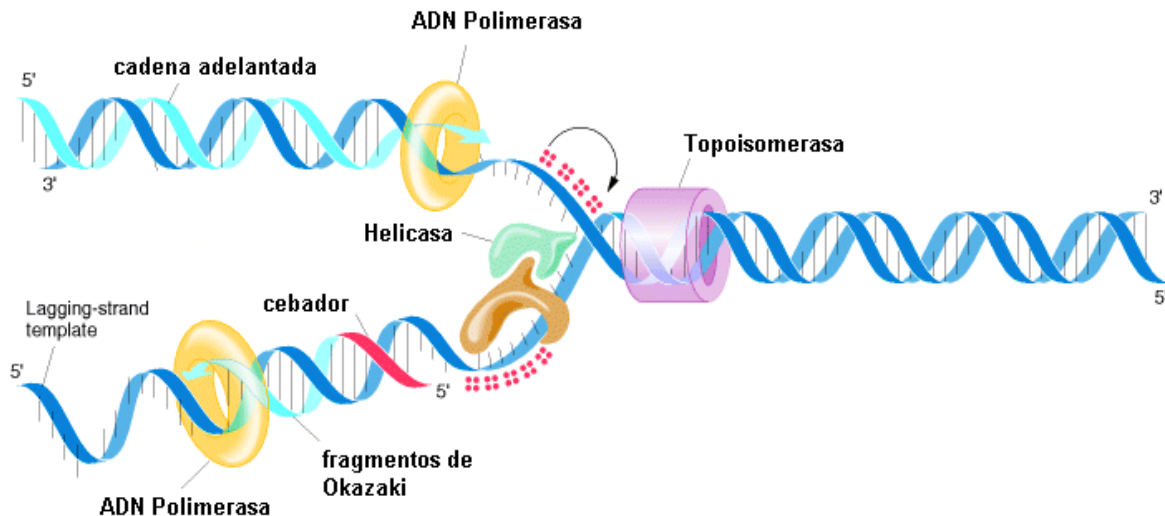
3. Las ADN polimerasas son muy precisas, a replicación se lleva con alto grado de fidelidad y una ADN polimerasa comete un error cada  $10^6$  a  $10^8$  pares de bases añadidas. Explica cuándo ocurre este evento.

3. Algunas enzimas que participan en el proceso de replicación están asociadas con un proceso específico, correlaciona la enzima con su acción en la replicación. Selecciona del panel.

1. TOPOISOMERASAS      2. PROTEÍNAS FIJADORAS      3. ENZIMAS PRIMASAS

- a) Los cebadores suelen ser fragmentos cortos de RNA formados por enzimas denominadas:
- b) La separación de las cadenas crea una tensión topológica en la estructura helicoidal del ADN que se elimina con las:
- c) Las cadenas separadas se estabilizan mediante:

Explica la síntesis del ADN. ¿Qué es y como participa el cebador? ¿Por qué se llama síntesis discontinua? ¿En cuál de las cadenas se forman los fragmentos de Okazaki y por qué? ¿Como participan las enzimas ADN polimerasa, topoisomerasa y la helicasa? ¿Qué significa cadena adelantada. Utiliza de apoyo la siguiente figura.

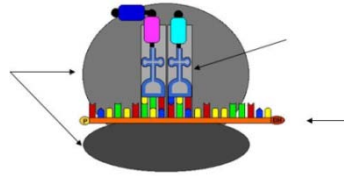


Replicación de la molécula de ADN



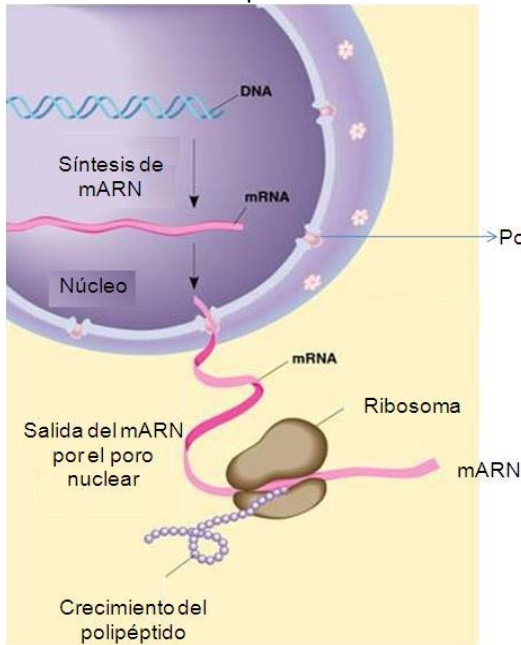
## Síntesis de proteínas

1. En la siguiente figura aparecen los diferentes tipos de ARN que participan en la síntesis de proteínas. Marca guiándote por las flechas, dónde se ubica el rARN, tARN y rARN.



Ribosoma durante la traducción y síntesis de proteínas.

2. Ordenar la secuencia de los mecanismos que involucra a los tres tipos de ARN con el ADN y las proteínas.
3. En la siguiente figura se muestra la secuencia de un proceso que ocurre en una célula, identifica la estirpe, si es procarionte o eucarionte. A qué proceso celular está referido la figura. Fundamentar las respuestas.

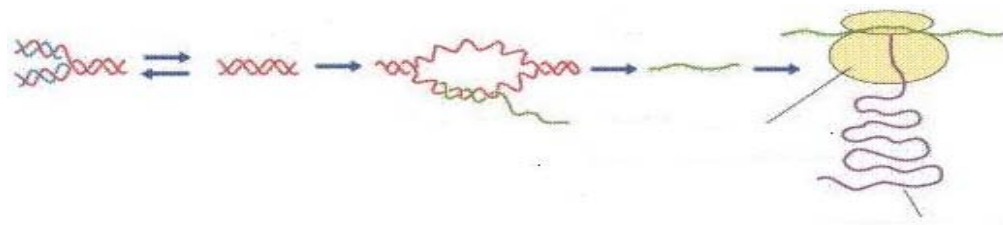


Núcleo celular durante la transcripción y ribosoma durante la traducción y síntesis de proteínas

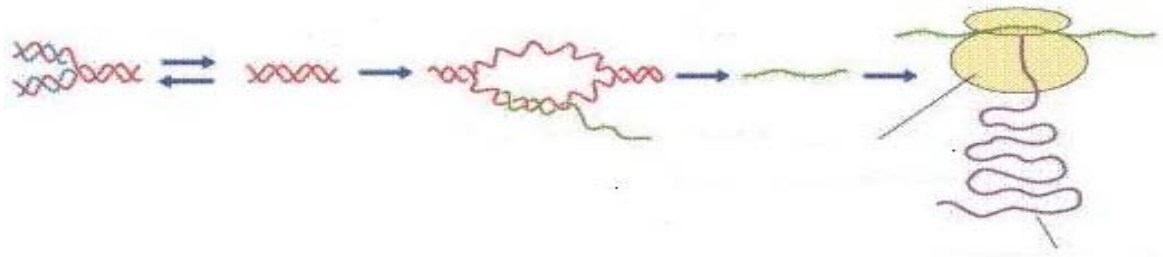
4. ¿Cuál es la función del código genético en este proceso?

### 5. Regulación génica en procariontes

5.1 La expresión y la regulación en procariontes y eucariontes, se lleva a cabo en una secuencia de eventos que conducen a la síntesis de proteínas. Explica en las siguientes figuras los procesos de duplicación de ADN, síntesis del pre-ARN y mRNA y síntesis de proteínas: Iniciación, elongación y terminación



5.2 En la siguiente representación. Localiza los procesos de replicación, la transcripción y traducción señalando que tipo de molécula participa, Proteínas, ARN o ADN.



1. Elabora un cuadro comparativo entre la regulación génica entre eucariontes y procariontes.

CARACTERÍSTICA	PROCARIONTES	EUCARIONTES

2. Relaciona las estructuras denotadas con los números con las regiones solicitadas:

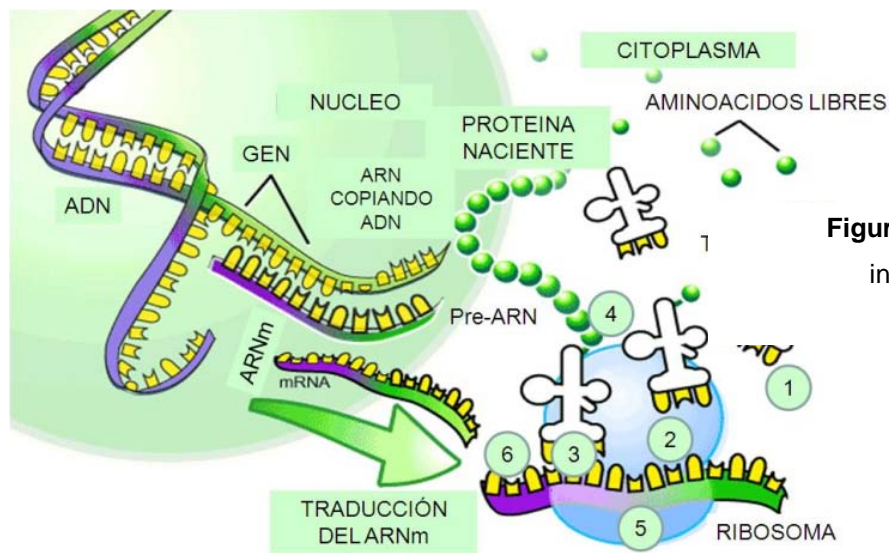


Figura 36. Regulación de la información genética

- 1.
- 2.
- 3.
- 4.
- 5.
- 6.

#### IV.9 Cierre

En este instante de la clase, se aplicaron las estrategias posinstruccionales, las que se presentaron después de que el contenido que se tenía que aprender había sido tratado en la sesión. La evaluación formativa fue central en este momento de aprendizaje sobre el cual se pudo llevar un registro como lista de cotejo y un auto registro por parte de cada alumno. Además de recurrir a ésta durante el hecho educativo, también se utilizó en otros puntos críticos del proceso, como fueron al terminar cada unidad didáctica, durante el empleo de diferentes procedimientos de enseñanza, al concluir el tratamiento de un contenido.

La evaluación formativa tiene diversas funciones que apoyaron el proceso de enseñanza-aprendizaje de diferentes formas. Algunas de estas formas se resumen en el cuadro 5. El propósito básico fue la elección de decisiones en relación a las alternativas de operación y orientación que se ejecutaron conforme se avanzaba en el proceso de enseñanza aprendizaje [Díaz y Hernández, 2002].

**Cuadro 5.** Las funciones fundamentales de la evaluación formativa

No.	FUNCIÓN
1	Conocer el logro en los objetivos de enseñanza
2	Dosificar y regular adecuadamente el ritmo del aprendizaje.
3	Retroalimentar el aprendizaje con información desprendida de los exámenes.
4	Enfatizar la importancia de los contenidos más valiosos
5	Dirigir el aprendizaje sobre las vías de procedimientos que demuestran mayor eficiencia.
6	Informar a cada estudiante acerca de los logros individuales.
7	Determinar la naturaleza y modalidades de las acciones sucesivas.
8	Para investigar y para ajustar las adecuaciones pertinentes para mejorar el desempeño de los alumnos.

Los instrumentos utilizados fueron las pruebas informales, exámenes prácticos, observaciones y registros del desempeño, interrogatorio, mapas mentales, mapas y estructuras conceptuales, y otros. Los resultados obtenidos se manejaron de acuerdo a las características del rendimiento constatado con el fin de seleccionar alternativas de acción inmediata [Díaz y Hernández, 2002].

Esta información fue valiosa para el profesor y para los alumnos, a quienes se dio a conocer la apreciación de sus resultados y el por qué de ésta, resaltando los aciertos con la finalidad de motivación y afirmación de los aprendizajes y en cuanto a las debilidades, marcarlas con el objeto de corregir y conducir hacia la información pertinente del tema.

Estas estrategias para el cierre permiten al alumno formar una visión sintética, de integración e incluso crítica del material y valorar su propio aprendizaje. Cuadro 6.

**Cuadro 6.** Estrategias de enseñanza aprendizaje para el cierre.

No.	ESTRATEGIA
1	La profesora realizó una síntesis destacando los aprendizajes centrales esperados.
2	Un recuento de los momentos más importantes de la clase utilizando una diapositiva.
3	Los alumnos expusieron los puntos centrales de la clase hecha por un alumno o por un equipo.
4	Una evaluación formativa o una autoevaluación, sobre los aprendizajes propuestos.
5	Una dinámica donde cada alumno expresó qué aprendió mediante alguna forma de expresión.
6	Resolución de un cuestionario con preguntas metacognitivas

Algunas de las estrategias posinstruccionales más reconocidas utilizadas fueron las preguntas intercaladas, resúmenes, redes y mapas conceptuales, estructuras conceptuales, discusiones grupales, y otras. La evaluación fue utilizada también para favorecer la retroalimentación a los alumnos y entre los alumnos mismos.

En este trabajo se utilizaron adicionalmente, algunas preguntas metacognitivas que se identificaron como **¿Cuánto aprendiste del tema?** que pudieron ayudar a los alumnos a reflexionar sobre su propio aprendizaje, como se muestra en el cuadro 7. [Díaz y Hernández, 2002].

**Cuadro 7.** Preguntas metacognitivas **¿Cuánto aprendiste del tema?**

<b>1. ¿Qué aprendí?</b>
Respuestas
a)
b)
c)
2. ¿De qué otra forma podía haber aprendido?
3. ¿Qué me falta aprender?
4. ¿Qué debo cambiar de las estrategias de estudio para aprender?

#### **IV.10 La profesora como asesora**

En este lapso del trabajo en el aula con los alumnos la docente participó como guía, supervisora, organizadora, asesora, utilizando instrumentos y guías, claras y precisas que favorecieran el trabajo independiente y autosuficiente. Motivando, alentando, retroalimentando, fortaleciendo y reconociendo el trabajo de los alumnos en el aula y fuera de ella.

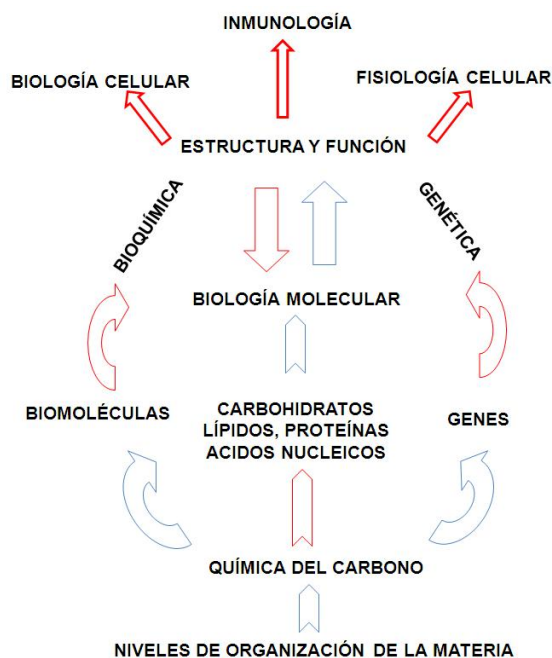
## V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### INTRODUCCIÓN

En este capítulo se presentan los resultados obtenidos durante la aplicación de la secuencia didáctica propuesta y diseñada con base en el plan de estudios de Biología V, de los contenidos en la secuencia didáctica diseñada para el Plan de estudios de la ENP la cual contiene diversas estrategias de enseñanza-aprendizaje probadas y validadas con 101 alumnos, con edades que variaron entre 17 y 19 años. La propuesta fue construida siguiendo los momentos de la enseñanza, Inicio. Desarrollo y Cierre. En este capítulo, también se hacen algunas consideraciones respecto a la discusión de los resultados.

#### V. 1 NIVELES DE ORGANIZACIÓN. Desde el horizonte elemental hasta la perspectiva del universo

El proceso de enseñanza-aprendizaje durante la práctica docente y la aplicación de la secuencia didáctica en el aula permitieron observar cambios en los aprendizajes de los individuos participantes, así como, en el desarrollo de habilidades y competencias los cuales se analizaron y mostraron un cambio conceptual que se puede referir como metaconocimiento. En el aprendizaje se valoraron además del cambio general y específico en los conocimientos previos, la experiencia y la permanencia en el grupo de trabajo durante estas series de experiencias. La secuencia de esta propuesta se estructuró a partir de los niveles de organización de la materia, enfocándola a hacia las orientaciones molecular. Figuras. 5, 6, y evolutiva, figura 8.



**Figura 5.** Representación de la biología molecular en el contexto de los niveles de organización de la materia.

Los niveles de organización se refirieron a la estructuración de sistemas no vivos y vivos, desde el nivel más simple hasta los niveles más complejos. Ambas orientaciones permitieron organizar los temas para que los siguientes contenidos a enseñar fueran comprendidos.

La biología molecular estudia la biología a nivel submicroscópico entre  $10^{-6}$  y  $10^{-7}$  cm, este campo se traslapa con otras áreas, particularmente con la genética y la bioquímica. Principalmente se ocupa de comprender las interacciones entre los distintos sistemas de una célula, incluyendo la interrelación de ADN, el ARN y la biosíntesis de proteínas y aprender cómo estas interacciones se regulan y como se heredan.

Cada vez más muchos otros campos del conocimiento se concentran en las biomoléculas, ya sea directamente, o el estudio de sus interacciones como en la biología celular y en la biología del desarrollo, o indirectamente, utilizan las técnicas de biología molecular para deducir relaciones históricas de las poblaciones o especies en la biología evolutiva, como la genética de poblaciones y filogenia. En biofísica, existe una tradición de estudiar las biomoléculas "desde cero" usando técnicas de biología molecular. Las primeras ciencias que se involucraron en esta dinámica fueron de la biología celular, la fisiología y la inmunología Figura 5.

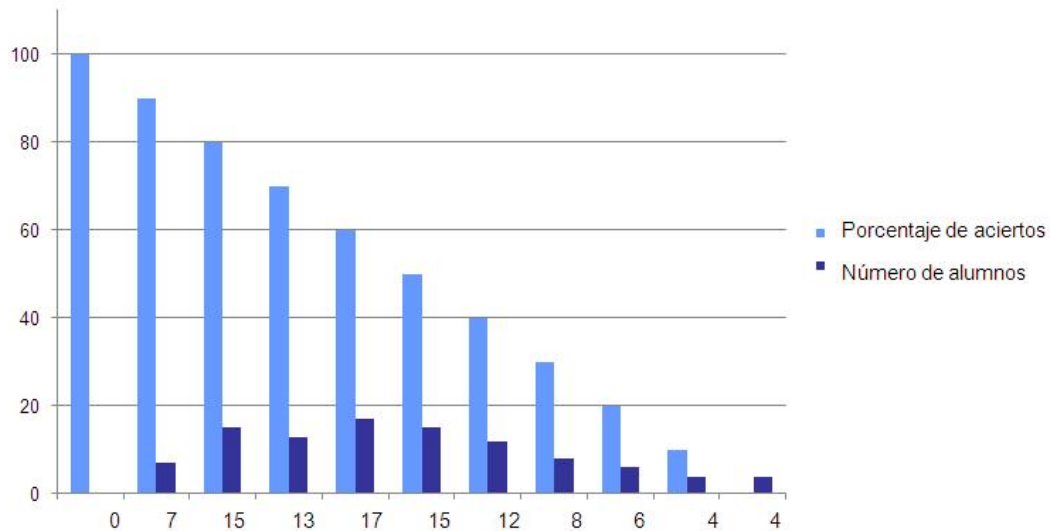
En la evaluación diagnóstica, los alumnos tenían una concepción alternativa intermedia entre lo microscópico y lo submicroscópico, entre lo molecular y lo submolecular. Los resultados mostraron que la mayoría de los alumnos no distinguen entre lo molecular, microscópico y macroscópico pero si diferenciaron las partículas subatómicas y al átomo, sin reconocer el quark. Del total de 101 alumnos participantes, nadie resolvió correctamente la jerarquización y 4 alumnos no reconocieron ninguno de los conceptos, como se observa en la Cuadro 8, gráfica 1. La mayor parte de los alumnos reconocieron el modelo particulado de la materia, pero sus representaciones mentales conferían a las partículas propiedades visibles, es decir, características del nivel macroscópico. Figura 6. En el cuadro 8, se muestran los resultados del porcentaje de alumnos en la resolución de la jerarquización de preconceptos durante la evaluación diagnóstica.

**Cuadro 8.** Evaluación diagnóstica.

ELEMENTOS VALORADOS	RESULTADOS " EVALUACIÓN DIAGNÓSTICA "										
	100	90	80	70	60	50	40	30	20	10	0
Porcentaje de aciertos											
Número de alumnos	0	7	15	13	17	15	12	8	6	4	4

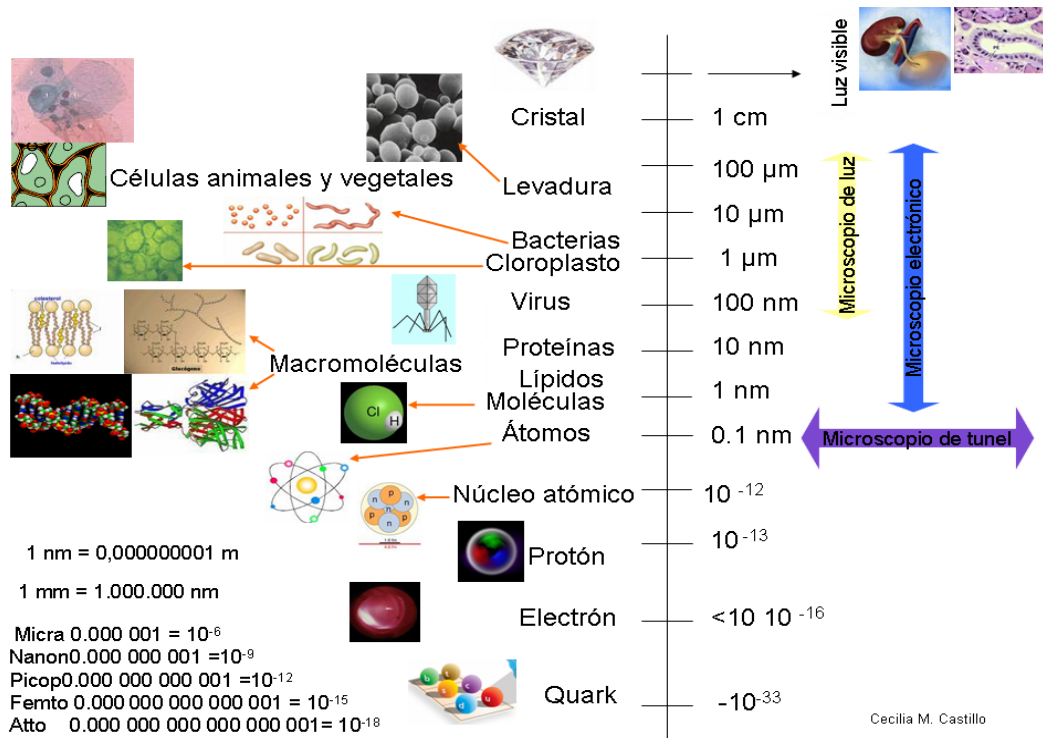
La idea que los alumnos tenían antes de abordar el tema permitió ubicarlos en la perspectiva general de la biología molecular, de acuerdo a su estructura cognitiva para que pudieran proceder a dar una construcción del significado del tema, rescatando las ideas que tenían.

Durante la fase de desarrollo, los alumnos tienen que comprender que la materia se encuentra organizada desde las más pequeñas hasta las más grandes, o desde las más simples hasta las más complejas. Figuras 5, 6, 8 y 9.



**Gráfica 1.** Resultados de la evaluación diagnóstica en porcentaje de aciertos y número de alumnos, de acuerdo a como resolvieron la jerarquización. Se muestra que 4 alumnos obtuvieron 0 aciertos y otros 4 de ellos solo respondieron acertadamente un nivel de organización. También se representa que ningún alumno resolvió el 100 % de la jerarquización.

Los niveles organizacionales fueron ejemplificados en las redes conceptuales para favorecer la comprensión, figuras 6,7,8 y9.



**Figura 6.** Desde al horizonte elemental hasta el universo



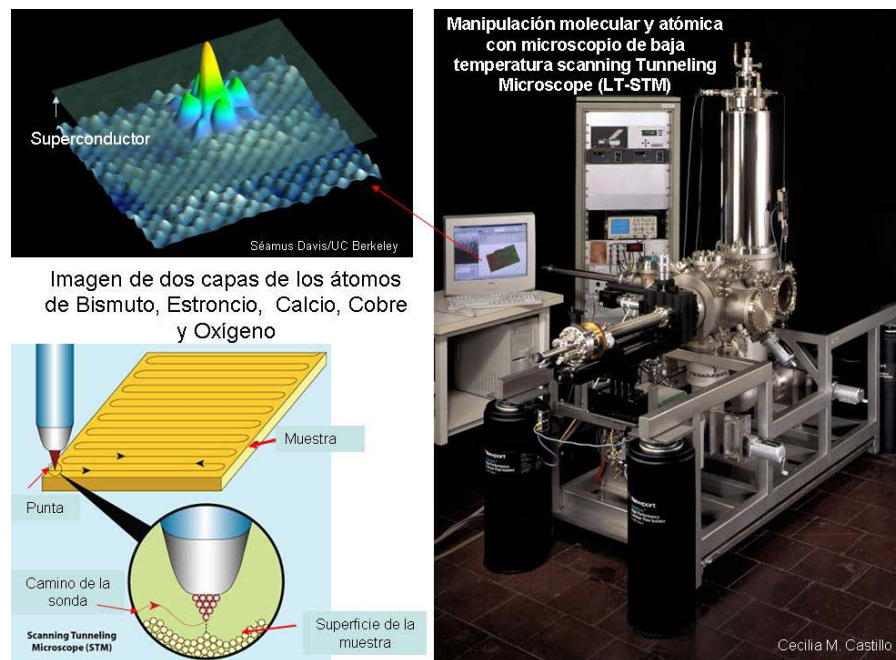
El enfoque evolutivo en biología fue fundamental ya que permitió explicar y comprender muchos procesos biológicos, los alumnos ya tienen conocimientos previos de los enfoques evolutivo y molecular que sirvieron de base para la aplicación de la secuencia.

En esta secuencia se utilizó una línea de tiempo que permitió correlacionar las concepciones previas con el tema estudiado, Figura 7. A la vez se incluyeron varios paralelismos de los mencionados en la línea de tiempo, los niveles macroscópico y microscópico; el atómico, molecular y supramolecular.

El objetivo pretendido que los alumnos reconocieran los niveles de organización de la materia se alcanzó parcialmente durante la parte expositiva. Los alumnos tuvieron dificultades para realizar cambios mentales durante la comprensión de las ideas relacionadas entre los niveles macroscópicos y microscópicos. Figura 6.

Para relacionar todos los niveles se incorporó en el trabajo en el aula, el perfil simbólico que resultó ser un componente que permitió mayor comprensión. En este perfil se ubicaron las representaciones abstractas. Figuras, 6 y 8.

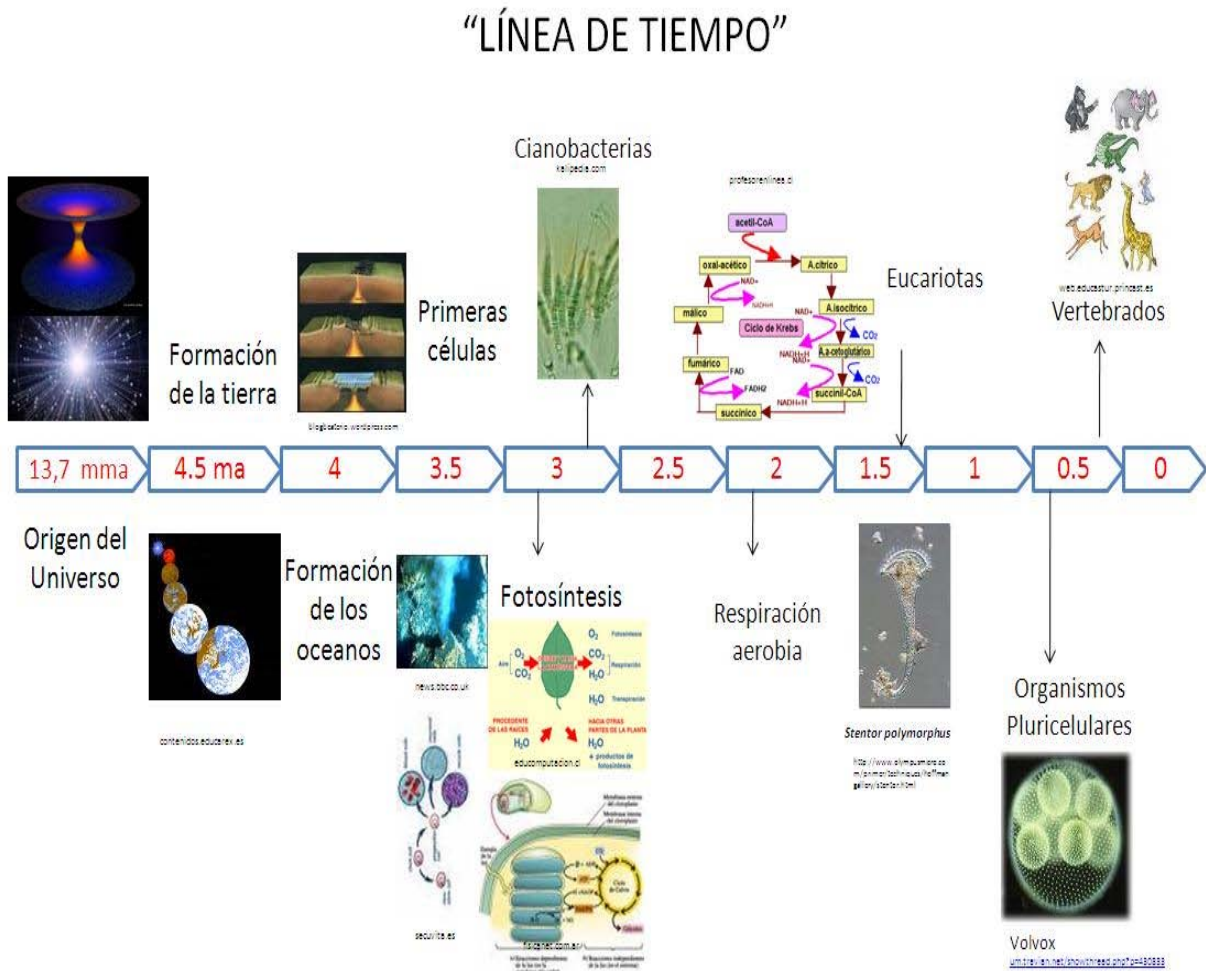
Se evidenció la existencia del componente simbólico, a partir de estructuras con dimensiones menores a la percepción por el ojo humano, Figuras 6 y 7, debido a que al no ser visibles para el alumno, fue necesario recurrir a elementos que los pudieran representar para que su comprensión. En la figura 7 se mostró a los alumnos que se dispone de instrumentos que permiten la observación de estructuras tan pequeñas como los átomos, y que además es posible, en la actualidad, la manipulación atómica.



**Figura 7.** Instrumentos de observación y manipulación atómica.



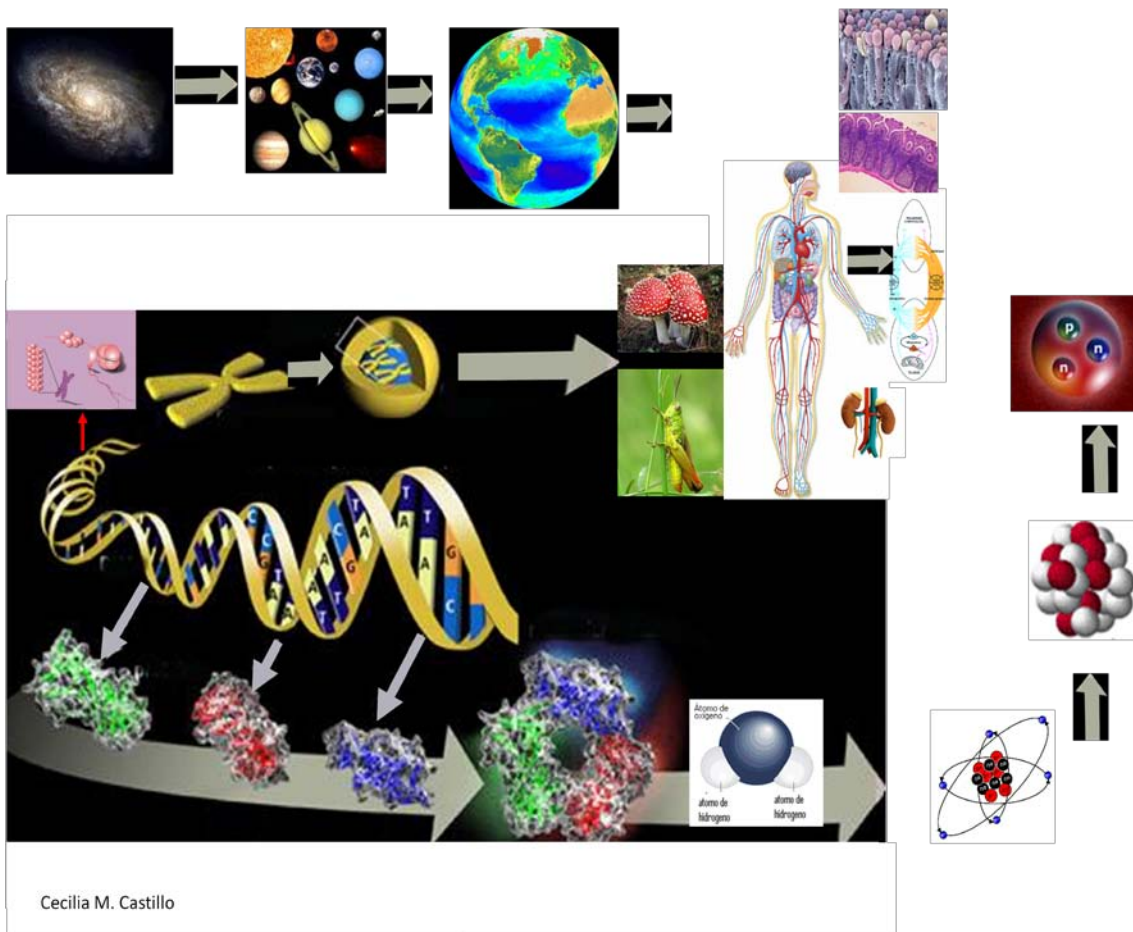
Explicativamente se requirió utilizar elementos del nivel cognitivo de los alumnos para los percibieran a través de símbolos conocidos y favorecer el entendimiento, Figuras, 6, 8 y 9. Los símbolos fueron percibidos por los alumnos como abstracciones, y medio de los símbolos, los alumnos pudieron conjeturar sobre objetos que nunca habían visto; este es el caso de las estructuras subatómicas, elementales o el átomo o las estructuras subcelulares.



**Figura 8.** Línea de tiempo de la evolución de la materia. Las semejanzas en los niveles de organización de la materia “desde el horizonte elemental hasta el universo” incluyendo las formas vivas atribuyen un enfoque evolutivo a la materia.

El nivel simbólico fue percibido después la asociación de los conocimientos previos con otros elementos provenientes de la observación del video “somos infinitamente pequeños, la discusión en equipo y grupal, y la solución del ejercicio de evaluación formativa, Cuadro 9.

El universo fue considerado el sistema más amplio de todos los niveles de la materia en sentido decreciente hasta el quark, cuadro 9. El punto central de las redes conceptuales es el tema de estudio de esta tesis, que son los seres vivos desde la perspectiva molecular, Figuras 5, 6, 8 y 9.



**Figura 9.** Paralelismos en los niveles de organización de la materia. Desde el horizonte elemental hasta el universo, se muestran ejemplos de organismos distintos al humano.

Muchos de los elementos representados en las redes, corresponden a conceptos simbólicos y en todos está implícita la concepción molecular y la evolución biológica, que se representaron en la línea de tiempo. Figura 8.

En el horizonte simbólico, se consideraron las formas que se utilizan en biología para expresar conceptos, estas formas son mediante representaciones químicas, gráficos, secuencias, y otras.

Posteriormente, los alumnos fueron capaces de comprender concretamente asociando las representaciones con un intercambio verbal orientado, en el que se combinaron los caracteres visuales y verbales. Esta estrategia implica que las representaciones de conocimientos con un componente simbólico se pueden aprender de diferentes formas, lo cual apoya los resultados de Bruner, (1972) quien sugiere la aplicación del nivel simbólico en la enseñanza.

**Cuadro 9.** Registro de la representación científica de los niveles de organización.

<b>REPRESENTACIÓN CIENTÍFICA</b>
<b>Quark</b> , Son partículas elementales que forman una serie de familias de otras partículas.
<b>Protón:</b> Son partículas subatómicas formadas por bariones, que están compuestos de dos quarks arriba y un quark abajo, los cuales también están unidos por la fuerza nuclear fuerte mediada por gluones.
<b>Átomo</b> , es la unidad más pequeña posible de un elemento químico. Formado por protones, neutrones y electrones.
<b>Elemento</b> , una clase de átomos, todos ellos con el mismo número de protones en el núcleo, o , una sustancia que no se puede descomponer, mediante una reacción química en otras más simples.
<b>Molécula</b> , es una partícula neutra formada por un conjunto de átomos unidos por enlaces covalentes.
<b>Macromolécula</b> , son moléculas de masa molecular elevada, formadas por un gran número de átomos. Están formadas por repetición de una o unas varias unidades estructurales o monómeros, formando los polímeros.
<b>Célula</b> , Una célula es la unidad estructural y funcional de los seres vivos. Es la célula el elemento de menor tamaño que puede considerarse vivo.
<b>Tejido</b> , conjunto organizado de células, diferenciadas con funciones coordinadas y un origen embrionario común.
<b>Órgano</b> , es un conjunto de tejidos asociados en estructura y función. Los órganos se encuentran en un nivel de organización biológica superior a los tejidos e inferior al de sistema.
<b>Sistema</b> . Es un conjunto de órganos y estructuras similares que trabajan en conjunto para cumplir una función biológica en un organismo vivo. Los sistemas son un nivel de organización biológico, entre el nivel de órgano y el de aparato, que está constituido por la agregación anatómica y funcional de varios sistemas. Los sistemas orgánicos comparten una conexión morfofuncional, tanto en sus órganos y tejidos, como en sus estructuras y origen embrionario.
<b>Individuo</b> . Se identifica a aquello que no se puede dividir. Un individuo es una unidad elemental de un sistema mayor o más complejo. Respecto de dicho sistema es otra unidad estructural y funcional.

El nivel macroscópico fue interpretado basándose en las representaciones mentales adquiridas por la experiencia directa de los alumnos.

En la fase de cierre, se estructuró la representación científica de los conceptos valorados en las ideas previas sobre los niveles de organización de la materia, cuadro 9, en orden menor a mayor complejidad. Este factor de estructuración de los conceptos, hace sospechar, que se podían haber obtenido mejores resultados en la evaluación diagnóstica, si la secuencia se solicita en orden creciente.

La organización de las estrategias de enseñanza-aprendizaje en inicio, desarrollo y cierre, determinó la eficiencia en el establecimiento de los paralelismos entre los niveles de organización ya que facilitaron la comprensión del tema estudiado. Cada nivel de organización incluyó a los niveles

inferiores y constituyó, a su vez, los niveles superiores. Cada nivel se caracterizó por poseer propiedades que emergieron en ese nivel y no existían en el anterior, cuadro 9.

Durante la evaluación formativa un mayor número de alumnos fueron capaces de reconocer la concepción científica en el 100 % de los niveles de organización de la materia y la mayor parte de los alumnos dieron respuestas cercanas, cuadro 10, gráfica 2.

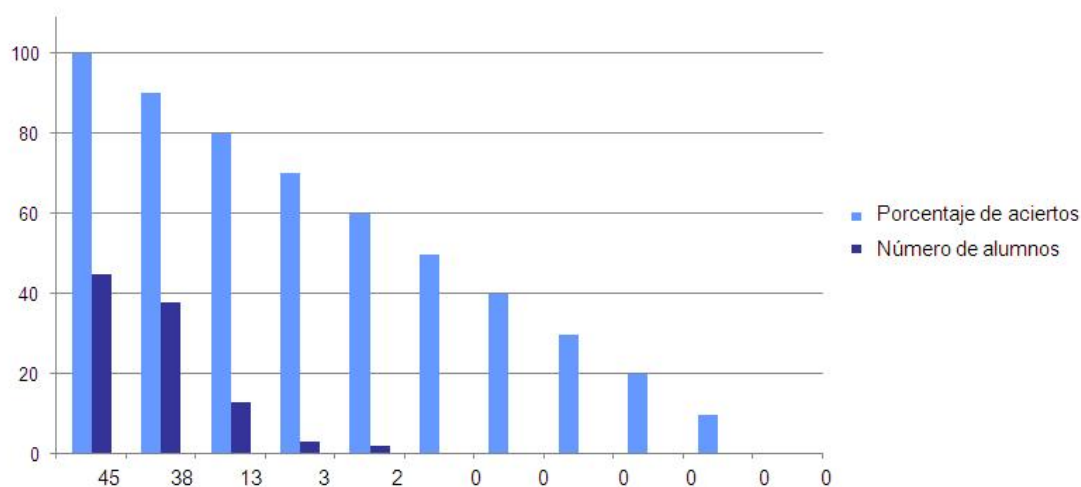
En los cuadros 8 y 10, y en las gráficas 1 y 2 pueden contrastarse los resultados de la evaluación diagnóstica respecto a la evaluación formativa, se observó que descendió a 2 el número de alumnos que obtuvieron un porcentaje de aciertos bajo.

**Cuadro 10.** Evaluación formativa.

ELEMENTOS VALORADOS	RESULTADOS "EVALUACIÓN FORMATIVA"											
	100	90	80	70	60	50	40	30	20	10	0	
Porcentaje de aciertos	100	90	80	70	60	50	40	30	20	10	0	
Número de alumnos	45	38	13	3	2	0	0	0	0	0	0	

El porcentaje de aciertos en la evaluación formativa fue de 60 % en la resolución de la jerarquización; mostrando que el aprendizaje fue significativo con las estrategias de enseñanza-aprendizaje utilizadas. Gráfica 2.

Este porcentaje de certeza muestra que los alumnos tienen ideas anteriormente adquiridas, que son difíciles cambiar inmediatamente con algunas estrategias de trabajo.



**Gráfica 2.** Resultados de la evaluación formativa en porcentaje de aciertos y número de alumnos, de acuerdo a como resolvieron la jerarquización. Se muestra que el número de alumnos que resolvieron correctamente el 100 % de la jerarquización se incrementó de 0 a 45, y se redujo drásticamente el número de alumnos con bajo porcentaje de aciertos.

Los estudiantes trataron de asimilar y acomodar la nueva información a las estructuras de conocimiento que ya poseían, en muchas ocasiones construyeron representaciones y conceptualizaciones parciales, lo cual concuerda con los trabajos de Flores y Gallegos, (1999). Se ha resaltado que el logro al cambio conceptual en los alumnos requiere tiempo y está asociado a las preconcepciones que se mantienen después de la instrucción formal habiendo una resistencia de esas concepciones al cambio [Strike, y Posner, 1985; Pozo, 1991]

En las evaluaciones diagnósticas consecutivas, se observó que los alumnos mejoraron, evidentemente, debido al interés en realizar la investigación previa del tema, cuadros 12,16, 17, 18 y 20, dónde se muestran las evaluaciones diagnósticas respecto a las evaluaciones formativas de cada concepto.

Finalmente los alumnos respondieron a preguntas metacognitivas en forma individual, cuadro 11. Este recurso de evaluación representó un acercamiento a los alumnos, que registraron diferentes aprendizajes, que van desde lo básico y en algunos casos aspectos más complejos, y permitieron hacer algunas modificaciones a la forma de abordar los temas.

**Cuadro 11.** Respuestas a las preguntas metacognitivas.

<p><b>1. ¿Qué aprendí?</b> Al inicio de las sesiones, los alumnos solo enunciaban las ideas aprendidas, posteriormente al hacer la recapitulación, se enfrentaron a la necesidad de explicitar de forma más completa. Al final del curso los alumnos registraron ideas mejor integradas, mostrando que se introdujeron eficientemente en el aprendizaje autodirigido.</p>
<p><b>2. ¿De qué otra forma podía haber aprendido?</b> Los alumnos pueden aprender mejor: estudiando más y con anticipación, discutiendo con los compañeros, haciendo representaciones visuales, analizando videos, ejemplificando, haciendo modelos, no quedándose con dudas por temor a preguntar. Subrayar, elaboración de síntesis y esquemas vinculando los principales conceptos en estructuras conceptuales, mapas mentales y conceptuales, o redes semánticas. Buscar las palabras del glosario y esquematizar el significado. Haciendo prácticas en el laboratorio y el reporte respectivo. Exponiendo, resolviendo cuestionarios y repitiendo. Con la observación y el análisis de videos, animaciones e imágenes.</p>
<p><b>3. ¿Qué me falta aprender?</b> En este punto enunciaron los conceptos que detectaron estaban deficientes en su estructura cognitiva y los cuales era necesario reforzar mediante la investigación dirigida.</p>
<p><b>4. ¿Qué debo cambiar de las estrategias de estudio para aprender?</b> Los alumnos mostraron diferentes formas de aprender y reconocen de forma general algunas posibilidades de cambio para mejorar su aprendizaje y desempeño en las actividades. Principalmente destacan: el poco tiempo destinado al estudio, a consultar literatura para ampliar lo que saben y aprendieron. Finalmente, asistir con regularidad a las clases.</p>

De forma generalizada los alumnos respondieron en un esquema donde inicialmente, planteaban preguntas incompletas y difusas, solo enlistaban la ideal, las cuales fueron ampliando con el transcurso de las sesiones. En el cuadro 11 se muestra un resumen de las respuestas.

La resolución de las preguntas de metacognición fue relevante, sobre todo respecto a las estrategias de enseñanza, en la medida, que permitieron a los alumnos tener conciencia de sus razonamientos o de su proceso de aprendizaje. Esto se determinó, cuando los alumnos formularon las ideas principales del tema con sus propias. Autores como Campanario, Cuerva, Moya y Otero, (1998), expresan que en el cambio conceptual destaca el carácter metacognitivo, puesto que la reflexión sobre el propio conocimiento y el control de los procesos cognitivos por parte del alumno son un elemento necesario del cambio conceptual, ya que el alumno debe reconocer la insatisfacción de sus concepciones previas, así como de la inteligibilidad, plausibilidad y provecho de las nuevas concepciones.

## V.2 ELEMENTOS BIOGENÉSICOS

En la evaluación diagnóstica respecto a los elementos biogénicos que forman a los seres vivos, la mayoría de alumnos reconocieron a los elementos primarios: Carbono, hidrógeno y oxígeno como elementos que forman a los seres vivos y muchos otros, identificaron al nitrógeno y al fósforo, el azufre no fue incluido en el cuestionario. Cuadro 12.

**Cuadro 12.** EVALUACIONES DIAGNÓSTICA Y FORMATIVA “ELEMENTOS BIOGENÉSICOS”

Núm.	EVALUACIÓN DIAGNÓSTICA	JERARQUÍA	EVALUACIÓN FORMATIVA
1	O	10	C
2	H <sub>2</sub> O	9	H
3	C	8	O
4	H	7	N
5	N	6	S
6	S	5	P
7	P	4	Na <sup>+</sup>
8	Ca	3	K <sup>+</sup>
9	Fe	2	Ca <sup>2+</sup>
10	He	1	Cl, Co, Fe, Mg, Zn,

Este conocimiento previo está asociado a los aprendizajes de educación secundaria, donde por repetición aprenden las siglas CHONSP, Figura 10. Los elementos secundarios no se incluyeron y tampoco los microelementos.

En la evaluación previa, el agua como un elemento importante para la vida, pero no como compuesto químico, sino asociada a la importancia, son las propiedades de transporte, de disolvente universal, con función termorreguladora y como componente de la mayor parte de la estructura de los seres vivos, destacando la importancia que tiene para el hombre mismo, esto debido a que el estudio

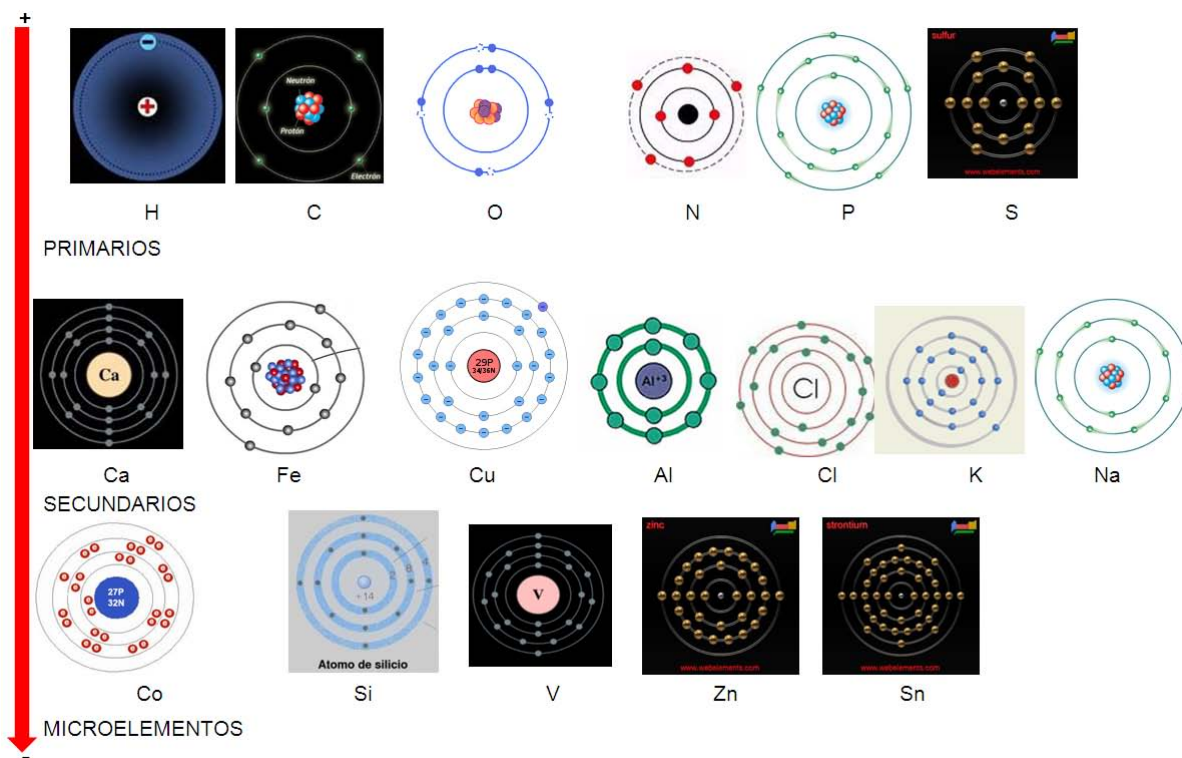


del agua, forma parte de los contenidos de la primera unidad y se resalta la importancia de la misma durante todos los cursos de biología. Cuadro 12.

Durante el desarrollo y utilizando el organizador avanzado, fue una idea difícil de modificar, los alumnos no reconocieron la mayoría de elementos traza que son importantes en los procesos y funciones moleculares dentro de las células,

Posteriormente después de la interacción, los alumnos identificaron los microelementos y los jerarquizaron adecuadamente, cuadro 12; siguiendo la tendencia inicial de distinguir entre los compuestos de carbono, como aquellos que se encuentran en la materia viva, y los compuestos restantes que se encuentran en la división de la química en orgánica e inorgánica.

Aprendieron los alumnos que un grupo de veinticinco elementos químicos (sodio, potasio, magnesio, calcio, manganeso, vanadio, cobalto y otros que, libres en forma de iones, o combinados en macrocomplejos, regulan espacial y temporalmente muchas de las interacciones entre biomoléculas.



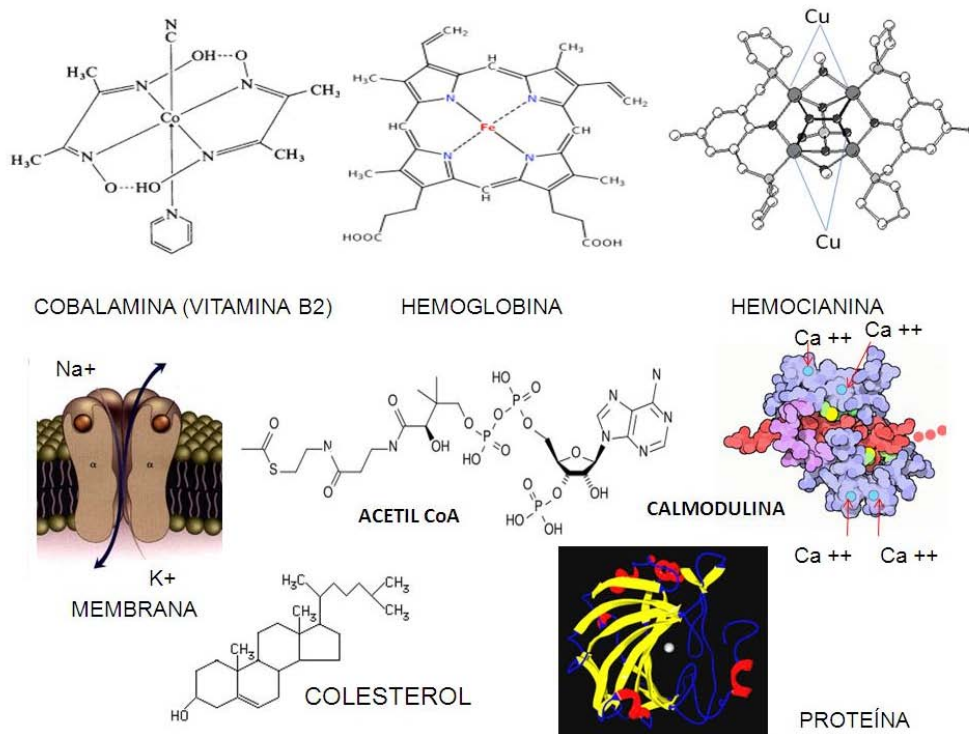
**Figura 10.** Modelos de algunos átomos que se encuentran en los organismos. La flecha roja indica el grado de reconocimiento que tuvieron durante la clase expositiva.

Durante el desarrollo de la clase los alumnos incorporaron los elementos secundarios, se asociaron con algunos eventos de la vida cotidiana. El calcio se consideró fundamental durante el crecimiento para el desarrollo de los huesos y los dientes. Propusieron que ingerir el elemento

previene el riesgo de padecer de osteoporosis. De igual manera el fósforo, fue relacionado para fortalecer huesos y dientes, y además lo asociaron al calcio como una función sinérgica. El sodio, fue identificado como un electrólito; que ayuda a mantener el balance de fluidos en el cuerpo, sin embargo, no se correlacionó con las funciones celulares y el consumo excesivo se asocia al aumento del riesgo de hipertensión. El hierro, sabían que era importante pero no se asocio a las funciones de la hemoglobina, la proteína transportadora de oxígeno u otras funciones.

Los microelementos, aunque algunos alumnos tenían noción de ellos, no se mencionaron, al realizar las actividades en el aula. Los aprendizajes se indujeron mediante ejemplos de biomoléculas portadoras de microelementos en su estructura y son indispensables para el funcionamiento del organismo. Figura 11. Se incluyeron durante la clase algunos ejemplos de biomoléculas portadoras de microelementos y se vincularon con la función celular.

La dificultad en el conocimiento de los microelementos radicó en que son sustancias inorgánicas y además aparecen en cantidades traza.



**Figura 11.** Moléculas orgánicas cuyo sitio activo es un microelemento. Vitamina B o cobalamina, hemoglobina, hemocianina, membrana plasmática, Acetil CoA, calmoludlina y colesterol. Todas estas moléculas conjugadas, tienen funciones importantes en el organismo.

Los alumnos identificaron los diferentes elementos biogénicos en la figura 11. En este ejercicio siguieron la tendencia original de distinguir entre los compuestos de carbono, como aquellos que se encuentran en la materia viva, y los compuestos restantes que se encuentran en la división de la química en orgánica e inorgánica o bioinorgánicos.



Aprendieron que un grupo de veinticinco elementos químicos (sodio, potasio, magnesio, calcio, manganeso, vanadio, cobalto y otros que, libres en forma de iones, o combinados en macrocomplejos, regulan muchas de las interacciones entre biomoléculas. Como se muestra en la evaluación formativa, figura 12.

En la tabla periódica, señala los elementos primarios en color   y los elementos secundarios con color   y los microelementos en color  

H																	He
Li	Be											B	C	N	O	F	Ne
Na	Mg										Al	Si	P	S	Cl	Ar	
K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr
Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	I	Xe
Cs	Ba	La	Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg	Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn
Li	Ra	Ac															
Lantánidos				Ce	Pr	Nd	Pm	Sm	Eu	Gd	Td	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu
Actinidos				U	Np	Pu	Am	Cm	Bk	Cf	Es	Th	Pa	Fm	Md	No	Lr

Figura 12. Tabla periódica elementos biogénicos.

Clasifica los elementos primarios: O, C, H, N, P y S. Secundarios: Na<sup>+</sup>, K<sup>+</sup>, Ca<sup>2+</sup>, Mg<sup>2+</sup>, Cl<sup>-</sup> y Microelementos Fe, Mn, Co, Cu, Zn, B, Mo, Ni, Si, Se, F, Sn, V.

Cuadro 13. Organización los elementos biogénicos

MOLECULA	ELEMENTOS BIOGENÉSICOS		
	PRIMARIOS	SECUNDARIOS	MICROELEMENTOS
A. Cobalamina	C, H, O, N,		Co
B. Hemoglobina	C, H, O, N,		Fe
C. Hemocianina	C, H, O, N,		Cu
D. Membrana	C, H, O, N, P	Na, K	
E. Acetil Co-A	C, H, , N, S, P		
F. Calmodulina	C, H, O	Ca	
G. Adenina	C, H, O, N,		
H. Proteína	C, H, O, N, S		Zn

Clasifica los bioelementos como primarios y secundarios y los microelementos en indispensables y traza.

Cuadro 14. Clasificación de bioelementos y microelementos

BIOELEMENTOS		MICROELEMENTOS	
Primarios	Secundarios	Indispensables	Traza
C	Na <sup>+</sup>	Mn	B
H	Mg <sup>2+</sup>	Fe	Al
O	K <sup>+</sup>	Co	Mo
N	Ca <sup>2+</sup>	Zn	I
S	Cl <sup>-</sup>		Si
P			V

### V.3 GRUPOS FUNCIONALES Y FUNCIONES ORGÁNICAS

Los alumnos resolvieron los cuestionamientos. Considerando que las diferentes funciones se pueden representar de una manera simplificada tal y las reacciones que participan son las siguientes:

1. Transferencia de grupo funcional
2. Transferencia de electrones
3. Hidratación
4. Deshidratación
5. Rearreglos estructurales
6. Condensación
7. Corte
8. Formación de polímeros a partir de subunidades (polimerización)
9. Enzimas remueven -OH de otra molécula, H de otra, forman enlace entre ambas y los átomos descartados pueden unirse para formar agua. Reacción de hidrólisis

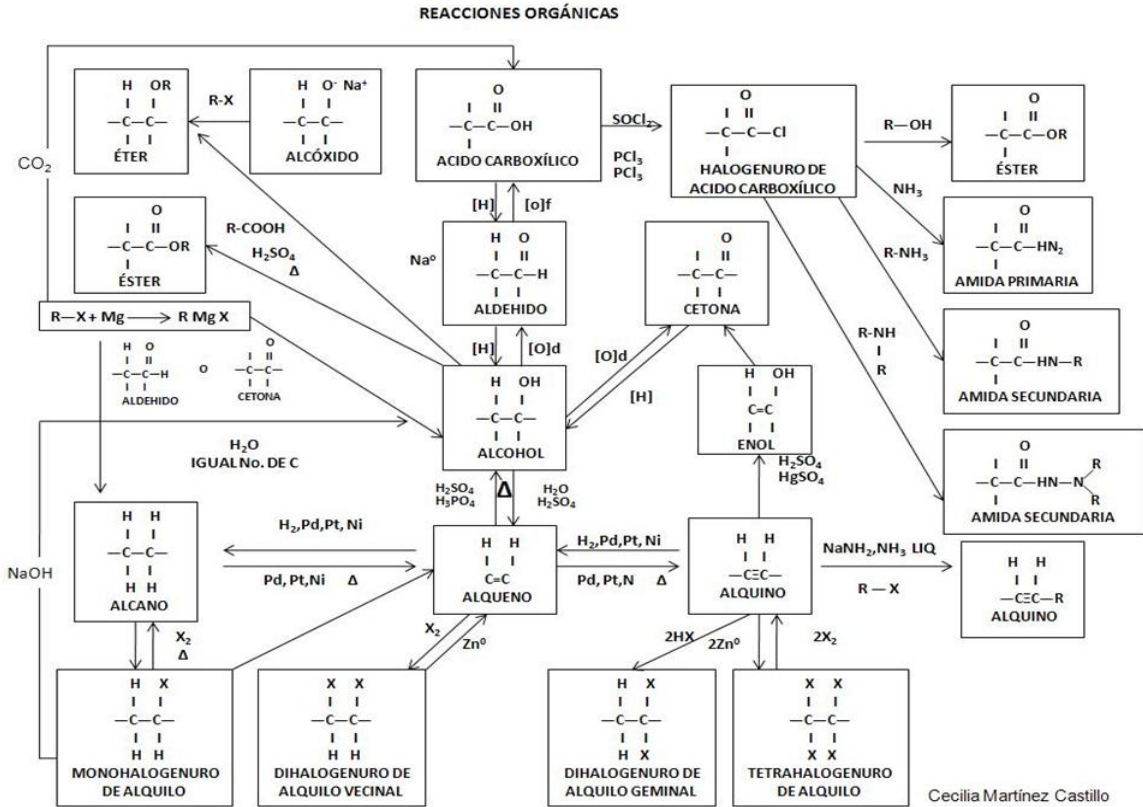
Cuestionario.

1. ¿Por qué es importante conocer los grupos funcionales?
2. ¿Cuál es la base para la clasificación?
3. ¿Cómo se identifica al grupo funcional?
4. ¿Cómo son las reacciones en los grupos funcionales?
5. Los equipos clasificaron en el cuadro 15 las funciones orgánicas de acuerdo al grupo funcional que las caracteriza, seleccionando del panel como consideraron se relaciona la fórmula con la función.
  - a) FUNCIONES OXIGENADAS,
  - b) FUNCIONES NITROGENADAS,
  - c) FUNCIONES HALOGENADAS,
  - d) GRUPOS QUE CONTIENEN AZUFRE
  - e) ORGANOFOSFATOS

**Cuadro 15.** Funciones orgánicas

Núm.	FÓRMULA	FUNCIÓN
1	CH <sub>3</sub> -CH <sub>2</sub> -CH <sub>2</sub> -Br	Halogenada
2	CH <sub>3</sub> -CH <sub>2</sub> -CH <sub>2</sub> -CHO	Oxigenada
3	CH <sub>3</sub> -CH <sub>2</sub> -CH <sub>2</sub> -CONH <sub>2</sub>	Nitrogenada
4	Ca(CH <sub>3</sub> -CH <sub>2</sub> -CH <sub>2</sub> -COO) <sub>2</sub>	Oxigenada
5	C-S-S-C	Azufre
6	PO <sub>4</sub>	Organofosfato

6. En la siguiente representación se muestran algunas reacciones orgánicas. Organiza en forma lineal, 3 mecanismos de reacción que conduzcan a la obtención de 3 biomoléculas: Carbohidratos, lípidos, y proteínas considerando los grupos funcionales presentes en dichas estructuras moleculares.



**Figura 13.** Secuencia de las reacciones orgánicas

**SECUENCIA DE REACCIONES**

- a) Carbohidratos: Monohalogenuro → Alqueno → Alcohol { Aldehído } { Cetona } Carbohidratos
- b) Lípidos: Monohalogenuro → Alqueno → Alcohol → Aldehído { Éter, Éster, Ácido carboxílico }
- c) Proteínas Monohalogenuro → Alqueno → Alcohol → Aldehído → Ácido carboxílico-Halogenuro de ácido carboxílico → Amidas → Aminas

La comprensión de los estudiantes hacia las fórmulas químicas, ecuaciones, y secuencias mostró dificultades. Inicialmente, no relacionan las fórmulas con los conceptos, con las secuencias en los procesos biológicos o evolutivamente. La dificultad en el aprendizaje simbólico, se puede deber a que el curso de química orgánica se imparte en el mismo año escolar y los conceptos necesarios para el curso de biología V están desfasados con los de química.

Si comprendieron que las biomoléculas se forman por reacciones químicas específicas a partir de los alimentos que se ingieren en los organismos heterótrofos o por procesos como la fotosíntesis en los autótrofos.

Comprendieron también que evolutivamente, los compuestos químicos presentes en la materia viva pudieron provenir de reacciones secuenciales como las estudiadas, figura 13. En todo el Universo es posible encontrar sustancias orgánicas complejas. [Dickerson, 1978].

## V.4 MOLÉCULA

En el cuadro 16, se muestran los resultados de las evaluaciones diagnóstica y formativa, respecto a las moléculas. Los alumnos conservaron el recuerdo de lo analizado en el tema de niveles de organización de la materia y reconocieron la jerarquía atómica y molecular, de enlace y de la complejidad atómica en la molécula.

Los alumnos saben que los átomos se agrupan generalmente y las moléculas se consideran como grupos de átomos puesto que son entidades químicas básicas, cuadro 15. Una molécula referida por todos los alumno fue el agua, cuya representación es  $H_2O$  y entonces ellos la interpretan como la asociación de una molécula de oxígeno (O) y dos de hidrógeno (2H).

En una molécula, algunos átomos se unen por un enlace covalente. Cada enlace está formado por un par del electrones que resulta de la distribución de dos electrones, generalmente uno de cada uno de los átomos enlazados.

Las representaciones generales para los pares de electrones son líneas o puntos. Los alumnos no pudieron explicar este significado, aunque en los conocimientos previos, ellos saben que un par de los electrones de la última capa que no se comparte o no se cede por dos átomos es un par de electrones no apareados, también identifican las reglas del duo y del octeto.

La asociación de átomos dentro de una molécula se puede simbolizar por la representación de Lewis, de la cual tampoco reconocieron su significado por la mayoría de los alumnos y fue para ellos difícil, la comprensión de la formación de un enlace a partir de dos electrones simbolizados por puntos y cruces, los cuales representan el enlace.

**Cuadro 16.** EVALUACIONES DIAGNÓSTICA Y FORMATIVA DEL CONCEPTO DE MOLÉCULA

Núm.	EVALUACIÓN DIAGNÓSTICA	JERARQUÍA	EVALUACIÓN FORMATIVA
1	Átomos	10	Átomos
2	$H_2$	9	Enlace
3	$N_2$	8	$H_2O$
4	NaCl o (sal)	7	$H_2$
5	NaOH	6	$N_2$
6	$CH_4$	5	$O_2$
7	Ozono	4	$O_3$
8	Aire	3	Azúcar
9	$H_2O$	2	Grasa
10	Enlace	1	Proteína

Durante el desarrollo de la clase los alumnos aprendieron que al unirse los átomos para formar una molécula se libera la energía de enlace, las moléculas son más pobres energéticamente que los átomos que las constituyen. Según los ángulos de los enlaces, la molécula puede tener diversas formas. Otras moléculas más complejas adoptan la forma de cadenas, anillos o hélices. El tamaño de las moléculas oscila entre  $10^8$  cm. Como en moléculas de hidrógeno,  $H_2O$  y  $10^3$  cm. La masa de las moléculas es del orden de  $10^{24}$  a  $10^{20}$  g en las moléculas sencillas y de  $10^8$  en las macromoléculas. Moléculas de este tipo son las biomoléculas, los virus y los priones, que se pueden

cristalizar o reproducir en células vivas [Cohen *et al.*1994] Las moléculas simples no son visibles al microscopio, figura 7 y sólo son observables por métodos indirectos, en cambio, las de compuestos de alto peso molecular pueden observarse con el microscopio electrónico.

Los alumnos concluyeron que las moléculas son entidades básicas e indivisibles que conservan las propiedades específicas de la molécula. Si la molécula se descompone en los átomos que la forman, éstas tendrán una naturaleza diferente de la sustancia original.

## V.5 BIOLOGÍA MOLECULAR

A partir del concepto de “biología molecular”, se incrementaron a 15 el número de palabras en el cuadro de respuestas para las evaluaciones diagnósticas. El cambio se hizo debido a que los conceptos referentes a las biomoléculas tienen mucha relevancia en este trabajo, y la comprensión de las mismas fue fundamental para el desarrollo de los temas posteriores.

**Cuadro 17.** EVALUACIONES DIAGNÓSTICA Y FORMATIVA DEL CONCEPTO “BIOLOGÍA MOLECULAR”

Núm.	EVALUACIÓN DIAGNÓSTICA	JERARQUÍA	EVALUACIÓN FORMATIVA
1	Vida	15	Vida
2	Biología	14	Ciencia
3	Molécula	13	Biología
4	Ciencia	12	Biomoléculas
5	Reacciones	11	Reacciones
6	ADN	10	Células
7	Gene	9	Ácidos nucleicos
8	Células	8	Gene
9	Esenciales	7	Esenciales
10	ARN	6	Herencia
11	Enfermedades	5	Hombre
12	Hombre	4	Manipulación
13	Herencia	3	Terapia
14	Clonación	2	Enfermedades
15	Genética	1	Genética

En este cuadro se jerarquizaron los términos asociados al concepto y se observó que los alumnos ubican muchos de los conceptos asociados a la biología molecular, la reconocen como una ciencia relacionada con la biología encargada de estudiar a las biomoléculas, que forman parte de las células, del hombre que contienen a los genes y que están relacionados con la herencia. Así mismo, identificaron a estas biomoléculas como esenciales para la vida. Mencionaron que errores en la síntesis producen enfermedades en el humano, que pueden ser tratadas por el hombre, con nuevas alternativas modificando la información genética de las células. Que se pueden obtener beneficios de la manipulación de las planta y de los microorganismos, figura 14.

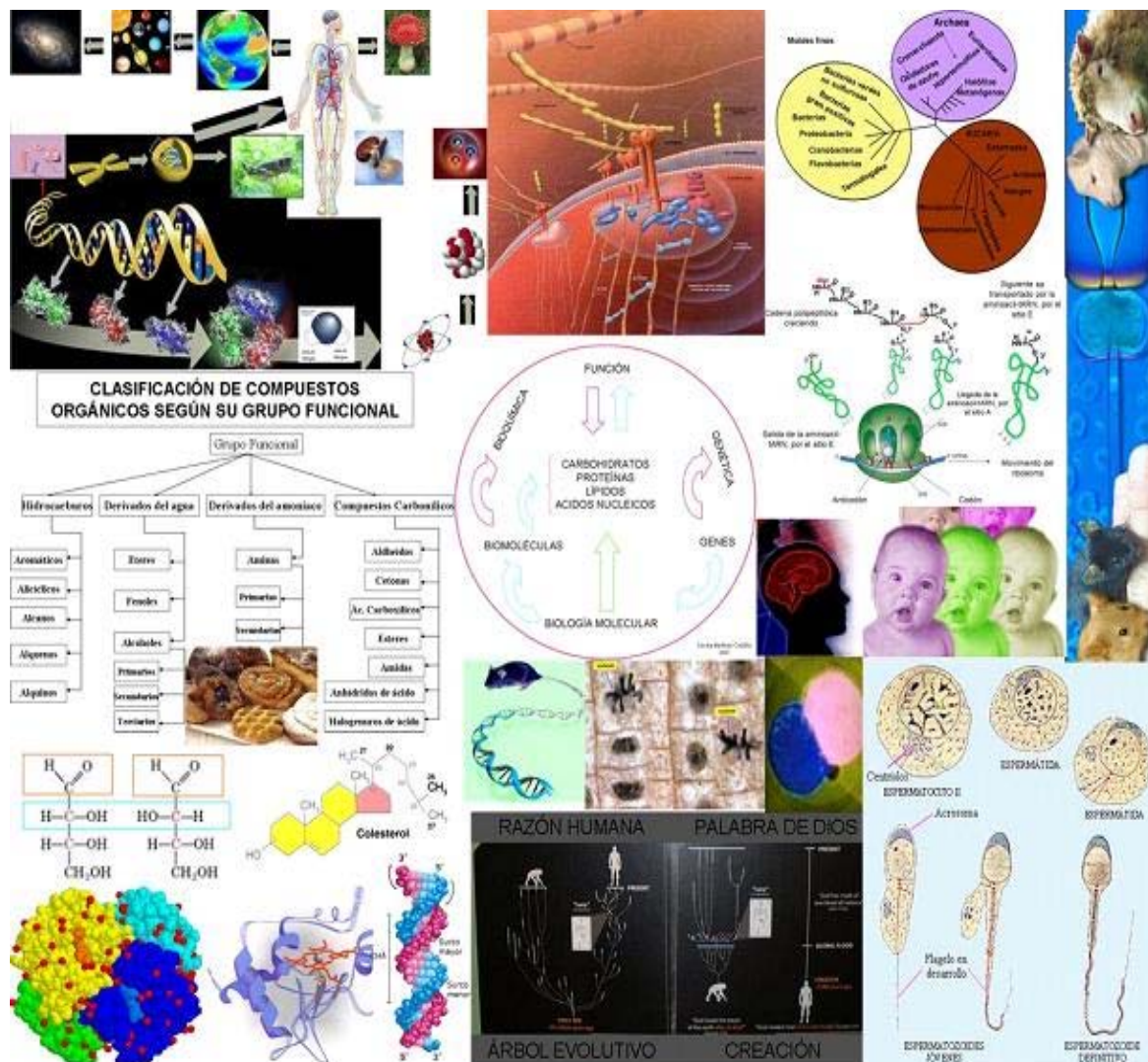
El desarrollo de la clase expositiva con interacción del grupo condujo a la discusión de las implicaciones que tienen el uso de la biotecnología, como las actividades de manipulación genética para el futuro de la humanidad y en la evolución debido a la participación del humano en la



mutagénesis dirigida (site-directed mutagenesis [Yan Z, *et al.*, 2009; Voigt y Serikawa 2009; Plück A y Klasen C. 2009].

Este tema favoreció la participación, la interacción del grupo y se motivó a los alumnos representados en la red conceptual de la figura 14.

En la educación actual se está promoviendo las innovaciones en educación enfocadas a la investigación de la biología molecular relacionada con las disciplinas derivadas de la genómica, posgenómica y bioinformática u otras ramas de la biología molecular [Consortium for Active Teaching (GCAT), Smith *et al.*, 2009; Ryan y Sweeney. 2007; Jill, *et al.*, 2006; Hansen, *et al.*, 2007], las cuales fueron tema de discusión.



**Figura 14.** Red conceptual de la biología molecular e ingeniería genética. Incluye la diversidad molecular relacionada con los grupos funcionales, la estructura y función de las biomoléculas, la regulación de la información genética, la genómica, ingeniería genética y la participación en la reproducción y en la evolución.

Por otra parte, permitió que los alumnos se familiarizaran con los procedimientos actuales en biología molecular y biotecnología que es un aprendizaje esencial para la comprensión del tema. En la actualidad la educación en biología molecular se orienta hacia un modelo basado en la investigación para permitir que los estudiantes sientan el mismo entusiasmo con descubrimiento del nuevo conocimiento. Además, hay una necesidad cada vez mayor de incorporar el uso de las herramientas de la bioinformática. De esta forma los estudiantes comprendieron los conceptos de la genética y técnicas de la biología molecular y cómo usarlos adentro el contexto de un proyecto de [Brame *et al.*,2008].

En los resultados los alumnos concordaron con las idea de la actividad de la biología molecular relacionada con la genética, cuyo objetivo es tratar de explicar los procesos hereditarios en términos moleculares que ha trascendido el ámbito de la genética para ser la disciplina científica que tiene como finalidad investigar los procesos biológicos fundamentales como son las enfermedades y las nuevas alternativas para la terapia, como es la terapia génica en la nueva ciencia de la medicina genómica, referidas en la figura 14 [Alberts, 2005].

Durante la evaluación formativa del concepto de biología molecular, ya han empezado a incorporar a su vocabulario, parte de las terminología característica tanto de la biología molecular como de la bioquímica, así como a recordar las características de las biomoléculas como fueron los grupos funcionales, las reacciones que participan en la síntesis de las mismas, y nuevamente, se reflejan los conocimientos previos, ya que las evaluaciones diagnósticas fueron más acertadas.

## **V. 6 BIOMOLÉCULAS**

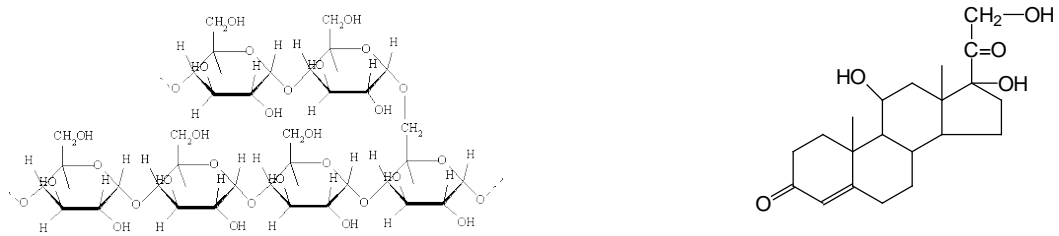
En las evaluaciones diagnósticas de las biomoléculas, los alumnos casi en su totalidad consideraron los elementos biogénicos constituyentes de las 4 biomoléculas. Correlacionaron los conocimientos de los temas anteriores, indicando que el conocimiento se construía. Además este tema fue de utilidad para la introducción al desarrollo de los métodos de proyectos, ABP y casos.

A partir de este subtema, se organizaron los métodos de proyectos tanto teóricos como prácticos, se involucraron los alumnos en la investigación de las biomoléculas empezando por carbohidratos, en seguida lípidos, debido a la relación estructural como compuestos formados básicamente de C, H y O.

Durante la interrogación de la profesora en la clase, la discusión y la evaluación formativa los alumnos pudieron reconocer la estructura general de cada biomolécula, figura 15. Se identificaron los grupos funcionales, la unidad estructural, la participación en los procesos de homeostasis para la salud y las enfermedades que inducen los errores metabólicos o el consumo desbalanceado.

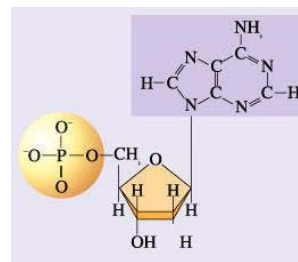
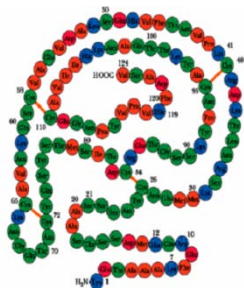
Fundamentaron la importancia de la nutrición para los animales y plantas. Explicaron la utilidad de conocer la estructura y función de las biomoléculas para su vida y reconocieron algunas de ellas asociadas a la vida cotidiana, figura 15. IEn la figura 17 identificaron a la molécula ADN y no lograron la diferenciación de las formas del ARN de la figura 16. Fue posible posteriormente asociar

las tres formas de ARN presentes en las células hasta que se trabajó con ADN y ARN por separado, figura 16.



1. Carbohidrato

2. Lípido



3. Proteína

4. Acido nucleico

Figura 15. Estructuras de las 4 biomoléculas.

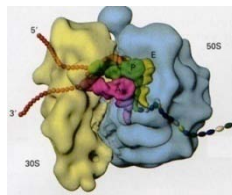
ARNm ( )

ARNr ( )

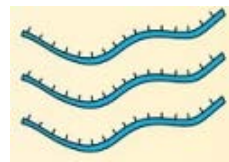
ARNt ( )



1



2



3

Figura 16. Diferentes tipos de ARN presentes en las células.



Figura 17. Representación del ADN.



## V.6.1 CARBOHIDRATOS Y LÍPIDOS

En la evaluación diagnóstica los alumnos centraron su atención a la investigación dirigida en los conceptos clave, lo cual facilitó la resolución de la evaluación diagnóstica, el trabajo en el aula y la evaluación formativa. En el cuadro 18, se muestran los resultados obtenidos en dichas evaluaciones.

En estos casos, la mayor parte de los alumnos relacionaron las primeras respuestas con la vida cotidiana, como fueron la alimentación, las propiedades físicas, la nutrición, el valor energético, la salud y algunas características que se asocian a dichas moléculas producto de la investigación dirigida. Este fue el caso de los grupos funcionales, los enlaces característicos, la clasificación o las funciones específicas.

En ambos casos, cuadro 18, respondieron de forma secuencial de lo simple a lo complejo, asociaron estas biomoléculas principalmente con las enfermedades que resultan de la ingestión desproporcionada de los alimentos, como la diabetes, como el aumento en la masa corporal y la arterioesclerosis. Identificaron algunas propiedades como la formación de lipo o glico conjugados cuando se enlazan con moléculas como las proteínas. Las diferenciaron de acuerdo a la solubilidad, en agua, en solventes orgánicos e insolubilidad. En el caso de los lípidos recuerdan que tienen un comportamiento anfipático.

Durante la evaluación formativa los alumnos organizaron jerárquicamente los conceptos muy apropiadamente dependiendo de las características que identifican diferenciales e identifican las principales estructuras y propiedades.

**Cuadro 18.** EVALUACIONES DE LOS CONCEPTOS CARBOHIDRATOS Y LÍPIDOS

Núm.	CARBOHIDRATOS		JERARQUÍA	LÍPIDOS	
	DIAGNÓSTICA	FORMATIVA		DIAGNÓSTICA	FORMATIVA
1	Dulce	CHONSP	15	CHON	CHONSP
2	Humano	Biomolécula	14	Biomolécula	Biomolécula
3	Energía	Monómero	13	Energía	Células
4	Biomolécula	Grupo funcional	12	Enfermedad	Grupo funcional
5	Glucosa	Enlaces	11	Funciones	Enlaces
6	Respiración	Síntesis	10	Asociaciones	Clasificación
7	Glucólisis	Clasificación	9	Células	Función
8	Enlace	Funciones	8	Hidrofóbicas	Energía
9	Alimentación	Energía	7	Función	Hidrofóbicas
10	Almidón	Estructural	6	Animales	Anfipáticas
11	CHONS	Reserva	5	Clasificación	Alimentos
12	Enfermedades	Equilibrio	4	Equilibrado	Enfermedad
13	Grupo funcional	Metabolismo	3	Enlaces	Equilibrio
14	Frutas	Degradación	2	Grupo funcional	Asociaciones
15	Fórmula	Enfermedades	1	Anfipáticas	Saturados

En los lípidos, hicieron referencia al grupo funcional o enunciaron algunos de los ácidos grasos. Identificaron el ácido carboxílico como grupo funcional principal y reconocen que están representados los grupos éter, éster, amino y otros. Clasificaron las dos de biomoléculas utilizando el cuadro comparativo 19. Comprendieron la síntesis en las células autótrofas durante la fotosíntesis y en las heterótrofas durante el anabolismo [Alberts, 2005]. Este ejercicio permitió desarrollar actividades de síntesis, repetición y escritura, los cuales son fundamentales en el aprendizaje.

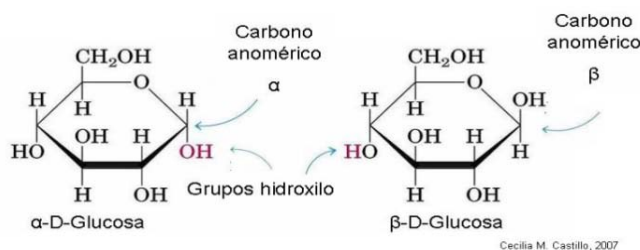
La aplicación de ejercicios de formación de enlaces entre los monómeros o unidades estructurales, así como las reacciones que se llevan a efecto de unir las moléculas, los cuales fueron significativos para el aprendizaje.

Una de las conclusiones fue que se debe consumir en una dieta balanceada, viendo a estos compuestos como nutrientes y como una fuente principal de energía para las células, qué además cumplen con muchas otras funciones.

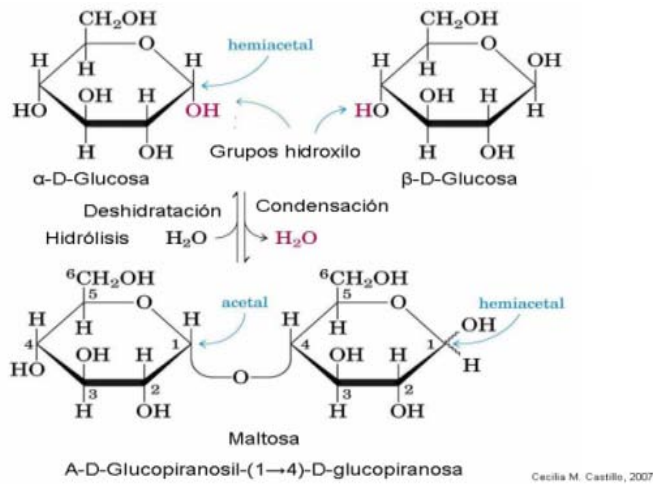
**Cuadro 19.** Ejercicio de síntesis y repetición: Carbohidratos y Lípidos siguiendo algunas pistas.

1. Monómero	Carbohidratos	Lípidos
	a)	a)
2. Grupo funcional	a) Aldehído b) c)	a) b) c)
3. Enlace característico	a) b) c)	a) Eter b)
4. Tipos o Clasificación	a) b) c) d)	a) b) c) d)
5. Ejemplos: Plantas y animales	a) Glucosa b) c) d)	a) b) c) d)
6. Estructura	a) b)	a) Antipática b) c)

Al final de las sesiones se reconocieron las diferentes estructuras y funciones, así como la nomenclatura. En las figuras 18 y 19 se ejemplifican las reacciones para la formación de los enlaces en dos monómeros de carbohidratos. Complementariamente, se analizaron los enlaces en otras formas moleculares presentes en plantas y animales, figura 20.

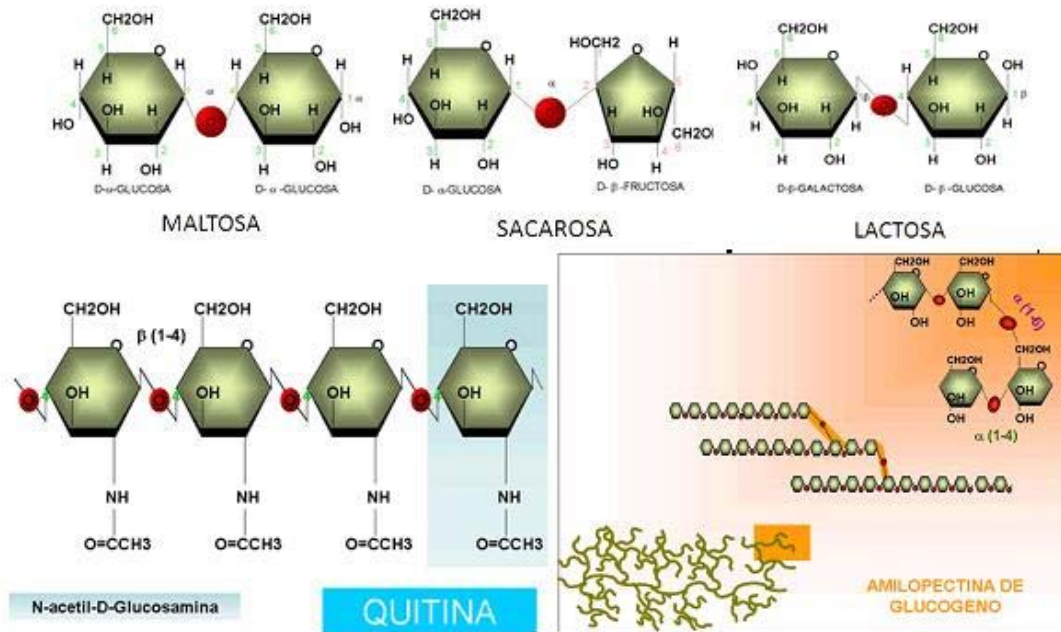


**Figura 18.** Enlace entre los isómeros de glucosa  $\alpha$  y  $\beta$ . Señalando los carbonos anoméricos y los grupos hidroxilo que participan en el enlace.



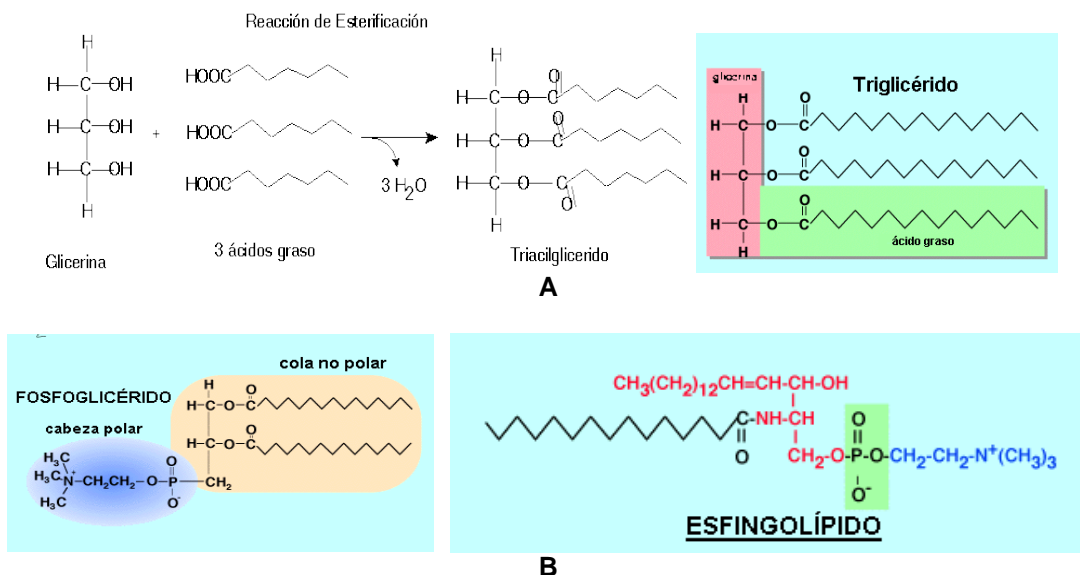
**Figura 19.** Reacciones de deshidratación y de condensación entre carbohidratos.

Después de comprender el enlace en estas moléculas, resultó más fácil la comprensión de los enlaces en los lípidos. Las reacciones de deshidratación y de condensación se llevan a cabo durante la síntesis forma análoga en todas las biomoléculas.



**Figura 20.** Principales tipos de enlaces  $\alpha$  y  $\beta$ , glucosídico. Se presenta entre unidades estructurales en los carbohidratos, en animales y plantas. La quitina es un polisacárido que forma el exoesqueleto de los insectos y la amilopectina, es un polisacárido constituyente del almidón formado por unidades de glucosa mediante enlaces glicosídicos alfa-1,4 y cada 20 a 30 unidades, ramificaciones mediante enlaces alfa-1,6

Durante las discusiones en clase y con las actividades de laboratorio se promovió el aprendizaje y se correlacionaron nuevamente los enlaces de los lípidos, figura 21. Las actividades prácticas consistieron en identificar ambos tipos de moléculas en diferentes alimentos, utilizando pruebas colorimétricas, como lugol, Reactivo de Benedict y de Fehling A y B, para carbohidratos y Sudán III y IV e impronta en papel, para lípidos.



**Figura 21.** Estructuras de los ácidos grasos y enlaces. **A.** Formación del enlace éster en la reacción de esterificación, dando como resultado un triglicérido. **B.** Formación del enlace fosfodiéster en fosfoglicéridos y esfingolípidos.

Durante las actividades experimentales, los alumnos identificaron a los carbohidratos y a los lípidos.

### V.6.2 PROTEÍNAS Y ÁCIDOS NUCLEICOS.

En los temas de proteínas y ácidos nucleicos, las encuestas consistieron de 20 palabras a jerarquizar, ya que son biomoléculas que con muchas propiedades, implican mayor complejidad de interacciones y son difíciles de estudiar.

En la evaluación diagnóstica de proteínas, por primera vez, los alumnos mencionaron la palabra vida, lo cual se repitió para el caso de los ácidos nucleicos. Este concepto se considera fundamental en el estudio de la biología y a pesar de que en las moléculas previas se habló de moléculas de la vida, los estudiantes nunca hicieron referencia al término, cuadro 18.

Los alumnos mencionaron a los elementos biogénicos, grupos funcionales y enlaces para el caso de las proteínas, pero no hacen referencia a los grupos funcionales, los enlaces, y otras características básicas que forman parte de la estructura de los ácidos nucleicos y que participan en la síntesis de las biomoléculas ADN y ARN, cuadro 20.

Identificaron a las proteínas como elementos esenciales del metabolismo y del cuerpo humano, conocían los nombres de algunos de los 20 aminoácidos, como moléculas importantes, no la forma en que estos se integran como elementos que forman las proteínas. No refirieron los aminoácidos que se obtienen de la dieta conocidos como aminoácidos esenciales y otros que se pueden sintetizar en las células y se conocen como aminoácidos no esenciales. Sabían, que las proteínas son importantes para conservar las estructuras celulares, tejidos, el crecimiento y desarrollo, algunas hormonas y enzimas. Solo identificaron las estructuras como las uñas y cabello, con la visión antropocéntrica, del humano, no las relacionan con las estructuras de los animales o vegetales. Reconocieron algunas de las funciones como la enzimática o catalítica, las del sistema inmunológico como proteínas de protección, como proteínas de transporte de oxígeno en la sangre, en la formación de los músculos y algunos tejidos, y las hormonales.

**Cuadro 20. EVALUACIONES DE LOS CONCEPTOS PROTEÍNAS Y ÁCIDOS NUCLEICOS**

Núm.	PROTEÍNAS		JERARQUÍA	ÁCIDOS NUCLEICOS	
	DIAGNÓSTICA	FORMATIVA		DIAGNÓSTICA	FORMATIVA
1	Vida	Vida	20	Vida	Vida
2	CHONS	CHONSP	19	CHONP	CHONSP
3	Aminoácidos	Grupos funcionales	18	Biomoléculas	Grupos funcionales
4	Alimentos	Aminoácidos	17	Cadenas	Nucleótidos
5	Cuerpo	Enlaces	16	Estructura	Enlaces
6	Cadenas	Cadenas	15	Células	Cadenas
7	Biomolécula	Biomolécula	14	Cromosoma	Estructura 1-4
8	Célula	Célula	13	Herencia	Información
9	ADN	Organelos	12	Bases	ADN,ARN, proteínas
10	Transcripción	ADN	11	Combinaciones	Duplicación
11	Traducción	ARN	10	Información	Transcripción
12	Organelos	Transcripción	9	Proteínas, ADN, ARN	Traducción
13	Energía	Traducción	8	Enfermedades	Control
14	Músculos	Estructuras 1-4	7	Genes	Genética
15	Humano	Funciones	6	Características	Organismos
16	Energía	Simples	5	Organismos	Cromosomas
17	Complejas	Complejas	4	Datos	Funciones
18	Enlaces	Código	3	Ingeniería	Ingeniería
18	ARN	Organismos	2	Reproducción	Núcleo
20	Funciones	Energía	1	Humano	Citoplasma

Fueron capaces de hacer referencia a la clasificación de proteínas en los grupos principales como simples y compuestas.

Respecto a las estructuras de las proteínas conocían las estructuras primaria y secundaria principalmente, pero no las identificaron con especificidad. La estructura supersecundaria, no fue referida por ninguno de los alumnos, eventualmente, se mencionaron las estructuras terciaria y cuaternaria (datos no mostrados).

Durante la evaluación diagnóstica y del estudio del tema de la síntesis de proteínas, los alumnos mencionan algunos de los términos que se asocian al proceso, refirieron las estructuras

celulares que participan en el mismo, reconocieron la existencia del Dogma Central de la Biología Molecular [Lehninger, 2005], figura 22 y los cambios que se han originado a la par de los nuevos descubrimientos científicos.

Diferenciaron a las proteínas en los diferentes alimentos como el huevo, la leche, queso y diversas carnes, pero no refirieron las proteínas vegetales como la soya y otras. Reconocieron el valor nutritivo de algunos alimentos ricos en proteínas, y resaltó en algunos alumnos del género masculino, la idea que algunos componentes de las proteínas como son algunos de los aminoácidos tienen propiedades para el desarrollo de los músculos. Los conceptos erróneos con respecto a la efectividad de suplementos de proteínas mostraron las ideas alternativas de los alumnos incorrectas.

Conocían la fuente alterna de energía proveniente de las proteínas y reconocieron que la energía y los macronutrientes importantes para la nutrición son los carbohidratos y proteínas, a los cuales, además es importante complementar aportando la cantidad de grasas suficientes provenientes de los lípidos esenciales y de las vitaminas liposolubles para contribuir con la energía para el mantenimiento corporal.

La utilización de un organizador avanzado para centrar y guiar las se utilizó para que los alumnos reconocieran las unidades estructurales de las proteínas, cuadro 21.

**Cuadro 21.** Nomenclatura de las Proteínas

Alanina	Ala	A	Isoleucina	Ile	I
	Arg	R	Leucina	Leu	L
Asparagina	Asn	N	Lisina		K
Aspártico	Asp	D		Met	M
Cisteína			Prolina	Pro	P
Fenilalanina	Phe	F	Tirosina		Y
Glicina	Gly	G	Treonina	Thr	T
A. Glutámico		E	Triptófano	Trp	W
Glutamina	Gln	Q		Ser	S
Histidina		H	Valina		V

Los alumnos resolvieron el recurso, realizaron las actividades experimentales para identificar a las proteínas y en el alineamiento múltiple reconocieron los sitios más conservados en las secuencias, aprendieron a reconocer los extremos NH<sub>2</sub>- y el COOH-terminales y su relación con el inicio y el final de la proteína.

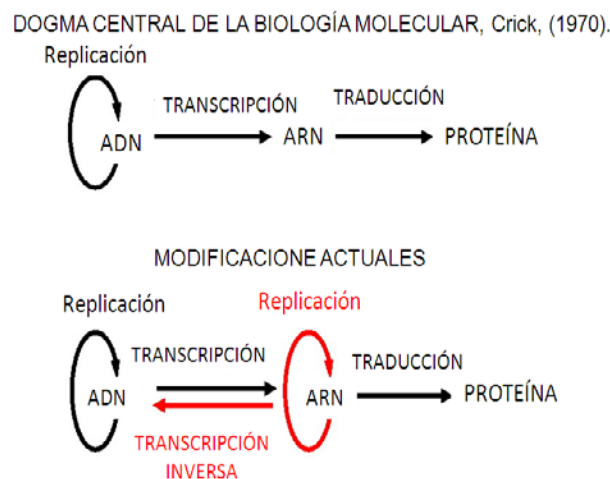
Durante el desarrollo de la resaltaron la importancia de las proteínas como alimentos y la función que éstas cumplen en los seres vivos, en el aporte de nutrientes, energía, y elementos necesarios para el funcionamiento.

En esta evaluación la reflexión de los alumnos se orientó hacia la ingestión de suplementos por los atletas. Los alumnos, aceptaron que de manera normal los atletas ingieren suplementos

proteicos para mejorar la fuerza, la agilidad, y la velocidad, ya que los deportistas requieren una cantidad más alta de proteína, dicha ingesta es para apoyar la síntesis de las proteínas. Se ha reportado que los deportistas no necesitan consumir proteínas de fuentes suplementarias y ningún estudio ha mostrado una ventaja de ingerir los suplementos de la proteína adicionales a las proteínas contenidas en las comidas; por consiguiente, las fuentes dietéticas de proteína pueden ser tan eficaces como la proteína las fuentes suplementarias en la regulación de síntesis de proteína de músculo [Duellman, *et al.*, 2008].

Desde los enfoques de Ciencia, Tecnología y Sociedad y de la Tecnología de la información y comunicación, la nutrición se conceptualizó de acuerdo al balance de todos los elementos, esto es, de una forma equilibrada, dado que los estudiantes como adolescentes, están en permanente contacto con diversas fuentes que los alienta al consumo de algunos alimentos no apropiados para su requerimiento nutricional.

Este tema generó propuestas que apoyaron los aprendizajes actitudinales, reconocieron que su alimentación requiere ser vigilada y cuidada. Con esta perspectiva se desencadenaron procesos formativos y contextualizaron los contenidos, la motivación y el compromiso.



**Figura 22.** Representaciones del Dogma central de la Biología Molecular. Primera versión postulada por Crick en 1970. Abajo, la versión actual después de los cambios realizados debido a los estudios que demostraron que la información no fluye de manera unidireccional.

Como evaluación formativa de la parte correspondiente a proteínas los alumnos construyeron estructuras conceptuales, muestran que el aprendizaje que fue de lo simple a lo complejo, figuras 23 y 24. Las construcciones contuvieron la información relevante para explicar las proteínas, su estructura y funciones, lo cual permitió ir modificando la estructura cognitiva de los alumnos. La figura 24, muestra mayor complejidad cognitiva, donde además de los elementos que conforman a estas



biomoléculas, se hace referencia a las unidades estructurales y a su agregación, así como otras características importantes de las proteínas como son las configuraciones nativas.

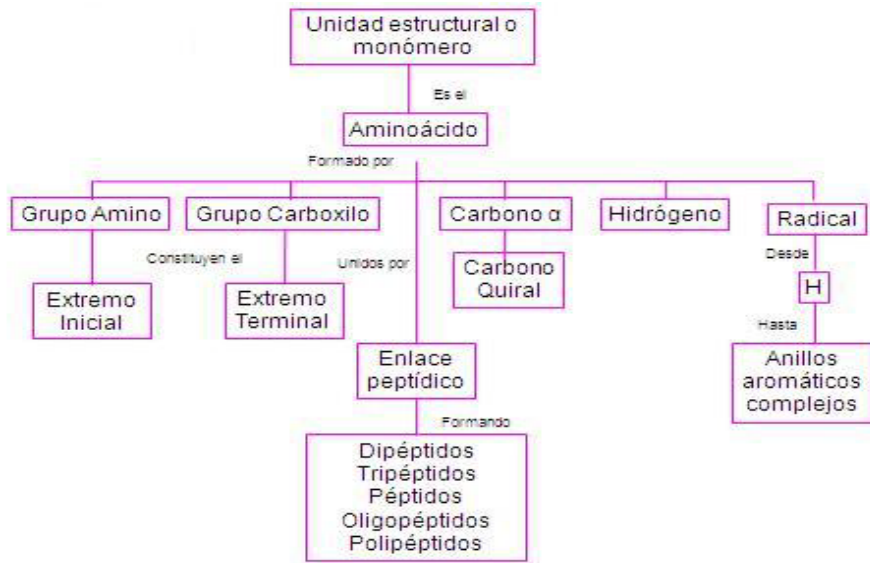


Figura 23. Unidades estructurales de las proteínas.

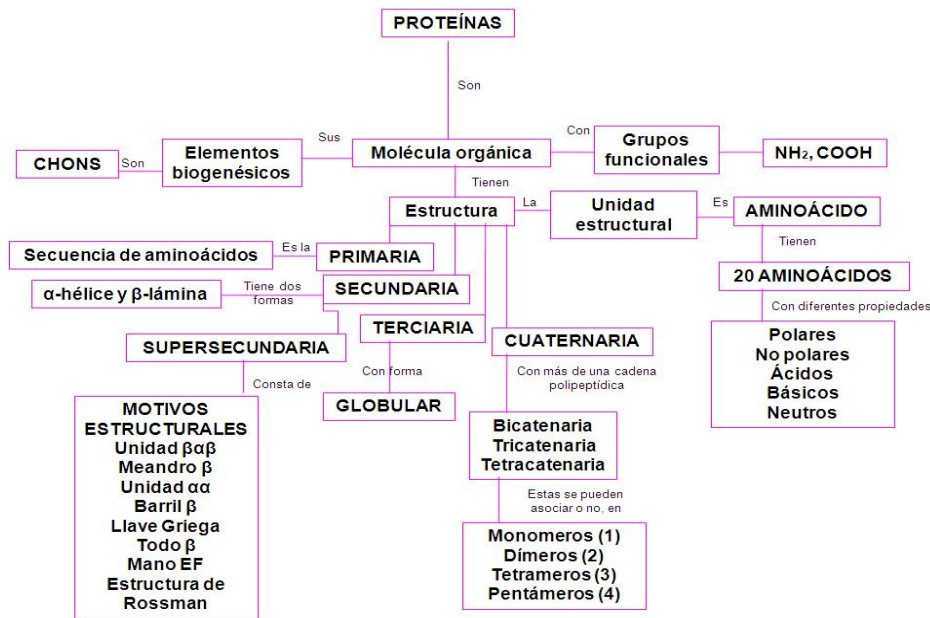


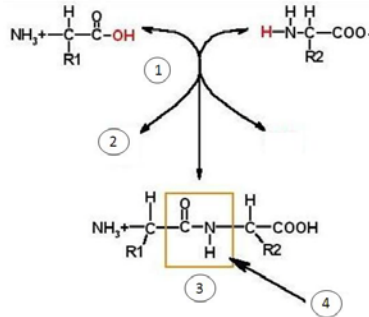
Figura 24. Estructura de las proteínas

Una secuencia determinada en la estructura primaria de la proteína, siempre adopta la misma configuración, a determinada temperatura, pH y fuerza iónica. Esa configuración, más estable termodinámicamente. La configuración nativa de las proteínas se puede perder por la acción de agentes químicos y físicos diversos, esta pérdida de la conformación, o desarreglo espacial de la molécula se conoce como desnaturalización. La pérdida de la configuración nativa conlleva a la

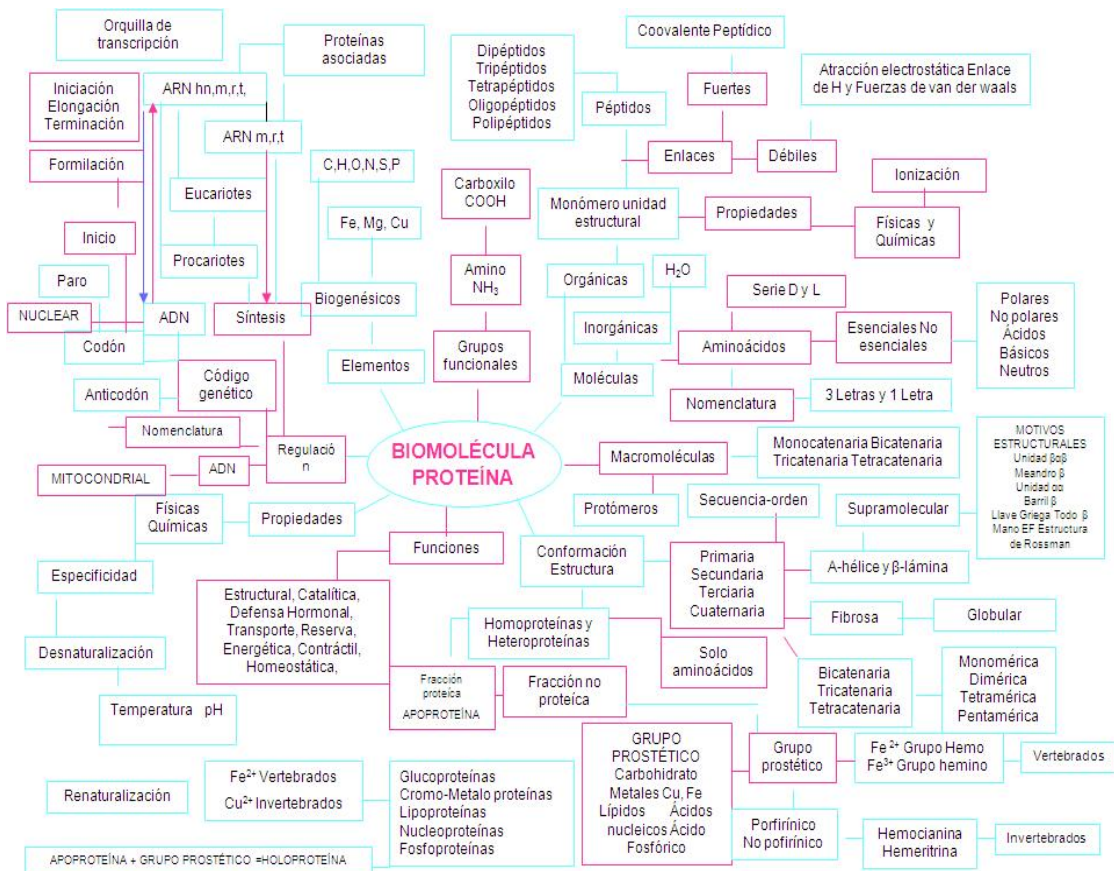


pérdida de la función. Estas fueron analizadas referidas con las actividades experimentales y modelos. En el desarrollo de la clase se consideraron las estructuras primaria, secundaria, terciaria y cuaternaria, figuras 24 y 26. Posteriormente se estudiaron con los métodos de proyectos y ABP, y se discutirán posteriormente.

En la figura 26, se muestra una estructura conceptual que incluye los conceptos relacionados con las proteínas, que involucran estructura y función, incluyendo los enlaces peptídicos, que se ejercitaron de acuerdo a la estrategia empleada para carbohidratos y lípidos, señalando las reacciones de deshidratación y condensación, figura 25 y la formación del enlace.

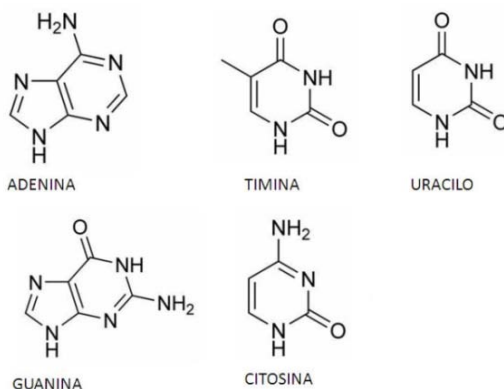


**Figura 25.** Reacciones entre aminoácidos para formar polímeros.



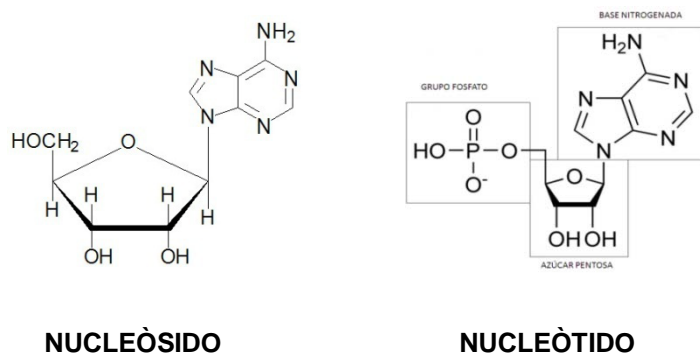
**Figura 26.** Estructura y función de las proteínas

Respecto a los ácidos nucleicos, en la evaluación diagnóstica, se asociaron al aspecto básico de los nucleótidos, dieron el término común de "bases" cuando están referidos con los nucleótidos presentes en el ADN y ARN. Reconocieron las 5 clases principales de bases presentes en las células, A,T,C,G, Y U no siempre. Los derivados de la purina, adenina y guanina, y los derivados de la pirimidina, timidina, citosina y uracilo. Los alumnos utilizaron las inicial de los nombres como forma abreviada para estas cinco bases, para la Adenina (A), Citocina (C), Timina (T) y Guanina (G) y Uracilo (U) Figura 27, cuadro 20.



**Figura 27.** Bases nitrogenadas: Purinas y pirimidinas. A las purinas corresponden la Adenina y la Guanina, formadas por doble anillo. Las pirimidinas, formadas por un solo anillo, Timina, Citocina y Uracilo.

No refirieron las moléculas estructurales como los nucleósidos, nucleótidos o los enlaces de éstos últimos. Figura 28. Las purinas se encuentran como bases libres o con un azúcar pentosa, ribosa o deoxiribosa, unidos por la posición N9 formando un nucleósido. Los Nucleósidos están acoplados a la D-ribosa o a la 2'-deoxi-D-ribosa a través de un enlace  $\beta$ -N-glicosídico entre el carbón anomérico de la ribosa y el N<sup>9</sup> de una purina o el N<sup>1</sup> de una pirimidina, figura 29.



**Figura 28.** Organización estructural de un nucleósido y un nucleótido de los ácidos nucleicos. Nucleósido, formado de un azúcar y una base nitrogenada, carece del grupo fosfato. El nucleótido contiene la base nitrogenada, el azúcar ribosa y el grupo fosfato.

Las bases nitrogenadas pirimidinas, con un solo anillo son tres Timina, Citocina y Uracilo, constan de estructuras anulares heterocíclicas nitrogenadas la timina, que se localiza solamente en el ADN, la citosina y el uracilo, éste último solo se encuentra en el ARN.

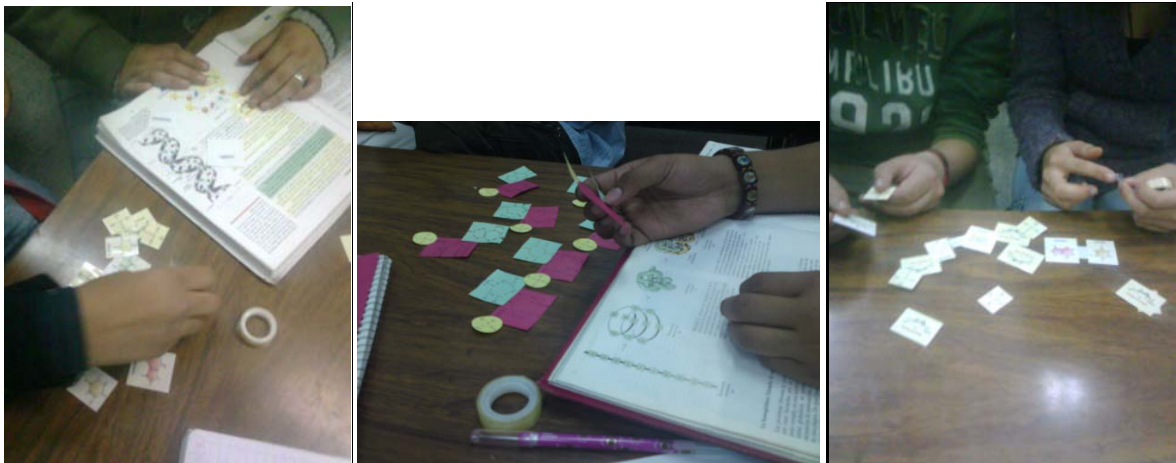
Referente a la diferenciación de los azúcares no reconocieron la distinción básica entre el azúcar ribosa y desoxirribosa que radica en la presencia de una grupo hidroxilo en el C2 en la ribosa, el cual se encuentra desoxigenado en la desoxirribosa, Figura 29.



**Figura 29.** Azúcares presentes en los ácidos nucleicos. Ribosa, es el azúcar característico del ARN, se muestra en rojo el grupo hidroxilo en el C2. Desoxirribosa, azúcar presente en el ADN, y cuyo C2 está desoxigenado

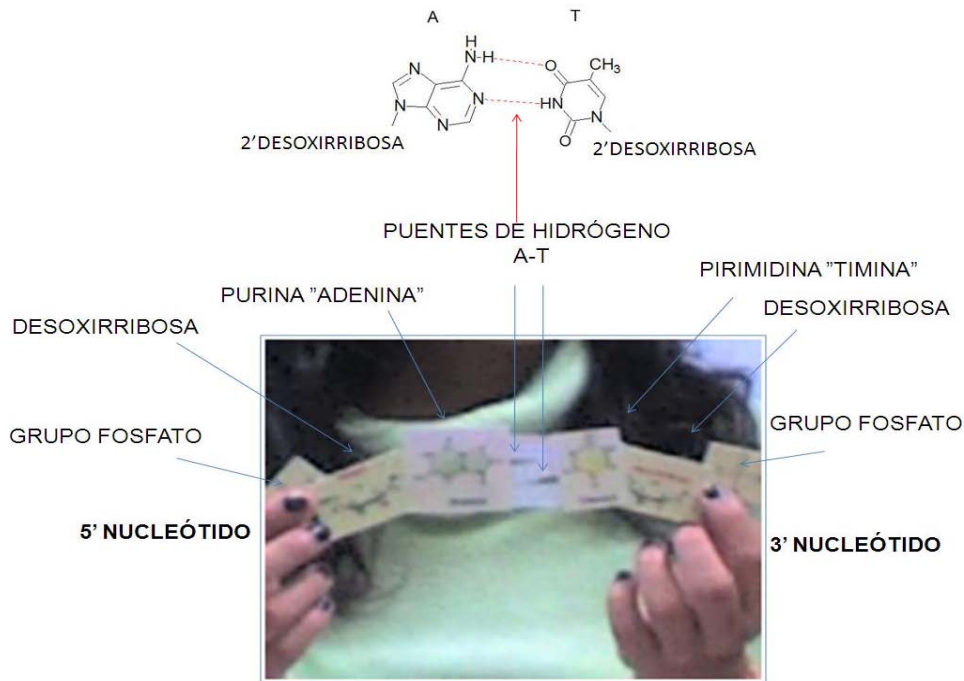
Con la finalidad de reforzar estos aprendizajes, los alumnos realizaron actividades que consistieron en simulaciones de la síntesis de monómeros, identificar el número, tipo de componentes moleculares y enlaces presentes en los nucleótidos, figura 30.

Las actividades en clase permitieron reforzar estos conceptos con una simulación lúdica de la síntesis de ácidos nucleicos, empleando juegos de fichas. Los alumnos construyeron los nucleósidos, nucleótidos de ADN y ARN. Apoyándose en la investigación previa, figura 31.



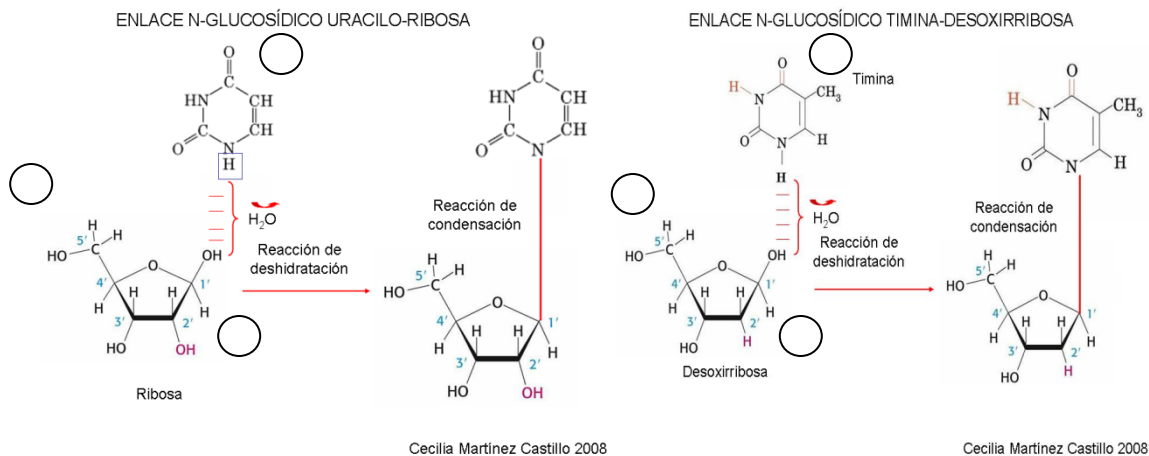
**Figura 30.** Simulación de la estructura de los componentes estructurales de las moléculas de ARN y ADN.

Los nucleótidos sintetizados se aparearon para formar una cadena característica de ADN, figura31. Resultando un apareamiento que dio una cadena dúplex tipo alfa, destrógrira, antiparalela y complementaria.



**Figura 31.** Simulación de la estructura de los enlaces entre los nucleótidos, señalando el puente de hidrógeno entre nucleótidos de ADN.

Durante el desarrollo de las actividades, los alumnos conocían las reacciones que participan en los enlaces, para ubicarlos atómicamente en cada molécula, realizaron una actividad complementaria, dónde aprendieron los átomos participantes en el enlace de los nucleósidos y nucleótidos, figura 32.



**Figura 32.** Enlaces durante la formación de Nucleótidos de ARN y ADN

- a) Nombrar los enlaces resultantes.                      b) Indicar las reacciones que se llevan a cabo
- c) ¿Cuáles son las moléculas resultantes?
- d) ¿Si se cambia de una de las bases nitrogenadas (Pirimidina por purina) produciría un efecto en la estructura y función de la molécula? Fundamentar.

Por otro lado, reconocieron las funciones estructurales de los nucleótidos en las moléculas de ADN, pocos alumnos mencionaron las otras funciones de los nucleótidos como metabolitos que participan en muchas funciones celulares.

1. Como almacenes de energía,
2. Agentes de transferencia de grupos.
3. Mediadores de las acciones hormonal y neurotransmisora.
4. En funciones metabólicas como la participación en el metabolismo energético en la forma de ATP (trifosfato de adenosina).
5. Mediadores fisiológicos de procesos metabólicos como el AMPc (monofosfato de adenina cíclico) que actúa como segundo mensajero, o como componentes de coenzimas, en el caso del NAD (dinucleótido de nicotinamida y adenina), el FAD (dinucleótido de adenina y flavina) y la CoA (Coenzima A), los cuales son constituyentes metabólicos implicados en gran número de rutas metabólicas.
6. Intermediarios activados, necesarios para diversas reacciones, como carbohidratos, y de glucoproteínas, compuestos que intervienen en metabolismo de los fosfolípidos
7. Efectores alostéricos. Las concentraciones intracelulares de nucleótidos controlan los pasos regulados en las vías metabólicas.

Para guiar el trabajo dentro y fuera del aula se utilizaron organizadores avanzados que apoyaran el aprendizaje de las representaciones simbólica, del lenguaje, que son dificultades de enseñanza-aprendizaje de la biología molecular

En el estudio del ADN, otros conceptos que sobresalieron fueron los relacionados con la herencia, la manipulación genética, la importancia en el tratamiento de enfermedades y las consideraciones éticas.

El ADN proporcionó una explicación causal de la herencia, de por qué los grupos de organismos que comparten un antepasado común se asemejan y se diferencian de los grupos que no comparten a ese antepasado. En este punto, los alumnos establecieron una relación con la historia natural, la cual ha proveído a los estudiantes de los fundamentos primarios, las relaciones de parentesco ligadas a la herencia o a la genética.

Efectuaron un análisis para la integración, donde proporcionaron una buena cobertura orientada a una visión molecular-celular y muchos estudiantes llegaron a la comprensión. Las perspectivas moleculares y genéticas, se convirtieron en una parte integral las respuestas en la evaluación formativa.

Combinando con la creciente relación de la biología molecular de las células a los argumentos biomédicos, dio lugar a que los estudiantes estén más interesados en la perspectiva

genético molecular y muchos de los estudiantes parecieron animados al explorar biología en el nivel molecular y celular.

Las dificultades en el uso de estos instrumentos teóricos de evaluación, fue que los alumnos refieren una preferencia por las encuestas donde puedan responder las preguntas con un número mayor de palabras, ya que la restricción de una sola palabra les dificultó relacionar los conceptos. Lo cual demuestra las dificultades en los alumnos de hacer abstracciones.

De los aspectos hasta aquí estudiados, fueron difíciles de comprender y aprender los temas relacionados con la estructura y función de las proteínas y de los ácidos nucleicos, así como los procesos que vinculan estas biomoléculas como fueron la replicación, la transcripción y la traducción debido a la subjetividad de los procesos, que no los relacionan con la vida cotidiana como son las otras biomoléculas, carbohidratos y lípidos con los que están más familiarizados.



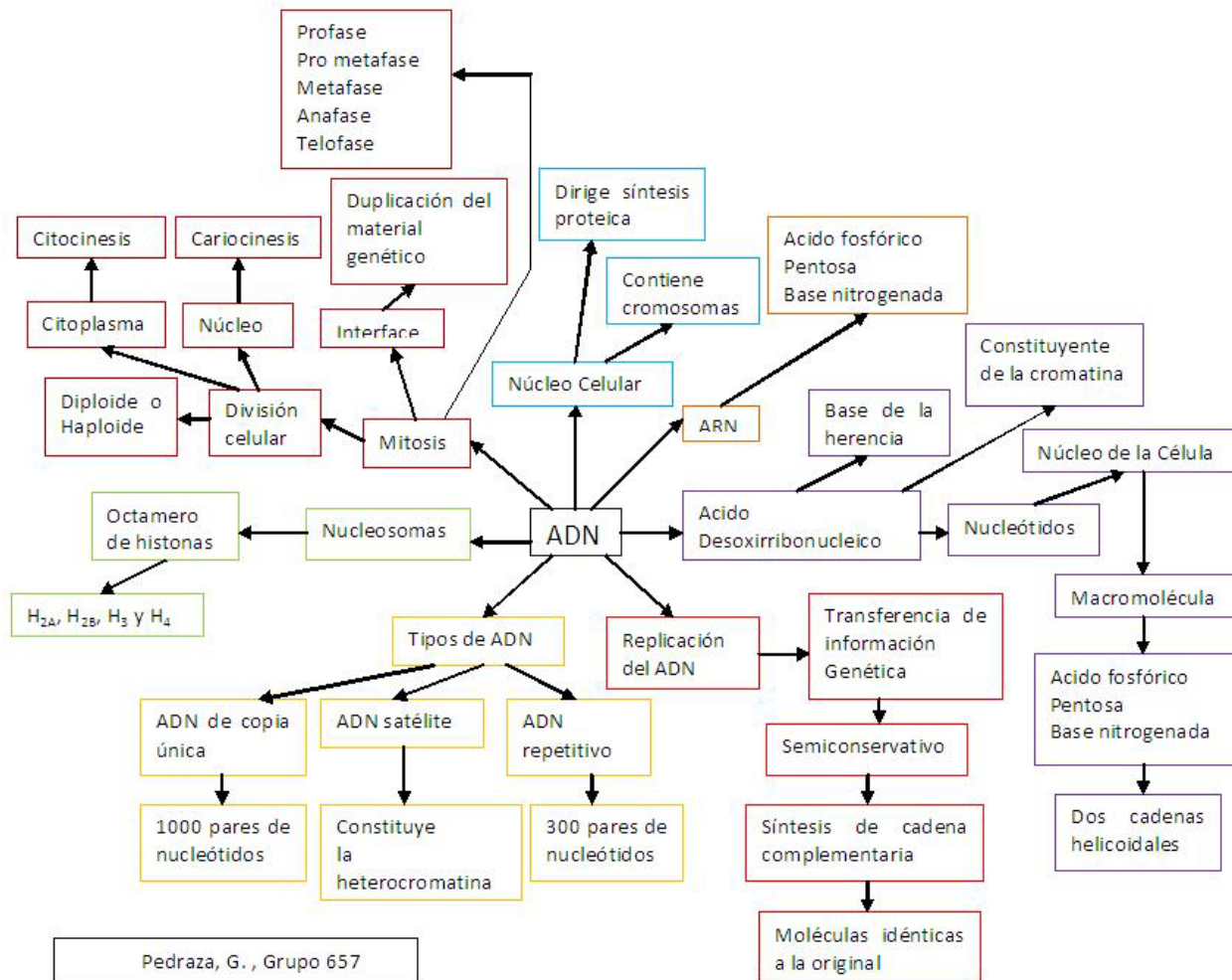
**Figura 33.** Estructura y función de los ácidos nucleicos

Los alumnos reconocen la participación de los ácidos nucleicos en los procesos de la herencia y la expresión de las características de los organismos vivos, pero es difícil para ellos relacionar la complejidad estructural y funcional de estas biomoléculas dentro de las células a nivel molecular, con estos aspectos genéticos que corresponden al nivel supramolecular. Es difícil también



asociar las funciones con los vocablos que se emplean, ya que son muy variados y el proceso complejo.

Durante la evaluación formativa los alumnos estructuraron la información en conceptos. En ellos abarcaron las principales características del ARN y del ADN, las cuales permitieron tipificar cada una, figuras 33 y 34.



**Figura 34.** Estructura y función del ADN

### V.6.3 Módulo de “proyectos”

La aplicación de los módulos de proyectos y de modelo de ABP en torno a las biomoléculas, despertaron el interés de los alumnos por involucrarse en su aprendizaje, por tanto la presentación del caso resultó ser más importante porque representaron situaciones que los estudiantes tuvieron que afrontar para su solución.

Los alumnos identificaron los aspectos que tenían que considerar para avanzar en el conocimiento de las biomoléculas.

#### PROYECTOS

1. Enunciar el tema
2. Definir los conceptos
3. Identificar las características principales
4. Señalar la importancia
5. Estructura básica
6. Desglosar las funciones del concepto
7. Ejemplificar: Aplicación en resolución de problemas
8. Realizar un ejercicio experimental

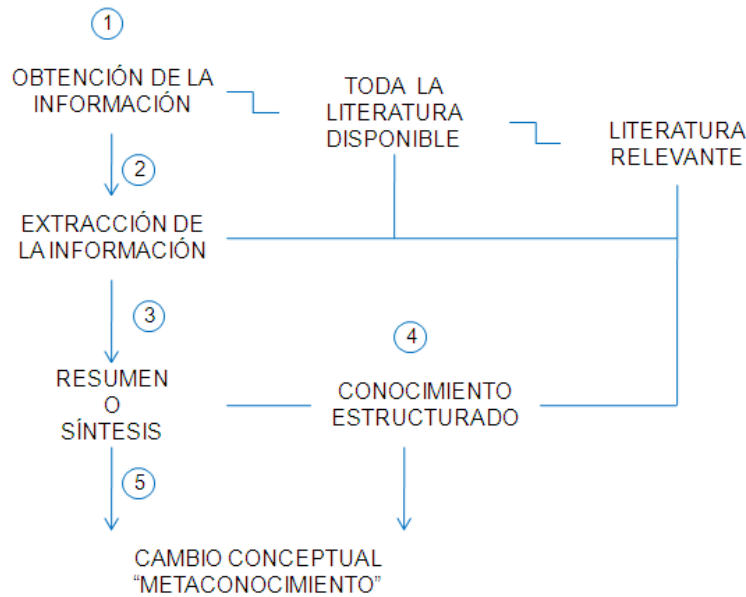
El grupo reconoció la importancia de realizar las investigaciones previas a las sesiones y se observaron los cambios en el aprendizaje de los alumnos. En la figura 35, se representa el proceso de evolución de las investigaciones del 75% de los alumnos.

Estas investigaciones fueron determinantes en el desarrollo de las actividades en el aula, aunque no todos los elementos de los equipos cumplían eficientemente, en este trabajo fuera y dentro del aula.

Se encontró que los alumnos recuperan la información de forma general, abarcando la mayor parte de acuerdo a los recursos de la biblioteca y de las Tecnologías de información actuales y en menor cantidad los alumnos recurrieron a los libros de texto proporcionados en la bibliografía a consultar por la profesora. Posteriormente, se realizó una selección de la información mayormente relacionada con los temas investigados, y así se procedió a la obtención de la información requerida para resolver los problemas planteados.

Las redes conceptuales resultaron ser accesibles, independientemente de las habilidades y capacidades de los alumnos, para comprender la literatura durante la clase expositiva. Muchos alumnos pudieron iniciar el desarrollo de la estructura cognitiva, que se reflejó la forma en que los alumnos presentaron el trabajo en forma escrita, en representaciones mentales, en la expresión oral y la resolución de los problemas representados en los cuestionarios, esto fue la evidencia contundente del cambio conceptual realizado durante la experiencia de enseñanza-aprendizaje, que se representa en la figura 35.





**Figura 35.** Evolución del proceso de investigación dirigida.

Durante la investigación dirigida, no todos los alumnos fueron acertivos en la selección de los sitios Web. Por ello las grandes perspectivas provenientes del análisis de las tecnologías de la información y comunicación en la educación es la necesidad de contar con principios y una estructura organizativa para facilitar la incorporación y su utilización eficaz [Bustos JA. 2007], estas reacciones contrapuestas ante el aprendizaje también se aplica para los valores y contravalores que frecuentemente se publican en los sitios virtuales.

Hay pocos reportes sobre el impacto de libros de textos en el aprendizaje del estudiante, pero en este trabajo se hacen algunas consideraciones al respecto del uso del libro de texto, los alumnos no leen en la actualidad, los alumnos buscan representaciones ilustrativas que permitan comprender los procesos. Los estudiantes ven los libros de textos como las referencias de algo que están aprendiendo en [Klymkowsky, 2007]. Estas suposiciones vuelan frente a la investigación en el aprendizaje del estudiante, es común encontrar que los estudiantes carecen de una comprensión exacta y confiable básica. Además, utilizar un libro de textos es complejo. Los estudiantes cuentan con un libro de textos que a menudo no utilizaron, excepto como referencia. La mayoría de los libros de textos no se escriben con evidencia sobre las mejores prácticas de enseñanza y de aprendizajes, así que pueden ser difíciles de integrar en el diseño y la presentación de un curso. Sería interesante ver si responden a su propósito. En el extremo, el resultado puede ser un acercamiento más reflexivo [Klymkowsky, 2007]. El aprendizaje a partir de textos se postula como uno de los medios más eficaces de fomentar la metacognición, especialmente en el aprendizaje de las ciencias [Baker, 1991].

Se sabe por la experiencia de los docentes, que el desarrollo de las competencias disciplinares, en este caso el de la biología y la biología molecular se favorecen con la enseñanza y la

práctica de estrategias de lectura, escritura y expresión oral. Ya que el estudiante es el centro del proceso educativo, se debe conducir de manera que la comunicación sea multidireccional y se puedan generar diálogos, intercambios, discusiones, expresiones escritas y reflexiones.

La reflexión metalingüística en biología molecular se relaciona estrechamente con el aprendizaje de argumentos, las posibilidades de leer y escribir mejor aplicando el lenguaje científico. Reconociendo la nomenclatura referida en los textos que incide en la comprensión y la elaboración de reportes de laboratorio, reportes escritos de investigación dirigida así como en las presentaciones donde tienen que expresar en forma oral los aprendizajes. Ayuda también a tomar decisiones durante la escritura y la lectura, a pensar y usar maneras alternativas de decir lo mismo y expresar sus ideas de forma que sea más comprensible [Castaño y Palazio. Última revisión, febrero 2010].

Por otra parte el método de proyectos fue indispensable en la ejecución de las actividades experimentales y teóricas, ya que el seguimiento en el trabajo práctico incluye la investigación dirigida de los fundamentos teóricos de sustentan el protocolo práctico de acuerdo a la metodología científica representada en el Anexo.

El informe de las prácticas de laboratorio consistió de un reporte que contenía la información suficiente para que otros puedan reproducir el experimento y comparar los resultados. Se siguieron las normas del método científico y el estilo de publicación las revistas científicas con el esquema de Introducción, material y métodos, resultados y discusión con unas conclusiones que resuman los aspectos más relevantes del trabajo realizado. En los resultados los alumnos incluyeron esquemas, cuadros, figuras y gráficas que apoyaran o simplificaran el reporte de los resultados registrados. Para finalizar con un listado de las referencias consultadas. Anexo, Criterios de Evaluación.

El uso de organizadores de otros previos, como los mapas estructuras conceptuales dieron soporte al desarrollo de las habilidades para lograr el aprendizaje significativo de acuerdo a lo propuesto por Ausubel,(1976), así como las propuestas del uso de modelos de procesamiento de la información hechas por Piaget, (1973); Bruner, (1972); que favorecieron el proceso de acomodación analizado por Posner *et al.*, (1982) . Esta perspectiva constructivista, permitió a los alumnos establecer una relación con la experiencia personal, jerarquizar e identificar las relaciones donde un contenido apoyó el aprendizaje de otros. Los trabajos prácticos, de observación y experimentación realizados en el laboratorio constituyeron técnicas específicas que favorecieron el diseño de los proyectos de investigación de los alumnos, en el cuadro 22, se señalan algunas de las actividades experimentales propuestas.

Si bien estos trabajos se centraron en habilidades procedimentales, también sirvieron a otros propósitos vinculados con el proceso de formación científica como son enseñar, ejemplificar y reforzar conceptos teóricos; formular y comprobar hipótesis; valorar y apreciar los beneficios y las limitaciones de la metodología científica, así como desarrollar actitudes y valores relacionadas con el trabajo en el laboratorio y el trabajo científico. Aunque hay desacuerdo en la utilidad de desarrollar actividades experimentales en el laboratorio de enseñanza [Hodson, D. 1994]. Lo importante en el trabajo experimental como parte de la enseñanza, no es discutir si se debe utilizar el trabajo práctico en la

educación en ciencias y de la biología molecular, lo relevante será buscar el mecanismo para utilizarlo bien. Haciendo ciencia se aprende ciencia. De esta manera la investigación científica y la enseñanza de las ciencias tal vez no difieran sustancialmente, más allá del requerimiento de originalidad en la primera, no obligatorio de la segunda.

La idea es que el que aprende haga cosas análogas a lo que hace un científico cuando se enfrenta a un problema explorar. Al enseñar el docente va generando condiciones para que los alumnos tengan la oportunidad de pensar científicamente, lo cual no es sencillo y requiere docentes muy preparados.

Así, la visión de un científico puede aportar otra visión que tal vez resulte de interés a los docentes y contrariamente, el aporte de los docentes a la investigación, es indudable y la interacción entre ambos enfoques es sumamente benéfica. En tanto refiera experiencias que son habituales en los laboratorios y las discusiones entre pares que tal vez no resulten o no deban resultar tan extraños para la ciencia en el aula [Gellon, 2005].

**Cuadro 22. ACTIVIDADES EXPERIMENTALES**

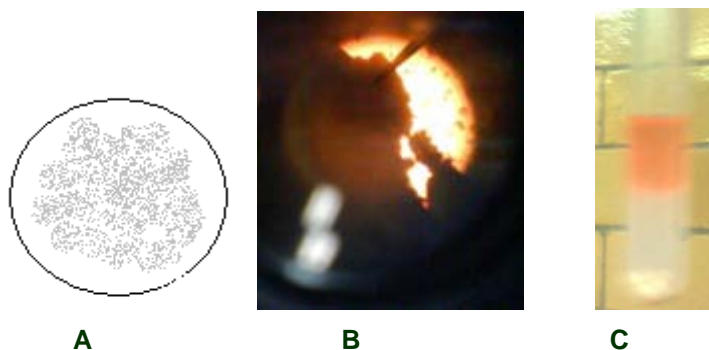
UNIDAD	TEMA	APRENDIZAJE
Introducción a las moléculas	Niveles de organización de la materia	Organización de la materia
		Elementos biogénésicos
	Moléculas	Enlaces
		Química del carbono
		Grupos funcionales y reacciones orgánicas
Nutrición y estructura de los seres vivos	Biomoléculas Identificación	Carbohidratos
		Lípidos
		Proteínas
		Ácidos nucleicos: ADN
		Células
		Organelos

Otro punto el trabajo en el laboratorio es que se desarrolla en pequeños grupos y favorece la comunicación entre alumnos [Vigotsky, 1979], formando parte del trabajo colaborativo y éstos aspectos desarrollan conjuntamente el desarrollo en valores. Las experiencias de laboratorio son contenidos que se enseñan, y la separación básica se ha establecido con los conceptuales con la finalidad de facilitar su análisis.

Los fundamentos que justifican las actividades experimentales, fueron los productos y los aprendizajes obtenidos. Las explicaciones teóricas aunque estén bien identificadas por los alumnos, no se fortalece su significado hasta que pueden apreciar directamente algunos de los procesos descritos. Figura 36 A, B y C.

Los alumnos comprenden y aprenden las representaciones simbólicas de las estructuras moleculares y los procesos en los que participan, pero el componente visual, es determinante en el aprendizaje y reforzamiento del cambio conceptual.

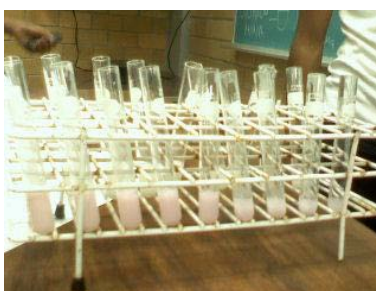
En la identificación de las biomoléculas y su caracterización, se obtuvieron los resultados esperados, la mayoría de los equipos reconocieron a los carbohidratos, lípidos y proteínas, basadas en reacciones colorimétricas cualitativas simples. La figura 36, muestra las tinciones de los los carbohidratos y lípidos provenientes del cacahuatete con el reactivo de sudán III.



**Figura 36.** Identificación de biomoléculas. **A y B.** Representación gráfica de una dilución de carbohidratos en agua y teñidos con lugol. **B.** Fotografía tomada del microscopio de la misma muestra. **C.** Lípidos extraídos del cacahuate con éter.

El aspecto más difícil de estas estrategias procedimentales, fue la escasa habilidad que tienen los alumnos en el manejo de material, reactivos y equipo de laboratorio.

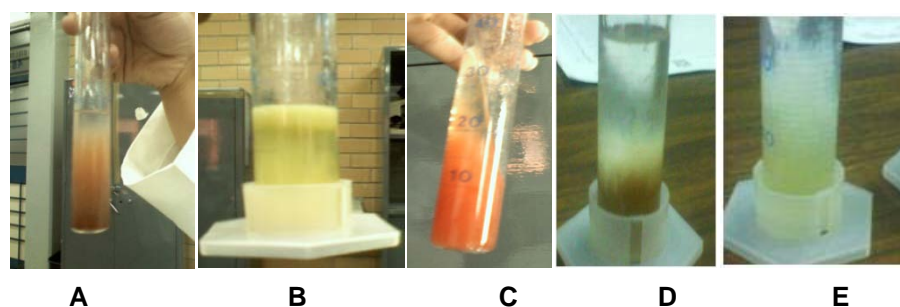
En la identificación de biomoléculas, y particularmente, en el caso de las proteínas, cuya determinación era en base a una reacción colorimétrica cuantitativa, se reflejó en la saturación de las proteínas en todos los tubos. Adicionalmente, se observó que el volumen no se mantuvo constante. El éxito en las actividades de laboratorio es fomentar en los alumnos las habilidades necesarias. Figura 37.



**Figura 37.** Identificación de proteínas. Se observa que los tubos conservaron la saturación de la concentración de proteínas.

Las actividades prácticas favorecieron el aprendizaje cuando los alumnos fueron capaces de extraer ADN de algunos alimentos. Se siguió el protocolo de trituration de los tejidos en un mortero utilizando

5 ml de agua. En seguida lo colocaron en una probeta de 50 ml y agregaron 10 ml de detergente líquido. Después de remover suavemente con un agitador de vidrio adicionaron 10 ml de alcohol etílico conservado previamente a 4 °C. Observaron que inmediatamente, después de adicionar el alcohol se formaron hebras blancas en la interfase alcohol-agua. Figura 38, A, B, C, D y E. Nuevamente removieron con suavidad observando que las hebras se enrollaron en el vidrio. La identificación del ADN por el spoiling o enrollamiento a la varilla de vidrio, sugirió que se trata ADN. Estas observaciones mostraron las semejanzas y diferencias entre los modelos que se utilizan para representar los procesos en las células. También favorecieron la comprensión de la estructura y la uniformidad molecular en los distintos organismos. Estas confrontaciones, ayudaron a extrapolar lo observado a otros seres vivos que no se pueden manipular en el laboratorio escolar.



**Figura 38.** Extracción de ADN. **A.** Tejido hepático. **B.** Núcleo celular animal. **C y E** Tejidos vegetales. **D.** Tejido cardiaco.

Las conclusiones de los equipo de trabajo, apoyan esta idea y fueron las siguientes:

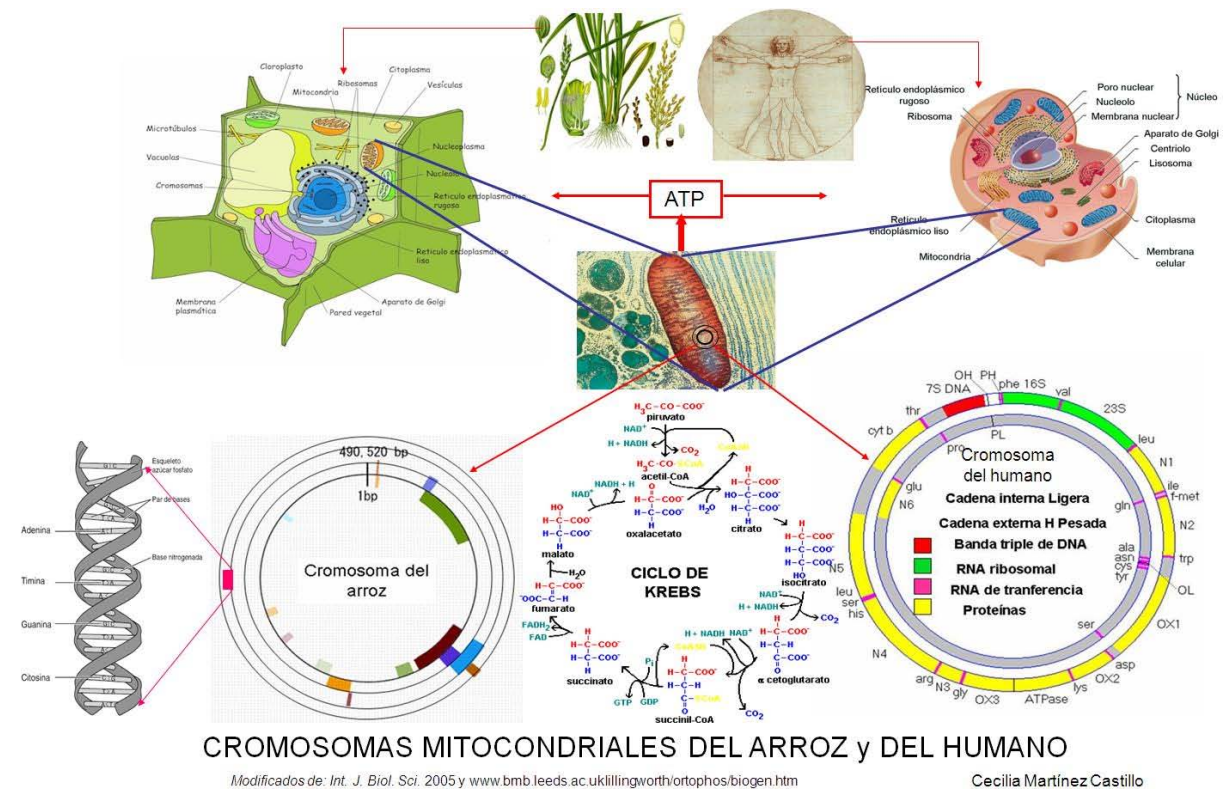
“Se pudo observar el DNA de los diferentes alimentos permitiendo que nosotros como alumnos podamos visualizar y diferenciar los modelos y esquemas que se aprenden en teoría y se representan en los libros”.

“Pudimos comprobar porque no se presenta como un modelo de doble hélice al observarlo en esta forma, pero si observamos que es capaz de adherirse y enrollarse al vidrio, lo cual puede correlacionar con la propuesta del modelo que se trata de hebras plegadas en su estructura cuaternaria en doble hélice”.

“También recordamos que el ADN está presente en todas las células, tanto en las eucariontes como en las procariontes y que se encuentra además en otras, como las mitocondrias y los cloroplastos, recordando el origen de estos organelos”

En la figura 39, se representa el ADN de los organelos celulares de un vegetal y un animal, el humano, en una red conceptual utilizada durante el desarrollo de la clase. Esta información fue asociada por los alumnos durante el trabajo experimental y el reporte de laboratorio. Las reflexiones de los alumnos conducen a reflexionar sobre la forma en que lo alumnos adquieren el conocimiento, lo almacenan en la memoria, lo recuperan y lo utilizan. Los trabajos en el laboratorio, estimularon a los alumnos a recurrir a la investigación complementaria y a la observación de su

entorno; el interés por la manipulación, lo cual conduce a desarrollar habilidades en el manejo de instrumentos, reactivos y equipo de laboratorio, el cual requieren en el área II. Vinculó el trabajo científico con la vida, los hizo conscientes a cerca de que todos los seres vivos, están formados de biomoléculas. Favoreció las interacciones de los alumnos, el trabajo en equipo, el desarrollo de actitudes y valores, incluyendo el sentido de cooperación, responsabilidad y solidaridad, compartieron instrumentos, equipo, reactivos y material biológico y estimuló el cuidado del material de trabajo y del alumno mismo, y también favoreció el desarrollo del lenguaje específico de la biología y es especial de la biología molecular. Hicieron asociaciones de las experiencias de laboratorio y fueron aprendiendo nuevos términos propios de la ciencia y/o recuperando la semiótica de las actividades teóricas y las investigaciones previas.



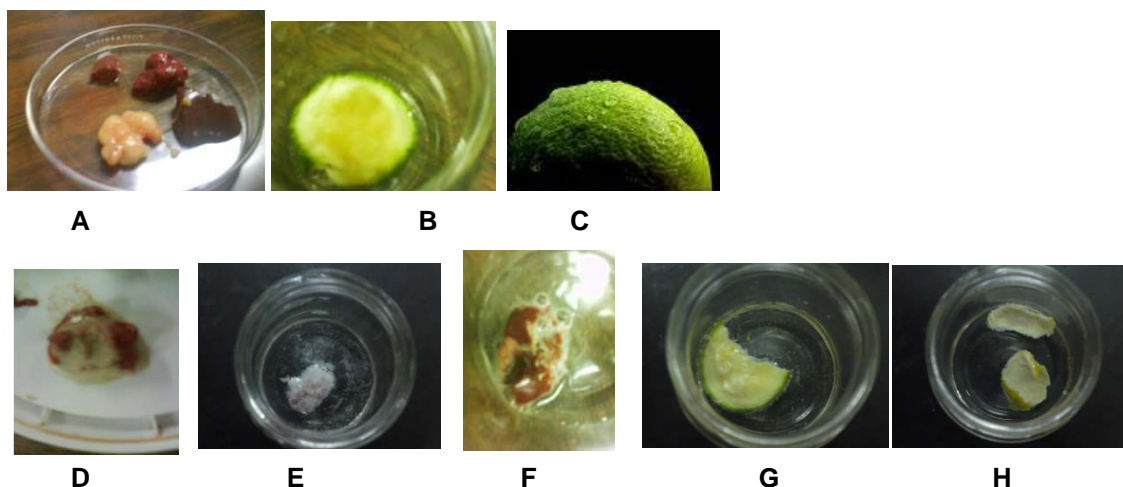
**Figura 39.** Red conceptual e los cromosomas de la mitocondria en el arroz y en el humano.

La abstracción y simbolismo de la biología, se fortaleció en el laboratorio. La actividad celular se utilizó para demostrar la presencia de estructuras subcelulares. En el laboratorio, es posible observar células, pero no los organelos, a excepción del cloroplasto que es visible con el microscopio óptico.

Los peroxisomas son orgánulos citoplasmáticos de tamaño entre 0,3-1,5  $\mu\text{m}$ . Estos poseen enzimas como las oxidasas y catalasas que cumplen funciones de detoxificación celular. El agua oxigenada es un producto celular tóxico, que se degrada rápidamente dentro del peroxisoma por la



enzima oxidativa catalasa, en  $H_2O$  y  $O_2$ . Se observó la respuesta de diferentes tejidos, animales y vegetales al peróxido de hidrógeno, Figura 40.



**Figura 40.** Actividad enzimática peroxisomal. **A y B.** Controles negativos antes de realizar la reacción de catalasa. **A.** Muestras de tejidos animales. **B y C.** Muestras de tejidos vegetales.

La reacción de los tejidos ante el peróxido de hidrógeno, permitió identificar la actividad de los peroxisomas en las células.

La actividad de la enzima catalasa, realizó su función de protección celular al descomponer el  $H_2O_2$  exógeno adicionado a las muestras. Esta reacción ocurre en las células y cataliza la reacción:  $2 H_2O_2 \text{ -----} \rightarrow 2 H_2O + O_2$

Los alumnos observaron que hay diferencias en la actividad de la enzima de los peroxisomas. Esta dependencia radica en la exposición a la oxidación de los alimentos la cual puede ser directamente proporcional a la presencia de peroxisomas en las estirpes células, los cuales son más abundantes en células mayormente expuestas a la oxidación, como fue el caso de las células animales que reaccionaron más activamente que las células vegetales.

En los reportes de laboratorio se encontró, que algunos no se centra la atención en una de las funciones principales de la experimentación, la de confirmar o refutar las hipótesis.

Las estrategias, métodos, técnicas de enseñanza teórica y práctica están vinculadas para el desarrollo del nivel cognitivo.

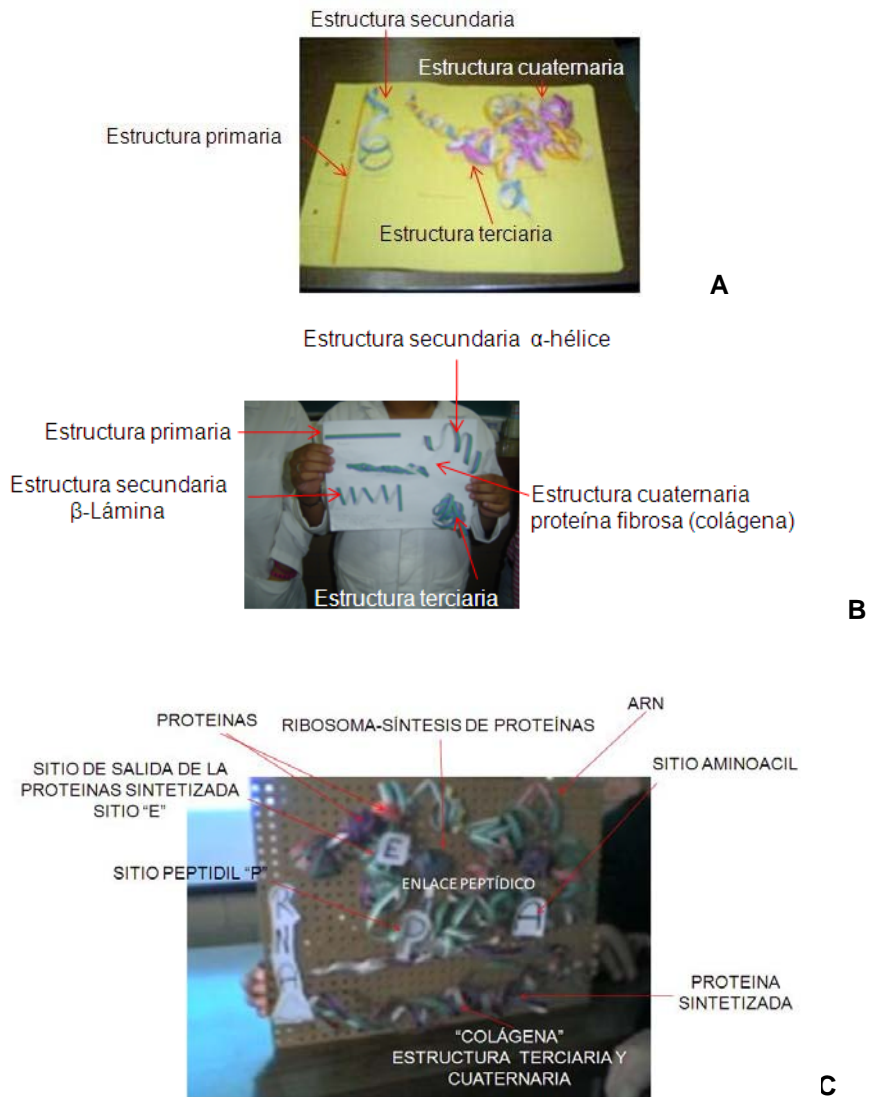
#### V.6.4 Módulo de aprendizaje basado en problemas

En esta sección se presentan los resultados de la aplicación en el aula de la propuesta de enseñanza para la Biología Molecular en el bachillerato utilizando ABP. El problema fue enfocado hacia las biomoléculas, con la estrategia de resolución de problemas como una propuesta, para el aprendizaje de conceptos, procedimientos y actitudes de la biología molecular. Se utilizó un caso modificado del originalmente diseñado y validado en cursos formales de ABP por Valdés,

(2007), el cual promovió el interés de la mayoría de los alumnos y se comprometieron con su aprendizaje.

Los alumnos generaron diferentes productos como resultado de la investigación del caso, entre ellos los modelos, una de las motivaciones surgidas con la aplicación de esta estrategia, fue el interés por conocer visualmente las biomoléculas como las proteínas, el ARN y el ADN. Construyeron modelos de las proteínas, incluyendo la estructura primaria, secundaria, supersecundaria, terciaria y cuaternaria. Figura 48. Los conceptos abstractos en su naturaleza particular, permiten que los alumnos solo los puedan apreciar como complejos supramoleculares en los seres vivos, pero no en su estructura fundamental.

Como parte de las estrategias, se utilizaron modelos para favorecer la representación objetiva de la estructura y función de las biomoléculas. En la figura 41, se muestran los modelos de proteínas, A y B; y en C los ARNs, integrados en la traducción y la síntesis de proteínas.



**Figura 41.** Modelos de proteínas. **A**, **B** y **C**. Se incluyen las 4 estructuras y la estructura supersecundaria.



Cuando se determina la estructura primaria de una proteína se conoce el orden en que se sintetizaron los aminoácidos.

Las biomoléculas forman estructuras terciarias complejas como las de las proteínas. Las combinaciones de diferentes cadenas polipeptídicas o polinucleotídicas para formar una unidad biológica funcional se dan ya al nivel de estructura cuaternaria, como ocurre con la hemoglobina humana, que funciona como un tetrámero, o en los ARNs ribosomales.

A diferencia del ADN todos los tipos de ARN son de una sola cadena que se sintetiza a partir de moldes de ADN. Aún así, los ARNs, tienen estructuras estables con regiones de doble hélice antiparalelas, que les permite tener estructuras tridimensionales secundarias.

En los ARN los nucleótidos son generalmente AU y GC aunque eventualmente existen pares GU. En algunos ARNs de transferencia, donde existe complementariedad ARN que hace que tengan estructuras específicas y estructura terciaria.

En la cromatina del ADN, la estructura cuaternaria se refiere a que el ADN se asocia a proteínas: histonas y no histonas, para formar la cromatina. El ADN en su conjunto es ácido cargado negativamente y se une a proteínas básicas cargadas positivamente, denominadas histonas.

Estas observaciones son parte de las reflexiones reflejadas durante la experiencia de aprendizaje, la importancia de visualizar los elementos abstractos de las representaciones simbólicas en fórmulas químicas de una manera más concreta, debido al interés de los alumnos por saber dónde y cómo se producen las biomoléculas a nivel celular. Esta parte del curso fue determinante en el desarrollo de las estrategias de aprendizaje. Cabe mencionar que el tema de la célula, se estudia en el curso de la biología V en una unidad posterior, sin embargo, fue necesario contextualizar la ubicación de las biomoléculas, adicionalmente, los alumnos se interesaron por conocer con mayor precisión como se llevan a cabo los procesos de síntesis y las relaciones con otros procesos relacionados con las moléculas de ARN y ARN.

El uso de modelos como esquemas o estructuras de prueba que corresponden a objetos reales, sucesos o clases de sucesos, y tienen poder explicativo. Los modelos adquieren diferentes formas, incluyendo objetos físicos, planos, constructos mentales, ecuaciones matemáticas y simulaciones por ordenador. Los modelos ayudan a comprender cómo funcionan las cosas.

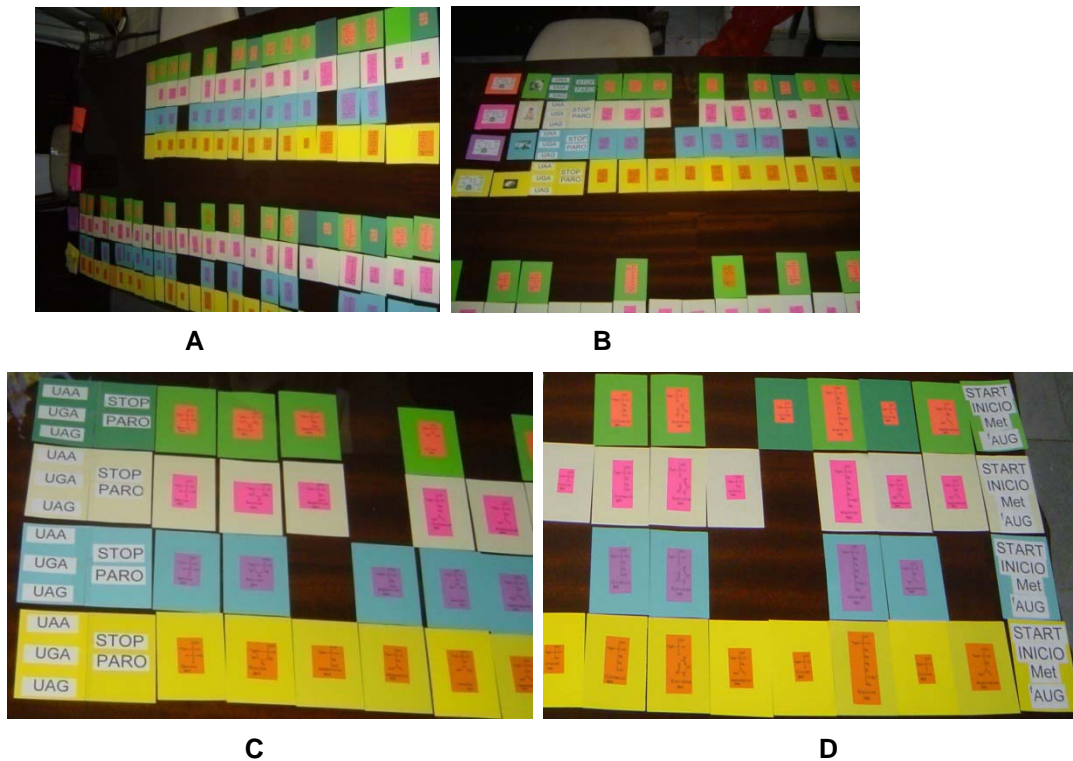
Partiendo de unidades estructurales en fichas, los alumnos fueron capaces de conocer la estructura química de los diferentes monómeros, de los carbohidratos, de los ácidos grasos, los aminoácidos y los ácidos nucleicos. Aprendieron y representaron las estructuras primarias y los enlaces.

En el caso de las proteínas, la síntesis empezó en el grupo  $\text{NH}_2$  del aminoácido inicial y continuó hasta el  $-\text{COOH}$  del aminoácido terminal. Con los ácidos nucleicos, la síntesis comenzó por el extremo 5' y prosiguió hasta el extremo 3'. El orden de estas unidades estructurales determinó la estructura primaria de las moléculas, que conforme se unieron, debido a las interacciones que se establecen por propiedades de las unidades estructurales, toman una estructura plegada característica conocida como estructura secundaria, que a la vez, determina la estructura terciaria,

estas formas son las que reconocen los alumnos en las representaciones de los libros de texto o en las clases expositivas, y son vistas como representaciones simbólicas. Estas representaciones fueron aprendidas en el ejercicio de alineamiento de proteínas.

Identificaron los sitios más conservados en el alineamiento múltiple de secuencias y aprendieron a reconocer los extremos NH<sub>2</sub>- y el COOH-terminales

En la figura 42, A, B, y C, se muestran los resultados del alineamiento, donde los alumnos concluyeron que se trataba de proteínas de mamíferos, estrechamente relacionadas. Humano, ratón, perro y borrego



**Figura 42.** Simulación de la síntesis de las proteínas, A, B, C y D se muestran las 4 proteínas sintetizadas y su alineamiento.

La simulación de la síntesis de proteínas de acuerdo a las secuencias especificadas por el ADN, transcrito a ARN y posteriormente, traducido proteínas con ayuda del código genético. En cada cadena ubicaron el punto de iniciación y de crecimiento, determinando que la síntesis procede en una dirección hasta la terminación, todas estas señales vienen especificadas en el código genético, denotadas como señales de inicio y de terminación.

Los dominios se ubicaron dentro de los polímeros, así como los residuos de aminoácidos ausentes en cada proteína. Se localizaron las señales de inicio y de terminación. Esta actividad favoreció varios de los aspectos citados previamente para las actividades de laboratorio. Lo que puede significar, que la manipulación de materiales en cualquiera de las formas conduce a la asimilación, que integra la adquisición del conocimiento nuevo al anterior y la acomodación que

implica una reformulación y elaboración de estructuras nuevas, como consecuencia de la incorporación de las anteriores.

, El ejercicio quedó dentro del contexto de la ciencia actual, dio buenos resultados, y adquiere cada vez mayor importancia en la bioinformática, en la simulación por ordenador de sistemas formados por muchos elementos. La simulación captó el interés de los alumnos e ilustró conceptos elementales de la estructura y la función de las proteínas, ARN y ADN como biomoléculas, así como las relaciones entre ellas en el funcionamiento celular.

### V.6.5 La estructura y función celular

En situaciones donde los alumnos carecían de experiencias previas sobre la célula aumentó la complejidad de la información que deberán procesar y la dificultad para entenderla. Esto se tradujo en un aumento en la carga cognitiva y en el desaliento por parte de los estudiantes que reconocían la amplitud de los conocimientos por comprender, Pozo, (2008)

Las redes conceptuales hicieron posible que los alumnos comprendan la estructura espacial de las células, ya que las herramientas donde pudieron visualizar la información e ir estableciendo las relaciones entre la estructura y función celular, se tradujo en la formación, inspección, transformación y el mantenimiento de las imágenes en el cerebro (Berdichevsky: 2005:2). Así, intentaron establecer las relaciones conceptuales de tipo jerárquico, dinámico, o integración total, entre muchos otros.

Las imágenes bien diseñadas, puestas en mapas mentales, redes conceptuales y otras representaciones gráficas del pensamiento, tuvieron una función didáctica, particularmente en el aprendizaje de temas complejos, porque, las palabras eran insuficientes para explicar, figura 43.

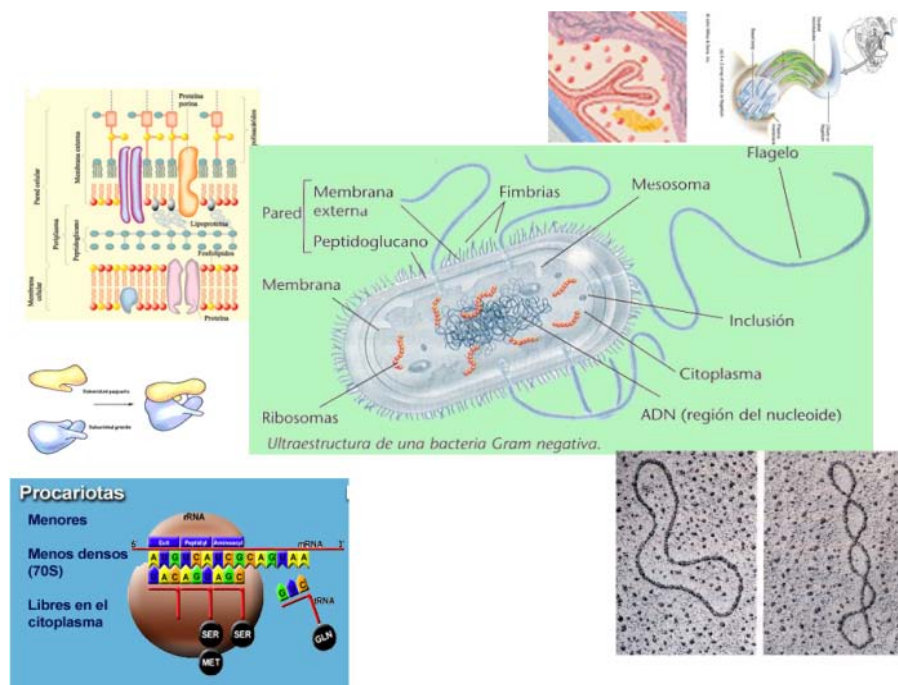
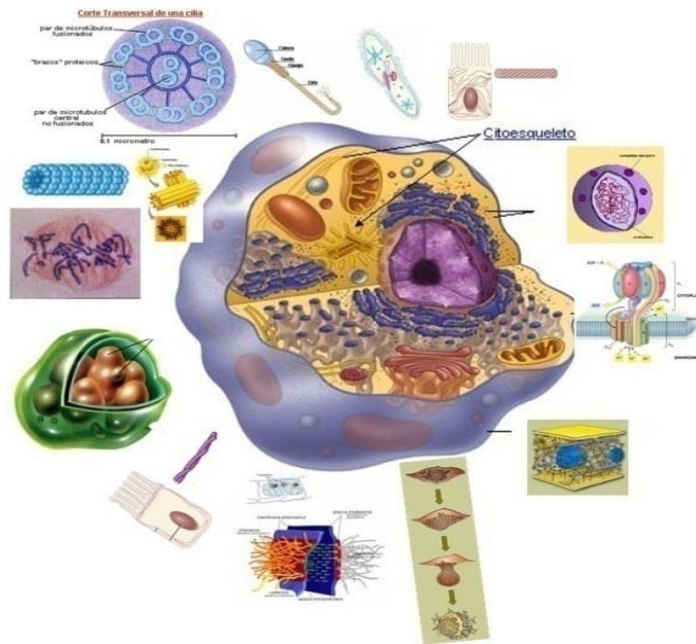
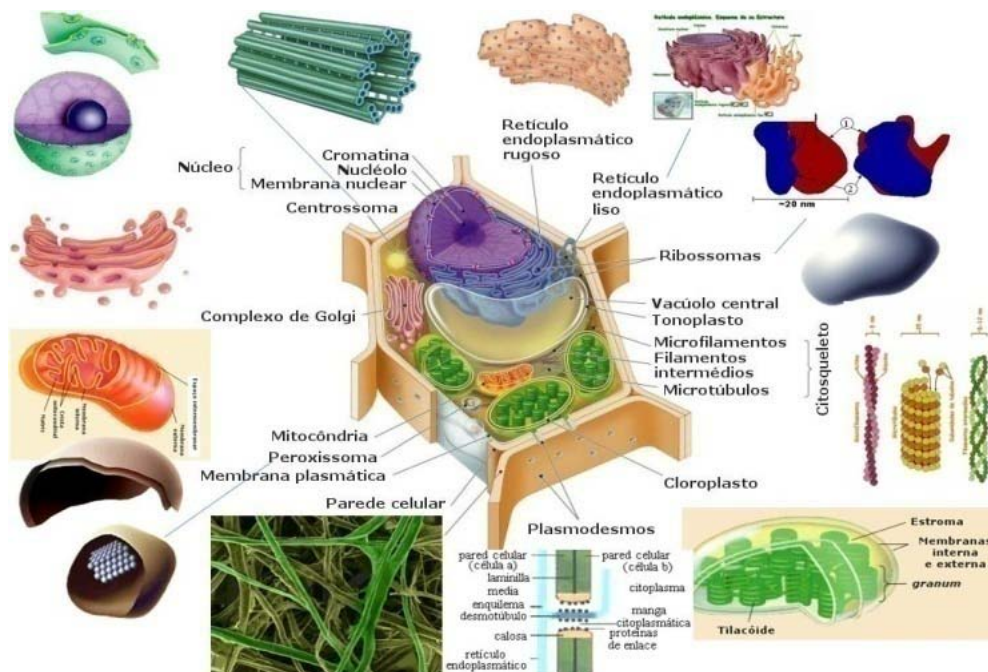


Figura 43. Célula procarionte

Los modelos fueron otro ejemplo de representaciones simbólicas que se emplearon para ilustrar el proceso de construcción del aprendizaje. A continuación se presenta el uso de modelos tridimensionales para la enseñanza de conceptos de biología molecular de las células. En las figuras 44 y 45, se representan dos células eucariontes y los organelos presentes en su interior en redes conceptuales, la primera correspondió a la célula animal y la segunda a la célula vegetal.



**Figura 44.** Red conceptual. Organelos de la célula animal



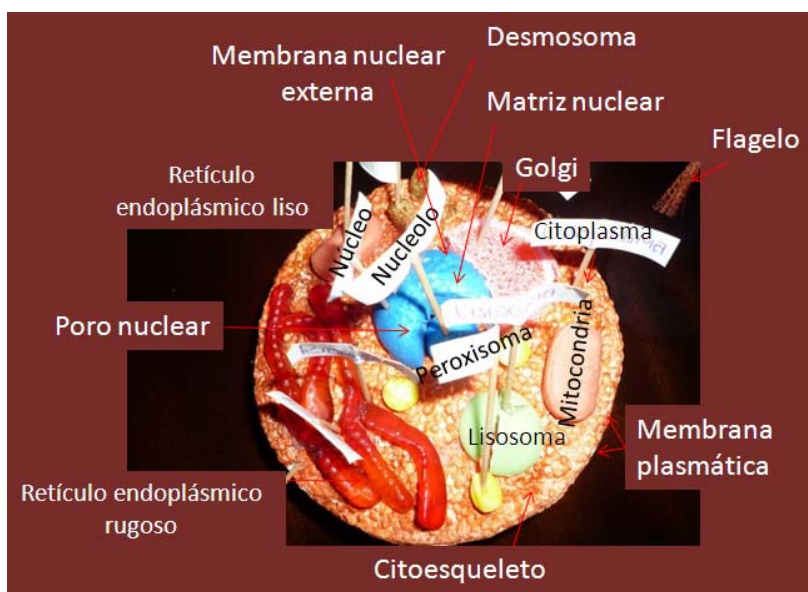
**Figura 45.** Red conceptual. Organelos de la célula vegetal



Los alumnos elaboraron en equipo e individualmente diversos modelos de células uno de los cuales se muestra en la figura 46.

En todos los casos los modelos no delimitan las funciones de las subestructuras celulares. Sin embargo durante las sesiones respectivas se fueron desarrollando.

Posteriormente, estas sirvieron de contexto para el estudio específico de cada uno de los organelos. Sin embargo, solo se desarrolla en este trabajo el referente al núcleo. Además de servir de contexto, los modelos de célula, en este momento de la enseñanza, sirvieron como recapitulación y repaso de los aprendizajes.



**Figura 46.** Modelo tridimensional de la célula eucarionte. Se muestran los diferentes organelos celulares.

Las representaciones en modelos a pesar de ser abstracciones de la realidad simbólica, se acercan a concretar en el espacio y resume la información a ser aprendida por el alumno.

El núcleo separa los contenidos del citoplasma con una estructura de dos membranas nucleares, donde el núcleo, bioquímicamente se comporta como un sistema independiente. La comunicación entre el núcleo y el citoplasma es a través del complejo de poro nuclear, que controla selectivamente el paso de RNAs y proteínas, figura 46. La membrana nuclear exterior es continua con el retículo endoplásmico rugoso [Alberts, 2005].

Los modelos tridimensionales permitieron una gran interacción entre el alumno y el material, otorgaron un carácter dinámico del conocimiento, no limitaron la enseñanza de la biología general y molecular a las descripciones moleculares y macroscópicas de los procesos, la dinámica y las variaciones, omitiendo estrategias de argumentación y razonamiento como lo propone Dusch, (1997). Resaltaron el carácter funcional de las teorías moleculares y de los modelos explicativos como

elementos constitutivos de las mismas. Ayudaron a mejorar la instrucción y la construcción del conocimiento, figuras 47 y 48.



Figura 47. Modelos tridimensionales del núcleo celular.

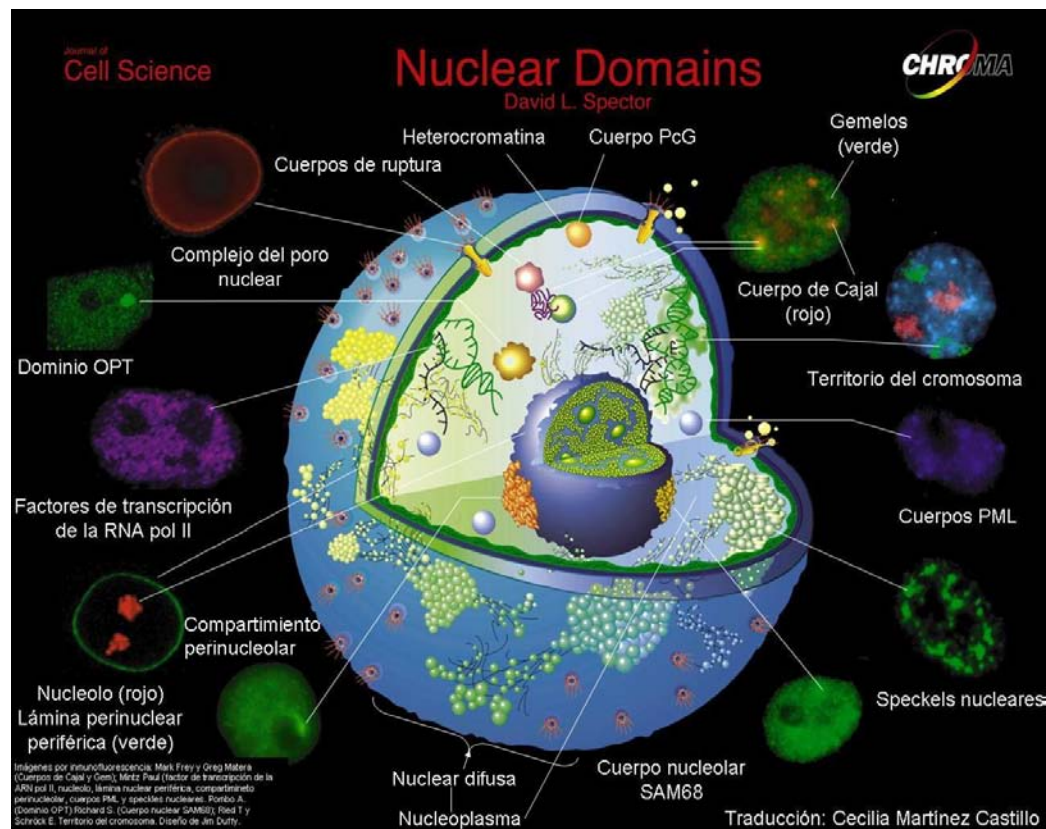


Figura 48. Modelo científico del núcleo [Lamond y Spector, 2003]

Se sabe que hay diferentes regiones en el núcleo que delimitan dominios, aunque no están tienen membranas, como los organelos celulares. La estructura molecular se ha identificado por microscopía.

Entre los dominios o estructuras intranucleares que destacan en el núcleo se encuentran los "speckles" que son estructuras electrodensas al microscopio electrónico, de forma irregular localizadas en los espacios intercromáticos y en regiones con poco ADN y enriquecidas con factores que procesan el ARN. Estas estructuras intranucleares están comúnmente acompañadas por los "para-speckles", que son menos abundantes y de menor tamaño y cuya función se ha asociado con la transcripción.

Los cuerpos de Cajal contienen ribonucleoproteínas involucradas en el procesamiento del ARN y que son abundantes en células con una alta actividad proliferativa.

Los gemelos de los cuerpos de Cajal, asociados también con el procesamiento del ARN; Las fibrillas pericromáticas, son sitios de transcripción activa que coinciden con espacios donde se ha detectado la incorporación de uridina tritiada.

Los cuerpos promielocíticos de leucemia PML, llamados así porque están relacionados con la leucemia pro-mielocítica aguda, que se localizan en número de 5-30 en zonas donde se recluta ADN de cadena sencilla para reparar al ADN que ha sufrido daño [Lamond y Sleeman, 2003; Lamond y Spector 2003].

En algunos tipos de células, una banda de heterocromatina, la cual permanece inactiva, se observa en el interior, así mismo esta heterocromatina está asociada con la lámina nuclear.



**Figura 49.** Modelo tridimensional del núcleo celular. Elaborados con diferentes materiales para representar los diferentes dominios nucleares.

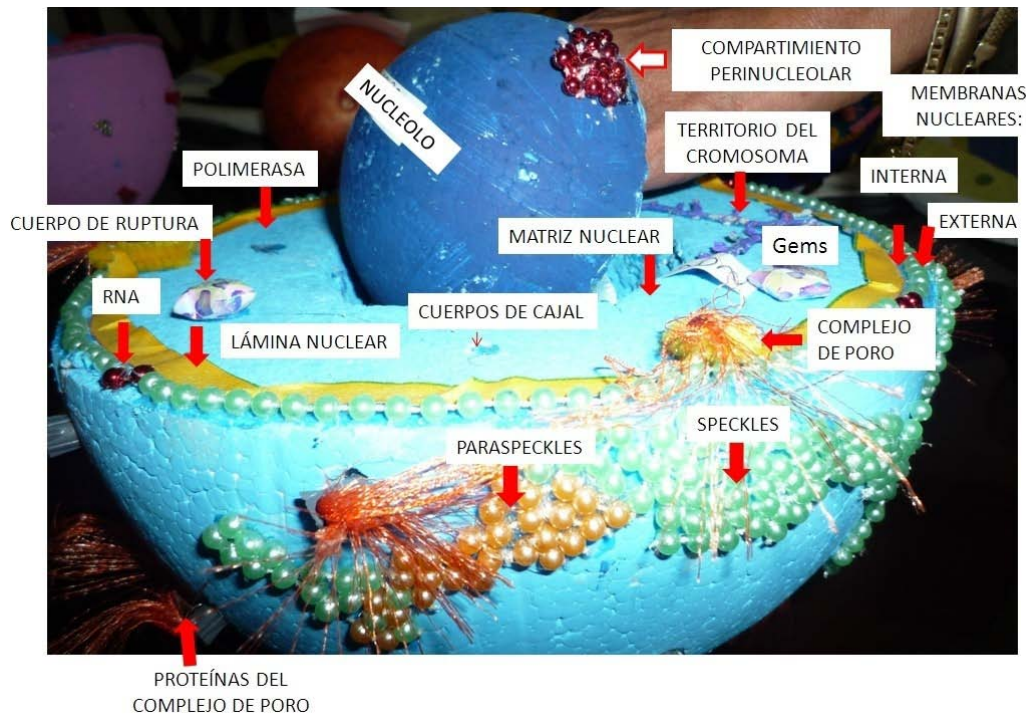


Bajo de las membranas nucleares se localizan las láminas nucleares, constituidas por proteínas láminas. De aproximadamente 10 nm de espesor, están formadas por una masa nuclear entre los 60 y 80 KDa, pertenecen a la familia de filamentos intermedios, Fig. 54, representadas por las líneas azul intenso y dorada.

La lámina nuclear sirve como un sitio donde se fija la cromatina, además proporciona el apoyo estructural al núcleo. Figuras 49 y 50.

El componente mayoritario del núcleo interfásico es el complejo ADN/Histonas. Tiene la forma general y algunas estructuras morfológicas como los residuos nucleolares y los poros nucleares interconectados por una densa red de filamentos. La fracción nuclear residual de proteínas insolubles se denomina matriz nuclear e incluye laminas (proteínas principalmente asociadas a la envoltura nuclear, también presentes en el interior) proteínas nucleolares, ribonucleoproteínas y más de un centenar de proteínas minoritarias diferentes, [Lamond y Spector, 2003].

Se aceptaba que el núcleo era el principal depositario del material genético, así como que tenía un importante papel en la división celular, la migración, la diferenciación, la fertilización y la polarización celular. En los últimos años, la visión que se tiene del núcleo ha evolucionado, por los avances en la biología celular y molecular, así como con el advenimiento de técnicas de microscopía óptica que cuentan con mayor sensibilidad a la detección de fotones.



**Figura 50.** Modelo tridimensional del núcleo celular, muestra en el centro el nucleolo y otros dominios del núcleo. El nucleoplasma en azul intenso, el territorio de cromosoma en azul (marcado como ADN), las speckles y otros cuerpos nucleares. B. Muestra los complejos del poro nuclear.

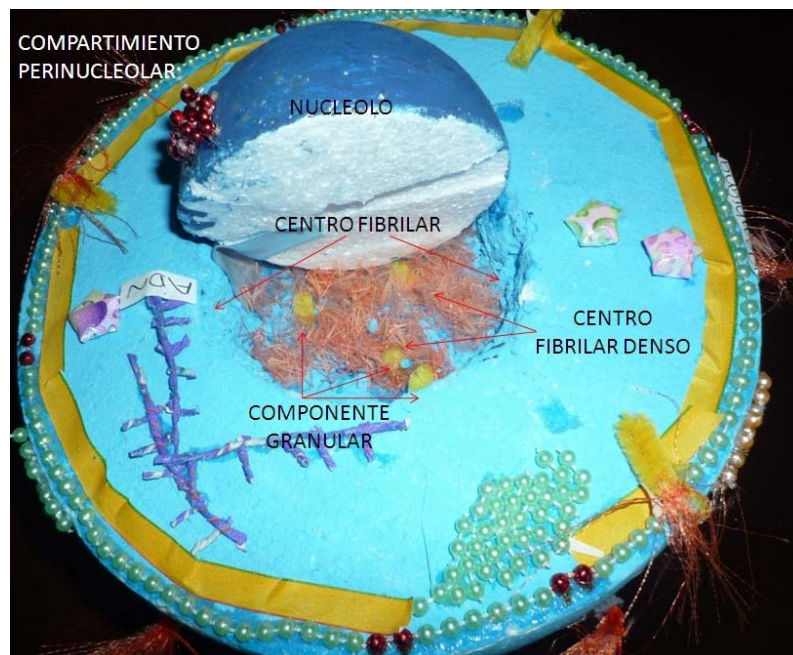


El núcleo separa los contenidos del citoplasma con una estructura de membranas nucleares. La comunicación entre el núcleo y el citoplasma es a través del complejo de poro nuclear que forman la estructura proteica que controla selectivamente el paso de las moléculas de ácidos ribonucleicos (ARNs) y proteínas.

La membrana nuclear interna transporta únicamente proteínas que son específicas del núcleo. Las membranas nucleares son bicapas fosfolípidas que son permeables a las moléculas no polares pequeñas e impermeables impidiendo el paso a otras moléculas. Las membranas nucleares internas y exteriores se unen en el llamado complejo del poro nuclear (CPN) [Tolonen, *et al.*,2001].

Aunque los modelos no necesariamente tienen que reflejar la realidad, los alumnos intentan representar una imagen de la realidad y de establecer su relación con el contexto del núcleo celular dentro de las células eucariontes, la única justificación de nuestras estructuras mentales está en el grado y en la forma en que las teorías logren dicha relación, como lo han propuesto otros autores [Einstein, e Infeld, 1986].

El compartimiento más conspicuo es el nucleolo, una estructura dinámica presente en el núcleo interfásico que desaparece durante la división celular. Es un agregado de macromoléculas muy complejo en el que el ARN ribosómico (ARNr) se transcribe, procesa y monta en subunidades. Se ha comprobado que el tamaño del nucleolo depende del número de ribosomas que la célula está produciendo en un determinado momento. El nucleolo tiene tres zonas de morfología bien diferenciada [Dundr y Misteli, 2001]: los centros fibrilares, de los que irradian densos componentes fibrilares, de los que a su vez irradian componentes granulares, figura 51.

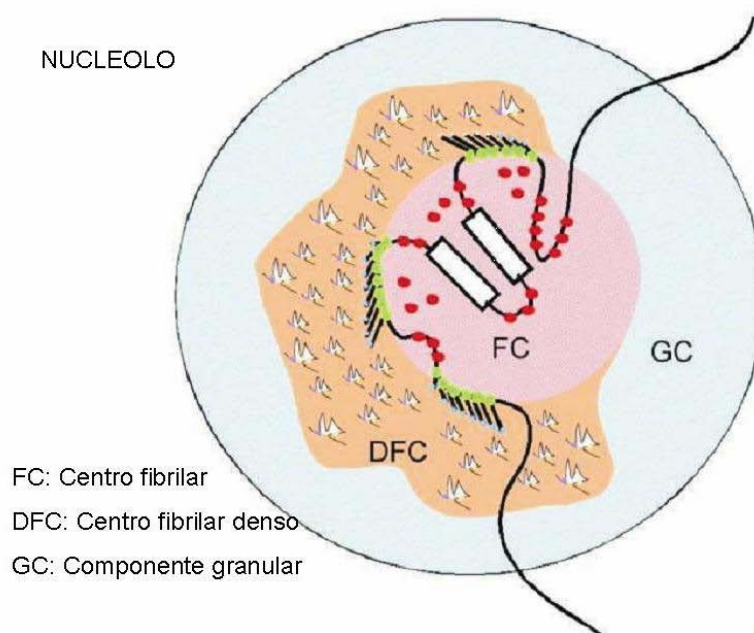


**Figura 51.** Modelo tridimensional del nucleolo celular, se muestran los tres componentes. El centro fibrilar, el centro fibrilar denso y el componente granulas.

Los modelos delinearon con mucha cercanía todos los componentes del nucléolo como se puede comparar con el modelo científico propuesto en el año 2001, figura 52.

A partir de su síntesis en los centros fibrilares, el RNA sufre una serie de modificaciones a medida que se sitúa en los componentes fibrilares y finalmente granulares. Además de su importante papel en la biogénesis ribosómica el nucléolo también interviene en la síntesis de otros tipos de RNA y complejos RNA/proteína, la degradación y la exportación del ARNm. Es muy probable que tenga funciones adicionales ya que interactúa con los cuerpos de Cajal y existe un compartimento perinuclear de función desconocida en un 10-50% de las células (el porcentaje varía según el tipo celular) [Lamond y Earnshaw, 1998].

Las representaciones esquemáticas del núcleo celular mostradas en este trabajo, muestran varios de los dominios discretos, que los científicos han identificado, como son los sitios donde puede llevarse a cabo la replicación del ADN, los sitios para la transcripción, dominios donde se concentran altamente los factores del splicing y otros dominios. El núcleo celular es una forma estructural notablemente ordenada tanto en organización como sus funciones.



Dundr M y Misteli T. Functional architecture in the cell nucleus. *Biochem J* 2001, 356:297-310

Traducción: Cecilia Martínez Castillo, 2008

**Figura 52.** Representación científica del nucléolo celular, se muestran los diferentes centros nucleares.

Los alumnos lograron representar muchos de los dominios nucleares, como se observa en las figuras 49, 50 y 51. En la figura 51 se delineó el modelo del nucléolo, respecto a la representación científica reportada, debido al carácter tridimensional, propuesto en el modelo.

La mayoría de los conceptos relacionados con los dominios nucleares, fueron difíciles de percibir por su grado de abstracción, ya que muchos de los alumnos carecían de concepciones alternativas, por lo novedoso del tema. La literatura consultada fue difícil de comprender por la carencia de experiencias previas que facilitarían su incorporación, ya que el núcleo celular es una estructura no estudiada en los cursos de biología.

Para facilitar el aprendizaje los alumnos extrajeron la información en el cuadro 23.

**Cuadro 23.** Estructura y funciones de los dominios no membranosos del núcleo celular.

<b>ESTRUCTURA Y FUNCION DE LOS DOMINIOS NUCLEARES</b>	
<b>DOMINIO NUCLEAR</b>	<b>ESTRUCTURA Y FUNCION</b>
1. Nucléolo	3 dominios, síntesis de ARNs
2. Speckles o Gránulos Intercromatinianos	20 a 25 unidades. Agregados de SNPs, electrodensos, de forma irregular, localizadas en los espacios intercromáticos, en regiones con poco ADN y enriquecidas con factores que procesan el ARNmensajero. Enriquecidos con ARN polimerasa II.
3. Paraspeckles	Menos abundantes, de menor tamaño y su función se asocia a la transcripción.
4. Cuerpos de Cajal	Ribonucleoproteínas para el procesamiento del ARN. Abundantes en células con una alta actividad proliferativa.
5. Gemelos (Gems)	Asociados a los cuerpos de Cajal y al procesamiento del ARN.
6. Fibrillas pericromáticas	Sitios de transcripción
7. PML	Cuerpos promielocíticos de leucemia, llamados así porque están relacionados con la leucemia pro-mielocítica aguda. En número de 5-30 donde se recluta ADN de cadena sencilla para reparar al ADN que ha sufrido daño.
8. Cuerpos de ruptura	Contienen alta concentración ARN recién sintetizado.
9. Pequeñas proteínas nucleolares U1, U2, U4/6 (snRNPs)	Maduración del ARN
10. Membranas nucleares: Externa e interna	Estructuras organizadas, formadas por proteínas que regulan el transporte de ARNs y proteínas entre el núcleo y el citoplasma. La membrana interna transporta únicamente proteínas que son específicas del núcleo.
11. Complejo de poro	Embebidos en la envoltura nuclear y tienen tres zonas: el interruptor central, los radios y los anillos.
12. Matriz nuclear	Es un complejo ADN/Histonas. La fracción nuclear residual de proteínas insolubles
13. Lámina nuclear	Formada de filamentos intermedios su función es la fijar al ADN y Proteínas.
14. Territorio del cromosoma	Sitio de anclaje del ADN
15. Fibrillas pericromáticas	Sitios de transcripción activa

### V.6.6 Semiótica

Se fomentó la repetición de las palabras que favoreció la incorporación del lenguaje característico de la biología molecular al vocabulario del alumno. Se manifestó en la evolución del aprendizaje y la relación con el lenguaje; ya que la lógica y la sintaxis formaron parte importante del lenguaje cotidiano del alumno, quienes al adquirir destreza lingüística aprendieron biología y sintaxis, así como una evolución en el nivel de profundidad en el cambio relativamente estable del comportamiento producido por las experiencias en el aula, pasando de la cognición a la metacognición y habilitándolos para “aprender a pensar”, “aprender a aprender”, “pensar para aprender”, “aprender a hacer” y aprender a ser guiados por la autonomía en la regulación de su aprendizaje dirigido por las preguntas metacognitiva. En este nivel, destacaron los alumnos que se interesan por las carreras de medicina, medicina genómica, biotecnología e investigación biomédica básica.

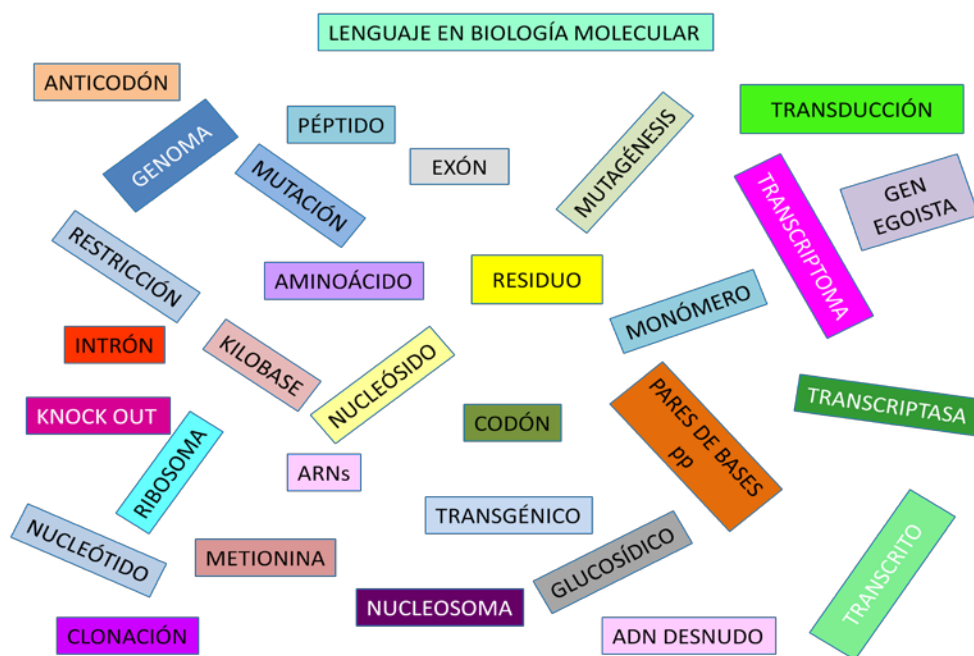


Figura 53. El lenguaje de la biología molecular.

La enseñanza de contenidos declarativos básicos de bioquímica y química orgánica representaron uno de los retos principales en la enseñanza de la biología molecular, por la dificultad implícita y manifiesta por los alumnos. Los conocimientos de bioquímica y química orgánica, además serán los conocimientos básicos que requieren para su ingreso a la educación superior. Además estos conocimientos fueron el fundamento para que captar la estructura molecular, macromolecular y tridimensional de las biomoléculas. Este punto tiene implicaciones de gran interés en el campo de la biología molecular y es primordial para poder entender la importancia que tiene la geometría

molecular en los procesos biológicos, ya que la estructura molecular corresponde al ser vivo en una estructura supramolecular e intracelular.

## V.7 Evaluación

La profesora participó en este lapso del trabajo en el aula con los alumnos como guía, supervisora, organizadora, asesora, utilizando instrumentos y guías claras y precisas que favorecieron el trabajo independiente y autosuficiente. Sin embargo, los alumnos reciben una evaluación final numérica para ello se dio a conocer a los alumnos los formalidades de la evaluación a seguir en el trabajo para lo cual se entregaron individualmente los criterios de evaluación establecidos con base a los estándares de referencia formativa con retroalimentación y sumativa resueltas en los distintos recursos utilizados para responder las preguntas resueltas durante el trabajo en el aula.

De forma general estas fueron las preguntas que se aplicaron en la secuencia de evaluaciones utilizadas en todas las sesiones, en las evaluaciones formativa y sumativa.

Estos cuestionamientos son una manera que permite desarrollar la metacognición en el marco del cambio conceptual, ya que centran la atención de los alumnos en la resolución del problema planteado en forma de pregunta y los recursos utilizados tienen esquemas de trabajo de predicción, observación y explicación [Campanario, *et al.*, 1998].

Se requirió crear un ambiente de aprendizaje, para que el alumno lograra establecer relaciones y similitudes entre los contenidos a aprender y favorecer su desarrollo mental. Una propuesta de Ausubel (1976) que distingue entre aprendizaje memorístico y aprendizaje significativo. No todo el aprendizaje receptivo es forzosamente memorístico, ni todo el aprendizaje por descubrimiento es necesariamente significativo, surgiendo la necesidad de equilibrar las estrategias de aprendizaje que favorezcan el estilo de aprendizaje de cada alumno.

Para desarrollar esta premisa, se manejaron los siguientes instrumentos de evaluación en las diferentes etapas evaluativas.

- |                      |                                     |
|----------------------|-------------------------------------|
| 1. Lista de cotejo   | 2. Portafolio tradicional           |
| 3. Portafolio Web    | 4. Actividades                      |
| 5. Autoevaluación    | 6. Evaluación del equipo de trabajo |
| 7. Retroalimentación | 8. Evaluación profesora             |

Estas formas de evaluación concedieron al estudiante una posición activa como evaluador de su propio aprendizaje. De manera recíproca, los estudiantes suministran al profesor retroalimentación. Esta comunicación tomó lugar fundamentalmente a través de comunicaciones personales y mensajes de correo electrónico.

En sentido general, el profesor mantuvo su papel director del proceso docente-educativo, dando gradualmente más espacio a la independencia de los estudiantes y el trabajo en equipo, en correspondencia con los conceptos de ZDP [Vigotsky, 1979; Díaz y Hernández, 2002].

Los portafolios se estructuraron en cuatro partes. 1. El temario del plan de estudios. 2. Los materiales elaborados por los alumnos de acuerdo a las especificaciones, resultados del aprendizaje y desarrollo de habilidades, actitudes y valores. 3. Retroalimentación y la autoevaluación del proceso de aprendizaje, recomendaciones para mejorar el desarrollo del curso y perspectivas para un mejor desarrollo del alumno. 4. Esquema de evaluación.

En el marco de esta investigación, la evaluación de los aprendizajes, la evaluación sumativa consideró el portafolio tradicional y el portafolio web, como formas complementarias de la evaluación de los aprendizajes y las competencias reflexivas de los alumnos. En ambos tipos de portafolios se analizaron en función de la integración de los recursos elaborados por los alumnos incluyendo las experiencias en el laboratorio.

Las estrategias fueron útiles en diferentes grados de importancia. Las estrategias asociativas, centradas en el repaso favorecieron los aprendizajes de tipo reproductivo para aprender procesos y estuvo basada principalmente en el subrayado, selección de conceptos y copia selectiva en la estructuración de los cuadros comparativos.

Las estrategias de reestructuración fueron utilizadas en las actividades prácticas, y en el aprendizaje de temas como la replicación, transcripción y traducción, así como en los mecanismos de la regulación génica en procariontes y eucariontes.

Las estrategias de elaboración y de organización más eficientes resultaron las estructuras, las redes, y los mapas conceptuales. Respecto a las estrategias de elaboración simple más eficaces, pero poco utilizadas, fueron los mapas mentales, ya que requieren mayor tiempo. Las estrategias de elaboración complejas más empleadas y con buenos resultados fueron las notas y posteriormente el resumen. Este último fue importante como trabajo previo a las evaluaciones formativas y sumativas, los alumnos se interesaron más en los cuadros ya que permitieron concentrar la información. Sin embargo, se observó la tendencia a resumir en frases u oraciones.

Durante las actividades de semiótica las palabras clave se utilizaron frecuentemente, sin embargo, los alumnos no llegaron a construir un glosario que incluyera todos signos lingüísticos importantes y de mayor empleo en biología molecular.

Las abreviaturas, significaron mucha dificultad porque en biología molecular y celular son muy abundantes. Las abreviaturas relacionadas con las biomoléculas como ADN y ARN fueron mejor aprendidas, contrariamente, las relacionadas con las proteínas fueron menos aprendidas.

Las notas, las utilizaron frecuentemente durante las exposiciones y como guías para la resolución de las evaluaciones formativas.

La acomodación se logró en ciertos aspectos, más no todos. La nueva concepción científica la desarrollaron entre pocos alumnos, siendo más provechoso durante la validación de las estrategias, las cuales se aplicaron por más tiempo.

Estuvieron presentes las propuestas de Piaget en torno al proceso constructivo y dialéctico del desarrollo individual, la actividad del alumno discriminando y manipulando objetos. Se puso atención en el lenguaje para el desarrollo de operaciones intelectuales complejas. Se dio importancia

de la cooperación, lo cual concordó con las ideas de Vigotsky, la comunicación para el desarrollo de las estructuras cognitivas, con el intercambio de ideas, puntos de vista, y la motivación.

El aprendizaje significativo se construyó a partir de las relaciones sistemáticas entre los conocimientos previos y los nuevos y fue importante la relevancia de los organizadores, los alumnos evaluaron estos recursos y determinaron que tuvieron coherencia en la estructura interna, secuencia lógica de los procesos y relaciones entre sus componentes [Ausubel, 1976],

De las estrategias utilizadas fueron aceptadas con mejor disposición por los alumnos la expositiva, el aprendizaje colaborativo, proyectos, ABP y la investigación dirigida fue medianamente participativa, por lo que fue difícil llegar a las asociaciones, a la organización jerárquica y lógica en la que los conceptos por su nivel de abstracción y estructura del conocimiento significativo, sin los organizadores avanzados. Del 25 % de alumnos carecían de concepciones alternativas que facilitarían la incorporación del conocimiento nuevo, el 8 % de los alumnos mejoraron su aprendizaje durante cada sesión utilizando los organizadores avanzados. Sin embargo, es importante denotar que las investigaciones previas son fundamentales para llegar al metaconocimiento, por lo tanto los resultados con estos alumnos no fueron como se esperaban. Fue necesario inducir y rescatar en los alumnos los conocimientos previos para evitar la adquisición de aprendizajes conceptuales o memorísticos, fragmentados, o sin sentidos. Por tanto, el 25 % de alumnos no se comprometieron con su aprendizaje por diferentes causas, entre ellas los problemas personales.

La investigación fue un trabajo que interesó al 75 % de los alumnos como parte del trabajo es independiente, que permitió tomar decisiones, favoreció la expresión de ideas, comprobarlas y resolver problemas [Maris, AE. 2007].

A nivel experimental, las actividades de laboratorio, tuvieron amplia aceptación, dando excelentes resultados en los reportes y después de la discusión de las observaciones después de realizada la experiencia, lo cual representó una parte integral del aprendizaje, y se relacionaron con la investigación. La actividad en el laboratorio fue estimulante para los alumnos, sin embargo, el 80 % de los alumnos entregó reporte escrito de forma constante. Además, de la observación directa en el laboratorio, las representaciones en modelos y simulaciones, los enfoques de Proyectos y ABP, promovieron el aprendizaje y el desarrollo autónomo.

La función del docente-asesor fue conectar los procesos de construcción del conocimiento del alumno. Para el desarrollo del estudio independiente se generaron las condiciones óptimas para que el alumno desplegara una actividad mental constructiva para que los aprendizajes resultaran significativos.

El 75 % de los alumnos alcanzaron un grado de competencia relativamente mayor integrados en los grupos de trabajo, realizaron las investigaciones dirigidas y recapitaron los trabajos previos de un tema. Dieron seguimiento a su aprendizaje y fueron capaces de construir conocimiento científicamente válido, guiados hacia el desarrollo autónomo, independiente y autorregulado, capaces de aprender a aprender.



### V.7.1 Evaluación sumativa

Los instrumentos permitieron a los alumnos dar seguimiento a sus aprendizajes como una forma de autoevaluación para ser retroalimentada y fortalecida.

Se utilizó la evaluación ordinaria por portafolio y ocasionalmente el webfolio. Ambas e a nivel reflexivo, se emplearon como Indicadores: Insuficiente, Suficiente, Bueno, Muy Bueno. Excelente. Creatividad. Originalidad.

Las ponderaciones sugeridas en los criterios de evaluación guiaron el trabajo de los alumnos.

EVALUACIÓN ORDINARIA



EVALUACIÓN WEB



**Figura 54.** Representaciones de las formas sumativas de evaluación

Las actividades de concentración de información, que se muestra agrupada en el cuadro 18, significaron un apoyo en la construcción del conocimiento, permitieron a los alumnos extraer en una sola expresión los conceptos y procesos más importantes.

### V.7.2 Cuadros de concentración

Completar el cuadro de Carbohidratos, lípidos y proteínas siguiendo las pistas que se proporcionan

**Cuadro 24.** Biomoléculas: Carbohidratos, lípidos y proteínas.

Característica	Carbohidratos	Lípidos	Proteínas	Ácidos nucleicos	
				ADN	ARN
1. Monómero					
2. Grupo funcional					
3. Enlace característico					
4. Clasificación					
5. Nomenclatura					
6. Estructura					
7. Ejemplos en animales					
8. Ejemplos en vegetales					
9. Importancia para la célula					
10. Importancia en la vida diaria					
11. Identificación en el laboratorio					



## VI. CONCLUSIONES

---

En este trabajo se logró al aprendizaje de conocimientos, habilidades, destrezas actitudes y valores, transformados en el alumno en competencias mediante el proceso de desarrollar conceptos, habilidades, asignar significados y aplicar generalizaciones. La mayoría de los conceptos fueron difíciles de concebir por su grado de abstracción.

Aplicando el enfoque constructivista se ayudó a los estudiantes en su labor de aprender a aprender como metacognición, una tarea ardua y difícil de cumplir, donde tuvieron que participar y comprometerse con su aprendizaje. El 75 % de los alumnos superaron las rupturas epistemológicas superando los obstáculos con las consideraciones generales de esta propuesta educativa.

Los alumnos mostraron diferencias en los conocimientos previos sobre los distintos temas disciplinares. La investigación dirigida ayudó a introducir el tema y a hacer claras las ideas, a ubicar los temas con una orientación científica, con propuestas de hipótesis, con estrategias posibles de resolución, análisis, y de comparación con los resultados obtenidos [Vigostky, 1979; Campanario y Moya, 1999]. Sin embargo, el 25 % de los alumnos no realizaron cotidianamente este trabajo. Fue necesario promover la investigación previa e integrar el uso de organizadores avanzados para homogenizar el conocimiento.

Los organizadores atendieron a los conceptos, procedimientos y actitudes e involucraron a los alumnos en su aprendizaje y los motivaron. Se indujo el aprendizaje reflexivo y creativo, promoviendo la investigación posterior fuera del aula. Sin embargo, la carga académica de los alumnos, las condiciones e intereses personales fueron limitantes.

En el marco de los momentos de la ejecución de la clase, la incorporación de organizadores, estrategias de enseñanza-aprendizaje y los diferentes esquemas de evaluación, coordinados funcionaron como recursos metacognitivos para dirigir el aprendizaje autónomo. Constituyendo herramientas que apoyaron la integración de las líneas de formación disciplinaria psicopedagógica y ético-socio-educativa.

Las secuencias didácticas dentro de los momentos de la planificación estratégica fueron pertinentes y la práctica docente resultó adecuada de acuerdo al plan de estudios, al nivel educativo y cognitivo de los alumnos.

El aprendizaje por descubrimiento se utilizó principalmente en el laboratorio. El aprendizaje cooperativo funcionó para alumnos que no comprendían las temáticas inmediatamente por no realizar la investigación previa. Los recursos aplicados que favorecieron el aprendizaje fueron aquellos dónde los alumnos se involucraron participativamente.

Las redes conceptuales, redes semánticas y otras representaciones, permitieron la extracción, condensación y organización de la información. Estos resultados correlacionan con los

problemas que se presentan en la actualidad en el campo científico [Koike y Takagi, en <http://btn.ontology.ims.u-tokyo.ac.jp>].

La presentación de evidencias que fomentó la crítica y el análisis, se realizaron de forma heterogénea, el 40 % de los alumnos alcanzaron primero esta meta haciendo explícitos sus conocimientos y capacidades. Este grupo de alumnos hicieron extensivo en el trabajo en equipo, fomentando el aprendizaje colaborativo lo cual favoreció las interacciones y el aprendizaje.

En biología molecular, la mayoría de los hechos científicos, se expresan en el idioma natural, el inglés, esto dificultó el aprendizaje de la semiótica, y ambos se desarrollaron como procesos cognitivos relacionados. El pensamiento estuvo determinado por el lenguaje y éste se favoreció desde las exigencias del discurso y el intercambio en el aula. La comunicación oral y escrita, fueron indispensables favoreciendo la apropiación de conocimientos. Los alumnos aprendieron en forma eficiente cuando fueron capaces de expresar, comunicar, resolver problemas y reflexionar con otros.

Dado que la cantidad información es abundante, la recuperación y la extracción de la información representó una tarea agobiante y las dificultades con respecto al rendimiento de la lectura fueron evidentes, inclinando las referencias a la tecnología de la información y la comunicación.

Los alumnos que concluyeron con la educación básica o que seguirán otras carreras no científicas y técnicas, adquirieron la alfabetización científica y tecnológica necesaria para enfrentar los contenidos culturales y sociales respecto a la influencia de la biología molecular en la era postgenómica coincidente con era de la información y la sociedad del conocimiento. Se observó que los alumnos de la ENP tienen alta dependencia por la clase expositiva, la cual se desarrolló en forma interactiva y fue la mejor aceptada por los alumnos.

Finalmente, los resultados obtenidos en la evaluación diagnóstica respecto a los resultados en la evaluación formativa, indicaron que el aprendizaje fue significativo y se apreció el cambio conceptual. Las estrategias didácticas y los recursos utilizados, formas de evaluación alternativas fueron congruentes, los alumnos participaron en la evaluación y realizaron la evaluación metacognitiva, evaluando el proceso de su aprendizaje [Donati *et al.*, 1995]. En la evaluación metacognitiva se observó progreso creciente en la autonomía y regulación del aprendizaje, la interacción entre los alumnos, el análisis y la elaboración.

## VI. 1 PERSPECTIVAS

---

Esta propuesta no resuelve todos los problemas de la educación en la biología como ciencia desde la perspectiva de la biología molecular, será necesario ajustar algunos de los planteamientos de acuerdo a las condiciones de cada grupo de estudiantes y profesores, entonces será posible replantear algunas de las estrategias de enseñanza aprendizaje

Los educadores de la biología tienen en frente el desafío de entrenar a sus estudiantes en el conocimiento de las técnicas modernas de la biología molecular incluyendo biotecnología, genómica y bioinformática, para complementar el desarrollo cognitivo, sin embargo, estas áreas requieren de un conocimiento sólido a nivel básico.

Actualmente, se necesita una humanidad y un mundo natural que sufre las acciones de un desarrollo tecnoindustrial. La alternativa que el paradigma y método de la complejidad propone hoy en día de cara a la reforma (y al mismo tiempo, profundización) del concepto clave de racionalidad seguirá dirigido hacia una imprescindible Razón Ecológica.

Después del proyecto del genoma humano se abrió una nueva configuración y una nueva dirección que conducirá a los profesores y a los alumnos a enfrentar nuevos desafíos en el dominio de la vida y la evolución.

A futuro será importante desafiar y poner en perspectiva estrategias adicionales para impulsar la transformación de la educación, de la capacitación y aumentar el potencial científico-tecnológico, a fin de que los alumnos de la Educación Media Superior se vinculen a la democracia, la equidad y sobre todo a la competitividad internacional y evitar el rezago en las dinámicas científicas de la biología molecular con sus respectivas posibilidades alternativas en el tratamiento de muchas enfermedades actuales y emergentes.

La biología molecular pone de manifiesto cómo se determina la formación del científico y su incorporación al mundo de la ciencia, su desenvolvimiento en el mismo; medidas del grado de autonomía y dependencia, circunstancias que seguirán influenciando su actividad y repercusiones.

## VII. BIBLIOGRAFÍA

---

1. Abir-Am, P. 2001. French DNA: Trouble in Purgatory, and: Who Wrote the Book of Life? A History of the Genetic Code (review). *Technology and Culture*. 42: (2), pp. 390-392
2. Acevedo, DJA; Vázquez AA; Manassero MMA y Acevedo RP. 2003. Creencias sobre la tecnología y sus relaciones con la ciencia. *Revista Electrónica de las Ciencias* 2(3);1-24
3. Acevedo, J.A., Vázquez, A. y Manassero, M.A. 2003. Papel de la educación CTS en una alfabetización científica y tecnológica para todas las personas. En línea en *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 2, 2, Artículo 1.
4. Aikenhead, G.S. 2002. STS Education: A Rose by Any Other Name. En R. Cross (Ed.): *A Vision for Science Education: Responding to the Work of Peter J. Fensham*. New York: Routledge Press.
5. Alberts, B. 2005. *Biología molecular de la célula*. España. Omega. Alcántara, A. y Zorrilla JF. Globalización y educación media superior en México. En busca de la pertinencia curricular. *Perfiles Educativos* vol. XXXII, núm. 127, 2010 IISUE-UNAM
6. Alcántara A, Zorrilla JF. Globalización y educación media superior en México. En busca de la pertinencia curricular. *Perfiles Educativos* 2010; XXXII38-57.
7. Allen, D y Tanner K, 2003. *Approaches to Cell Biology Teaching: Learning Content in Context—Problem-Based Learning*. *Cell Biology Education* Vol. 2, 73–81,
8. Ametller J.; Pintó R. 2002. Students' reading of innovative images of energy at secondary school level. *International Journal of Science Education*, 24;(3) pp. 285-312(28)
9. Aparicio, JJ. y Rodríguez Moneo, M. 2000. Los estudios sobre el cambio conceptual y las aportaciones de la Psicología del Aprendizaje. *Tarbiya, Revista de Investigación e Innovación Educativa, "Monográfico Cambio Conceptual y Educación"*, 26, 13-30.
10. Ander EE. 2001. *Planificación Educativa: Conceptos, métodos, estrategias y técnicas para educadores*. Editorial Colección desarrollo social. Argentina
11. Anderson, J.R. 1983. *The architecture of cognition*. Londres: Harvard University Press.
12. Angulo VR. 2007. *La estructura conceptual científico didáctica*. México: Coedición CONACyT/ Universidad Autónoma de Guerrero /Seminario Currículum y Siglo XXI del IISUE-UNAM/Universidad Autónoma de San Luis Potosí/Plaza y Valdés.
13. Arnaz, JA, *La planeación Curricular*, Trillas, México, 1995
14. Ausubel, D. 1976. *Psicología educativa: un punto de vista cognoscitivo*. México D.F.: Trillas.
15. Ausubel, DP., Novak, JD, Hanesian, H., 1987. *Psicología Educativa. Un punto de vista cognoscitivo*. 2ª Ed. España: Editorial Trillas.
16. Banco Mundial, Educación. Documento de política Sectorial. Washington, D.C. 1975. p 25
17. Baker, L. 1991. Metacognition, reading and science education, en Santa, C.M. y Alvermann, D. (eds.), *Science learning: Processes and applications*. Newsdale, Delaware: International Reading Association.
18. Bishop, M. 2003. Omics research and bioinformatics—joined-up thinking of anarchy? *Brief Bioinform*, 4(4):313
19. Brame CJ, Pruitt WM, and Robinson LC. 2008. A Molecular Genetics Laboratory Course Applying Bioinformatics and Cell Biology in the Context of Original Research. *CBE—Life Sciences Education* Vol. 7, 410–421
20. Bell, D. 1973. *Advenimiento de la sociedad post-industrial. Un intento de pronosis social*. Madrid. Alianza Editorial (2001) Original en inglés 1973.
21. Bell, D. 2001. *Advenimiento de la sociedad post-industrial. Un intento de pronosis social*. Madrid. Alianza Editorial
22. Bermudez, G. 2007. *Construyendo comprensiones maestras en Ecología. Resolución de situaciones problemáticas sobre biodiversidad y perturbaciones*. En A.L. De Longhi y M.P. Echevarriarza (Compiladoras), *Diálogo entre diferentes voces. Un proceso de formación docente en Ciencias Naturales en Córdoba-Argentina* (pp. 87-110). UNESCO. UNC. ISBN: 978-987-572-088-7. Córdoba: Universitas.
23. Bosco, HMD. 2003. Documento: *Práctica de Investigación, para obtener el grado de Maestra en Pedagogía, La formación docente en el Sistema de Universidad Abierta de la UNAM, Facultad de Filosofía y Letras. Un estudio de caso. (referido directamente por la autora)*.
24. Bowen, B. A. 1999. Four puzzles in adult literacy: Reflections on the national adult literacy survey. *Journal of Adolescent and Adult Literacy*, 42, 314-323
25. Bruner, J. 2000. *La educación, puerta de la cultura*. España, Visor.
26. Bruner, J. 1997. *La educación puerta de la cultura..* Madrid. Visor.
27. Bruner, J. 1986. *Pensamiento y lenguaje*. (Compilador José Luís Linaza). México: Alianza Psicológica.
28. Bruner, JS. 1972. *El Proceso Mental en el Aprendizaje*. Uteha, México.
29. Bruner, JS: 1961. The act of discovery. *Harvard Educational Review*, 31, 21-32.
30. Bruner, JS, Goodnow, JJ. y Austin, G. A. 1956. *El proceso mental en el aprendizaje*. Madrid: Morata.

31. Bueno, E. 2000: "Creación, medición y gestión de intangibles: propuesta de modelo conceptual", en *Formas y Reformas de la Nueva Economía*, monografía 1, Madrid, pp.43-48.
32. Bueno, E.; Byosiere, P.; Salmador, M.P.; Senoo, D.2000: "La construcción de una red de conocimiento transorganizativa", en Bueno, E.; Salmador, M.P. (eds.): *Perspectivas sobre dirección del conocimiento y capital intelectual*, I.U.E. Euroforum Escorial, Madrid.
33. Burón, J. 1996 *Enseñar a aprender: Introducción a la metacognición*. Bilbao. Ediciones Mensajero.
34. Buzán, Tony. (1996). *El Libro de los Mapas Mentales*. Editorial Urano. Barcelona.
35. Bybee, R.W., Deboer, G.E. 1994. *Research on Goals for the Science Curriculum*. En D.L. Gabel (Ed) *Handbook of Research on Science Teaching and Learning*. 357-383. (MacMillan: New York)
36. Bybee Zoller, R.W., Ben-zvi, N. 1998. *Transforming Goals to Practices*. En Fraser, B.J. y Tobin, K.G. (Ed). *International Handbook of Science Education*. 487-498 .(Kluwer Academic P.; Dordrecht).
37. Bybee, R.W. 1997. *Achieving scientific literacy: From purposes to practices*. Portsmouth, NH: Heinemann.
38. Callon, M. y Latour, B. (eds., 1991): "Al fin llegó Thomas Kuhn", En *La science telle qu'elle se fait*. Anthologie d'articles de langue anglaise. París, Pandore.
39. Camarena, V RM, et al. 1985. "Reflexiones en torno al Rendimiento Escolar y la eficiencia terminal", *Revista de la Educación superior*, México, núm. 53.
40. Camero RE y Ochoa de Toledo M. 2006. Resultados preliminares de la aplicación de simulación-juego (modificada) sintetiza la proteína. *Revista de investigación* 2006. 165-188
41. Campanario, JM y Moya, A. 1999. ¿cómo enseñar ciencias? Principales tendencias y propuestas. *Enseñanza de las ciencias*, 1999. 17 (2), 179-192
42. Campanario, J.M., Cuerva, J., Moya, A., Otero, J.C. 1998. La metacognición y el aprendizaje de las ciencias. E. Banet y A. de Pro (Eds.) *Investigación e innovación en la enseñanza de las Ciencias*, Vol. I, (pp. 36-44). Murcia: Ed. DM.
43. Cañal de León, P. 2004. La alfabetización científica: ¿necesidad o utopía? *C y E: Cultura y educación*, 16(3), 245-258.
44. Castaño, C y Palazzo JG. Nuevos escenarios pedagógicos a través de redes semánticas para el autoaprendizaje a lo largo de la vida (Life Long Learning). En [http://www.ehu.es/palazio/feccoo/apuntes\\_nuevos-escenarios.pdf](http://www.ehu.es/palazio/feccoo/apuntes_nuevos-escenarios.pdf)
45. Chadwick CB. 1997. *Tecnología Educativa para el Docente*, Paidós, 4ª edición, España.
46. Chamizo JA. 2003. Una tipología de los modelos para la enseñanza de las ciencias. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias* en <http://www.apac-eureka.org/revista>. Consulta 2007
47. Chen C, Crone CW y Voss JE. 2004. Aleaciones formas de memoria para demostraciones en el laboratorio, salón de clases y proyectos estudiantiles. *Journal of material education* año/vol 26, Numero 3 y 4. Universidad Autónoma del Estado de México: University of North Texas. Toluca Mex., Pp 313-320
48. Cohen FE, Pan KM, Hunag Z. Baldwin M, Fletterick RJ, Prusiner SB. 1994. Structural clues to prion replication *Science* 264(5158):530-1
49. Coll, C. 1988. Significado y sentido en el aprendizaje escolar. *Infancia y Aprendizaje*, 41, 131-142.
50. Coll, C. 1990 *Aprendizaje escolar y construcción del conocimiento*. Paidós. Buenos Aires.
51. De Chadarevian S y Kamminga H. 1998. *Molecularizing Biology and Medicine: New Practices and Alliances, 1910s-1970s*. Harwood Academic. Amsterdam.
52. De Robertis, et al. 2005. *Biología celular y molecular*. España. Atenea.
53. Dewey, J., 1975. *Experiences in Education*. New Cork. Collier Books:
54. Dewey J. 1964. *A Common Faith*. New Haven, Yale University Press, 1934, 87 pp.
55. Dewey, J. 1954. *Experiencia y Educación*. Buenos Aires: Losada.
56. Díaz Barriga, F. 2005. *Enseñanza situada. Vínculo entre la escuela y la vida*. México: McGraw Hill.
57. Díaz BF. y Hernández G. 2002. *Estrategias docentes para un aprendizaje significativo. Una interpretación constructivista* (2ª. ed.). México: McGraw Hill.
58. Díaz BF. 2003. *Cognición situada y estrategias para el aprendizaje significativo*. *Revista Electrónica de Investigación Educativa*, 5 (2). <http://redie.ens.uabc.mx/vol5no2/contenido-arceo.html>
59. Díaz BF. Las rúbricas: su potencial como estrategias para una enseñanza situada y una evaluación auténtica del aprendizaje. *Rev. Perspectiva Educativa*, Instituto de Educación PUCV, Chile, No. 43, I Semestre 2004, págs 51-62.
60. Díaz BF y Muriá. 1998. El desarrollo de habilidades cognitivas para promover el estudio independiente, en: *Educativas, tecnología y comunicación*. México. ILCE, año 12, No. 27. Enero-Junio, Págs. 17-28
61. Dickerson, R 1978. La evolución química y el origen de la vida. *Investigación y Ciencia* N° 26. Nov 1978.
62. Domínguez, J.M. 2000. «Evolución de las formas de hacer y de pensar sobre un sistema material, en el marco de la termodinámica y del modelo de partículas. Estudio mediante esquemas de acción y de razonamiento». Tesis doctoral. Servicio de Publicaciones de la Universidad de Santiago de Compostela. Santiago de Compostela.

63. Domínguez, AH y Pérez, GMH. 1993. El bachillerato evolución e influencia en la demanda de carreras a nivel licenciatura. Perfiles educativos No. 62
64. Drucker, PF. 1969: *The Age of Discontinuity: Guidelines to Our Changing Society*, New York. Harper and Row
65. Duellman MC, Lukaszuk JM, Prawitz AD y Brandengurg JP. 2008. Protein supplement users among high school athletes have misconceptions about effectiveness. *J. Strength Cond Res.*22(4):1124-9
66. Dundr M. y Misteli T, 2001. Functional architecture in the cell nucleus. *Biochem J* 356: 297-310
67. Duschl, RA. 1990. *Reestructuring Science Education*. Nueva York: Teachers College Press. Trad. de Álvarez, V. 1997. *Renovar la enseñanza de las ciencias. Importancia de las teorías y su desarrollo*. Madrid: Narcea.
68. Duschl, RA. 1995. Mas allá del conocimiento: los desafíos epistemológicos y sociales de la enseñanza mediante el cambio conceptual. *Enseñanza de las Ciencias*, 13(1), pp. 3-14.
69. Duffy G.G. y Roehler L.R. 1989. Why Strategy Instrucción is so difficult and what we need to do about it. In C. B. McCormick, G. Miller and M. Pressley (eds.) *Cognitive strategy research: from basic research to educational applications* (pp.133–154). New York: Springer-Verlag.
70. Duit R., 1996, The constructivist view in science education. What it has to offer and what should not be expected from it. *Investigações em ensino de ciências*, 1, 40-75.
71. Duschl, RA. 1997. *Renovar la Enseñanza de las Ciencias. Importancia de las teorías y su desarrollo*. Madrid. Narcea.
72. Einstein, AE e Infeld, L.1986: *La evolución de la Física*. Barcelona. Salvat
73. Emmeche, C. 1998: "The Agents of Biomass", p. 64-79 in: Andreas Jürgensen & Carsten Ohrt (eds.): *The Mass Ornament. The mass phenomenon at the turn of the millenium*. Kunsthallen Brandts Klædefabrik, Odense.
74. Espinoza M, Weckmann GC. 1995. Taller de Estudio Independiente. México, ILCE, pag5. 225-226
75. Egan K. 1976. *Structural communication*. Belmont, Calif. Fearon Publishers,
76. Escámez PAM. 2010. Enseñar Biología hoy en los niveles obligatorios o el reto de una enseñanza motivadora para un aprendizaje significativo en los tiempos que corren.
77. Flavell J. 1976. *Metacognitive aspects of problem solving*. En Resnik, L. B. *The Nature of Intelligence*. Hillsdale, L.E.A.
78. Faure, E. 1973. *Aprender a ser: La educación del futuro*. Tr. Carmen Paredes de Castro. Madrid. Alianza
79. Fernández, PJA, Chumacero, PA y Vera, RF. 2006. Los estudios de trayectoria escolar. Su aplicación en la educación media superior. *Graffylia. revista de la facultad de filosofía y letras*. pp 24-29
80. Fernández, J.; González, B.; Moreno, T. 2003: Las analogías como modelo y como recurso en la enseñanza de las ciencias. *Alambique*, nº 35, 82-89
81. Flavel, J.H. 1978. The development of knowledge about visual perception. In C.B. Keasey (Ed.), *Nebraska symposium on motivation* (pp. 43-76). Lincoln: University of Nebraska Press.
82. Flores, Fernando, Ma. Eugenia Tovar y Leticia Gallegos. 2003. "Representation of the cell and its processes in high school students: an integrated view. *Int. J. Sci. Edu.* Vol 25, No. 2: 269-286.
83. García LB. 2004. Temas fundamentales en la investigación educativa. Buendía E; González GD. y Pozo LIT. (coords.). *Temas fundamentales en la investigación educativa*, colección Aula abierta, Madrid: La Muralla. RMIE, 9(23), 1051-1054
84. García AL. 2001. *La educación a distancia. De la teoría a la práctica*. Barcelona, Ariel-Educación. Pág. 156-157
85. Gagne, RM. 1977 *Principios básicos del aprendizaje para la instrucción*, México, Diana.
86. Gagné, R. 1970. *Las condiciones del aprendizaje*. Aguilar. Madrid.
87. Garret, R.M., 1986. Issues in science education: problem solving creativity and originality, *International Journal Science Education*, 9(2), pp. 125-137.
88. Gellon G.; Feher, E.; Furman, M.; Golombek, D. 2005. *Ciencia en el aula. Lo que nos dice la ciencia sobre cómo enseñarla*. Editorial Paidós.
89. Gil, D. y Valdés, P. 1995. Contra la distinción clásica entre «teoría», «prácticas experimentales» y «resolución de problemas»: el estudio de las fuerzas elásticas como ejemplo ilustrativo. *Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales*, 9, pp. 3-25.
90. Glinz FPE. Un acercamiento al trabajo colaborativo *Revista Iberoamericana de Educación*. Último acceso, abril 2008. En <http://www.rieoei.org/deloslectores/820Glinz.PDF>
91. González M A. 2000. Seguimiento de trayectorias escolares, México, ANUIES.
92. Grande MA, I van der Kraan, L de Jong and R van Driel. 1997. Nuclear distribution of transcription factors in relation to sites of transcription and RNA polymerase II. *Journal of Cell Science*, 110(15); 1781-1791.
93. Grigoro, MG. 2006. Global dynamics of biological systems from time-resolved omics experiment. *Bioinformatics* 22(12):1424-1430.
94. Gowin, DB. 1981. *Educating*. Ithaca, N.Y.: Cornell University Press. 210 p.
95. Guevara Niebla, G. 1999. México: ¿Un país de reprobados?. *Revista Nexos*, 162.

96. Handelsman J, Ebert-May D, Beichner R, Bruns P, Chang A, R. DeHaan, J. Gentile, S. Lauffer, J. Stewart, S. M. Tilghman, W. B. Wood. Scientific teaching. *Science*. 2004;304:521–522.
97. Handelsman J, Miller S, and Pfund Ch. 2007. *A Manual for the Scientific (Teaching) Revolution*. Review of: *Scientific Teaching*, 2007; 184 pp.; W. H. Freeman and Company (New York); ISBN-13:978-1-4292-0188-9. CBE—Life Sciences Education Vol. 6, 271–272, Winter 2007.
98. Hansen, N, Ward S, Khosla R, Fenwick J, and Moore. B. 2007. What Does Undergraduate Enrollment in Soil and Crop Sciences Mean for the Future of Agronomy? . *Agron. J.* 99:1169–1174.
99. Heimlich, J. y Pittelman, S. 1990 *Los mapas semánticos*, Madrid: Visor.
100. Hernández, F.: "La globalización mediante proyectos de trabajo", *Cuadernos de Pedagogía*, nº 155, enero 1988. Barcelona.
101. Hodson, D., 1992. In search of a meaningful relationship: an exploration of some issues relating to integration in science and science education. *International Journal of Science Education* 14 (5), 541-562.
102. Hobbs, R. y Frost, R. (1999). "Instructional practices in media literacy education and their impact on students' learning". *New Jersey Journal of Communication*, 6(2), 123-148.
103. Hubbard, Ruth. 1990. *The politics of women's biology*: New Brunswick: Rutgers University Press.
104. Jill C. Sible, Dayna E. Wilhelm, and Muriel Lederman. 2006. *Teaching Cell and Molecular Biology for Gender Equity*. CBE—Life Sciences Education Vol. 5, 227–238, Fall 2006
105. Judson, FH. 1996. *The eighth day of creation : makers of the revolution in biology* New York, Cold Spring Harbor Laboratory Press (expanded edition), 1996, xxii + 714 pp.
106. Kay, EL. 1994. *The Molecular Vision of Life: Caltech, the Rockefeller Foundation, and the Rise of the New Biology*. Vol. 85, No. 1 pp. 183-184. The University of Chicago Press.
107. Kay, EL. 2000. *Who Wrote the Book of Life? A History of the Genetic Code*. 472 pp. 29. Stanford University Press
108. Kilpatrick, HW, en Knoll M. *Faking a dissertation: Ellsworth Collings, William H. Kilpatrick, and the 'project curriculum*. *Journal of Curriculum Studies*, 1366-5839, Volume 28, Issue 2, 1996, Pages 193 – 222
109. Kuhn, T.S. 1970. *The Structure of Scientific Revolutions*, Chicago, University of Chicago Press, En español, *La estructura de las revoluciones científicas*, Fondo de Cultura Económica, México, 1971.
110. Lamond A I, Earnshaw W C (1998) Structure and function in the nucleus. *Science* 280: 547- 553.
111. Lamond AI, Sleeman JE (2003) Nuclear substructure and dynamics. *Curr Biol.* 13:R825-8.
112. Lamond AI, Spector DL. Nuclear speckles: a model for nuclear organelles. *Nat Rev Mol Cell Biol.* 2003 Aug; 4 (8):605-12. Review.
113. Lehninger Nelson L y Michael M. Cox *Principios de Bioquímica*. 4ª. Ed. Barcelona. Omega
114. Maudsley G. 1999. Do we all mean the same thing by "problem-based learning"? A review of the concepts and a formulation of the ground rules. *Acad Med*:74
115. Mansell, R. 1998. *Knowledge Societies: Information Technology for Sustainable Development*. Oxford University Press
116. McGriff, SJ. 2000 *Instructional Systems*, College of Education, Penn State University
117. McKinney K, Graham-Buxton M. The use of collaborative learning groups in the large class: is it possible? *Teach. Sociol.* (1993);21:403–408
118. Martín-Gordillo, M. 2003. Metáforas y simulaciones: alternativas para la didáctica y la enseñanza de las ciencias. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 2, 3, Artículo 10.
119. Martínez, CC. 2005. Tesis de Grado. Subclonación de los genes *mutA* y *mutB* de *Saccharopolyspora erythraea*. Facultad de Medicina. UNAM
120. Mintzes, J. J., Wandersee, J. H., y Novak, J. D. (Eds.). (1998). *Teaching Science for Understanding. A human constructivist View*. USA: Academic Press.
121. Moreno HI. 2004. *Uso de todo tipo de materiales didácticos*. Madrid. Omega
122. Mottet, G. 1996. Les situations-images. Une approche fonctionnelle de l'imagerie dans les apprentissages scientifiques à l'école élémentaire. *Aster*, 22, 15-56.
123. Mullis K (1994) "The Polymerase Chain Reaction". Birkhauser Press.
124. Nisbet J y Shucksmith J. 1987. *Estrategias de aprendizaje*. Madrid : Santillana,
125. Novak, J. D. 1982. *Teoría y práctica de la educación*. España: Alianza.
126. Novak, J.D. y Gowin, D.B. 1988. *Aprendiendo a aprender*. Barcelona: Ediciones
127. Martínez, GA y Piña, GE. (Compiladores). 1997. « *Aprendizaje de la medicina Basado en Problemas* ». Ed. Fac. Medicina, UNAM. P. 247.
128. OCDE, *Société du savoir et Gestion des Connaissances*", Paris, 2000.
129. Olby, CR. 1974. *The Path to the Double Helix* by, 510 pp. University of Washington Press.
130. Ortega, G.D. 2003. *Educación, libertad y tolerancia: vida y pensamiento de Bertrand Russell*. Madrid. Biblioteca Nueva
131. Otero, J. 1990. Variables cognitivas y metacognitivas en la comprensión de textos científicos: el papel de los esquemas y el control de la propia comprensión. *Enseñanza de las ciencias: Revista de investigación y experiencias didácticas*. 8(1); 17-22



132. Oyama,
133. Paz, A. 2006. La adrenalina y las situaciones de estrés. Discutir para comprender. En A.L. De Longhi; A. Ferreyra; A. Paz.; G. Bermudez; M. Solís; E. Vaudagna y M. Cortez, Estrategias de enseñanza de Ciencias Naturales en el nivel medio (pp. 85-104). Córdoba: Universitas.
134. Paz, A. y Bermudez, G. 2006. Adaptación de los pijos a los insecticidas: un problema cotidiano para aprender sobre evolución. En A.L. De Longhi; A. Ferreyra; A. Paz.; G. Bermudez; M. Solís; E. Vaudagna y M. Cortez, Estrategias de enseñanza de Ciencias Naturales en el nivel medio (pp. 105-116). Córdoba: Universitas.
135. Pérez GÁ. 1992. Los procesos de enseñanza – aprendizaje. Análisis didáctico de las principales teorías de aprendizaje. En: Gimeno Sacristán José. Comprender y transformar la enseñanza. Págs. 52-53
136. Plück A y Klasen C. 2009. Generation of chimeras by microinjection. *Methods Mol Biol.* 562: 199-217
137. Piaget, J "Psicología y Pedagogía". 1983. Sarpe, Madrid.
138. Piaget, J. 1973. Memory and intelligence: New York: BasicBooks.
139. Posner, G.J.; Strike, K.A.; Hewson, P.W.; Gertzog, W.A. (1982) Accommodation of a scientific conception: Toward a theory of conceptual change. *Science Education*, 66, 211-227.
140. Pozo, J. I., y Gómez, C. 2004. Aprender y Enseñar Ciencia. Madrid: Ediciones Morata
141. Pozo, JI. 1999. Más allá del cambio conceptual: el aprendizaje de la ciencia como cambio representacional. *Enseñanza de las ciencias.* 17 (3)
142. Pozo, J.I. y Gómez, M.A. 1998. Aprender y enseñar ciencia. Del conocimiento cotidiano al conocimiento científico.
143. Pozo, JI. 1996. Aprendices y maestros. Madrid: Alianza Psicología Minor.
144. Pozo JI. 1993. Psicología y Didáctica de las ciencias de la naturaleza, ¿concepciones alternativas?. *Rev. Infancia y aprendizaje*, 62-63, pp. 187-204.
145. Pozo, JI. 1991. Las ideas de los alumnos sobre la ciencia: una interpretación desde la psicología cognitiva. *Enseñanza de la Ciencias.*
146. Pozo, J.I. 1989. Adquisición de estrategias de aprendizaje@. *Cuadernos de Pedagogía*, 175: 8-11
147. Psacharopoulos, G. y Véllez, E., 1992. "Schooling, ability and Earnings in Colombia, Economic Development and Cultural Change, 40,3, Abril, p.629. Citado por Zogaib, AE 1999
148. Romero P, Wagg J, Green ML, Kaiser D, Krummenacker M, Karp PD. Computational prediction of human metabolic pathways from the complete human genome. *Genome Biol.* 2005;6(1):R2
149. Rothkopf, E. 1969. Learning as a consequence of the learner's task involvement under different conditions of feedback. En Anderson Richard, Gerald Faust y Lyle Burne (Eds.). *Current Research on instruction.* NJ: Prentice-Hall.
150. Rogers, C. 1979. El proceso de convertirse en persona. Buenos Aires: Paidós.
151. Ross. AE. 1901. Social Control survey of the foundations of order. 463pp. New York : Macmillan Co.
152. Ryan MT, Sweeney T. Integrating molecular biology into the veterinary curriculum. *J Vet Med Educ.* 34(5):658-73.
153. Santrock, JW. 2001. Psicología de la educación. Ed. McGraw Hill. Méx. P. 586.
154. Sarkar, S.(ed): *The Philosophy and History of Molecular Biology: New Perspectives*, Dordrecht, Kluwer Academic Publishers, 1996.
155. Savery, RJ. And Duffy, MT. 1995. "Problem Based Learning: An instruccional model and ist constructivist framework" *Educational Tecnology* No. 35. Pp. 31-38. Also in B. Wilso (Ed) *Constructivist Learning Environments: Case Studies in Instructional Desing.* 1995. Pp. 135-150.
156. Sayre, A. 1975. Rosalind Franklin and DNA. 221 pp. New York, W. W. Norton & Company
157. Smith JJ, Baum DA and Moore A. The need for molecular genetic perspectives in evolutionary education (and vice versa). *Trends Genet* 2009. 25(10):427-9.
158. Smith, P. and Ragan, T. 1999. *Instructional design.* New Jersey: Merrill
159. Prentice Hall, 2da Edición
160. Solís, M. y Vaudagna, E. 200). Enseñar para generar conductas de prevención del VIH-sida y superar representaciones erróneas. En A.L. De Longhi; A. Ferreyra; A. Paz.; G. Bermudez; M. Solís; E. Vaudagna y M. Cortez, Estrategias de enseñanza de Ciencias Naturales en el nivel medio (pp. 117-134). Córdoba: Universitas.
161. Stehr, N. 1986. Knowledge society . (ed. with Gernot Böhme) Knowledge Society (D. Reidel Publishing
162. Storey, R y Carter, J. 1992. Why the scientific method? Vol. 59 (9), pp. 18-21.
163. Strike, K. A. and Posner, GJ, 1985. A Conceptual Change View of Learning and Understanding, en: *CognitiveStructure and Conceptual Change*, L.H.T. West and A. L. Pines, editores, Orlando, Academic Press. [UNAM en el tiempo](#)
164. UNESCO. ORG 2005-2014
165. Tolonen N, Doglio L, Schleich S, and Krijnse Locker J. Vaccinia Virus DNA Replication Occurs in Endoplasmic Reticulum-enclosed Cytoplasmic Mini-Nuclei. *Molecular Biology Cell* Vol. 12, Issue 7, 2031-2046, 2001.



166. Venturelli, J. 2003. Educación Médica. Nuevos enfoque, metas y métodos. Ed. Organización Mundial de la Salud. P. 135.
167. Vigotski, L. S. 1979. El desarrollo de los procesos psicológicos superiores. Barcelona: Crítica.
168. Vigostky, L. 1973. Pensamiento y lenguaje. Buenos Aires. La Pléyade.
169. Vilches, A., Furió, C. 1999. Ciencia, Tecnología y Sociedad: Implicaciones en la Educación Científica para el siglo XXI. I Congreso Internacional "Didáctica de las Ciencias"
170. Voigt B. and Serikawa T. 2009. Pluripotent stem cells and other technologies will eventually open the door for straightforward gene targeting in the rat. *Disease Models & Mechanism* 2, 341-343
171. Wallon, H. 1975. Los orígenes del carácter del niño. Buenos Aires. Nueva Visión.
172. Waterman, M. A. and E. D. Stanley (2004). Doing Science Collaboratively with Investigative Case-Based Learning. *Strategies for Success*. San Francisco, CA, Benjamin Cummings. 41: 4-6.
173. Zoller, U. Donn, S., Wild, R., Beckett, P. 1991. Teachers' Beliefs and Views on Selected Science-Technology-Society Topics: A probe into STS Literacy Versus Indoctrination. *Science Education*, 75 (5), 541-561.
174. Yan Z, Sun X, Engelhardt JF. 2009. Progress and prospects: techniques for site-directed mutagenesis in animal models. *Gene Ther.* 16(5):581-8.

#### Páginas Web

1. [www.unameneltiempo](http://www.unameneltiempo)
2. HUGO. [http://www.ornl.gov/sci/techresources/Human\\_Genome/home.shtml](http://www.ornl.gov/sci/techresources/Human_Genome/home.shtml)
3. <http://www.posgrado.unam.mx/madems>
4. [http://www.unam.mx/pdfs/paginas/27\\_es\\_comunidad-unam-estudiantes-oferta-academica-bachillerato.pdf](http://www.unam.mx/pdfs/paginas/27_es_comunidad-unam-estudiantes-oferta-academica-bachillerato.pdf)
5. <http://dgenp.unam.mx/>; [http://www.unam.mx/pdfs/paginas/27\\_es\\_comunidad-unam-estudiantes-oferta-academica-bachillerato.pdf](http://www.unam.mx/pdfs/paginas/27_es_comunidad-unam-estudiantes-oferta-academica-bachillerato.pdf)
6. <http://dgenp.unam.mx/>.
7. Koike y Takagi, en <http://btn.ontology.ims.u-tokyo.ac.jp>

## VIII. ANEXO

### CRITERIOS DE EVALUACIÓN

---

#### VIII.1. Criterios para el trabajo en clase, extraclase y en la investigación dirigida.

Al inicio del curso, se dio a conocer a los alumnos, las acciones para el logro de los objetivos y que se evalúan durante el trabajo en el aula y fuera de ella.

**Sencillez.** Mostrar una actitud y una manera no complicada de pensar y actuar. En las preguntas, observación de datos, una mínima reflexión constituye la esencia de la investigación.

**Apego.** Incorporar el gusto por el conocimiento. Todo proceso de investigación que comienza con una búsqueda que debe ser de interés para realizar cualquier una investigación.

**Fundamentación.** Apoyar el proceso de la formación en investigación desarrollando las condiciones de percepción, razonamiento y valores, sentido de trascendencia, e imaginación.

**Estructura del pensamiento.** Aprender a investigar se relaciona con 'aprender a pensar' y favorece la adquisición de conocimiento y habilidades como la curiosidad, la observación, el análisis, la crítica, conceptualizar y desenvolverse de forma metódica y reflexiva.

**Aprendizaje.** Se formará en la investigación aprendiendo a aprender, acercándose a los medios que permitirán construir el conocimiento, los procedimientos, las habilidades y valores que le confieran autonomía.

**Formalidad y actualidad.** Conocer la información reciente y utilizar literatura referenciada. Acudir a los libros, publicaciones científicas o de divulgación y eventualmente, a las tecnologías de la información y la comunicación.

**Unidad.** Se buscará que el alumno alcance la coherencia y armonía (complementación, coordinación, cooperación). Haciendo compatible y proporcional la investigación con la realidad.

**Discernimiento.** Identificar estos conceptos fundamentales para que pueda realizar una secuencia de los elementos a estudiar.

**Orden.** Conducir la investigación y trabajo en una forma organizada, constante, firme, disciplinada y con voluntad para acercarse al conocimiento y desarrollo del pensamiento.

**Resolución de problemas.** Desarrollar las competencias básicas de un profesional y estas se orientan a la solución de problemas. Dedicuen parte del trabajo a resolver problemas.

**Instrucción.** Se refiere a la figura de quien orienta o guía, es decir el maestro, rector de la investigación dirigida como formación para el alumno. El docente introduce al alumno al conjunto de saberes; le enseña a dudar y buscar; le infunde la cultura; estructurando valores y caracteres humanos desde su propia experiencia. Tiene autoridad personal y sabe recibir y cumplir con responsabilidad su trabajo de orientador. Siempre está para colaborar en la formación del alumno y dirigirlo a resolver las dudas de la investigación.

## VIII.2 Guía para el reporte de actividades experimentales

El informe de las actividades consistió de un reporte con la información necesaria para que el trabajo sea reproducible y comparable. Se utilizó el método científico a modo de publicación formal de la literatura científica con introducción, material y métodos, resultados-discusión y conclusiones de los aspectos más relevantes. En los resultados incluyeron esquemas, cuadros, figuras, gráficas que apoyaran o simplificaran el reporte, terminando con la referencia de la literatura consultada.

**Introducción.** En la introducción informaron del propósito, la importancia y el conocimiento actual del tema, citando las contribuciones más relevantes en esa materia. Al final de la introducción se incluirán tres apartados, de forma independiente. La justificación, la hipótesis y los objetivos.

**Material y método.** Explicarán el procedimiento con que desarrollaron la investigación, el material utilizado, los criterios de elección del objeto de estudio, considerando los controles negativos y positivos. Indicarán la secuencia de actividades.

Si se trata de una metodología original se expondrán las razones por las que se utilizó. Si la investigación se va realizar con humanos se indicará si se tuvo en cuenta los criterios éticos aprobados por la comisión correspondiente del centro en el que se realizó el estudio y si se han respetado los acuerdos de la declaración de Helsinki, elaborada por la Asociación Médica Mundial. Los nombres, e iniciales de las personas que hayan participado en el estudio no se incluirán para preservar la confidencialidad. Podrán adjuntar el consentimiento informado. Se redactará en tiempo pasado (se midió, se estudió, se analizó, se comprobó, etc.). Al describir el material se proporcionarán todos los detalles necesarios y las especificaciones técnicas. Si se trabaja con material biológico se han de caracterizar perfectamente.

**Resultados.** Se presentarán en tiempo pasado, y serán expuestos mediante texto, cuadros, figuras y los mostrarán de forma breve, clara y una sola vez. Se utilizará el sistema internacional de unidades. No se emiten juicios de valor ni conclusiones. En algunos casos se pueden reportar como resultados-discusión, en el que al mismo tiempo que se presentan los resultados se van discutiendo, comentando o comparando con otros estudios.

**Discusión.** Se pueden mencionar algunos resultados sin repetir en detalle, se indicará si concuerdan con la bibliografía o si existen discrepancias. Se compara el estudio. Se plantea lo importante. Pueden incluir recomendaciones y sugerencias para investigaciones futuras. Se comentan también las consecuencias teóricas del trabajo y posibles aplicaciones.

**Conclusiones.** Se presentan como una recapitulación breve del contenido del trabajo, con las aportaciones más relevantes y aplicaciones posibles, como derivado de los resultados y discusión, no se trata de aportar ideas nuevas que no aparecen en los puntos anteriores.

**Bibliografía.** Se utilizarán las normas indicadas o en el caso de los criterios de Vancouver se hace por orden de aparición. Se seleccionarán las citas de mayor interés y que sean recientes, preferentemente que no sean superiores a 5 años, salvo que tengan una relevancia histórica o que ese trabajo o el autor del mismo sean un referente en esa área.

### VIII.3 Condiciones de calidad en el trabajo en la evaluación del profesor

CRITERIOS										
EVALUACIÓN	Responsabilidad en su aprendizaje	Ortografía	Limpieza	Calidad en los reportes de Prácticas	Redacción	Estructura lógica de las ideas	Cuestionarios, Exámenes, Mapas, Estructuras,	Exposición en equipo e individual	Investigación y trabajo final	Cambio de actitud
Excelente 10	Trabaja y trae material de apoyo. Participa siempre y acertadamente	100%	Impecable 100%	Introducción Objetivo Hipótesis Material y método Resultados Gráfica, figuras Conclusiones Bibliografía	Clara 100%	Expresión Sugiere ideas	100%	Expresión oral Contenido preciso	Cumple todos los criterios señalados	Excelente
Bien 9	Trabaja, trae material no toma iniciativa Participa con mucha frecuencia y acertadamente	90%	Limpio 90%	Incompleto 90%	90%	90%	90%	90%	Cumple la mayoría de los criterios señalados	Buena
Regular 8	Trabaja de forma Participa con regular frecuencia y acertadamente	80 %	Cuidadoso 80 %	Incompleto 80 %	80 %	80 %	80 %	80 %	Cumple con muchos de los criterios señalados	Regular
Aceptable 7	Trabaja de forma dependiente Participa con poca frecuencia y tiene algunos errores	70%	Poco cuidado 70%	Incompleto 70 %	70%	70 %	70%	70 %	Cumple con varios de los criterios señalados	Aceptable
Deficiente 6	Trabaja poco Participa eventualmente y es poco acertado	60%	Descuido 60 %	Incompleto 60 %	60 %	60 %	60%	60%	Cumple con pocos de los criterios señalados	Deficiente
Inaceptable No acredita	No trabaja, no trae materiales, no colabora Participación mínima o nunca y no es acertado	No reconoce las reglas	Ningún cuidado No entrega	Muy incompleto o no entrega	50% y menos	50 %	50% y menos	50% y menos	No cumple con la mayoría de los criterios señalados	Inaceptable

**VIII. 4 Condiciones de calidad en el reporte de trabajo en investigación dirigida y de laboratorio**

CRITERIOS						
CONSTANTES	MARCAJE EN PUNTOS	DESCRIPCIÓN DEL MARCAJE				NO ACREDITA
Datos generales contiene: 1. Datos de identificación a) nombre de alumno b) grupo c) curso d) nombre del material e) profesor f) Tema g) Fecha i) Equipo: Nombre e integrantes. 2. Contenido indispensable de la investigación: Introducción, objetivo, Hipótesis Material y métodos, resultados, Conclusiones bibliografía.	10 puntos  Contiene todos los elementos solicitados	9 Puntos  Contiene todos los puntos menos 1	8 Puntos  Contiene todos los puntos menos 2	7 Puntos  Contiene todos los puntos menos 3	6 Puntos Contiene todos los puntos menos 4	Carece de más de 4 elementos indispensables y de 4 o más elementos generales.
<b>Bibliografía</b>	5 puntos Utiliza y reporta las fuentes de manera correcta.	4 puntos Reporta las fuentes aunque no las utiliza de manera correcta.	3 puntos Utiliza las fuentes aunque no las reporta de manera adecuada.	2 puntos Utiliza las fuentes pero no las reporta.	0 puntos No reporta, no utiliza fuentes de información.	
<b>Ortografía</b> Estas cantidades se consideran cada dos cuartillas.	5 puntos 0 a 5 errores	4 puntos 6 a 8 errores	3 puntos 9 a 13 errores.	2 puntos 14 a 18 errores.	1 punto 19 a 21 errores.	Más de 22 errores.