

**CENTRO UNIVERSITARIO “JOSÉ MARTI PÉREZ” DE SANCTI SPIRITUS
DEPARTAMENTO AGROPECUARIO**

**TÍTULO: METODOLOGÍA DIRIGIDA A APLICAR LA INFORMÁTICA EN LOS
CONTENIDOS DE LA BIOLOGÍA MOLECULAR DE LA CARRERA
AGRONOMÍA**

Tesis presentada en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Pedagógicas.

Autor M Sc. Miguel Salvat Quesada

Tutor: Dr. Pastor Torres Lima

Sancti Spiritus

2006

AGRADECIMIENTO

A MI TUTOR; Dr. Pastor Torres Lima por todo el apoyo recibido y las críticas oportunas que me ha dado.

A los compañeros del departamento Agropecuario y otros compañeros del Centro Universitario "José Martí Pérez" de Sancti Spiritus por su contribución y aliento en todos los momentos.

DEDICATORIA

A mi esposa por su entereza, sus ratos de espera y todo su apoyo.

A mis hijos por darle importancia a todo lo que hago

SÍNTESIS

El informe que se presenta constituye una síntesis del trabajo de investigación realizado durante varios años en el Centro Universitario de Sancti Spiritus. El objetivo de esta es proponer una metodología centrada en la determinación y solución de problemas didácticos desde los contenidos de la Biología Molecular, que propicien la aplicación de la informática de forma integral para facilitar la comprensión de la concepción molecular de la herencia en el futuro Ingeniero Agrónomo; dado por la necesidad de incrementar los niveles de eficiencia en el proceso de enseñanza – aprendizaje de dichos contenidos, se corroboró en diagnóstico realizado, las necesidades del cumplimiento del Programa Director de Computación. El trabajo se sustenta en la concepción pedagógica de la escuela socio - cultural y para su implementación se deben cumplir exigencias psicopedagógicas establecidas en el Capítulo dos. La metodología propuesta constituye una novedad científica al diseñar, a partir de la determinación y solución de problemas didácticos desde los contenidos de la Biología Molecular la posibilidad de integración y aplicación de la informática como medio de enseñanza, herramienta de trabajo y como objeto de estudio, desde dichos contenidos se trasciende a lo académico, a lo investigativo y lo laboral, que propicia además la preparación cultural del futuro ingeniero para la aplicación de esta tecnología en los tres componentes. Esta aporta a teoría pedagógica el sistema de exigencias, categorías y conceptos relacionados con esta metodología. Su aplicación práctica se concibe mediante las diferentes formas de organización del proceso docente educativos y de los sistemas digitales propuestos al respecto.

INDICE

Introducción	1
Capítulo I. Estudio de algunas teorías psicopedagógicas que han servido de base para la estructuración de la metodología propuesta.....	12
El Pensamiento en el proceso del conocimiento: lo empírico y lo teórico....	15
Análisis histórico de la Enseñanza Asistida por computadora.....	16
La informatización de la Enseñanza Universitaria en Cuba.....	19
La cultura informática, como componente del contenido.	21
La inclusión de la informática en el proceso de enseñanza - aprendizaje de los contenidos de Biología Molecular.	24
Las principales funciones de la informática en el proceso de enseñanza – aprendizaje.	31
Capítulo II. Metodología centrada en la aplicación de la informática como medio de enseñanza, herramienta de trabajo y como objeto de estudio en el proceso de enseñanza - aprendizaje de los contenidos de la biología molecular que se imparten en la carrera de ingeniería agronómica ...	39
2.1. Diagnóstico del estado actual del proceso de enseñanza aprendizaje de los contenidos de la Biología Molecular.	39
2.2. Presentación de la metodología centrada en la aplicación de la informática de forma integral (como medio de enseñanza y herramienta de trabajo) en los contenidos de la Biología Molecular para propiciar la formación de una concepción molecular de la herencia y la formación informática en los estudiantes de la carrera de Agronomía.....	44
2.2.1. Exigencias para la instrumentación de la metodología que posibilita la incorporación de la informática como medio de enseñanza y herramienta de trabajo en el proceso de enseñanza - aprendizaje de los contenidos de la Biología Molecular.	49
2.2.2. Dinámica metodológica de la relaciones alumno – profesor – Tecnología de la Información y las Comunicaciones..	52
Componentes de estructuración la metodología que se propone.	54
> Dinámica en las clases.....	63
Dinámica metodológica en la autopreparación de los estudiantes	68

Dinámica metodológica del componente laboral e investigativo.	71
Representación esquemática de la metodología propuesta	74
Capitulo III. Análisis de resultados.	75
Análisis de los resultados. Curso tradicional.	80
Análisis de los resultados la metodología propuesta.	86
Análisis de los resultados valorados por los especialistas.	94
Conclusiones.....	97
Recomendaciones.....	99
.	
Referencias Bibliografías.....	100

INTRODUCCIÓN

En el informe central al III Congreso del Partido Comunista de Cuba se planteó la extensión de la enseñanza de la Computación a todos los niveles educacionales, la cual había comenzado ya en las universidades del país. Como respuesta a esta indicación del Partido se aprobó el Programa Director de Computación, que posibilita impulsar la enseñanza de las tecnologías de cómputo en todos los centros de educación del país.

En el caso de la Educación Superior, este Programa Director tiene un significado especial, si tenemos en cuenta que en estos centros se forma el personal que se enfrentará al reto que le impone la informática para los próximos años. Por tanto al profesor universitario le corresponde, en la sociedad cubana actual, la responsabilidad de formar profesionales capaces de contribuir al desarrollo social mediante la aplicación de los avances de la ciencia y la técnica. En el programa del Partido Comunista de Cuba, se plantea al respecto:

“...se proporcionarán vías y formas de enseñanza, de modo tal, que propicien un mayor y más eficiente desarrollo de la actividad intelectual, la estimulación del pensamiento creador, la participación activa en el desarrollo y control de los conocimientos, la mayor ejercitación en el trabajo independiente y el enfoque dialéctico materialista de los problemas que motiven la investigación y la superación permanente.”¹

En las diferentes Carreras de la Enseñanza Superior, se imparten asignaturas dentro del currículo que tienen como objeto de estudio: los elementos de programación y las bases de sistema operativo Windows; así como algunos sistemas de aplicación que deben propiciar una preparación elemental en informática a los futuros profesionales, se parte del nivel de conocimiento que sobre computación poseen los estudiantes de la Enseñanza Media. En análisis diagnóstico realizado por el autor, se ha comprobado que estos conocimientos no satisfacen las exigencias académicas, investigativas y profesionales del estudiante universitario; por otro lado, las asignaturas de las disciplinas en el caso de la Carrera Agronomía carecen de una

¹ Programa del Partido Comunista de Cuba: La Habana. Editora Política, 1975, pág. 46.

metodología específica que posibilite la utilización de la computación de forma integral en el proceso de enseñanza - aprendizaje, de manera que se contribuya al desarrollo; por una parte, de la cultura informática del futuro profesional y se posibilite, por otra, a elevar la calidad y eficiencia del proceso de dichas asignaturas como se plantean en el Programa Director de Computación para las universidades y los lineamientos directrices de la política del Partido.

En análisis realizado a los documentos programáticos de la carrera de Agronomía, se pudo observar que los contenidos de corte biológico, en el caso particular los de la Biología Molecular, poseen un alto nivel de abstracción y son los que sufren una renovación más sistemática; esto exige de un perfeccionamiento en su metodología de enseñanza y aprendizaje que posibilite la incorporación de la informática de forma integral; si tenemos en cuenta que esta tecnología, como se explica en numerosos artículos revisados en el ámbito nacional y extranjero, dimensiona los sentidos del estudiante y con ello sus capacidades, así como facilita la modelación de su actividad académica, científica y laboral; contribuyendo a formar profesionales dotados de un pensamiento científico teórico - práctico y un nivel de independencia que posibilita el desarrollo eficaz de su actividad profesional, y que a su vez le permita asimilar la propia revolución que su ciencia experimenta; además de incorporar un recurso a su sistema de conocimientos que le permita acceder a grandes volúmenes de información de forma rápida, así como a los disímiles descubrimientos que se producen en el campo científico de su especialidad.

En análisis hecho en la literatura sobre la situación en Cuba² referente a la utilización de los medios informáticos en el proceso de enseñanza - aprendizaje, corroborado en el diagnóstico antecedente, que permitió la determinación del problema científico, se pudo concluir que las investigaciones realizadas apuntan a que no existe mucha diferencia de otros contextos internacionales. Cabero (2005) señala que los profesores no acostumbran a utilizar con demasiada frecuencia los medios técnicos de los que disponen en sus centros.

² Oriol Cáceres Alexis y otros: Medcampus: un proyecto de plataforma la educación a distancia. ACIMED, v. 12, n. 3, Ciudad de La habana, Mayo – jun. 2004

En este sentido, Negroponete (2004) en su trabajo sobre el mundo digital llegó a indicar que según investigaciones del departamento de Educación de los Estados Unidos, el 84% de los profesores consideraban indispensable únicamente un tipo de tecnología: la impresión con suficiente suministro de papel para la producción de materiales. Al centrarse en el Centro Universitario José Martí Pérez de Sancti Spiritus, el autor siguió la línea de diagnóstico de Sevillano y Bartolomé (2000). Los resultados obtenidos en el estudio diagnóstico en la universidad espiritana, pusieron de manifiesto que ante la pregunta de si los profesores utilizan en su enseñanza medios como la televisión, el ordenador, o herramientas digitales, la mayoría (el 88%) afirmaba que prácticamente no se utiliza el ordenador, mientras el 63,1% indicaban que nunca lo utilizan. Con el empleo de la misma metodología se determinó que eran cuatro los medios que los profesores consideraban como imprescindibles para la realización de su actividad profesional: la pizarra (86,5%), los libros de lecturas personales (84,4%) y los libros de textos (52,3%); independientemente de los medios seleccionados.

En dicho estudio diagnóstico, el autor de este informe concluyó con una serie de hallazgos de los que se destacan los siguientes: a) Nula tendencia de los profesores a diseñar y producir materiales que implicara los medios audiovisuales que incluya o no la informática. b) En relación con los alumnos un elevado índice de capacidad para el uso de la informática y baja capacidad para el análisis crítico de los medios que se utilizan. En el mismo estudio realizado para conocer el grado de formación que los alumnos de quinto año de la carrera tenían de diferentes medios e herramientas informáticas, se encontraron con que los alumnos mostraban formación para el manejo del ordenador (50,23%) y para el diseño y elaboración de determinados materiales (42,22%), mientras que en relación con otras habilidades relacionadas con el uso de aplicaciones informáticas su formación era mucho menos, dígame escaneo y uso de la fotografía (1,18%), confección de páginas Web (1,03%), los montajes audiovisuales, presentaciones y de vídeo (1,13%).

Estos datos, con independencia del método (encuesta o estudio de casos) y del tipo de muestra utilizada y otros que podríamos apuntar, nos permiten concluir que los profesores cuando utilizan los medios audiovisuales y las nuevas tecnologías de la información, lo hacen para pocas, y muy elementales funciones y que esto repercute

no solo en su formación cultural del estudiante, sino también en la calidad del aprendizaje.

Ante estas posibilidades se interponen dificultades en el proceso de enseñanza - aprendizaje que condicionan deficiencias en la aplicación integral de la informática, por lo que las consideraciones expuestas anteriormente permiten determinar el **problema científico** que está dado en ¿cómo propiciar la aplicación de la informática de forma integral en el proceso de enseñanza - aprendizaje de los contenidos de la Biología Molecular en la carrera de Agronomía?

El tema de la investigación trata un aspecto de gran importancia dada la necesidad constante de perfeccionar la calidad de los futuros profesionales para asumir los nuevos y constantes avances de las tecnologías informáticas desde las ciencias de estudios particulares en las universidades cubanas; fundamentalmente en lo referente a su preparación para asumir el protagonismo en la autosuperación, la investigación y la práctica laboral, además de la formación de convicciones en correspondencia con los principios del materialismo dialéctico y la ideología socialista cubana; por los riesgos que estas tecnologías imponen con respecto al flujo de información, en las condiciones actuales en que se desarrolla nuestra sociedad.

De acuerdo con el problema planteado y su nivel de actualización, se define como **objeto de investigación** el proceso de enseñanza - aprendizaje de los contenidos de la Biología Molecular que se imparte dentro del ciclo de las disciplinas Básicas en la carrera de Agronomía.

Así mismo se asume como **campo de investigación** la aplicación de la informática de forma integral en el proceso de enseñanza - aprendizaje de los contenidos de la Biología Molecular.

El **objetivo** de este trabajo consiste en: proponer una metodología centrada en la determinación y solución de problemas didácticos desde los contenidos de la Biología Molecular que propicien la aplicación de la informática de forma integral (como medio de enseñanza, herramienta de trabajo y como objeto de estudio), para facilitar la comprensión de la concepción molecular de la herencia en el futuro Ingeniero Agrónomo.

Se asumen las siguientes interrogantes de carácter heurístico.

- ¿Qué elementos psicopedagógicos fundamentan la metodología centrada en la determinación y solución de problemas didácticos desde los contenidos de la Biología Molecular que propicien la aplicación de la informática de forma integral, para facilitar la comprensión de la concepción molecular de la herencia?
- ¿Cuál es el estado actual de los problemas didácticos en el proceso de enseñanza - aprendizaje con la aplicación de la informática de forma integral?
- ¿Qué exigencias y características debe tener una metodología centrada en la determinación y solución de problemas didácticos desde los contenidos de la Biología Molecular que propicien la aplicación de la informática de forma integral, para facilitar la comprensión de la concepción molecular de la herencia?
- ¿Qué efectividad se logra con la metodología centrada en la determinación y solución de problemas didácticos desde los contenidos de la Biología Molecular que propicien la aplicación de la informática de forma integral, para facilitar la comprensión de la concepción molecular de la herencia?

En el contexto de esta investigación, la formación de una concepción molecular de la herencia en el proceso de enseñanza - aprendizaje de los contenidos de Biología Molecular está dado en cuatro dimensiones fundamentales, con sus indicadores:

- La *sistematización de los contenidos* que constituyen los núcleos básicos, entendidos como el sistema de conceptos, leyes, principios, modelos de carácter general esencial que subyacen en la base de las teorías científicas tratadas en la Biología Molecular, impartidos en la Bioquímica y la Genética para la carrera de Agronomía.
- La *formación del cuadro físico-químico y biológico del mundo*, a partir del aporte que el cuadro genético le hace, profundizando en el carácter de sistema que adquieren sus conceptos, leyes fundamentales y la concepción genética vista como un ente molecular real destacándose la unidad material de la herencia, materializándose en la sistematización de los contenidos.
- El *nivel teórico del conocimiento científico y de independencia cognoscitiva* en los estudiantes, estas dimensiones serán valoradas a partir de un conjunto de indicadores que se destacan en el Capítulo tres de este informe (el nivel de concreción y generalización de los contenidos).

- *La aplicación de la informática de forma integral* se medirá incluyendo el nivel de periodicidad, el nivel de desarrollo de habilidades en la aplicación de la computación ya sea como medio de enseñanza y/o herramienta de trabajo, en la resolución de problemas académicos, profesionales e investigativos y el nivel de conocimiento en el objeto de estudio de la computación para la solución de estos problemas.

El desarrollo del trabajo de investigación que aquí se resume fue logrado a través de las siguientes tareas:

1. Estudio de las distintas tendencias psicológicas y pedagógicas que han servido de base para la estructuración de la metodología propuesta en el proceso de enseñanza - aprendizaje de la Biología Molecular mediante la utilización de forma integral de la informática, así como las experiencias realizadas por otros investigadores y arribar a conclusiones teóricas sobre la base de los resultados empíricos obtenidos.
2. Diagnóstico del proceso de enseñanza – aprendizaje de la Biología Molecular para determinar sus tendencias, sus manifestaciones y su funcionamiento, en correspondencia con la metodología tradicional utilizada para impartir el contenido utilizando la Informática.
3. Elaboración de una Metodología centrada en la determinación y solución de problemas didácticos desde los contenidos de la Biología Molecular que propicien la aplicación de la informática de forma integral, para facilitar la comprensión de la concepción molecular de la herencia y que contribuya a la utilización de esta tecnología por el futuro profesional en la solución de problemas académicos, investigativos y laborales.
4. Efectividad de la metodología propuesta, lo cual implicó consecuentemente, elaborar el programa de la asignatura, en el que están implícitos: las indicaciones metodológicas, objetivos generales y de cada tema de la Biología Molecular, sistema de habilidades, distribución de los contenidos, plan temático de la asignatura, sistema de evaluación, ejemplos de clases para la utilización de la informática como medio de enseñanza y herramienta de trabajo. Todo ello mediante el diseño de una intervención en la práctica escolar que permita analizar el funcionamiento de la concepción metodológica propuesta, de manera que se logre

determinar su eficacia mediante los resultados obtenidos; lo que posibilitó llegar a las conclusiones y recomendaciones de carácter teórico - práctico derivadas de esta investigación.

En la misma se utilizaron distintos *métodos de investigación pedagógica*³ clasificados de la siguiente manera:

Métodos del nivel empírico – experimental:

- La observación pedagógica: con el propósito de conocer la realidad a partir de la percepción directa del proceso de enseñanza - aprendizaje de la Bioquímica y la Genética, el desenvolvimiento en la práctica profesional y en el desarrollo de los diferentes niveles del trabajo científico estudiantil constatando los fenómenos que en él se manifiestan referentes a la aplicación de la informática, tanto en la etapa inicial de la investigación como durante su desarrollo y al finalizar la misma, de manera que posibilitó explorar el fenómeno en los tres componentes, registrar los cambios producidos, así como sus tendencias.
- La encuesta y la entrevista aplicadas a especialistas que se utilizaron para enriquecer la información obtenida, valorar causas, profundizar en las opiniones y criterios.
- Estudio de los resultados de la actividad del alumno: considerando los resultados obtenidos en las actividades docentes (las distintas formas de organización del proceso docente), la práctica laboral y el desarrollo tanto de los trabajos de cursos como en los de estancia y diploma de manera que permitió hacer valoraciones cualitativas de las variables dependientes seleccionadas.
- Métodos estadísticos: se realiza una intervención mediante un cuasi-experimento que posee un grupo experimental y uno como tanto de los Cursos Regulares Diurnos (CRD) como de los Cursos Regulares para trabajadores (CRPT), el análisis estadístico se hace en el plano descriptivo e inferencial como la pruebas no paramétricas⁴ de *U de Mann-Whitney* para la comparación vertical y la *de Wilcoxon* para la comparación horizontal explicadas en el Capítulo tres.

Métodos del nivel teórico:

³ Se sigue la clasificación de los métodos dados en: Pedagogía: Colectivo de autores del MINED bajo la dirección del ICCP. Editorial Pueblo y Educación. 1984, pág. 405-423.

⁴ Siegel, S. Castellán N. L.: Estadística no paramétrica aplicada a la ciencia de la conducta. Editorial Trillas, 4ta Edición, 2000

- El analítico - sintético: para el estudio de las tendencias fundamentales utilizadas para la concepción y estructuración del contenido de la enseñanza de la Biología Molecular en otras carreras de las universidades cubanas, consultas bibliográficas, de expertos en la materia, intercambios en reuniones nacionales, documentos emitidos relacionados con la temática. Esto propició sintetizar los enfoques actuales para la enseñanza de estos contenidos, analizar sus ventajas y desventajas sobre las cuales se proyectó la investigación.
- El inductivo - deductivo: permitió hacer inferencias que en combinación con el análisis y la síntesis, permitieron determinar el problema, definir el objeto, precisar el campo de acción, llegar a conclusiones y generalizaciones que caracterizan la tendencia del objeto.
- Método del tránsito de lo abstracto a lo concreto junto con la modelación: permitió la concreción de la metodología en el plano concreto pensado y en su aplicación práctica. Mediante la aplicación de este método los fundamentos teóricos metodológicos que se proponen para la estructuración del contenido se aplicaron a los contenidos para la enseñanza de la Biología Molecular como concreción de la metodología que posibilite la aplicación integral de la informática desde las ciencias particulares como es la Biología Molecular y que con sus particularidades y modificaciones específicas puedan ser utilizado en las Ciencias Biológicas.

El aporte teórico de la tesis se concreta en la:

Precisión de exigencias para una metodología centrada en la determinación y solución de problemas didácticos desde los contenidos de la Biología Molecular que propicien la aplicación de la informática de forma integral, que facilite la comprensión de la concepción molecular de la herencia. Se incorporan categorías y principios que posibilitan la integridad de aplicación de la informática como medio de enseñanza, herramienta de trabajo y como objeto de estudio, desde dichos contenidos que representa un recurso desde lo académico, lo investigativo y lo laboral, para el futuro profesional.

La metodología propuesta en esta investigación tiene como aportes prácticos, los siguientes resultados:

- La aplicación de una nueva metodología en el perfeccionamiento de las asignaturas Bioquímica y Genética.
- Los programas de las asignaturas Bioquímica y Genética, así como los documentos relacionados con ellas: esquemas de contenido, fundamentación metodológica, sistema de evaluación, sistema de medios y tareas.
- Materiales complementarios a los textos de las asignaturas según requiere esta nueva forma metodológica: los software de simulación y tutoriales de los fenómenos estudiados en la Biología Molecular y la página Web de las asignaturas objetos de estudio.
- Manual para las actividades prácticas (clases prácticas y laboratorios) que guía al estudiante en las actividades virtuales propuestas.
- Sistema de problemas y ejercicios digitalizados de Biología Molecular, dirigido a la consecución de los objetivos de las asignaturas dentro de la carrera Agronomía con la posibilidad de ser utilizado en cualquier centro de Educación Superior donde se imparta este contenido.
- Ejemplos concretos desde las diferentes formas de la organización del proceso de enseñanza - aprendizaje de las tareas metodológicas de profesores y estudiantes que permiten la aplicación integral de la informática como medio de enseñanza y herramienta de trabajo, que le posibilite al estudiante la determinación y solución de problemas didácticos en lo académico, lo investigativo y lo profesional.

El informe final de esta tesis se estructura en:

La Introducción, donde se realiza un análisis de la problemática de estudio a partir de la búsqueda de información actualizada y el diagnóstico realizado, se precisa el problema de la investigación, el objeto, el campo de investigación, el objetivo, se plantean las interrogantes científicas, el sistema de tareas y los métodos fundamentales de investigación utilizados.

En el Capítulo uno, se analizan las teorías más trascendentales que han influido en la concepción del proceso de enseñanza - aprendizaje en Cuba y se discuten las tendencias fundamentales en el comportamiento del proceso en su relación con la aplicación de la tecnología de la información y las comunicaciones.

En el Capítulo dos, se desarrolla la metodología centrada en la determinación y solución de problemas didácticos desde los contenidos de la Biología Molecular que propicien la aplicación de la informática de forma integral, facilitando la comprensión de la concepción molecular de la herencia.

En el Capítulo tres, se muestran los resultados de una intervención en la práctica escolar que avalan los resultados obtenidos. Aparecen además las conclusiones que dan respuesta al problema científico, avaladas por la intervención en la práctica, las recomendaciones derivadas de nuestro trabajo, la bibliografía y los anexos que se relacionan fundamentalmente con los instrumentos utilizados y materiales que constituyen una muestra del aporte práctico de la investigación.

CAPÍTULO I

ESTUDIO DE ALGUNAS TEORÍAS PSICOPEDAGÓGICAS QUE HAN SERVIDO DE BASE PARA LA ESTRUCTURACIÓN DE LA METODOLOGÍA PROPUESTA.

En este capítulo se hace un análisis de las teorías que han sido trascendentales y que, a juicio del autor, han tenido una influencia considerable en la concepción del proceso de enseñanza – aprendizaje en Cuba; y que sirven como base psicológica, pedagógica y filosófica para la estructuración del sistema didáctico dentro de la metodología propuesta. Además, se hace un análisis de las tendencias fundamentales que se han tenido en cuenta en la estructuración del proceso de enseñanza – aprendizaje con el empleo de la informática en los contenidos de la Biología Molecular.

Resulta importante en primer lugar, valorar el enfoque desarrollado por L.S. Vigotsky sus seguidores, A. N. Luria, A. N. Leontiev y otros, a partir del cual se han desarrollado las tesis de la escuela socio - cultural para la concepción del proceso del conocimiento, cuestión fundamental para el diseño del proceso de enseñanza; donde uno de los objetivos centrales del aprendizaje escolar es la apropiación, por los estudiantes, de los conocimientos científicos de su época y consiguientemente la formación de su concepción científica del mundo, con lo cual se logra eficientemente un pensamiento teórico en los educandos.⁵

Se comparte el criterio de que el conocimiento científico se caracteriza por ser eminentemente dialéctico y poseer carácter sistémico, a la vez que presupone la orientación del pensamiento hacia la actividad en forma preconcebida y de posible perfeccionamiento en el propio contacto con la realidad, que a su vez aporta los elementos necesarios para conformar las generalizaciones teóricas expuestas en los conocimientos científicos.⁶

Esta aseveración de Vigotsky posee una connotación especial, el carácter dialéctico y a la vez sistémico del conocimiento científico obliga a reflexionar en cuanto a la

⁵ L.S. Vigotsky: Historia del desarrollo de las funciones psíquicas superiores. La Habana. Editora Científico Técnica, 1987.

⁶ *Ibidem*

organización presentada por los métodos y procedimientos de enseñanza - aprendizaje de los contenidos de la Biología Molecular utilizados en la enseñanza de esta ciencia que emplea los nuevos recursos informáticos ofrecidos por las tecnologías de la información y las comunicaciones en las universidades del país y a la vez constituye el sistema de accionar de profesores y alumnos que estudian estas asignaturas. Se discute más adelante el tipo de orientación que se asume para esta investigación, así como la importancia que revisten los métodos activos de la enseñanza problémica para la formación de generalizaciones teóricas que eleven el nivel teórico del conocimiento científico, la formación y desarrollo del pensamiento teórico en los estudiantes, como aspectos esenciales de calidad del proceso de enseñanza - aprendizaje en las universidades.

En síntesis, Vigotsky considera que *la enseñanza es la fuente del desarrollo psicológico del individuo*, y acentúa su concepción sobre la zona de desarrollo próximo, entendida como la diferencia entre el nivel real de desarrollo, determinada a su vez por la capacidad de resolver independientemente un problema y el nivel de desarrollo potencial, determinado a través de la resolución de un problema bajo la guía acertada del profesor o un compañero de mayor capacidad.⁷

El autor comparte este criterio en cuanto a que el proceso de obtención del conocimiento científico se da en cada individuo de manera diferente, esta diferenciación se establece por la forma en que cada sujeto hace suyo el conocimiento, mediante la estrategia y las herramientas intelectuales utilizadas para el procesamiento de la información necesaria para la solución de los problemas a los que se enfrenta, incluso utilizando un mismo método de enseñanza. De igual manera se considera que el desarrollo del conocimiento científico se produce a partir de la interrelación que se establece entre el profesor y el alumno y con el colectivo de estudiantes mediante los métodos y procedimientos, de forma que entre el conocimiento adquirido y el nuevo conocimiento, se establezcan niveles de desarrollo potenciales y contradictorios y que dé la solución a estas contradicciones en forma dialéctica se produce el desarrollo integral de la personalidad del individuo. Para el

⁷ Obra citada

autor tales contradicciones constituyen las fuerzas motrices del proceso de enseñanza - aprendizaje, su solución dialéctica implica que no desaparecen, sino que se establecen en un nivel superior del conocimiento científico. Por tanto, en las tareas diferenciales para la resolución del problema docente de sus generalidades deben desprenderse sus particularidades, donde las herramientas informáticas y los recursos de forma general desempeñan un papel importantísimo que será explicado y caracterizado posteriormente.

Algunos autores coinciden en reconocer el carácter activo de los procesos cognoscitivos, considerándolos como *el resultado de la búsqueda y acciones del sujeto sobre el medio que lo rodea* [Galperin, P. Ya.; Davidov, V. V.; Talizina, N.]. Se le concede la prioridad en estos momentos a lo que se ha dado en llamar métodos activos que tienen su fundamentos en la teoría de la actividad desarrollada en la escuela socio cultural de Vygotski.

V.V. Davidov ha trabajado en la teoría acerca del desarrollo del pensamiento en el hombre. En sus estudios, se destacan los vínculos entre la lógica y la psicología del pensamiento, lo que ha permitido distinguir dos niveles del conocimiento, el nivel empírico, sustentado sobre la base de la lógica formal y el nivel teórico, apoyado en los principios de la lógica dialéctica. Este autor presupone una escuela que desarrolle las potencialidades de los estudiantes en la formación del pensamiento teórico y que les garantice herramientas para la organización racional de las estrategias intelectuales en el proceso de asimilación del conocimiento y su proyección social en su vida futura, pero si bien en su teoría existe un manantial de ideas renovadoras en la instrumentación de una escuela desarrolladora, a partir de sus criterios para la organización de una nueva pedagogía, se considera que no es flexible en sus apreciaciones en cuanto a la diferenciación establecida entre pensamiento empírico y teórico.

Todo ello se materializa en la concepción de la metodología propuesta si tenemos en cuenta que el alumno aprende elementos nuevos y necesarios de la informática mediante orientaciones de tareas concretas dirigidas por el profesor de la ciencia biológica que utilizará como recurso para aprender, investigar o ejecutar trabajos en la

práctica laboral, y el profesor y los propios estudiante podrán determinar estado en que se encuentra lo aprendido.

➤ El Pensamiento en el proceso del conocimiento: lo empírico y lo teórico.

Por tener un incidencia significativa los procesos del pensamiento en el uso de la informática como medio de enseñanza y herramienta de trabajo es que se hace una caracterización de acuerdo con las concepciones filosóficas, psicológicas y pedagógicas marxistas en las que se sustenta el trabajo, (Federico Engels F., Galperin, P.Y., Talizina N., Davidov, V.), ellos plantean que el nivel empírico representa un volumen de conocimientos, cuyo contenido procede fundamentalmente de la generalización de los aspectos dados en la práctica y está gobernado en cada individuo por lo que se ha dado en llamar *pensamiento empírico*. Este tipo de pensamiento trata las peculiaridades de los objetos y fenómenos, tomando en cuenta sus propiedades externas; es el caso del conocimiento sobre la práctica objetiva que muchos estudiantes tienen de las aplicaciones de Microsoft Office al llegar a la universidades, producto del desarrollo y nivel de acceso que ha alcanzado la computación en Cuba.

Cuando en un individuo impera su pensamiento empírico, es capaz de distinguir, designar y clasificar nuevos tipos de fenómenos relacionados siempre con la realidad circundante. A partir de esta forma de pensamiento, se obtiene un conocimiento empírico de la realidad, uno de los aspectos esenciales a tener en cuenta en la formación del problema docente, ya que en este tipo de pensamiento los objetos reflejan el conocimiento como algo acabado e incambiable, sin la necesaria explicación de las causas que dieron origen a esas características y sin penetrar en la esencia del objeto, ni en la realización íntima de sus elementos. La empírea y por lo tanto el pensamiento que la sustenta, no permite asegurar la apertura de nuevas facetas del objeto y avanzar hacia formas superiores del conocimiento.

Cuando en un individuo existe un volumen de conocimientos que le permite reflejar la esencia interna de los fenómenos y las leyes que rigen el desarrollo de los mismos se dice que posee un nivel teórico de pensamiento y está dirigido por lo que se ha dado en llamar *pensamiento teórico*. A este nivel puede llegarse por diferentes procedimientos aunque se plantea, que en ningún caso podría alcanzarse por una vía

puramente inductiva. El individuo que posee un nivel teórico de conocimientos opera con los conceptos teóricos, que se diferencian de los empíricos en que pueden reproducir el sistema de relaciones internas que forman la esencia en el desarrollo de los fenómenos reales. En este caso, la generalización no se hace encontrando las propiedades semejantes del grupo de objetos, sino revelando sus fundamentos generales genéticos. Lo problémico representa dentro de la enseñanza problémica una categoría que incorpora el pensamiento teórico después de un proceso de adquisición dirigido a resolver un problema docente.

Para formar un concepto, y más aún, un pensamiento teórico, se requiere, a juicio del autor y de acuerdo con el criterio de varios autores [Castro, P.V., Davidov, V. V., Galperin, P.Y., Talizina N.] de métodos y procedimientos especiales en la estructuración del contenido de la enseñanza, ya que el pensamiento empírico opera con datos sensoriales externos y transita por la vía de la ascensión de lo concreto a lo abstracto, lográndose de esta manera la clasificación de los objetos como pertenecientes o no a una clase determinada. El mecanismo fundamental de este tipo de pensamiento es la comparación, la cual unida a las restantes operaciones lógicas y habilidades intelectuales y partiendo siempre de datos empíricos, constituye el fundamento para la formación de conceptos generalizadores, en estos conceptos se recogen los rasgos idénticos y no las diferencias entre los distintos tipos de objetos.

➤ Análisis histórico de la Enseñanza Asistida por Computadora.

La enseñanza en su desarrollo histórico se puede decir que ha pasado por dos grandes etapas:

- La primera fue las máquinas de enseñar. Las máquinas de enseñar fueron el grito más lejano de la Enseñanza Asistida por Computadora. Muchos fueron los pedagogos y psicólogos que se dedicaron a investigar en este campo de la enseñanza, correspondiendo a eminentes personalidades; los más relevantes aportes están dados por: Sydney Pressey, profesor de Psicología en la Universidad de Ohio, seguido por S.B. Skinner profesor de la universidad de Harvard, considerado el padre de la Enseñanza Programada debido a que defendió y escribió bastante sobre el tema, llegando a crear máquinas de enseñar entre otros aportes como: la máquina de

discos, la combinación de computador electrónico con máquinas de escribir y las combinaciones audiovisuales en las máquinas de enseñar.

Varios de los principales investigadores de esta etapa sobre el uso de las máquinas de enseñar, definieron el concepto de Enseñanza Programada, entre ellos Mantmollin, el cual la definió de esta manera: "La Enseñanza Programada es un método pedagógico que permite transmitir conocimientos sin la mediación directa de un profesor, respetando las características específicas de cada alumno considerado individualmente." Como se puede observar en esta definición, los autores de esta teoría de enseñanza, hacían hincapié en la sustitución del maestro por las máquinas⁸.

- La segunda etapa fue la Enseñanza Asistida por Computadoras (EAC), una vez que las computadoras surgen y comienzan a utilizarse en la enseñanza, se comienzan a aplicar paulatinamente las teorías y experiencias de avanzada que se habían alcanzado en la Enseñanza Programada con el uso de las máquinas de enseñar a la nueva tecnología, por lo que obliga a maestros y profesores a buscar nuevas formas y metodologías de trabajo para aplicarlas de forma creadora en la enseñanza asistida por computadoras. Se denomina Enseñanza Asistida por Computadoras a un método docente según el cual el docente trabaja con un conjunto de medios técnicos y programas de computación concebidos para informar, dirigir, controlar y evaluar su actividad, con vistas a alcanzar niveles predeterminados de desempeño⁹

Los principales proyectos de Enseñanza Asistida por Computadoras que se han desarrollado en el mundo han sido los siguientes:

- El proyecto *Computer Curriculum Corporation* (CCC); fue el primero, desarrollado por la Universidad de Stanford e IBM y desarrolló un currículum completo para la escuela primaria en 1963. Este fue dirigido por Patrick Suples de esta universidad.

- El proyecto *Programed Logic for Automatic Teaching Operations* (PLATO); este fue uno de los más grandes y costosos proyectos que se han desarrollado, lográndose implantar en muchas partes de Estados Unidos y Europa. En cierto momento, se tenía una Cyber 73-24 con 700 terminales en 24 localidades distintas. Los estrategias del

⁸ Cabero, J.; Las nuevas tecnologías en la actividad Universitaria. Revista de Medios y Educación, No 20, enero, 2003. pp 81- 100

⁹ Cabero, J.; Las nuevas tecnologías en la actividad Universitaria. Revista de Medios y Educación, No 20, enero, 2003. pp. 81- 100

proyecto llegaron a pensar que este sería el ideal para aplicarlo en América, llegando a fracasar por la cantidad de recursos necesarios.

- El proyecto TICCIT (Time Shared Interactive Computer Controlled Information Television), desarrollado por la Mitre Corporation y el Institute for Computer Uses in Education de la Universidad de Brigham Young. Este proyecto, no obstante haber sido abandonado, eventualmente ha tenido impacto en la enseñanza de conceptos de alto nivel, pues fue el primero en conectar un disco duro con 125 terminales con receptores de televisión a colores con posibilidades gráficas y teclados especiales para el aprendizaje en estudiantes adultos. Una de las características de estos proyectos, era que en su concepción, trataban que las máquinas desarrollaran la mayor cantidad de trabajo posible en el proceso tratando de minimizar el trabajo del maestro.

El advenimiento de las computadoras personales (PC) significó una revolución en el uso de estas tecnologías dentro de la segunda etapa, aspecto que también ha estado presente en la educación. A partir de este surgimiento, se han revolucionado grandemente las posibilidades de su uso en la educación, debido a que la disminución de su tamaño, el aumento de su velocidad de cálculo y la disminución de su costo han posibilitado que varios países se propongan su introducción de forma masiva. Los primeros pasos de esta aplicación se hicieron a partir de la confección de pequeños programas en el lenguaje BASIC, los cuales se fueron ampliando en otros como los lenguajes: Fortran, Pascal, Logo y Java. Uno de los lenguajes de mayor impacto en la educación fue el Logo; la filosofía detrás de este lenguaje está basada en investigaciones del científico suizo J. Piaget. El principal promotor de Logo es, S. Papert, quien se opone a las ideas de Skinner y sugiere que, en lugar de que las computadoras programen al estudiante, este sea quien programe a la computadora y propone el lenguaje Logo para dicho propósito.

Todos estos proyectos han sido concebidos programando generalmente las computadoras con diálogos a base de cuadros o *Items* donde la máquina presenta textos o preguntas y acepta, analiza y clasifica las respuestas del estudiante, siguiendo un guión preestablecido para resolver un problema concreto como herramienta o medio de enseñanza; como los tutoriales convencionales e inteligentes,

sistemas entrenadores o ejercitadores, libros electrónicos, simuladores convencionales y realidad virtual, juegos educativos y sistemas expertos; pero ninguno concibiendo la integralidad de la informática como un recurso de alumnos y profesores que posibilite elevar su cultura en la utilización de esta tecnología en la resolución de problemas nuevos en el componente académico, laboral e investigativo.

➤ La informatización de la Enseñanza Universitaria en Cuba.

Al introducirse en la Universidad de La Habana en 1978 los sistemas de programación en los lenguajes SE-BASIC, COBOL y FOBOS (GES-300), es que se comienza el estudio de la computación como *objeto de estudio* en la Educación Superior. A partir de la década del 80, se comienza la introducción del estudio de la Computación en algunas ramas de la educación técnica y profesional, fundamentalmente en las especialidades de Matemáticas y Estadísticas.

A partir de la introducción en el país de los tableros electrónicos THOSHIBA y PANASONIC, los cuales traían de forma residente el lenguaje MSX-BASIC, se hace masiva la enseñanza de la computación, lo que permitió que se comenzara a enseñar este lenguaje como objeto de estudio, como medio de enseñanza y como utilitario en los Institutos Superiores Pedagógicos (ISP) y en un grupo de escuelas tecnológicas y preuniversitarias del país seleccionados. Más tarde esto se generalizó a toda la enseñanza Técnica y Profesional y a los preuniversitarios del país.

En las universidades a finales de los 80 y principios de los 90, se estudió fundamentalmente como objeto de estudio el sistema operativo MSDOS, los procesadores de textos WORDSTAR y VOLKWRITER, los tabuladores electrónicos de familia SUPERCAL, los gestores de base de datos de la línea X-BASE, fundamentalmente el DBASE y algunos sistemas gráficos como el GRAFHICS PARNER, GFX Y EXECUVISION. También en estos centros se enseñó a los estudiantes de las carreras de ciencias a programar en los lenguajes de alto nivel BASIC, PASCAL y DELPHI.

A partir del surgimiento del sistema operativo WINDOWS y la adquisición de un gran número de Computadoras Personales (PC), se introduce la enseñanza de este sistema operativo y de las herramientas disponibles de Microsoft Office. A partir de entonces se establecen, en sintonía con estos avances, los nuevos lineamientos de

las estrategias curriculares de computación en las universidades cubanas, que ponen como una necesidad la utilización de esta tecnología como medio de enseñanza, herramienta de trabajo y como objeto de estudio desde las diferentes asignaturas de las carreras de estudio. Desde 1997, la dirección del gobierno cubano, consciente de la necesidad de la introducción de las nuevas tecnologías en todas las esferas del país, concibe un proyecto de informatización de la sociedad cubana, a partir del cual entre los años 2000 y 2001, permitió dotar a todas las escuelas con computadoras modernas; además se crearon grupos de trabajo para la confección de software educativos, que han acometido la tarea de crear cientos de programas, los cuales se han aplicado en las distintas enseñanzas con buenos resultados.

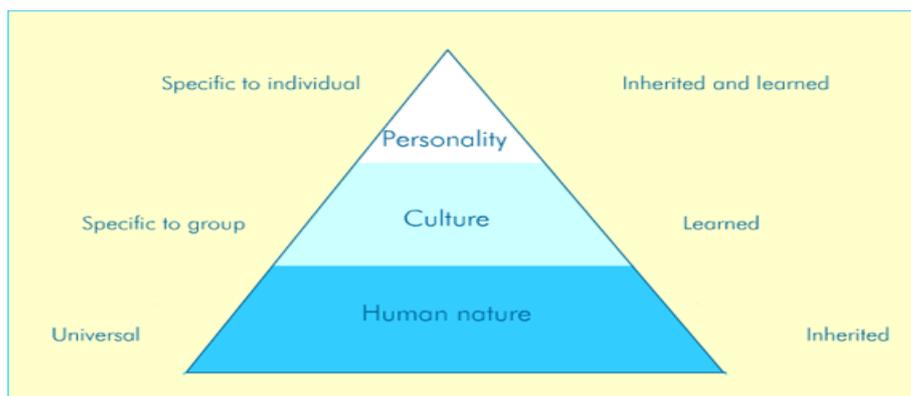
En la actualidad y de acuerdo con las transformaciones que se llevan a cabo en el sistema educativo cubano, la tendencia en el país es la aplicación de la informática como nuevas tecnologías y entre ellas la enseñanza asistida por computadoras en el proceso docente educativo; pero no sólo para que el estudiante aprenda por sí solo con el uso de la computadora, sino que la misma sea utilizada como medio y como herramienta por parte del maestro para dirigir el proceso educativo. Lo anterior significa que cambian los métodos, el papel del maestro y de los alumnos, convirtiéndose el profesor en guía del proceso de enseñanza - aprendizaje, en orientador y controlador para lo cual se auxilia de los medios disponibles, entre ellos la computadora y la tecnología de la información y las comunicaciones de forma integral.

➤ La cultura informática, como componente del contenido.

Uno de los modelos de cultura más conocidos es el del Iceberg. Su propósito es destacar el hecho de que sólo se ve la parte alta de su punta.

Tres niveles de la programación mental según G. Hofstede¹⁰

¹⁰ Hofstede, Geert. Culture's Consequences. Sage Publications. Newbury Park, Cal. 1984.



En su base se encuentran los cimientos de la cultura: las ideas y creencias compartidas sobre la sociedad en los pensamientos y el comportamiento de la gente. Las normas, valores y suposiciones básicas sobre el espacio, la naturaleza, el tiempo y las relaciones entre las personas. El modelo de Iceberg muestra los aspectos escondidos de la cultura. Es un recordatorio de que aparentes similitudes pueden estar basadas en suposiciones completamente diferentes sobre la realidad.

En términos filosóficos materialistas, la cultura está definida¹¹ como el conjunto de valores materiales y espirituales, así como de los procedimientos para crearlos, aplicarlos y transmitirlos por el hombre en el proceso de la práctica histórico social. En esta definición se establecen los valores materiales como: técnicas, procedimientos, experiencias de producción y operación y otros valores materiales; como valores espirituales se establecen: resultados en el campo de las ciencias, la moral y la instrucción. El marxismo ve en la cultura el proceso de producción de bienes materiales como base, en última instancia, de la cultura espiritual.

Los objetos de la cultura se reflejan en la conciencia de los hombres gracias a su actividad, en forma de conocimientos: conceptos, principios, ideas. Pero el modo que posee el hombre de vincularse a los objetos para reflejar los conocimientos, es la habilidad. Por ello, Carlos Álvarez plantea que cultura es conocimiento y habilidad¹², por tanto un aspecto de la cultura, fundamental para la definición de contenido, es su carácter axiológico. La cultura además de estar constituida por saberes: información,

¹¹ M. Rosental y P. Iudín: Diccionario Filosófico. Editorial Política, Ciudad de La Habana, 1973, p 322.

¹² Álvarez de Zayas, C. M.: Epistemología Educativa. Universidad de Sucre. Bolivia, 1995.

conocimientos, procederes y habilidades; comprende los puntos de vista, normas y actitudes de los hombres.

En cuanto al concepto de cultura informática es de difícil definición, pues no se precisa su significado. Una aproximación la define como el "desarrollo de un ciudadano informado, capaz de entender el impacto social y político de la informática y en especial de las computadoras en la sociedad, así como un entendimiento general de las características y operaciones del computador¹³ .

Según S. Papera¹⁴ identifica "cultura informática" con programación computacional. Un individuo desarrollado es aquel que posee un lenguaje artificial que facilita la comunicación con la computadora. La persona debe poseer una serie de elementos informáticos que conformarían parte integral de su conocimiento básico. En contraposición, puede argumentarse que no parece indispensable que todas las personas tengan que saber programar, pues ésta es una tarea muy especializada. Una tercera postura procura la mediación entre las anteriores. No obstante, por razones de espacio no es posible exponerlo aquí (Cabero: 2001; Reparaz: 2000). En todo caso, las acepciones de "cultura informática" remiten al concepto de "alfabetización informática", término sobre el cual tampoco existe consenso en torno a su significado.

Por lo anteriormente escrito se pueden determinar aspectos esenciales que posibilitan hacer una aproximación al concepto de *cultura informática* y determinar algunos de sus indicadores. Como se aprecia se ha escrito mucho sobre cultura y sobre informática también; y existe un convencimiento de que los factores culturales (o dimensión cultural de la informática) son decisivos para entender los fenómenos de desarrollo de las tecnologías de la información y las comunicaciones. Sin embargo, no existe una definición precisa, ni una teoría consistente de la cultura informática que sea ampliamente compartida y que relacione sus características esenciales para su definición precisa. Esto se debe fundamentalmente¹⁵ a la parcialidad de los enfoques

¹³ Sánchez I., J...: Informática educativa. 2ª ed., Editorial Universitaria Santiago de Chile, 1992. p18.

¹⁴ Papert, Syemort.: Desafío de la mente: computadoras y educación. Ediciones Galápagos 5ª ed., Buenos Aires, 1981.

¹⁵ Miguel A. Quintanilla: Técnica y cultura. "Teorema" Revista Internacional de Filosofía, Vol. XVII/3, 1998. <http://www.um.es/~logica/xvii3.htm>.

en el campo filosófico y de las ciencias sociales sobre el desarrollo, uso y perspectiva de esta tecnología.

La consideración de la informática como una tecnología (conjunto de conocimiento de base científica que permite describir, explicar, diseñar y aplicar soluciones prácticas o problemas prácticos de forma sistemática y racional)¹⁶ y por tanto como una forma del conocimiento, facilita su identificación con la cultura, el concepto que se asume, se apoya en una noción rigurosa en el concepto científico de cultura, análisis que se apoya en reflexiones teóricas hechas por Miguel A. Quintanilla (1998) en torno a los conceptos de técnica y cultura, analizados desde diferentes enfoques y que trasciende lo filosófico, lo moral y lo físico en correspondencia con nuestra ideología materialista dialéctica.

En sentido amplio *la cultura informática* de un grupo social está formada de elementos y valores culturales *incorporados* a los propios sistemas técnicos de que dispone ese grupo: tipos y generaciones de PC, instalación de la versión del tipo de sistema operativo que se utiliza, instalación y utilización de software, la utilización que se le da a las aplicaciones sobre el sistema que se emplea en el uso de las redes, plataformas interactivas, elementos de programación, conocimientos técnicos de las máquinas, correo electrónico, chat, entre otras; y otros elementos no *incorporados*, que pueden ser de tipo valorativos, sociales, morales y económicos tales como: valoración sobre la utilidad para resolver un problema en las ciencias o en la producción; la influencia que puede ejercer el dominio o habilidad en otras técnicas que pueden ejecutar acciones similares como la mecanografía, valores y preferencias para el uso y desarrollo del conocimiento informático, etc.

De aquí se deduce que para que el sistema informático funcione adecuadamente en el repertorio cultural del usuario de la computadora, tendrá que incluir al menos una pequeña parte del contenido incorporado por el diseñador y el fabricante, aunque los miembros de una sociedad pueden usar la computadora aunque no sepan fabricarla, ni repararla, incluso pueden constituir con ella una técnica (conjunto de conocimientos y habilidades que sirven para resolver problemas prácticos).¹⁷

¹⁶ Ibidem

¹⁷ Ibidem

Se ha tratado de esbozar un brevísimo panorama del desarrollo del concepto de cultura informática a lo largo de la historia. El propósito de situar sus transformaciones en el tiempo y en el espacio y la determinación de sus elementos esenciales para poder valorarlo en su desarrollo, parece haberse conseguido, si se parte de la tesis que la cultura informática es un concepto en formación que funde y confunde en un mismo proceso de tendencias y experiencias contradictorias, polivalentes y en estado de cambio permanente.

La cultura, como fuente principal del contenido educativo, se convierte en patrimonio de las nuevas generaciones y génesis del desarrollo personal y social; como producto de la actividad de los hombres, pasa a las nuevas generaciones a través de la educación. Se asume que en la cultura está expresada la sociedad en su integralidad, y se refleja en el proceso educativo en términos de contenidos integrales.

- La inclusión de la informática en el proceso de enseñanza - aprendizaje de los contenidos de Biología Molecular.

En estudio histórico que se ha realizado por el autor sobre la tendencia del desarrollo que ha tenido la incorporación de la computación y la masificación de esta de la educación en nuestro país; los modelos educativos de cuarta generación, entiéndase por los nuevos procesos de perfeccionamiento, son escenarios donde, necesariamente, deben emplearse los medios y las herramientas que nos ofrecen la telemática y la informática; lo cual no significa "el simple manejo de las máquinas", toda vez que a través de ellas se logra un efectivo proceso de aprendizaje sin fronteras, por cuanto el estudiante tiene a su disposición información actualizada, creada en cualquier parte del mundo, sin desvincularse de su natural entorno académico, sólo que el docente debe actuar como facilitador mediático y dirigente activo del proceso docente - educativo. El reto del milenio es aplicar un sistema educativo eficazmente contemporáneo para que la educación esté en mejores condiciones de enfrentar a un mundo globalizado, competitivo y en constante cambio. Aplicar las tecnologías informáticas en el campo educativo le permite ingresar al mundo de la competitividad y de la excelencia y lo coloca en punto coincidente con el futuro.

Para lograr que los egresados completen su formación básica en computación y que

sean capaces de aplicar las técnicas de computación como medio y/o herramienta de trabajo en sus respectivas labores; tanto académicas, científicas como laborales y de esta forma contribuyan a estimular y de hecho propiciar una cultura en los futuros profesionales para que utilicen las mismas en la solución de los disímiles problemas de la actividad productiva, de los servicios y de la sociedad en general, como persigue el Programa Director de Computación, se hacen necesarias algunas reflexiones teóricas que sirvan de marco para la comprensión de esta compleja tarea. Primeramente se analizan los principios que establece F. Hernández Gutiérrez (1999), para utilizar la informática de avanzada en el proceso pedagógico¹⁸:

1. La formación de valores, puesto que la mayoría de los software son diseñados y elaborados en países capitalistas.
2. El perfil profesional, que lleve al profesor a formar modelos en los alumnos de los institutos pedagógicos acerca de cómo utilizar las nuevas tecnologías informáticas en la preparación de sus futuros estudiantes.
3. Enseñar a aprender la Computación solo. La enseñanza de la informática debe ir encaminada a que el estudiante aprenda, sin asistir a nuevos cursos, la nueva técnica que surge.
4. La utilización de las Nuevas Tecnologías Informáticas como medio de enseñanza.
5. Programas de asignaturas de Computación con currículos abiertos o semiabiertos.
6. Currículos de aprendizaje, en vez de currículos de enseñanza.
7. Lo interdisciplinario, investigaciones recientes han demostrado que para aprender informática de avanzada, se debe hacer desde la óptica integrada con las disciplinas afines a la labor que desempeñan los estudiantes, así como definir el nivel de integración al cual aspira. Esto implica que el enfoque del curso, los problemas y tareas a realizar por los alumnos, así como las evaluaciones, deben estar en función de optimizar la labor que desempeñan o desempeñarán los estudiantes.

Este principio, aunque parecido, no es similar al del Perfil Profesional, el cual se refiere al contenido del programa a impartir, mientras este último se refiere al modo de impartirlo en las clases, al diseño de tareas y la evaluación a realizar por los estudiantes.

¹⁸ Fernández, Gutiérrez, F.: Principios básicos de la Enseñanza de la Nueva Tecnología Informática. En Giga. La Revista Cubana de Computación. No. 2, 1999, p.7.

8. Necesidad y libertad. La integración de las nuevas tecnologías informáticas a la labor desempeñada por los estudiantes debe efectuarse, a partir de las necesidades reales de los estudiantes, con el fin de perfeccionar su labor concreta.

Aunque se comparte en este trabajo con los principios establecidos por F. Hernández Gutiérrez, ellos están propuestos para el proceso de enseñanza - aprendizaje de la especialidad Matemática Computación específicamente. En opinión del autor del presente trabajo, para que la informática contribuya a mejorar el proceso de enseñanza aprendizaje en otras carreras y aporte como fin a la aplicación integral de la informática en el proceso de enseñanza - aprendizaje, es de obligatorio cumplimiento además, de otros lineamientos o propósitos que pueden enriquecer estos principios y que se exponen en el Capítulo dos.

No se pueden dejar de destacar las aplicaciones de la informática en los diferentes campos de la enseñanza de la Ciencias Biológicas, así como a que área corresponde el tema que aquí se trata, conviene adoptar el siguiente esquema clasificatorio para la Biología Molecular a) que involucra procesos moleculares y celulares, las secuencias de genes y los mapas genéticos y la regulación de la información genética, b) las imágenes, que abarcan la simulación de estos procesos y fenómenos. Esta clasificación muestra con claridad el amplio margen que comprende la informática en materia de enseñanza de un campo específico de la Biología y su carácter fundamentalmente de apoyo a la enseñanza – aprendizaje de los complejos procesos que allí se explican. En diferentes universidades en el mundo se han hecho intentos clasificatorios para vincular la informática en el campo de las Ciencias Biológicas¹⁹, basados todos en la existencia de las bases de datos digitales; cuya función es, precisamente, el manejo eficaz de la información, en la consultas desde el puesto de trabajo del estudiante o desde el hogar, de la información, así como la comunicación con colegas y profesores, independientemente del horario, desde una gran ciudad o pueblos lejanos, pero ninguno refleja la integridad en el plano educativo y formativo de una cultura integral en el proceso de enseñanza - aprendizaje. Todo esto se ha

¹⁹ Ponce-De León ME, y otros: La informática como estrategia de aprendizaje. Artículo VI. Gaceta Médica Vol. 140 No. 3, México, 2004, p 317.
Adell, J: "Tendencias en Educación en la Sociedad de las Tecnologías de la Información". EDUTECH. Revista electrónica de tecnología educativa. En: (<http://www.uib.es>). 1997.

comprobado en análisis realizados a diferentes trabajos revisados y búsquedas en los sitios digitales de diferentes universidades de Europa y América; todos los intentos de aplicación de la informática están encaminados a: optimizar el tiempo del estudiante y a combinar en forma más armoniosa sus obligaciones educativas. Especialmente en América con países que al igual que Cuba, no cuentan con muchos recursos, combinan la informática en la economización de la impresión de los materiales, y otra razón es el hecho de que la informática, al contrario de lo que sucede con otras tecnologías, lejos de ahondar aún más las diferencias entre los llamados primer y tercer mundos, ayuda a mitigarlas. En vista de que la informática es una tecnología sofisticada podría argumentarse que conlleva también desigualdad, pero si bien esto es cierto en algunos terrenos en que aquella se aplica, no es así en el caso de la educación, donde su efecto es justamente el opuesto, al existir en esta un mediador - el profesor- que modela la forma de aplicación en el proceso de enseñanza - aprendizaje.

Pese a las muchas ventajas de la informática en el campo educativo, en nuestro país no se ha desarrollado todo lo que sería deseable su aplicación en el campo de la enseñanza y el aprendizaje de las Ciencias Biológicas, porque se carece de metodologías específicas y por tanto se subutilizan los recursos existentes. Aunque no se han hecho investigaciones que ofrezcan datos concretos sobre la escasez y las limitaciones de las acciones educativas, ambas pueden demostrarse con algunas situaciones reales y los diagnósticos aplicados, que se explican en el capítulo siguiente. Es preciso señalar, por ejemplo, que en las escuelas de medicina, en las universidades y otras instituciones universitarias, tanto en las actividades didácticas en el recinto, como en la municipalización, en la actividad docente la aplicación sistemática de la informática es un componente metodológico que brilla por su ausencia, pese a lo establecido en los programas directores. No hay un solo programa docente, sistemático y estructurado, en que se refleje como objeto de estudio la computación, excepto los de computación propiamente dicha. Si bien los alumnos de pregrado y los de postgrado más aún, la conocen y a veces la saben utilizar, esto no es producto del aprendizaje sistemático desde las asignaturas en el aula, sino más bien resultado de la cultura general de las jóvenes generaciones por las posibilidades

que ha dado el estado revolucionario. En las anteriores, sin embargo, lo habitual es que se le ignore e incluso se le rechace, circunstancia que no deja de ser preocupante siendo precisamente esas generaciones las que tienen la responsabilidad de la enseñanza. Por su parte, la subutilización de los recursos existentes se pone en evidencia no solo en Cuba, sino en América latina en su conjunto; se advierte que España y los países de habla inglesa nos superan en el número de sitios especializados de INTERNET, en la cantidad de programas educativos digitales y en el número de usuarios. Este fenómeno podría explicarse por el hecho de que en esos lugares la tecnología es más avanzada y la accesibilidad de los recursos más fácil, o bien porque entre sus usuarios el interés y la motivación son mayores. De estas dos posibles causas, la segunda, a nuestro juicio, es la más significativa, debido a que Cuba cuenta casi con la misma tecnología de los países mencionados y su capacidad de acceso a ella es más o menos similar. Así pues, todo parece indicar que la verdadera razón de la disparidad señalada radica en las actitudes y el grado de interés de los estudiantes universitarios, ello consiste en incorporar los nuevos paradigmas de la educación universitaria contemporánea en la integración de la informática en el proceso de enseñanza - aprendizaje de las diferentes especialidades en las universidades cubanas.

En los últimos años los paradigmas de la educación han cambiado en forma radical; sin entrar en detalles, pues no es éste el lugar para abordar un tema tan extenso, enumeramos a continuación las transformaciones más significativas. Una de ellas consiste en que la enseñanza escolarizada tradicional se caracteriza por fomentar la pasividad de los alumnos. El peso de los métodos de enseñanza vigentes y la pasividad a la que condenan a los educandos son tal vez factores aún más determinantes en el escaso del aprovechamiento de la informática en las Ciencias Biológicas que el tan socorrido argumento de que los Ingenieros Agrónomos son reacios a la computación. Muchos diestros en el uso de computadoras, apenas las aprovechan en su propia formación, debido a que no conciben otro sistema de aprendizaje que no sea el escolarizado.

Una estrategia que podría revertir este estado de cosas sería la enseñanza y el entrenamiento Basada en la Evidencia²⁰ corriente que cuenta con los recursos teóricos e instrumentos prácticos para vincular la educación y actualización de los médicos a la informática. El empleo de la informática con fines autodidácticos como se requiere en la universalización de la enseñanza, proyecto que Cuba desarrolla exitosamente, se necesita de diferentes acciones y tareas específicas para su implementación. En este sentido, hoy los países desarrollados incorporan algunas modalidades pedagógicas similares a la cubana, adoptando la informática como un requisito indispensable, por ejemplo, un sistema canadiense²¹, que destierra los esquemas escolares clásicos para sustituirlos por técnicas más activas, como por ejemplo la impulsión de un sistema único de expedientes electrónicos y empezar a crear bibliotecas virtuales como lo ha hecho el Reino Unido²². En síntesis, la informática en el campo de las Ciencias Biológicas se ha utilizado como una herramienta fundamental en la enseñanza que hace a la búsqueda y localización de conocimientos²³, pero en ninguno de los casos con la integridad como recurso didáctico que posibilite una formación acorde a las exigencias del Programa Director de Computación establecidos para las universidades cubanas.

Las razones para la inclusión de la informática en los procesos educativos y las formas de hacerlo son múltiples. Existen varias formas de concebir dichos usos (Cabero, 2001 Seas y otros, 1999; Georgoudis, 1985). Una de las más completas es la presentada por Sánchez, quien distingue cinco enfoques: aprendizaje con la computadora (alfabetización), aprendizaje por medio del computador (programas de ejercitación y tutorial); aprendizaje con el computador (herramienta instruccional); aprendizaje acerca del "pensamiento" del computador (una herramienta para pensar, esta es la óptica de S. Papert) y administración del aprendizaje con el computador²⁴).

²⁰ Sackett DL. Surveys of self-reported reading times of consultants in Oxford, Birmingham, Milton-Keynes, Bristol, Leicester, and Glasgow, 1995. In Rosenberg WMC, Richardson WS, Haynes RB, Sackett DL. Evidence-Based Medicine. London: Churchill -Livingstone.

²¹ <http://rcpsc.medical.org/english/maintenance>

²² Gray MJA, Lusignan S. National electronic Library for Health (NeLH). BMJ 1999. p 31.

²³ Whitcomb M. The Information Technology Age Is Dawning for Medical Education Academic Medicine 78(3)247-248.2003.

²⁴ Reparaz, Charo, y otros. Integración curricular de las nuevas tecnologías. Ed. Ariel, Barcelona 2000. p. 91-93

Las anteriores formas de introducir la informática a la educación son indicadoras de la no exclusividad de un uso determinado de dicha herramienta de aprendizaje, como pretenden aquellos que defienden posiciones constructivistas o quienes dan mucha importancia a la programación, es decir, la computación como un instrumento de aprendizaje o el aprendizaje computacional o informático como un fin en sí mismo. Por ejemplo, para Papert, a pesar de reconocer -en algún momento- que el uso de la tecnología es una más entre otras, en el fondo considera que la computadora no es tan solo un instrumento de apoyo cualquiera, si no que se trata del instrumento por excelencia, al parecer, la única vía posible para aprender en el futuro.

Dicha tecnología, como bien lo afirma Cabero (2001), está en función de los fines educativos y los objetivos curriculares. Se encuentra al servicio de la labor educativa y no a la inversa. Por otra parte, es importante entender que existen maneras diversas mediante las cuales las personas se apoderan de esta herramienta, igualmente no puede imponerse un sólo estilo de aprendizaje. Para algunos de estos autores, la habilidad de programar será indispensable, para otros será el utilizar la máquina, emplear los programas, las bases de datos y el procesador de texto. Tampoco, la presencia de la computadora en la escuela es suficiente para despertar el interés en los estudiantes hacia ellas, ni para provocar emociones fuertes en éstos hacia las materias que se enseñan con ellas. Es importante destacar que son escasas las investigaciones realizadas para determinar el impacto de la inclusión de las computadoras en el currículo para el mejoramiento del aprendizaje, ni tampoco trabajos referentes a metodologías que integren la informática en el proceso de enseñanza aprendizaje de las Ciencias Biológicas, además en ninguna investigación realizada por los estudiosos del tema en el mundo y en Cuba, no existen datos confiables que muestren que dicho "éxito" pueda generalizarse a toda la población escolar²⁵.

- Las principales funciones de la informática en el proceso de enseñanza – aprendizaje.

- Sánchez I., Jaime.: Informática educativa. 2ª ed., Editorial Universitaria Santiago de Chile, 1992.

²⁵ Chelque, José: Un fuerte crítica a la propuesta de programación por medio del lenguaje logo de Papert . Revista Electrónica "Actualidades Investigativas en Educación", 1999.

La utilización de la informática en el proceso de enseñanza – aprendizaje adquiere un nuevo carácter en nuestros días, esta parte de las diferencias que existen dadas por sus propias posibilidades y que se agrupan en dos ramas importantes (Informática propiamente dicha y la Telemática) en que ha derivado la introducción de esta potente tecnología. La informática se ocupa del trabajo de la computadora en el sistema de obtención y procesamiento de información y la telemática es la unión de la informática y las telecomunicaciones dando lugar al trabajo de las redes de computación.

Todo ello está reflejado en la utilización de software educativos, aulas virtuales, el trabajo en plataformas interactivas, fundamentalmente en redes locales LAN(Local area network) o en la WWW (*World Wide Web*) en las diferentes universidades cubanas.

Aunque en la Enseñanza Superior existen redes de comunicación que permiten el trabajo con esta y, las posibilidades de la explotación en las ciencias agropecuarias son limitadas por la escasez de medios disponibles en la red. Otra arista de utilización de la informática está en las posibilidades de la multimedia y la hipermedia, concretadas en softwares educativos, en la incorporación de simulaciones, sonidos, interacción con filmaciones e imágenes, los procesadores de textos con la potencialidades del hipertexto con sus bondades de desglosamiento de los conceptos e informaciones adicionales, los tabuladores electrónicos, graficadores, paquetes para el procesamiento de datos estadísticos y bases de datos.

Para integrar esta tecnología es importante conocer que este medio se puede utilizar con diferentes objetivos²⁶:

1. Como instrumento para que los alumnos adquieran un nivel mínimo de conocimientos informáticos. Esto es importante ya que el alumno debe aprender a utilizar esta tecnología como una herramienta para su trabajo futuro, y este aprendizaje lo realiza precisamente a través de los contenidos informáticos que tiene en su plan de estudios, donde el autor concibe la computación como objeto de estudio, según se plantea en el Programa Director de Computación para las universidades cubanas.

²⁶ Carballo Barco M. y otros: Las NTIC en las asignaturas técnicas agropecuarias. Una Metodología para su introducción. Departamento de Agropecuaria, Facultad de Ciencias Técnicas, Universidad Pedagógica "Félix Varela", Santa Clara Villa Clara Cuba, Noviembre 2005.

2. Como apoyo a la exposición del profesor. En este caso se utiliza como un medio tradicional, con la diferencia de que presenta muchas posibilidades con respecto a colores, movimientos, entre otras. Con las recomendaciones que se ofrecen por los estudiosos del tema para que la misma sea efectiva. En este caso la comunicación educativa se produce de forma tradicional profesor - alumno.
3. Como medio interactivo. Aquí es donde precisamente se introduce el cambio, ya que al existir la posibilidad del alumno de interactuar con el medio, la comunicación educativa se produce sujeto - medio - sujeto. No obstante, la elaboración de un software en cualquiera de sus modalidades debe concebir de una forma didáctica la organización de los contenidos para provocar un aprendizaje eficiente, y aquí es donde radica la importancia del docente, ya que es él, junto a un equipo de trabajo, el que concibe y organiza las acciones necesarias para lograr este objetivo. Por tanto el profesor dirige este proceso de aprendizaje, lo que de una forma diferente a través de la utilización de un medio que permite la interactividad con el alumno; la comunicación educativa en este caso puede ser sincrónica, asincrónica o multisincrónica en dependencia del tipo de actividad que se esté desarrollando; ya que puede ser en la clase, fuera de la clase, o en ambos momentos complementándose.

Según plantean los autores del trabajo anteriormente referenciado el componente informativo está dado por las características del plan de estudios y el programa de la asignatura en cuestión, excesos o defectos pueden originar dificultades. Es importante tener en cuenta que la posibilidad de utilizar este medio permite llevar al estudiante una mayor información en menor tiempo; pero el profesor debe siempre tener en cuenta que el objetivo es la categoría rectora y por tanto no se debe atiborrar al alumno de conocimientos que pueden resultar innecesarios. Hay que enseñarlos hoy a Aprender a Aprender.

La informática como medio de enseñanza se integra al sistema didáctico: objetivos, contenidos, métodos, medios, evaluación, resultando un sistema más complejo, donde las relaciones son mutuas y deben ser consideradas no en forma aislada sino en forma de sistema. Según estos autores (Carballo B. M. y otros 2005), se utiliza como medio de ayuda a la enseñanza y como tecnología educativa por el profesor para

incorporarla como un elemento que contribuye al cumplimiento de los objetivos docentes. Esto implica que deba tener mucha maestría para saber combinarla con los métodos tradicionales y balancear mejor las actividades.

La clase con software educativo es aquella cuyo objetivo se corresponde con la asignatura que se imparte y el uso de este medio de enseñanza es fundamental ya que contribuye a la asimilación de los contenidos y se concreta a través de tareas docentes dirigidas a la búsqueda, selección, procesamiento interactivo y conservación de la información usando medios informáticos.

La utilización en el proceso de enseñanza - aprendizaje de productos multimedia (dígase secuencia de imágenes, presentaciones, tutoriales, simulaciones, hipertexto, hipermedias, navegaciones, paquetes digitales interactivos) tiene como exigencia didáctica que el profesor diseñe la actividad de forma tal que el alumno deba ejecutar ciertas tareas didácticas que le permitan arribar al conocimiento deseado, para ello se prevé el uso de guías temáticas, que pueden ser secuencia de problemas que el alumno deberá resolver haciendo uso del programa, sus ayudas y las ayudas que le puedan proporcionar sus compañeros y el propio profesor. La utilización de hojas de trabajo que mantengan al alumno realizando anotaciones o esquemas, estos recursos impiden que el alumno asuma una actitud pasiva ante el material de estudio. Se considera que el producto multimedia interactivo permite concentrar la atención del alumno en temas y aspectos complejos por largos períodos de tiempo, lo que sin duda es de mucho valor para el desarrollo de materias donde la complejidad lógica del contenido provoca con facilidad fatiga y cansancio.²⁷

Una aplicación multimedia educativa en la actualidad, resulta un excelente medio de aprendizaje en tanto que puede presentarle a un estudiante, material proveniente de diferentes fuentes: textos, gráficos, audio, video, animaciones, simulaciones, fotografías, esquemas, mapas conceptuales. Cuando estos recursos se combinan a través de la interactividad se crean las posibilidades para el desarrollo de un entorno educativo realmente efectivo y tan centrado en el estudiante que más que llamarlo medio de enseñanza, barreras temporales y espaciales, por tanto, a este medio

²⁷ Torres Lima Pastor G. Didáctica de Las Nuevas Tecnologías de la Información y la Comunicación: Curso 40 Pedagogía 2001

resultaría más correcto denominarlo medio de aprendizaje. La interactividad permite el desarrollo de procesos de comunicación e intercambio entre los sujetos rompiendo barreras temporales y espaciales, por tanto, el medio está jugando un papel socializador.²⁷

Existen diversas aplicaciones informáticas que se han insertado adecuadamente en el proceso docente educativo y que han contribuido al incremento de la calidad del mismo, se pueden relacionar los siguientes²⁸:

- Programas tutoriales. La finalidad de estos programas es transmitir conocimientos, tanto de tipo declarativo como procedimental, haciendo uso de las posibilidades ofrecidas por los entornos multimedia. Por tal motivo, se obtiene un máximo aprovechamiento en aquellos temas en los que movimiento y sonido poseen una especial relevancia.
- Programas ejercitadores. Se denomina así a aquellos programas cuyo objetivo principal consiste en ejercitar al alumno en la aplicación de una serie de conocimientos o destrezas recién adquiridos.
- Programas consolidadores. Mediante tal denominación se agrupan aquellos programas cuya finalidad consiste en ayudar a memorizar o consolidar información fácilmente fragmentable en pequeñas unidades. En general, presuponen un conocimiento previo de las informaciones o conocimientos que abarcan. Suelen presentarse como programas de preguntas y respuestas, aunque con multiplicidad de variantes.
- Software educativo: aplicaciones multimedia que abarcan una temática o temáticas determinadas previamente que permiten a través de diferentes opciones la interactividad del alumno para propiciar su aprendizaje.
- Bases de Datos: permiten el trabajo con todo tipo de información, ofreciendo posibilidades de selección, filtrado, gráficos.
- Graficadores: permiten el trabajo con tablas y gráficos.
- Paquetes estadísticos: permiten el procesamiento estadístico de los resultados y la elaboración de gráficos.

²⁸ Carballo Barco M. y otros: Las NTIC en las asignaturas técnicas agropecuarias. Una Metodología para su introducción. Departamento de Agropecuaria, Facultad de Ciencias Técnicas, Universidad Pedagógica "Félix Varela", Santa Clara Villa Clara Cuba, Noviembre 2005.

➤ Procesadores de texto: permiten realizar todo tipo de operaciones con textos.

Existen otras definiciones en la literatura revisada que concuerdan con la anterior y agregan la incorporación de la informática como recurso didáctico en la Universidad Autónoma de Barcelona, Graells Pere Marqués, (2000) este autor plantea que la informática como recurso didáctico es cuando el docente proporciona elementos, como medios, herramientas y acciones a emplear por el docente y que sirven de modelo al estudiante de cómo utilizar esta tecnología para facilitar y conducir el aprendizaje, en situaciones nuevas en lo investigativo o la actividad laboral.

Existen otras definiciones que hacen diferentes autores de vanguardia en el uso de la informática como recursos didácticos informáticos²⁹. Planteando la integración del sistema medios de enseñanzas digitales y de herramientas de trabajos informáticos en relación con acciones planificadas que se introducen en el propio sistema digital y que es empleado por el profesor o por los estudiantes (usuario en general) con la dirección del facilitador (docente) ayudando al aprendizaje o la ejecución de cualquier actividad en lo académico, en lo investigativo o lo laboral. Entre estas tenemos: la forma de utilizar un software en CD-ROM para visualizar un proceso o fenómeno, los recursos de los buscadores en INTERNET (ejemplos: www.google.com y www.yahoo.com) y las páginas Web para buscar información más actualizada, o para:

a) Consultar información sobre soportes técnicos para el trabajo seguro (antivirus).

²⁹ Pere Marqués Graells: Los medios didácticos, Universidad Autónoma de Barcelona, 2000(última revisión: 12/06/05)

- Blazquez, F., Cabero, J., Loscertales, f. Un estudio sobre la integración de los medios y recursos tecnológicos en la Escuela, 1994. En Memoria de José Manuel López Arenas." Sevilla: Alfar.
- Cabero, Julio: Tecnología educativa. Síntesis Madrid, 1999.
- _____: Análisis de medios de enseñanza. Sevilla: Ediciones Alfar, 1990.
- _____: Líneas y tendencias de investigación en medios de enseñanza". En López, J. y Bermejo, B. (Coords.) El Centro educativo. Nuevas perspectivas organizativas, 1991. <<http://tecnologiaedu.us.es/revistas/libros/4.htm>>" Sevilla: GID
- Ferrés, Joan, Marqués Graells, Pere (coords.). Comunicación Educativa y Nuevas Tecnologías, Editorial Praxis, Barcelona, 1996.
- Fernández, B. e Isel Parra. Medios de Enseñanza, Comunicación y Tecnología Educativa. Curso 15 Pedagogía '95. La Habana. 1995.
- Fernández R, Berta y Julio García Otero. Tecnología Educativa: ¿Sólo Recursos Técnicos? Curso 28 Pedagogía '99. La Habana. 1999.
- García. B. Gilberto. Profesionalidad y Práctica Pedagógica/ G. B. Gilberto. C. D. Elvira. - La Habana: Ed. Pueblo y Educación, 2004. 146p.

- b) Correo. Mensajería instantánea.
- c) Chat.
- d) Videoconferencia.
- e) Formación. Descargar archivos
- f) Crear información. etc.

La forma de utilización de la informática como recurso está dado en empezar por ver la disposición de los requerimientos de aplicación, la forma de organización del proceso de enseñanza - aprendizaje, donde la desarrollaremos; luego hay que ver cuánto tiempo extra de clase requerirá la actividad. Como docente, hay que preguntarse ¿por qué quiero utilizar el recurso? Algunas de las respuestas pueden ser: para encontrar un procesador, mejorar el hábito de lectura de los alumnos, adquirir y practicar destrezas necesarias, para buscar y analizar información en sitios especializados, simular procesos o fenómenos con un nivel de abstracción elevado y complejo, aprender a como utilizarla en la solución de algún problema científico o laboral, etc. Luego hay que ver ¿para qué quiero hacerlo? Una buena razón es que los alumnos exigen constantemente la explicación del uso que harán de la computación en lo académico, en lo investigativo y en lo laboral o profesional de lo explicado en clase y ¿para qué sirve lo que han de aprender?, para dimensionar sus capacidades de análisis de un problema: de cálculo, de revisión de información, o ejecución de un volumen de ejercicios. ¿Con qué lo hago? es la última razón, con un aprendizaje interactivo en la red donde se poden darles ejemplos reales y concretos que les motiven a dedicar más tiempo a trabajar, comunicar y aprender.

La computadora es buena cuando ayuda al docente a enseñar lo que debe ser aprendido y a mejorar sus recursos y su capacidad de transmitir datos. Por lo que la tecnología es un medio y no un fin. Lo que realmente importa es que logre los objetivos educativos que el docente se había planteado.

En el referencial teórico de este capítulo, se hace alusión a las obras escritas por reconocidos autores, donde se hace un análisis de los fundamentos pedagógicos, psicológicos y filosóficos para la concepción del proceso de enseñanza - aprendizaje,

• López Palacio, Juan. Algunas consideraciones acerca de la Tecnología Educativa. En Revista Islas, no 118. Las Villas, sep -dic 1998.

y se asume el paradigma socio – histórico - cultural de Vigotsky, y de Davidov interesó su concepción del proceso para la formación del pensamiento teórico de los estudiantes lo que se combinó con el análisis de las experiencias desarrolladas por este autor. P. Galperin, N. Talizina y otros aportan los fundamentos generales para la elevación del nivel teórico del conocimiento científico a partir de una concepción metodológica que promueva la orientación teórica, que permita penetrar en la esencia del objeto, estos aspectos relacionados con la utilización de la informática como medio de enseñanza y herramienta de trabajo desde los contenidos de la Biología Molecular que introducen un aspecto no concebido en esta literatura consultada. En el estudio teórico realizado se destacan desde posiciones materialista dialéctico aspectos relacionados con el tratamiento de los contenidos con la informática; y se expone cómo estructurar esta de manera que prepare al profesional para que sea capaz de incorporar a su actividad académica, laboral e investigativa.

CAPÍTULO II

METODOLOGÍA CENTRADA EN LA APLICACIÓN DE LA INFORMÁTICA COMO MEDIO DE ENSEÑANZA, HERRAMIENTA DE TRABAJO Y COMO OBJETO DE ESTUDIO EN EL PROCESO DE ENSEÑANZA - APRENDIZAJE DE LOS CONTENIDOS DE LA BIOLOGÍA MOLECULAR QUE SE IMPARTEN EN LA CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA.

Para dar respuesta fundamentada científicamente a la interrogante de ¿Qué exigencias y características debe tener una metodología centrada en la determinación y solución de problemas didácticos desde los contenidos de la Biología Molecular que propicien la aplicación de la informática de forma integral, para facilitar la comprensión de la concepción molecular de la herencia?, es que se hace necesario el siguiente estudio diagnóstico.

2.1. Diagnóstico del estado actual del proceso de enseñanza - aprendizaje de los contenidos de la Biología Molecular.

➤ Caracterización de la asignatura donde se aplica la metodología.

Las asignaturas Bioquímica y Genética resultan ser unas de las que mayor nivel de abstracción presentan en el plan de estudio de Agronomía y abarcan aproximadamente el 4.8 %, tanto para Curso Regular Diurno (CRD) como para el Curso Regular para Trabajadores (CRPT), del tiempo asignado a la formación académica del profesional. Su sistema de conocimientos constituye, en lo esencial, la base molecular y celular correspondiente a los programas de la carrera, lo que unido al sistema de habilidades que desarrolla; evidencian su contribución al componente laboral del plan de estudios a través del dominio de los conceptos, leyes y principios básicos del Ingeniero Agrónomo y a sus perfiles de acción, así como al aprendizaje de los métodos fundamentales para la solución de problemas y el trabajo experimental de la era moderna en la agricultura.

Estas asignaturas tienen la gran tarea de asimilar las funciones educativas en la concepción del mundo, ya que instrumentan el sistema conceptual molecular para la interpretación de los procesos explicados por las demás asignaturas de la carrera, contribuyendo fuertemente a la concepción científica del mundo garantizando un profesional preparado para enfrentar los retos actuales acorde a los principios del

materialismo dialéctico e histórico y a la ideología cubana en las condiciones en que se desarrolla, la cual está inmersa en un mundo hostil y globalizado tanto en el terreno económico como en el ideológico.

En las condiciones actuales de desarrollo de las ciencias biotecnológicas y de la biología a nivel celular, para la enseñanza de los contenidos de la Biología Molecular en nuestros centros docentes, resulta conveniente la fusión de la lógica inductiva (tradicional en la asignatura de Genética) y la lógica deductiva (utilizada en la asignatura Bioquímica en mayor grado). Defendemos el criterio de que por una vía exclusivamente inductiva, priorizando el análisis como operación lógica fundamental, se puede arribar al sistema de núcleos básicos, y más tarde por vía deductiva arribar al estudio de los diferentes casos particulares; de manera que se sistematice en el desarrollo del pensamiento de los estudiantes la lógica inductivo - deductiva, vinculada con los métodos fundamentales de la enseñanza problémica y la enseñanza desarrolladora en el estudio de los contenidos de la Biología Molecular como ciencia y la incorporación de la informática como medio de enseñanza y herramienta de trabajo, constituye un recurso importante en la potencialización de la formación de la concepción molecular de la herencia, además de contribuir al objeto de estudio de la computación la Biología Molecular. En esta dirección se encamina nuestro trabajo.

A partir de un estudio diagnóstico -realizado en los últimos cinco años- sobre el problema relacionado con el tratamiento de los contenidos de la Biología Molecular de forma tradicional, se determinó las dificultades presentadas por esta forma de enseñar estos contenidos: Para ello se utilizaron los controles a clases y la observación directa del proceso docente - educativo en su integridad, de forma tal, que permita valorar el conjunto de aspectos en relación con las potencialidades que se incorporarían a la metodología propuesta, no se observó que en la enseñanza del contenido relacionado con la Biología Molecular se tuviera en cuenta la integralidad de la informática como medio de enseñanza ni como herramienta de trabajo, se observó además que la formación del pensamiento teórico sobre la concepción molecular de la herencia y la independencia cognoscitiva de los estudiantes era limitada sin saber las causas esenciales en este momento.

Como coadyuvante en el diagnóstico, se utilizó desde finales del curso 01 - 02, los instrumentos aplicados y previstos (anexo 10) a los estudiantes de segundo año de la carrera de Agronomía tanto de cursos para trabajadores (CRPT), como regular diurno (CRD) de la Universidad Central de las Villas y la entonces Sede Universitaria de Sancti Spiritus, hoy Centro Universitario “José Martí Pérez”, para valorar la metodología tradicional, con una muestra total de 35 estudiantes que habían concluido el curso de Química Orgánica, Bioquímica y Genética. Los resultados cualitativos obtenidos, tanto en el instrumento aplicado a los alumnos como en las observaciones a clases y la observación directa al proceso docente – educativo, se compararon después de ser valorados en el colectivo de profesores, buscándose consenso para su generalización. En los mismos se destaca que:

- El 98,9% manifiestan dificultades en el tratamiento e interpretación de la estructura de los modelos del material genético y el flujo y regulación de la información genética.
- Solo el 5% de los estudiantes reconocen las leyes y principios y el sistema categorial referentes a la Biología Molecular; en particular con el estudio de los ácidos nucleicos.
- Los estudiantes no pueden interpretar los principios generales en la solución de problemas en las clases prácticas, así como los ejercicios básicos de la Biología Molecular con un enfoque bioquímico o genético si no es con la ayuda dependiente del profesor,
- Ningún estudiante consideró la utilización de la informática como herramienta o medio indispensable para la resolución de tareas docentes o investigativas con eficiencia, lo que manifiesta el desconocimiento de estas en sus actividades docentes.
- De las clases observadas, en solo una se empleó la computadora como medio de enseñanza, en ninguna de las tareas docentes de las clases se hace uso de las potencialidades de la informática y la telemática como herramienta de trabajo en clases prácticas, ni como recurso indispensable para potenciar la enseñanza de estos contenidos.

De manera general estos resultados pudieran resumirse de la forma siguiente:

El modelo teórico - práctico genético molecular acorde a las exigencias del desarrollo actual de la Biología Molecular, no es asimilado por los estudiantes, destacándose, el uso inadecuado de los modelos estructurales de los ácidos nucleicos y de interpretación deficiente de los procesos de flujo de la información genética y su regulación es evidente en los resultados docentes. Los niveles de generalización teórica, que permita mediante representaciones la explicación de procesos y fenómenos y el dominio de las leyes, principios y categorías de la Biología Molecular, son limitados; así como el conocimiento de este sistema categorial, ya que no se integran las distintas partes del todo.

Ningún estudiante logra resolver problemas particulares (mediciones y determinación de estructura del ADN, predicción de información genética, balance energético, etc.) a partir del conocimiento de lo general. Para ellos lo general tiene un marco estrecho del fenómeno, es decir, la generalización no esencial.

En el diagnóstico se determinó el comportamiento de aspectos esenciales de forma individual que permitió arribar a conclusiones de la necesidad de una metodología que integrara la informática como medio de enseñanza y herramienta de trabajo.

Existen dificultades en el nivel de abstracción presentadas por los estudiantes, en momentos que requieren del conocimiento integrador; para ellos, la interpretación de la estructura molecular de los ácidos nucleicos es plana, no hay relación funcional entre ellas, aunque un 5% de los estudiante apuntan la relación de su conformación y estructura con la función. Para ellos no es importante la función metabólica de los procesos genéticos, por lo que hay similitud a las formas y concepciones de enseñanza de estos contenidos en el preuniversitario. Las asociaciones de los contenidos a su aplicación en el campo de la Biotecnología y la Ingeniería Genética aspecto que sustenta parte de su desarrollo investigativo y de aplicación, son muy limitadas.

Se apreció que el 90% de los estudiantes no tienen el conocimiento teórico integrador esencial que determina la aplicación del contenido a situaciones nuevas, esto ha estado condicionando el bajo nivel de generalización esencial acerca de los contenidos que constituyen los núcleos básicos de la Biología Molecular (anexo 4.4),

explicando el hecho de que en el nivel de concreción sea por debajo del 30%. Estas dificultades se manifiestan en las respuestas de los estudiantes a las distintas actividades aplicadas en evaluaciones de clases e instrumentos diseñados al respecto en la evaluación de la metodología tradicional (Capítulo III).

El 30% de los estudiantes trabajó acertadamente en la solución de los problemas y ejercicios que se les plantearon en clases, de manera que más de la mitad de los estudiantes para ambos tipos de cursos (Regular Diurno y para Trabajadores) CRD y CRPT alcanzan un nivel bajo de independencia, en años superiores ponen de manifiesto dificultades en la formación del cuadro genético molecular para la interpretación de fenómenos y procesos en las disciplinas de Producción Agrícola y Zootecnia General.

En su totalidad, son incapaces de realizar cálculos de balance energético para la expresión genética y de determinar herramientas moleculares para el mejoramiento vegetal y animal.

Esto reafirma la idea de que existen lagunas en la formación del cuadro genético molecular y por ende en la concepción molecular de la herencia en los estudiantes, dado por las dificultades en la interpretación metodológica en el orden teórico acerca del dominio biológico molecular de esta y en indicadores que tributan a este proceso como son: el nivel de abstracción, el nivel de generalización y el nivel de concreción; también se estudió la idea del nivel con que operan la informática, que permitió hacer un diagnóstico e interpretación del grado de aplicación de los elementos incorporados y no incorporados de la formación informática que poseen los estudiantes, con los siguientes resultados:

Las generaciones de computadoras personales (PC) que utilizan los estudiantes es del tipo Pentium II y III, con servidores Pentium IV, con versión del tipo de sistema operativo Windows NT, que es la norma en las universidades cubanas; en cuanto a utilización de software, se pudo observar en las clases visitadas que los grupos no suelen utilizar software en sus clases de Bioquímica y Genética, ni ningún medio virtual en redes, solo se limitan a utilizar: los sistemas de aplicación de Microsoft Office como: el Microsoft Word para abrir, editar o imprimir textos, el Microsoft Excel, en la visualización, edición e impresión de tablas para el componente investigativo

solamente; el Microsoft Access no se constató su uso, manifiestan que no tiene utilidad práctica para su carrera. El Microsoft Power Point y el Microsoft FrontPage no son utilizados para resolver los problemas en la investigación y producción científica. Los trabajos con INTERNET e INTRANET se limitaban a: comunicación a través de la red y la consulta de Web como recursos informativo, el correo electrónico se utiliza con gran frecuencia para la comunicación entre amistades, otro aspecto de interés es que no se hace buen uso del tiempo de máquina y este no es aprovechado en la actividad docente.

2.2. Presentación de la metodología centrada en la aplicación de la informática de forma integral (como medio de enseñanza y herramienta de trabajo) en los contenidos de la Biología Molecular para propiciar la formación de una concepción molecular de la herencia y la formación informática en los estudiantes de la carrera de Agronomía.

Primeramente se resolverá desde la teoría de las Ciencias Pedagógicas, el concepto de metodología.

En esta investigación para elaborar la metodología se asumen los criterios de investigadores como Rogelio Bermúdez y Marisela Rodríguez, los cuales han sido retomados por el colectivo del Centro de Estudios de Ciencias Pedagógicas del Instituto Superior Pedagógico "Félix Varela"

R. Bermúdez y M. Rodríguez, expresan que existen múltiples definiciones del concepto de metodología, ya que algunos autores la consideran como doctrina o enfoques filosóficos que, sobre la base del conocimiento de la realidad, establece las normas o guías para su transformación, expresadas por medio de los principios generales del conocimiento y el sistema categorial de la ciencia.

Otros autores como I. Marinko (1982) y S. I. Rusaven (1990), tratan el concepto como la ciencia que estudia los métodos, técnicas y procedimientos y medios dirigidos a la investigación o a la enseñanza de una disciplina dada.

Estas dos definiciones permiten plantear que la metodología como ciencia responde a dos aparatos estructurales básicos, sobre el cual se establece el saber de la ciencia: el teórico y el metodológico, que se consensúa por arreglo didáctico en aparato cognitivo, al componente teórico de la ciencia e instrumental al componente metodológico.

A partir de estos resultados, investigadores del Centro de Estudios de Ciencias Pedagógicas del Instituto Superior Pedagógico “Félix Varela” (2004), definen el concepto de metodología en un plano más específico: como una forma de proceder para alcanzar determinado objetivo, que sustenta un cuerpo teórico y que se organiza como un proceso lógico conformado por una secuencia de etapas, escalones, pasos y procedimientos condicionantes y dependientes entre sí, que ordenados de manera particular y flexible permiten la obtención del conocimiento propuesto³⁰, esta conceptualización se asume en el estudio realizado por el autor.

La metodología propuesta se organiza de la siguiente forma: objetivo general, fundamentación, exigencias psicopedagógicas, dinámica de aplicación con sus procedimientos y su representación gráfica.

Objetivo general:

Propiciar la aplicación de la informática de forma integral como medio de enseñanza y herramienta de trabajo en los contenidos sobre Biología Molecular que garantice la formación de una concepción molecular de la herencia en el proceso de enseñanza aprendizaje de estos contenidos en las asignaturas Bioquímica y Genética que se imparten dentro del ciclo de las disciplinas Química y Biología en la carrera Agronomía de la Enseñanza Superior de Cuba y la formación informática en el estudiante.

La metodología se construye sobre la base de los fundamentos de las ciencias de la educación como: la filosofía, sociología, psicología, que se argumentan en el Capítulo uno de este informe, los cuales permiten tanto teórica como metodológicamente, su organización científica.

Desde el plano filosófico la metodología se sustenta en la concepción materialista – dialéctica, concretándose en la determinación y solución de problemas didácticos desde la función docente - metodológica como componente principal para la incorporación de la informática de forma integral en el proceso de enseñanza – aprendizaje de la Biología Molecular.

La relación escuela - sociedad adquiere carácter de ley según lo expresado por Carlos Álvarez de Zayas, quien expresa que ellas condicionan el proceso de

³⁰ Material Mimeografiado del Centro de Estudios de Ciencias Pedagógicas del Instituto Superior Pedagógico “Félix Varela”, Villa Clara, 2004.

formación de los profesionales y determinan las regularidades y tendencias de tal proceso, a través de formas concretas de naturaleza laboral, productivas y de servicios y de las relaciones económicas y sociales en general.

Al considerar al hombre como ser social, históricamente condicionado, producto de la cultura que él mismo crea, obliga a analizar el problema de la relación educación - sociedad: la educación como medio y producto de la sociedad y esta como depositaria de toda la experiencia histórico - cultural.

A partir de la función formativa y de mediador del profesor se trata de lograr, en un medio concreto y época específica de revolución de las nuevas tecnología de la información y las comunicaciones y la genética molecular, la vinculación de la informática de forma integral como medio de enseñanza, herramienta de trabajo y objeto de estudio en el proceso de enseñanza - aprendizaje de la Biología Molecular en el Capítulo uno.

Desde el punto de vista psicológico la metodología se sustenta en la Teoría Socio - Cultural de S. L. Vigotsky, lo que significa asumir los enfoques de sus tres postulados explicados técnicas, procedimientos y acciones que permiten insertar la computación como medio de enseñanza, herramienta de trabajo y objeto de estudio desde los contenidos de la Biología Molecular, además de expresar la función docente - metodológica de los profesores como moduladores del proceso, expresa la interacción alumno - alumnos para irse apropiando de la experiencia histórico-social transformadora, e incorporarla en su patrimonio personal acorde a sus potencialidades genéticas.

El segundo postulado relacionado con el origen de las funciones psíquicas superiores, se manifiesta en la metodología en que el estudiante no toma en la solución y determinación de los problemas relacionados con el estudio de la Biología Molecular utilizando la computadora y otros medios y materiales de enseñanza una simple copia de la realidad, sino que esta vinculación integral de la informática en el proceso permite la ocurrencia de un fenómeno constructivo de la experiencia en la transmisión de lo inter a lo intra psicológico, y se logra una etapa cualitativamente superior en ellos.

El trabajo de cada uno de los problemas en el proceso de enseñanza - aprendizaje que el estudiante determina y soluciona con la computación se hará en colectivo sin dejar de tener en cuenta la individualidad; esto posibilita dar cumplimiento en la metodología al tercer postulado de la teoría histórico cultural, referido a la importancia de la mediación de los signos en la comprensión de los procesos mentales.

Entre los conceptos que forman parte del aparato cognitivo de la metodología propuesta se encuentran: componentes del sistema didáctico, funciones de la informática en el proceso docente educativo y la formación informática del profesional. La metodología se sustenta en los principios pedagógicos explicados en el libro *Compendio de Pedagogía* de las autoras F. Addine y A. M. González, los que se mencionan a continuación:

1. La unidad del carácter científico e ideológico del proceso pedagógico,
2. La vinculación de la educación con la vida, el medio social y el trabajo en el proceso de educación de la personalidad.
3. La unidad de lo instructivo y lo educativo en el proceso de educación de la personalidad.
4. La unidad de lo afectivo y lo cognitivo en el proceso de educación de la personalidad.
5. Carácter colectivo e individual de la educación y el respeto a la personalidad del estudiante.
6. La unidad entre la actividad, la comunicación y la personalidad.

Estos principios reflejan las tesis fundamentales de la teoría pedagógica y determinan los procedimientos de acción que por las particularidades de este estudio, sientan las bases para determinar los propósitos y las exigencias psicopedagógicas que deben cumplirse en la aplicación de la metodología, la cual persigue ser una importante contribución pedagógica en la formación del futuro profesional de la carrera de Agronomía, al facilitar la comprensión de la concepción molecular de la herencia y la formación informática del estudiante de ingeniería Agrónoma desde el proceso de enseñanza - aprendizaje de los contenidos de Biología Molecular todo ello se materializa en:

- a) La elevación del nivel teórico de los conocimientos científicos, que posibilita la adquisición de estos con mayor solidez y perdurabilidad.
- b) El mejoramiento de la calidad en las exposiciones y defensa de sus criterios personales en las diferentes actividades docentes, laborales e investigativas al utilizar herramientas del Microsoft Office como el Power Point, u otros recursos informáticos como son las páginas Web, el manejo digital de imágenes, figuras, esquemas, animaciones y vídeos.
- c) Elevar la independencia cognoscitiva mediante la utilización de métodos de aprendizaje más activos de acuerdo con las posibilidades que brinda la computadora como medio de enseñanza y herramienta de trabajo o recurso en general.
- d) El desarrollo de las capacidades de los estudiantes para orientarse ante situaciones nuevas, referentes al contenido teórico, práctico o experimental donde se utilicen los medios informáticos y de comunicación en combinación con los restantes medios de enseñanza o herramientas de trabajo que tradicionalmente se han utilizado para el aprendizaje de esta ciencia.
- e) El desarrollo de las habilidades informáticas antecedentes y nuevas, tanto en clase como en las actividades extractases: académicas, investigativas y laborales en cuanto a :
 - Reconocer y usar los elementos de control de las ventanas de Windows,
 - Acomodar y trabajar con barras de herramienta.
 - Interactuar con menús de Archivo, Edición, y otros indispensables para el profesional (Formatos de textos, trabajo con tablas, con imágenes y macros.
 - Operar con el portapapeles.
 - Ejercitar los clics y arrastrar con el “mouse” o “ratón”.
 - Identificar los iconos más representativos
 - Reconocer y utilizar las jerarquías de carpetas y trabajo con subdirectorios.
 - Comunicarse por correo electrónico (con fines docentes, investigativos o profesional, sí como aplicar la consulta electrónica)
 - Buscar información actualizada en INTERNET o plataformas interactivas habilitadas en la INTRANET del centro de estudio o laboral.

- Socializar la información colectada o elaborada.

2.2.1. Exigencias para la instrumentación de la metodología que posibilita la incorporación de la informática de forma integral como medio de enseñanza y herramienta de trabajo en el proceso de enseñanza - aprendizaje de los contenidos de la Biología Molecular.

Se determinaron las exigencias que permitan el uso de la informática de forma integral, conlleva a su uso como medio de enseñanza y herramienta de trabajo, en el tratamiento de los contenidos referentes a la Biología Molecular, de manera que se contribuya a facilitar la comprensión de la concepción molecular de la herencia y la formación en la utilización de esta tecnología desde el proceso de enseñanza aprendizaje de dichos contenidos en el futuro profesional de la carrera de Agronomía, estas exigencias están dadas en

1. El diseño, la confección y/o aplicación de los software se debe partir de los objetivos de la disciplina y tener en cuenta las características de los métodos activos y la enseñanza desarrolladora, que posibiliten su utilización en el contenido específico de la Biología Molecular, de modo que mediante ellos se pueda garantizar la ejecución de tareas complejas y difíciles, tales como:

a. La visualización de procesos y fenómenos en el ámbito molecular mediante la simulación de estos.

b. El acceso inmediato a un amplio volumen de información científica actualizada y a la extensa gama de literatura docente existente en el campo de la Biología Molecular, que le permita con la ayuda de las herramientas de los procesadores de textos hacer reflexiones sintéticas como resúmenes acompañados de tablas, gráficos esquemas e imágenes o diseñar diapositivas para apoyar las exposiciones de trabajos docentes, investigativos y laborales con la utilización de los procesadores multimedia como el Power Point.

c. El uso las técnicas de hipertexto que permiten el desmembramiento de los conceptos en sus terminologías que posibilitan la comprensión de la esencia de los fenómenos estudiados, o la consulta de sitios de interés científico en INTRANET o INTERNET. Se debe tener en cuenta que la conceptualización en el campo de la Biología Molecular es un aspecto que cambian con rapidez producto de los avances

vertiginosos en esta disciplina.

d. Disponer de hojas de cálculo como herramientas muy utilizadas con probada efectividad en la resolución de ejercicios y problemas para las actividades prácticas: clases prácticas (CP) o de Laboratorios (L) que se realizan en los contenidos de la Biología Molecular o en la actividad investigativa o profesional de estas disciplinas experimentales.

e. Garantizar la interrelación con las diversas aplicaciones de que dispone Windows y que posibilitan una amplia gama de actividades académicas, investigativas y profesionales y que serán explicadas en la parte instrumental de la metodología.

2. Proponer acciones a la solución de tareas docentes específicas en el proceso de enseñanza - aprendizaje de la Biología Molecular mediante la utilización de los software como medio o herramienta de trabajo, que propicien:

a. Implicaciones cognitivas que incluyan la unidad de lo afectivo - cognitivo mediante acciones problémicas, la atención a diferencias individuales y dar diferentes vías de solución a una misma tarea docente por un mismo estudiante.

b. El desarrollo de la independencia cognitiva.

c. La elaboración de respuestas economizadoras de recursos mentales y la resolución de tareas en menor tiempo.

d. La búsqueda y la definición de conceptos esenciales, autopreparación teórico práctica de clases prácticas y seminarios, fichado de bibliografía para las actividades docentes, investigativas y laborales, etc.

e. Establecer relaciones adecuadas entre la observación de procesos y fenómenos en el ámbito molecular mediante simulación y su relación con el contenido teórico de las clases.

f. El descubrimiento de la esencia en las definiciones conceptuales, posibilitando el desmembramiento de las terminologías conceptuales en una definición (hipertexto) y la concentración mental que hace el estudiante al tratar de resolver los distintos problemas y ejercicios, sin minimizar la función rectora del profesor.

3. En el componente laboral, el estudiante debe diseñar modelos que den solución efectiva a los problemas de las asignaturas que tienen salida en este componente, utilizando las diferentes herramientas informáticas que nos proporcionan los

paquetes de la Microsoft Office y los accesorios que corren sobre el sistema operativo Windows. Todos estos elementos, junto con otros aspectos tratados a continuación, pueden ser criterios de medida del nivel cultural en términos informáticos que va adquiriendo el estudiante para su profesión.

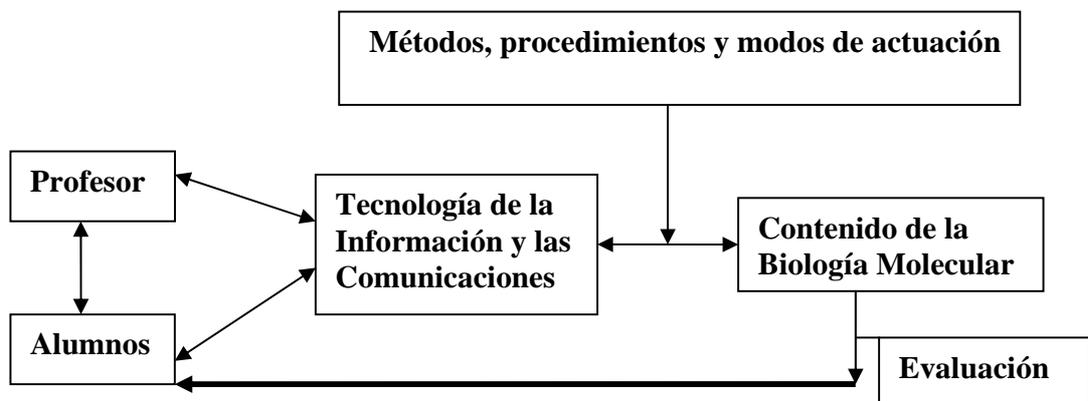
4. Mantener un orden sistémico en el desarrollo de los contenidos de cada asignatura, que incluya de igual modo aquellos del objeto de estudio de la Computación de acuerdo con las necesidades que van surgiendo en el proceso de enseñanza - aprendizaje.
5. Incorporar la enseñanza de elementos para el diseño de software lo que preparará al futuro profesional para formar parte de multidisciplinarios para la producción de productos informáticos en su especialidad.
6. Sistematizar y desarrollar los conocimientos y habilidades sobre la utilización de las aplicaciones de Windows -iniciadas en la asignatura de Computación- en las actividades docentes, investigativas y laborales para la ejecución de las tareas docentes que se van instrumentando en el proceso de enseñanza - aprendizaje.
7. Aprovechar al máximo las posibilidades de la telemática en el sistema de información científica.
8. Uso racional de periféricos, dígame: impresora, escáner, altavoces y cámaras entre otros.

2.2.2.- Dinámica metodológica de la relaciones alumno – profesor – Tecnología de la Información y las Comunicaciones. La informática como Tecnología de la Información y las Comunicaciones (TIC) en las carreras universitarias no constituyen sólo el objeto de estudio de una asignatura, sino que se revelan como un recurso de gran utilidad para todas las materias de estudio ya que los estudiantes y profesores deben hacer uso de ellas para la ejecución de todas las actividades docentes, investigativas y laboral de manera tal que se garantice una dinámica informativa y de comunicación como base del aprendizaje contemporáneo.

Es por ello que cambian las tradicionales relaciones profesor – alumno – contenido, por una más compleja: profesor – alumno – tecnologías de la información y las comunicaciones – contenidos y demás componentes del sistema didáctico. En esta nueva relación el aprendizaje se realiza de forma mediada por la tecnología, que se

convierte en herramienta en las manos del profesor para la dirección de la enseñanza y en las manos de los alumnos para la realización del aprendizaje, es en este aspecto que se centra la metodología que presupone referido al uso de la informática como medio de enseñanza y herramienta de trabajo de forma integral en el proceso de enseñanza - aprendizaje de los contenidos de la Biología Molecular, revelando desde el punto de vista metodológico la importancia e implicación de estos recursos en la comprensión de la concepción molecular de la herencia y la formación en la utilización de las tecnologías de la información y las comunicaciones en el futuro profesional de la carrera de Agronomía.

En el siguiente esquema se representa la esencia de esta relación, donde se pueden apreciar los componentes personales del proceso (profesor y alumno) con los personalizados medios de enseñanza – contenido – métodos, es en esta triada dialéctica donde se opera una relación cualitativamente superior que se revela en la metodología que se propone.



No resulta para nada ocioso destacar que la categoría objetivo mantiene en este contexto su posición rectora, en tanto determinan tanto las relacionales personales como las no personalizadas dentro del proceso de enseñanza - aprendizaje de la Biología Molecular y esto se puede constatar en la instrumentación de la metodología. Se reconoce además la importancia de las restantes categorías de la didáctica, organización del proceso y evaluación en su relación con las categorías sobre las cuales se ha centrado la investigación.

La informática como tecnología de la información y de las comunicaciones se inserta

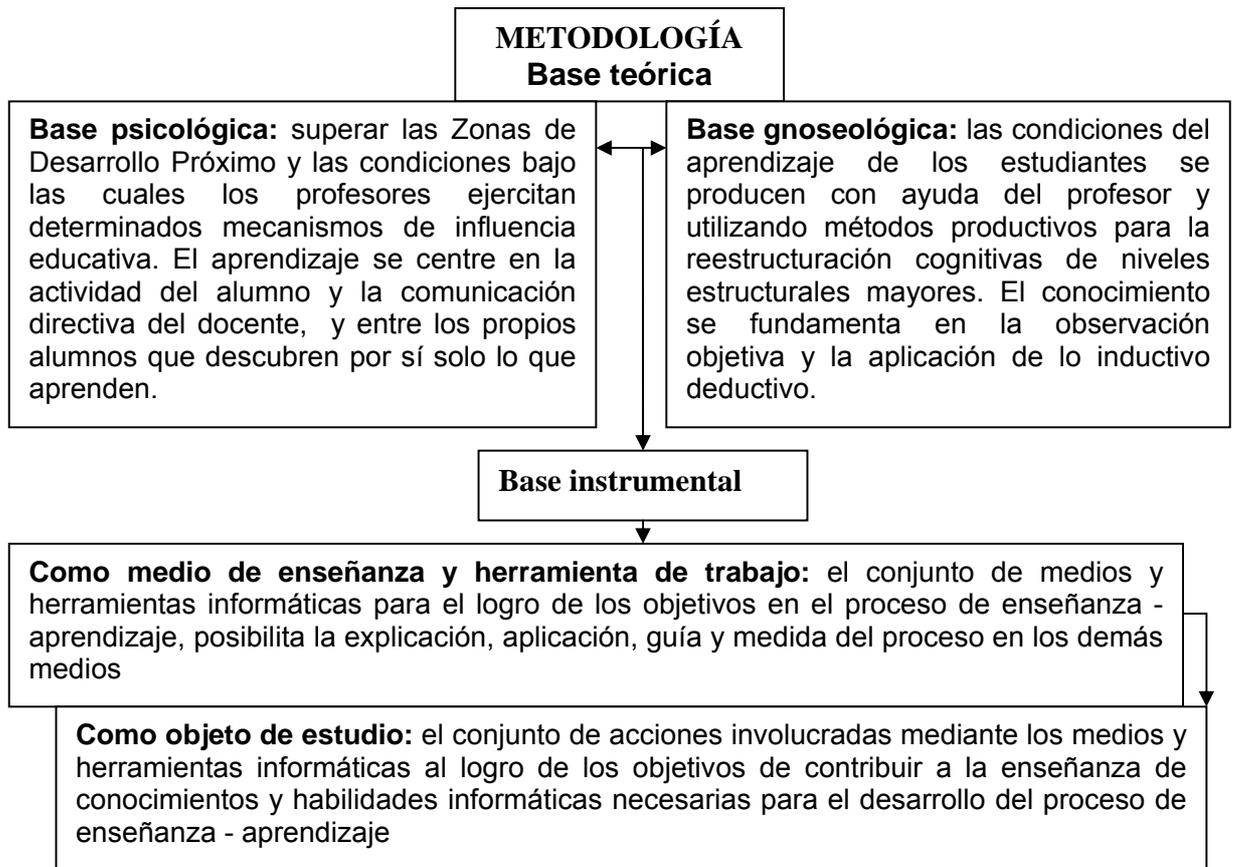
en el estudio de un contenido como de la Biología Molecular, ofreciendo un recurso poderoso en el plano académico, al facilitar la comprensión de los contenidos, el ordenamiento de la manera de pensar, aprender y permite explorar complementos necesarios del proceso sensorial del aprendizaje (definiciones antecedentes, sonidos, imágenes, simulaciones, animaciones, etc.), se constituye en un importante recurso para el desarrollo del componente investigativo y profesional, al ofrecer herramientas que dimensionan las facultades intelectuales del estudiante, en la proyección de estrategias de comprensión y de aplicación de la ciencia a la profesión.

El profesor se convierte por excelencia en un facilitador del proceso de enseñanza aprendizaje de la Biología Molecular pues ofrece al estudiante tareas docentes concretas para que este pueda reflexionar, interpretar y sistematizar la información obtenida, los alumnos se transforman consecuentemente de receptores pasivos del conocimiento en participantes activos, lo que permite el avance en el conocimiento de los conceptos, leyes principios, procesos y fenómenos tan complejos de la Biología Molecular según sus capacidades individuales.

Sin embargo, esto no garantiza por si solo la educación integral y la preparación política ideológica y humanística del estudiante universitario, para lograrlo este proceso debe ser planificado, dirigido y controlado por el profesor con una esmerada preparación en ese sentido y cumplir su rol pedagógico.

➤ Componentes de estructuración la metodología que se propone.

La metodología se estructura a partir de la concepción de la informática como medio de enseñanza y herramienta de trabajo como se plantea en el Programa Director de Computación para las universidades cubanas.



Principios	<ul style="list-style-type: none"> - Diagnóstico del conocimiento y habilidades que posee el estudiante tanto de los contenidos de la Biología Molecular como de Computación. - Diseño, planificación, ejecución y control de cada una de las actividades en que se utilicen los medios y herramientas informáticas en el proceso de enseñanza - aprendizaje, en la investigación y en el proceso de la práctica laboral. - Integrar las experiencias que tienen los estudiantes para la resolución de tareas docentes, investigativas y profesionales en el uso de la informática.
Acciones	<ul style="list-style-type: none"> - Diagnóstico permanente de las actitudes e intereses hacia la ciencia y el uso de la computación para resolver sus problemas y avances que va experimentando el estudiante en este sentido. - Complemento en la formación del conocimiento en sus estructuras mentales aprovechando las posibilidades que brinda el hipertexto, la multimedia, la hipermedia. - Introducir en cada una de las actividades docentes elementos de la informática que el estudiante reconozca como útiles para desempeñar tareas académicas, investigativas y profesionales, trascendiendo al cambio en su bagaje cultural. - Planificación de las tareas docentes encaminadas a la búsqueda por sí solo de información en las redes, INTRANET y INTERNET y la comunicación y debate constante de esta con su profesor y sus demás compañeros. - Evaluación en toda su dimensión del desarrollo adquirido en el conocimiento de la ciencia y el desarrollo de habilidades en el uso de todos los recursos de la informática.

Recursos	<ul style="list-style-type: none"> - Tutoriales, presentaciones mediante el diseño y preparación de diapositivas mediante el PowerPoint para la realización y exposición, informes de investigación o de la práctica laboral. - Bases de datos como bibliotecas, para el fichado bibliográfico de clases, del trabajo científico o los problemas laborales. - Organigramas digitales para la representación de mapas conceptuales e interacciones metabólicas. - Digitalizar videos, simulaciones (esto con la colaboración multidisciplinaria de programadores) - Conformación de galerías de imágenes o procesos y fenómenos tomados de las WWW (<i>World Wide Web</i>) o las redes locales LAN (<i>Local Area Network</i>). - Las comunicaciones y debates entre profesores – alumnos, alumnos – alumnos mediante las técnicas de mensajería (e-mail, chat, etc.) - Los paquetes de materiales bibliográfico complementarios: guías de estudio, ejercicios docentes, guías del componente laboral, software, libros digitales en CD-ROM, etc. - El uso de los almacenes digitales en CD-ROM.
----------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

La instrumentación de la metodología se realiza mediante las formas de organización del proceso docente en la Educación Superior. Estas son³¹:

- ❖ En las clases, durante el trabajo independiente, en la utilización de simulaciones como medio de enseñanza por profesores y estudiantes (conferencias, seminarios, clases prácticas, encuentro para CRPT), en el análisis de resultados durante las actividades prácticas (seminarios, clases prácticas y Laboratorio) y en la interacción con otras herramientas y aplicaciones disponibles sobre Windows para el desarrollo de determinadas actividades de la clase.
- ❖ En la autopreparación del estudiante para las actividades prácticas y en el estudio independiente (el cual se planifica con su respectivo tiempo de máquina).
- ❖ En las consultas en el trabajo de diagnóstico y/o evaluativo para las diferentes actividades docentes.
- ❖ En la práctica de estudio
- ❖ En la práctica laboral y el trabajo investigativo.

Como premisa esencial y antes de entrar en los detalles de los fundamentos de la metodología, se plantea en esta propuesta un Sistema general de actividades docente - educativas en las modalidades de CRD y CRPT presencial y semipresencial, basado en el uso integrado de: software, tutoriales, videoconferencias, y búsqueda de

³¹ Ministerio de Educación Superior. Resolución 269/91, capítulo II Trabajo docente, artículo 66.

contenidos a través de redes LAN y de INTERNET entre otros explicados en el cuerpo metodológico.

En la dinámica derivada en cada uno de las formas de organización del proceso de enseñanza aprendizaje en la Educación Superior, se parte de las posibilidades de interactuar con el profesor y los estudiantes en la enseñanza desarrolladora con sus métodos activos que posibiliten el aprendizaje efectivo y con alta calidad con el uso de la informática como soporte integrador en el sistema didáctico para un contenido determinado. Esta interacción se construye en el transcurso del proceso de enseñanza y de aprendizaje a partir del aporte de las acciones respectivas, que implican una manipulación activa de los objetos de conocimiento por parte de los estudiantes, los cuales accionan en su componente investigativo y laboral utilizando la informática como un medio de aprendizaje o una herramienta de trabajo. Las interacciones contribuyen a la organización de las tareas concretas conjuntas y en relación con las exigencias y las condicionantes impuestas por la naturaleza del contenido y/o la estructura de las tareas dadas en lo académico en torno a las cuales gira precisamente dicha actividad conjunta de lo investigativo y lo laboral.

Se explica así el aprendizaje de los estudiantes como consecuencia de la influencia educativa que se ejerce sobre ellos. El énfasis está puesto entonces en:

- Los procesos de enseñanza - aprendizaje, que pueden ser interpretados como el resultado de la utilización de métodos activos utilizando la informática como medio de enseñanza o herramienta de trabajo en lo académico, lo investigativo y laboral.
- La resolución de problemas concretos en todos los tres componentes.
- Los modos de potenciar dichos aprendizajes utilizando la informática como medio de enseñanza y herramienta de trabajo.

Los conceptos centrales de la metodología deben ser atendidos permanentemente por los profesores y ser tomados como puntos de referencia para construir situaciones docentes - educativas significativas, tanto en lo cognitivo como en lo procedimental y actitudinal.

Tal como se plantea para todo entorno docente - educativo, basado en el uso de las Tecnologías de la Información y de las Redes de Comunicación, debe reconocer

también una estructura, a partir de la cual derivar los aspectos o funcionalidades que configuran un sistema.

A partir de los objetivos generales de la carrera³², donde se destaca el uso de la informática como medio de enseñanza y herramienta de trabajo se determinan los objetivos generales del año (Anexo 1), donde se expone además, cómo estos objetivos se derivan a un contenido de las ciencias básicas que tiene tanta repercusión en los últimos adelantos de la ciencia como es la Biología Molecular.

Tomando como base los objetivos del segundo año de los planes de estudio C modificado para el CRD y CRPT donde se imparte las asignaturas Bioquímica y Genética se derivaron, determinaron y formularon los objetivos para la unidad donde se imparten los contenidos de Biología Molecular (Anexo 2).

En los objetivos se hace énfasis como principio en la concepción en sistema y se enriquecen a partir del establecimiento de las habilidades intelectuales para operar en interacción entre el profesor y los estudiantes.

Se tuvieron en cuenta además, las condiciones en que los alumnos van a apropiarse del contenido mediante el sistema de acciones y operaciones dirigidas a este fin, o sea lo que se aspira que sepan hacer.

Todos los aspectos expuestos deben ser expresados en las Orientaciones Metodológicas del programa, conjuntamente con las orientaciones sobre el desarrollo del contenido que permite una guía para el profesor.

Se determinaron y formularon los objetivos para las diferentes formas de organización del proceso docente según esquema de contenido (Anexo 3). Se determinó el sistema de habilidades, con el propósito de asegurar la adecuación del sistema de conocimientos, para ello se consideraron tres requisitos³³.

- Que estén orientadas hacia las ideas rectoras y conceptos principales (Anexo 4 y 4.1) y permitan revelar o profundizar en la esencia del conocimiento sobre la Biología Molecular.

³² Ministerio de Educación Superior. Resúmenes de los Planes de Estudio C Perfeccionados. Editorial Política, La Habana, 2001

³³ Talízina N.F.: Los fundamentos de la enseñanza en la Educación Superior. CEPES – MES, La Habana, 1985.

- Que se formulen apoyándose en las leyes del proceso de asimilación y con la calidad programada previamente.
- Estén orientadas hacia la solución de tareas y la formulación de modos de actuación profesional que permitan el logro de los objetivos, potenciando el uso de la informática como medio de enseñanza y herramienta de trabajo.

Con un criterio operacional se propone para la carrera de Agronomía el sistema de habilidades intelectuales (Anexo 5), como eje central para el logro de los sistemas de habilidades de las asignaturas Bioquímica y Genética³⁴:

En la estructuración del contenido se determinan las condicionales esenciales de: Cómo contribuye el contenido de la Biología Molecular a la formación del Ingeniero Agrónomo y a su objeto de estudio³⁵ mediante las Ideas Rectoras (Anexo 4), y en segundo lugar se establece como se aplican los lineamientos y acciones de la Estrategia Curricular de Informática derivadas del programa Director de Computación a estos contenidos de manera que:

1. Contribuya a la concepción científica del mundo y la ideología marxista – leninista al evidenciar la unidad material de la herencia, mediante:
 - El estudio del ADN como material genético en todos los seres vivos y los genes como estructura implicada en estos procesos.
 - La evidencia del Dogma de la Genética (ADN → ARN → Proteínas), como esencia del desarrollo ontogenético y como proceso inherente a la materia viva.
 - El análisis de la relación entre los fenómenos genéticos a nivel molecular y las manifestaciones fenotípicas que expresan la interrelación organismo – ambiente, que evidencia en cada momento la necesidad del mantenimiento de equilibrio ecológico de esta relación en beneficio de las generaciones actuales y futuras.
 - El análisis de los fenómenos a nivel molecular al igual que en todos los demás niveles de la materia están sujetos a leyes y categorías.
 - La demostración del impetuoso avance de la Genética, la Biología Molecular, la Biotecnología, la Ingeniería Genética y el carácter cognoscible del mundo vivo.

³⁴ Rodríguez, Guerra Emiliano et al: “Un sistema de habilidades para las carreras en ciencias médicas”. Revista Educación Médica Superior, Nos. 1 y 2, enero diciembre, 1994, pp. 43 – 53.

³⁵ Ministerio de Educación Superior. Plan de estudio C de la carrera de Agronomía, La Habana, Febrero, 1991.

- La argumentación de la importancia de la Biología Molecular, la Biotecnología y la Ingeniería Genética como fuerza productiva, contribuyendo además a la formación de los perfiles del profesional.³⁶
2. Identifique a los estudiantes con la misión histórica y los intereses de la clase obrera y su alianza con el campesinado y las tradiciones revolucionarias de nuestro pueblo mediante:
 - La relación de los avances de la revolución en el campo de la Biología Molecular, comparados con los del Primer Mundo.
 - La aplicación de los distintos descubrimientos científicos en el campo de la agricultura (transgénesis, organismos genéticamente modificados, vacunas, productos biotecnológicos, etc.)
 3. El sistema de conocimientos, hábitos y habilidades obtenidos del contenido de Biología Molecular pueden ser aplicados en:
 - Dirigir los recursos humanos y materiales en unidades genéticas y los CIGB (Centros Ingeniería Genética y Biotecnología).
 - La proyección y dirección del mejoramiento vegetal a favor de la prevención de plagas, enfermedades y la adaptación a suelos y condiciones climáticas.
 - La proyección y dirección de la producción biotecnológica y/o por ingeniería genética de alimentos para el hombre y animales.
 4. Se desarrollen en los estudiantes la capacidad de observación y análisis crítico ante la utilización, conservación y mejoramiento de los recursos genéticos mediante el conocimiento de la utilización de cada uno de los procesos que se estudian en las unidades sobre Biología Molecular, los cuales sirven hoy día como fundamentos para la manipulación y transformación del ADN.
 5. Se eleve la preparación científico - técnica y cultural mediante el manejo de las técnicas de la información y las comunicaciones de manera que puedan ser utilizadas como instrumento y herramienta de trabajo y de investigación.
 - Dinámica de la estructuración metodológica procedimental, para la aplicación de la informática como medio de enseñanza y herramienta de trabajo en el proceso de enseñanza - aprendizaje de los contenidos de Biología Molecular.

³⁶ Ibidem 18

Para la estructuración de la metodología, en el uso de la informática como medio de enseñanza y herramienta de trabajo en el proceso de enseñanza – aprendizaje de los contenidos de Biología Molecular que garantice la formación de una concepción molecular de la herencia y la formación informática del futuro profesional desde los contenidos de Biología Molecular, se ha seguido una línea en la que predomina la dirección hacia la generalización esencial acerca de teorías, principios, leyes y conceptos fundamentales del propio contenido a tratar (Anexo 6)., donde se proyectan además los conceptos antecedentes, secundarios y básicos (Anexo 4.1) Esta concepción puede contribuir además a favorecer el desarrollo intelectual de los estudiantes y permitir el cumplimiento de los objetivos generales para el año, a los cuales la Biología Molecular tiene que contribuir desde los objetivos específicos de las asignaturas y tributar al objeto de estudio de la Computación.

El proceso de asimilación de los conocimientos tiene que estar en correspondencia con el desarrollo de un sistema de habilidades esenciales en los distintos contenidos que se traten en la asignatura o en la disciplina, lo que permitirá al estudiante aplicar esos conocimientos en la solución de los distintos problemas de la asignatura o interdisciplinariamente, en cada una de las actividades docentes o extradocentes, laborales e investigativas contribuyendo a la formación cultural general como profesional.

Las direcciones de trabajo del Programa Director de Computación y la estrategia curricular derivada de este deben permitir que los estudiantes puedan diseñar la utilización del ordenador como medio de enseñanza y como herramienta de trabajo en las disímiles tareas docentes, investigativas y profesionales, además de proporcionar facilidades en el aprendizaje y la consolidación de los contenidos que reciben, tanto en las asignaturas de su especialidad como en la asignatura de Computación, de manera que contribuya al seguimiento del desarrollo y la sistematización de conocimientos y de habilidades en el uso del ordenador, aspecto este que permite trascender al objeto de estudio de la computación desde las disciplinas biológicas.

En la metodología que se propone en la tesis, se hacen referencias concretas a los contenidos sobre el estudio de los ácidos nucleicos, los procesos de flujo y de regulación de la información genética y se plantean las vías metodológicas que los

profesores pueden seguir para el uso de la informática como medio de enseñanza y herramienta de trabajo, de esta forma, contribuyen además al cumplimiento de las tres direcciones del Programa Director de Computación (como medio de enseñanza y herramienta de trabajo y como objeto de estudio) en el programa Bioquímica y Genética.

El trabajo para la utilización de la informática se planifica cuidadosamente para evitar cualquier empleo improvisado en la actividad docente de la computación, y se somete la orientación que se dé en el trabajo, a un control riguroso que le permitirá al docente la validación de los software, los distintos medios y herramientas digitales utilizados para su posterior perfeccionamiento; las tareas docentes que no son resueltas por los medios y herramientas digitales disponibles, se desarrollan en actividades tradicionales propias de la asignatura.

El profesor ofrece al inicio de los programas de Bioquímica y Genética, la existencia de software, medios, herramientas y materiales digitalizados disponibles para su estudio, así como sus características y las posibilidades de acceder a esto en la red LAN, se puede utilizar un tiempo de consulta inicial para mostrar este ámbito informático y sus operaciones elementales que se explican en manual de operaciones (anexo 7). El profesor debe explicar en un paréntesis inicial la importancia de la informática para los futuros profesionales.

➤ Dinámica en las clases.

En cada una de las clases del sistema (Anexo 4), se instrumenta a partir de problemas docentes generales (Anexo 8), con la ayuda de la informática como medio de enseñanza y herramienta de trabajo.

Se planificará en cada una de las conferencias:

1. La definición de conceptos determinados como esenciales: aquí es necesario que el estudiante descubra la relación existente entre otros objetos y fenómenos estudiados por él, mediante la realización de acciones que permitan diferenciar los conceptos empíricos de los teóricos. Se debe destacar que la formación de conceptos y el desarrollo de habilidades constituyen aspectos inseparables que no se pueden aislar y se forman sobre la base de la sistematización de las acciones que desarrollan

los alumnos, de ahí que cobre una importancia relevante el manejo y el uso sistemático de la información digitalizada como son los hipertextos

2. La orientación el fichado de la literatura sobre el tema tratado y cómo acceder a la búsqueda de la bibliografía a emplear en el sistema de software habilitado para ello y desde las redes locales e INTERNET.

3. Al finalizar la clase mediante problemáticas determinadas, se darán las orientaciones de cómo ajustar las notas de clases (en breves palabras, las principales teorías, conclusiones, resúmenes y formulaciones), tomando como referencia el contenido teórico implícito en el software "Biogen". Este último permite una alta calidad de las notas de clases, activa la asequibilidad y fija en la memoria el material impartido. Este aspecto puede ser llevado además al trabajo independiente extraclase, en el que se pueden emplear herramientas y aplicaciones que dispone Windows que faciliten la elaboración y la claridad de sus informes.

Esto debe llevar al profesor a controlar periódicamente las notas de clases mediante la evaluación sistemática y el control de cada una de las actividades orientadas por medio del uso del correo o las plataformas interactivas disponible. En el control, debe ser prioridad la elaboración de mapas o redes conceptuales que permiten la comprobación, por parte del profesor, de la formación de nuevos nexos mentales en el proceso de enseñanza – aprendizaje; a la vez que ejercita las posibilidades de los editores de texto, del trabajo con gráficos y esquemas.

Una parte del estudio independiente del estudiante es la tarea, la cual se puede precisar a partir de ejercicios, con un alto grado de individualidad que se encuentran en cada uno de los bloques, temario de ejercicios, la plataforma digital o el software "Biogen", en la opción sobre ejercicios y problemas del software; que puede ser utilizado para la preparación de clases prácticas, como se explicará (Anexo 9) u otras herramientas como los ejercicios virtuales disponibles.

En cada uno de los temas se abordan contenidos de los cuales se realizan generalizaciones básicas, suficientes y necesarias para la comprensión molecular de la herencia (a partir de que los ácidos nucleicos están formados por cadenas de polinucleótidos), retomándose los conceptos de nucleótido y nucleósido. En la secuencia de bases está inscripta la información genética o que el ADN es el material

genético. En esta clase (Anexo 9.1), se puede orientar un trabajo independiente, relacionado con los antecedentes históricos del descubrimiento de los ácidos nucleicos, como material genético. Estos contenidos tienen una gran importancia para la formación de la concepción científica del mundo, ya que ofrece un modelo metodológico del camino del conocimiento científico y el efecto socio político y económico en el descubrimiento científico; este aspecto, sin los modelos digitales propuestos, resulta muy difícil en tiempo y datos, por el gran volumen de literatura a consultar para reunir todos los aspectos suficientes y necesarios que requiere una información completa de este contenido. En la opción de búsqueda conceptual del software “Biogen”, en el cual, el contenido se estructura como se dispone en el anexo 5, el estudiante puede consultar una síntesis, a partir de un análisis de toda la bibliografía necesaria para emprender la profundización de datos que le posibilite hacer la investigación sobre el tema.

Además, el estudiante puede acceder en INTERNET y/o por el propio software “Biogen” a fotografías y datos personales y/o de los currículos de los científicos, aspecto este muy disperso también en la literatura disponible y que le permite al estudiante realizar un trabajo investigativo histórico de este importante y trascendental descubrimiento.

Para caracterizar el ADN, el profesor promueve el diálogo productivo con sus alumnos, a partir de los conocimientos adquiridos sobre el ADN y el estudio comparativo con el ARN, recibidos, tanto en la Biología de preuniversitario como en la asignatura Química Orgánica. El profesor presenta el modelo que el software brinda en tres vistas (frontal, lateral y superior o transversal). Un procedimiento de aprendizaje, que puede ayudar, es que el estudiante, al observar el medio de enseñanza, el cual lleva implícito la explicación auditiva, resuelva interrogantes planificadas por el profesor que lo lleven a la generalización del contenido. Ejemplo:

- ¿Qué distancia hay entre un par de bases del ADN y la contigua?

Haciendo que los estudiantes determinen las demás características del modelo de Watson Crick para el ADN, el profesor debe apoyarse en ejercicios como muestra el ejemplo del anexo 9.1

El profesor puede recordar que existe la posibilidad de usar el procesador de datos del software "Biogen" que ayuda a agilizar las operaciones y a comprobar los resultados.

Al finalizar la clase, se debe orientar que se realicen los ejercicios, que sobre el tema ofrece dicho software, los que son varios por su nivel de complejidad; ello permite la preparación para la clase práctica sobre este contenido.

Para la caracterización de modelos de biomoléculas o bioquímicos debe seguirse la metodología siguiente:

- Retomar los conocimientos sobre estructura y composición química, ya impartidos en Química Orgánica.
- Observar y describir el modelo que representa el software "Biogen" u otro a disposición en sus tres vistas, u otros modelos propuestos por la galería de procesos y fenómenos que tiene implícita la plataforma digital disponible.
- Modelar esquemáticamente un segmento molecular, en el caso del ADN, según las características ya determinadas.
- Seleccionar aquellas características que están en relación directa con la esencia.
- Tipificar la molécula,
- Poder dar solución a los ejercicios referentes a la estructura y la composición química de la molécula.

El medio de enseñanza es un componente no personal del proceso de enseñanza - aprendizaje, de suma importancia para el cumplimiento de los objetivos, con un método determinado en relación con los demás componentes del sistema didáctico. En el trabajo con el ordenador es necesario tener en cuenta los problemas relacionados con su utilización y su relación con otros medios de enseñanza, fundamentalmente con los modelos y otras representaciones (láminas, retrotransparencias, entre otros), ya que tienen que lograr la presentación del mayor número de características del ADN, como molécula de la herencia y de los procesos del flujo de la información genética, los cuales no pueden ser representados de forma natural en el aula.

El profesor debe emplear métodos y procedimientos que propicien un alto grado de independencia y sistematicidad en los alumnos para el desarrollo de habilidades y

capacidades en la utilización posterior de los medios y herramientas digitales en el quehacer docente, profesional o investigativo. Como se muestra en las conferencias (Anexo 9),

➤ En el trabajo de búsqueda bibliográfica en la autopreparación académica.

Durante el análisis de los resultados, en las actividades prácticas, se consolidan y desarrollan conocimientos, habilidades y hábitos, al dirigir el razonamiento de los alumnos a que ellos apliquen sus conocimientos en la práctica.

Se plantea que la actividad de control incrementa el carácter consciente del aprendizaje, por lo que en las actividades prácticas de la Biología Molecular (CP, S y L), el proceso de control y autocontrol tiene un significativo papel. El análisis de los resultados de las clases prácticas y las prácticas de laboratorio es la etapa culminante del control y autocontrol del estudiante. El ordenador evita la reducción del control y el autocontrol a preguntas y respuestas ya que:

- El estudiante posee herramientas que le permiten agilizar y comprobar eficazmente los procesos de cálculos de los ejercicios y los problemas característicos de esta asignatura, posibilitando hacer un mayor número de éstos.
- Los software y la búsqueda por INTERNET dan la posibilidad de disponer de aspectos teóricos asequibles y el estudiante puede acceder a ellos rápidamente, los cuales se necesitan para hacer sus valoraciones, argumentaciones y fundamentaciones sobre los resultados obtenidos.
- El profesor tiene acceso a una amplia gama de ejercicios, dispuestos por grado de complejidad, que puede utilizar diferencialmente, como extra, en las clases prácticas con sus estudiantes. El software "Biogen" y los CD-ROM disponibles para este contenido permiten al interactuar con los productos Microsoft Office, como se explicó anteriormente, su utilización en diferentes tareas: elaboración de resúmenes, informes finales, cálculos, además de incluir un procesador propio de datos contenido en el software "Biogen", que le propicia comprobar los resultados de la mayoría de los ejercicios y los problemas de las clases prácticas. Todo ello contribuye a favorecer al éxito de la actividad práctica (Anexo 9.3).

En la práctica de laboratorio se hace una conclusión parcial preliminar, encaminada a destacar aspectos positivos y negativos en el desarrollo de habilidades de laboratorio

y de contenidos relacionados con la asignatura de Microbiología que posibilita la relación interdisciplinaria; también sobre aspectos de educación ambiental que tiene esta actividad, con respecto al efecto de la destrucción de la capa de ozono y su enfoque en la biotecnología agrícola, las discusiones de los resultados se harán en una consulta, después de hacer una revisión en INTERNET sobre: efecto de las radiaciones como mutágenos y su aplicación en la mejora de las plantas. La discusión se hará a partir de un informe como se orienta en el ejemplo (Anexo 9.3).

Este informe se realizará teniendo en cuenta los aspectos orientados en la guía previa para el análisis de los resultados y otros elementos de carácter teórico y/o prácticos que el estudiante pueda introducir. El informe final contendrá todas las partes de la guía previa junto con el análisis de los resultados y las breves conclusiones a que el estudiante individualmente llega. Se entregará en formato Word a 1.5 espacios con las tablas y figuras correspondientes por lo que el estudiante deberá insertar en imágenes, autoformas y gráficos que le posibilita completar su informe.

➤ Dinámica metodológica en la autopreparación de los estudiantes.

El estudiante, a partir de las orientaciones hechas por el profesor en las clases o consultas, puede acceder en las plataformas interactivas o de manera directa con el profesor a: los software, sistema de ejercicios y problemas por temas, por niveles de complejidad, a guías de estudio, a las galerías de procesos y fenómenos simulados con su respectiva explicación oral, lo que ha posibilitado una excelente autopreparación. En el caso de los ejercicios, las guías u otro material de estudio, los estudiantes pueden llevarse impreso estos para su preparación extra, los que pueden ser revisados por el profesor en las consultas habilitadas para ello.

Los sistemas de herramientas de Microsoft Office pueden ser utilizados con las orientaciones del profesor, para que el estudiante obtenga sus guías de preparación para clases prácticas, prácticas de laboratorio y seminarios, referentes a los temas tratados, ahorrando materiales de reproducción, obtención rápida y precisa de datos para la elaboración de sus informes, analice sus datos y los analice matemáticamente, prepare sus exposiciones para seminarios, construya sus esquemas y gráficos, etc.

Durante la preparación para las actividades prácticas, las consultas tienen una importancia relevante; como formas de organización del proceso de enseñanza aprendizaje, exigen del profesor el diagnóstico del contenido de la actividad práctica a desarrollar y del estudiante, su preparación científica para ésta. La computadora puede ser utilizada para disímiles actividades dentro de la consulta, como el fichado de la bibliografía que utilizará en la fundamentación teórica de los temas a trabajar en cada actividad, el procesamiento de información, entre otras, para ello el software "Biogen" contiene una base de más de 50 materiales referentes al estudio de la Biología Molecular, la que puede ser actualizada por el profesor de la asignatura o por los propios estudiantes como parte del trabajo con la información científica, objetivo importante del año, así como la utilización de las simulaciones como medios de enseñanza ilustrativos para las diferentes exposiciones en los seminarios u otras actividades prácticas (clase prácticas, Anexo 9.4) aspecto que tributa al desarrollo de las habilidades profesionales, además de economizar tiempo en el entrenamiento para la realización de un mayor número de ejercicios con diferentes grados de complejidad.

Para la clase que se ilustra, en el anexo 9.4, se realiza una consulta, en que el profesor evacua las dudas presentadas por los estudiantes a partir de su estudio independiente, orientado con antelación en la preparación para la clase práctica. En esta consulta, el profesor y los estudiantes pueden tener acceso, tanto a aspectos teóricos necesarios, como a ejercicios para su preparación.

En la propia clase práctica el profesor puede utilizar ejercicios con determinado grado de complejidad, que pueden ser incorporados según las diferencias individuales en el transcurso de la clase. Tanto el software "Biogen" como los ejercicios virtuales tomados de INTERNET pueden ser utilizados, además, como herramienta casi indispensable, tanto en el procesamiento de datos numéricos de los ejercicios, como en la comprobación de sus resultados.

El software "Biogen" tiene la posibilidad de proporcionar una herramienta necesaria para agilizar el trabajo de cálculo de la mayoría de los ejercicios y los problemas en las clases prácticas de la Biología Molecular.

En esta clase práctica, como en las subsiguientes, se pueden utilizar determinadas simulaciones o representaciones que se pueden emplear simplemente como medio de enseñanza, tal es el caso del modelo de Watson – Crick para la molécula del ADN, como el proceso de biosíntesis de proteínas, por citar ejemplos representativos. Durante la actividad, como posterior a ella. El estudiante puede interactuar con el Microsoft Word, Excel y accesorios como el Paint, calculadora y otras aplicaciones útiles: diccionario y convertidores de unidades, que dan la posibilidad de utilizar estas para preparar las guías de las actividades prácticas y sus informes.

En la preparación de las guías para las prácticas de laboratorio, el profesor puede orientar un formato, que simule un pequeño informe de investigación, (título, introducción con antecedentes teóricos – prácticos, objetivos, materiales, metodología del trabajo, análisis de resultados, conclusiones y referencias bibliográficas) donde se utilizará Microsoft Word a 1.5 espacio, con un tipo de letra determinada, el estudiante tiene que modelar e insertar el experimento dibujado en el accesorio Paint, tablas y gráficos. El título de la actividad puede ser presentada en la clase anterior o una consulta al respecto

Ejemplo:

Título: Observación de los efectos de la luz ultravioleta sobre las levaduras *Saccharomyces cerevisiae*.

En este momento se determinan los objetivos y el problema a investigar en la práctica de laboratorio, esto puede ser colegiado con los estudiantes a partir del contenido teórico ya impartido:

- Estructura y composición química del ADN.
- Propiedades químicas, físicas y biológicas del material genético.
- Algunos elementos referentes al cultivo del microorganismo, ya impartidos en Microbiología.

Los propios estudiantes pueden determinar, el objetivo de la actividad, que puede ser: Observar los cambios morfológicos (color y forma) y fisiológicos (sobrevivencia) producidos por el tiempo de exposición a la luz ultravioleta de cepas en disolución salina de *S. cerevisiae*.

Se comprueba los materiales de trabajo y la metodología propuesta por los estudiantes.

El profesor orienta la bibliografía para la preparación teórica de la actividad, la cual está reflejada en una sintética introducción de la guía. La búsqueda teórica complementaria se puede hacer por INTERNET o el software "Biogen", que puede servir de elemento concreto para la fundamentación teórica de cualesquiera de las actividades prácticas del contenido de Biología Molecular.

Para el análisis de los resultados, se introducen por parte del profesor, determinadas tareas docentes que posibilitan, junto con otras que el alumno puede determinar, el análisis de resultados específicos, ejemplos:

- ¿Por qué la luz UV produce modificaciones en las levaduras?
- ¿Cuáles son los cambios que se han observado en la formación de las nuevas colonias?
- Determine el % de supervivencia según el tiempo de exposición a la luz UV.
- Descríbelos en una tabla y utilice el Microsoft Excel.

En esta práctica el estudiante puede entregar su informe individualmente; éste se discutirá posteriormente, por el crecimiento de las cepas, lo que da cobertura en la entrega de un informe integral que puede ser discutido por la red en un momento fijado.

➤ Dinámica metodológica del componente laboral e investigativo.

Los componentes laboral e investigativo son parte integrante del proceso de enseñanza – aprendizaje, en los cuales se desarrollan habilidades profesionales específicas como las organizativas, las diagnósticas, las comunicativas y las gnósticas; por ejemplo: estos componentes muestran grandes potencialidades para el desarrollo y la sistematización de conocimientos y las habilidades informáticas que necesita el futuro profesional, y que han comenzado desde la asignatura Computación. Tenemos entre ellas: la elaboración de los informes de las distintas tareas laborales e investigativas los cuales se deben hacer en formatos sobre Word, aprovechando las bondades que brinda este Microsoft para el diseño de información (trabajo con gráficos, imágenes prediseñadas y desde archivos, con el accesorio Paint y otros) muy útiles para el trabajo en los contenidos biológicos. En todo el análisis estadístico del componente investigativo debe exigirse la utilización de los tabuladores

específicos para ello sobre Windows (SPSS, Microsta o Microsoft Excel). Es importante aclarar que estos pueden ser utilizados, desde el componente académico, en el análisis de resultados de las actividades prácticas, por su excelente representatividad descriptiva de los datos matemáticos. Un importante elemento que no puede dejarse a la espontaneidad es la utilización del Microsoft Power Point, de gran utilidad en las exposiciones, en el componente laboral e investigativo los cuales se relacionan e integran en los Cursos Regulares Diurnos para el segundo año donde se imparten los contenidos de Biología Molecular. Con la introducción de las tecnologías informáticas se debe introducir de inmediato el diseño de diapositivas digitales para los distintos sistemas de clases, el componente laboral e investigativo se enseñará y evaluará la metodología propuesta para el diseño en las clases recibidas en Computación. Por último, un aspecto en el que se puede aprovechar al máximo la informática, tanto en el componente laboral, investigativo y académico, es en el de la información científica, que se define en el programa director de información científica como: “la información lógica obtenida en el proceso del conocimiento, que refleja adecuadamente las leyes del mundo objetivo y que es utilizado en la actividad socio histórica”

¿Cómo el alumno puede encontrar información científica para su estudio?

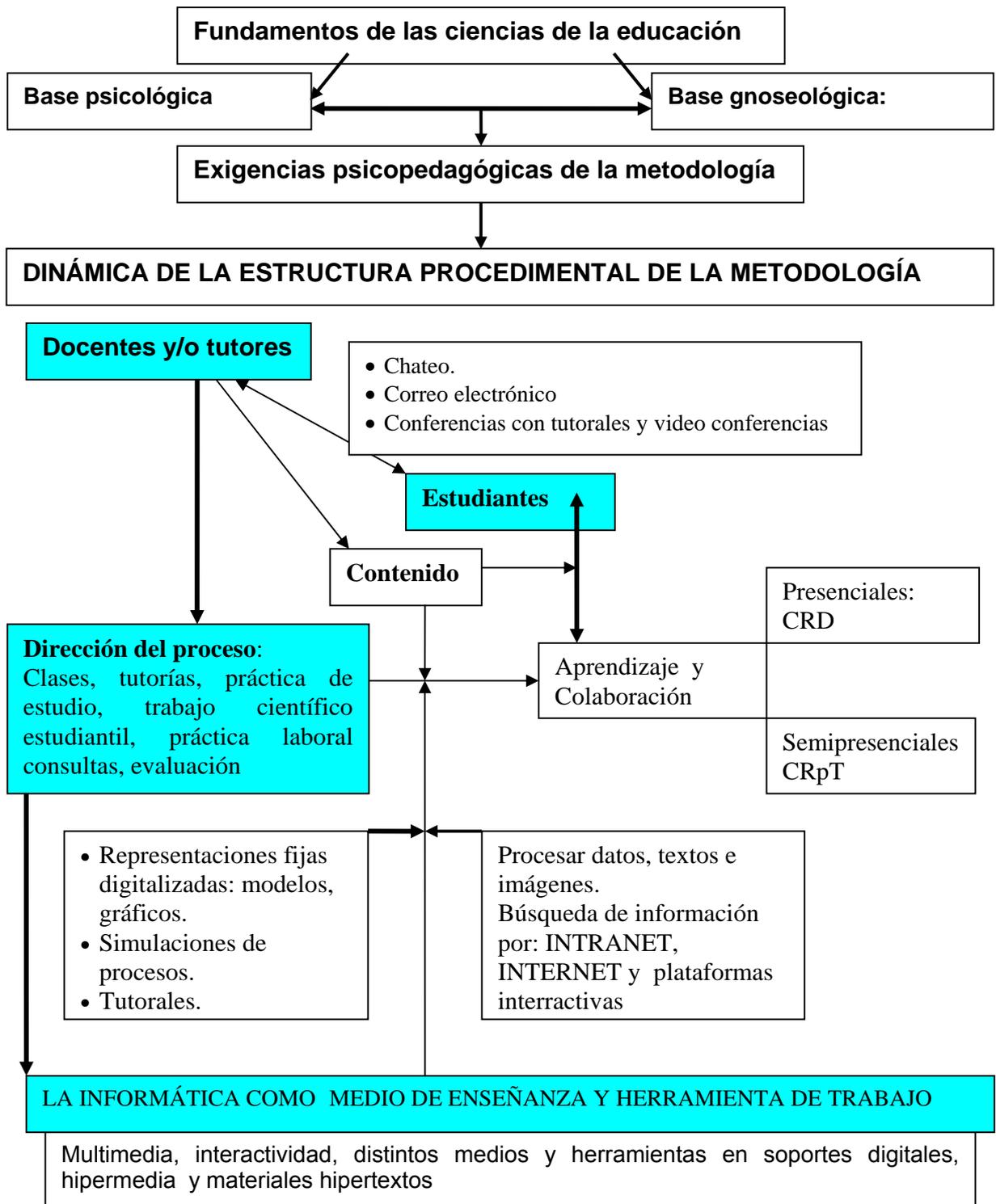
Sabemos que los mejores libros están en los Centro de Documentación e Información de nuestras universidades, pero en la Biología Molecular, en la última mitad de este siglo, ha existido un fenómeno llamado explosión de información. Ante este crecimiento y el acceso a ella impuesto por la censura de la información científica impuesta por el mundo desarrollado, el cómo seleccionar la información más útil y actualizada y el cómo nos puede ayudar esta información bibliográfica como futuros profesionales, son problemas a los cuales se les busca solución. Para dar respuesta a estas interrogantes primeramente el software “Biogen” ofrece esta función; para ello presenta las fichas, tanto bibliográficas como de contenido, de la literatura sobre los ácidos nucleicos y flujo de la información genética y regulación de esta que se encuentran en los Centros de Documentación e Información de la Provincia de Sancti Spiritus y del país; en segundo lugar las opciones sobre las cuales el profesor entrenará a los estudiante que brinda INTERNET para la búsqueda rápida y actualizada.

Con el registro bibliográfico del software, se muestra en ejemplos concretos el algoritmo de búsqueda y asiento de bibliografía en los centros de documentación y bibliotecas y también un modelo de cómo utilizar el ordenador en estas funciones.

Son numerosas las vías que pueden ser empleadas por el docente con los estudiantes para, con ayuda de la computadora, buscar información científica en el Centro de Documentación e Información destacamos las siguientes:

- Orientar actividades en las clases, en la autopreparación para el componente laboral e investigativo, encaminadas a la búsqueda de materiales en sitios de LAN o INTERNET ya explorados por el profesor o las formas de realizar búsquedas de ellos.
- Adiestrar y estimular en los tres componentes (académico, laboral investigativo) la confección de fichas bibliográficas o de contenido, siguiendo como modelo las que se trabajan en él, como norma en el software "Biogen" o en una revista o sitio determinado. El desarrollo de habilidades en la confección de fichas se puede trabajar con las siguientes variantes: libros con uno o más de tres autores, artículos en revistas o periódicos, documentos de instituciones o artículos Web.
- Estimular y adiestrar, a partir de lo anterior, el trabajo con los catálogos digitales y las bases de datos bibliográficos.
- La inscripción en sitios gratuitos internacionales, su relación en el intercambio de información con ellos que estimule la publicación de sus informes y trabajos de calidad, los cuales pueden ser de una decisión colectiva con ayuda de docente, un ejemplo (Monografía. com)
- Orientar, a partir de la literatura complementaria existente en el Centro de Documentación e Información su búsqueda digitalizada, la conformación de su propio registro personal mediante una sencilla base de datos en Microsoft Access, - Otra opción puede ser la organización en el colectivo pedagógico, con el profesor de Computación, el diseño de programas sencillos con bases de datos registradas a partir de las fichas ya elaboradas y que le sirvan de registro de bibliografía que se utilizará en su componente laboral y/o investigativo.

Representación esquemática de la metodología propuesta.



Facilita la comprensión de la concepción molecular de la herencia y la formación de informática desde el proceso de enseñanza aprendizaje de la Biología Molecular

CAPÍTULO III

ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS.

En primera instancia, se hace una descripción de los indicadores que se han considerado para materializar la valoración cualitativa de la variable dependiente declarada en la investigación. En este capítulo se exponen además, los resultados obtenidos a partir de la aplicación de diferentes instrumentos (encuestas, entrevistas, resultados de las evaluaciones, visitas a clase, al componente laboral y la discusión de trabajos de curso y diplomas) en combinación con la observación del propio proceso de enseñanza aprendizaje de las asignaturas Bioquímica y Genética, con el propósito de conocer sus tendencias y manifestaciones, comparar los resultados y registrar los cambios, lo cual posibilita las inferencias que permitieron llegar a conclusiones. A continuación se explica detalladamente esta parte:

El esquema general de comparación de dos muestras analizadas

GA: Grupo A, conformada por grupos del Curso Regular Diurno (CRD) y Curso regular para Trabajadores (CRPT) con 13 y 22 estudiantes respectivamente, que conforman los grupos control. Para GB: Grupo B, conformado por grupos del Curso Regular Diurno (CRD) y Curso regular para Trabajadores (CRPT) con 17 y 10 estudiantes respectivamente que conforman los grupos experimentales.

t0: Tiempo inicial

t1: Tiempo final

Se realizan 2 tipos de comparaciones: vertical entre los grupos en el t0 y t1 y transversal del grupo A y el grupo B en sus respectivos t0 y t1

Experimento hipotético

Se desea realizar un estudio del estado de los indicadores al inicio y al final del experimento en un grupo del CRD y un grupo del CRPT control que cursó los contenidos por la metodología tradicional y un grupo del CRD y un grupo del CRPT experimental al cual se aplicó la metodología propuesta en el capítulo anterior:

Se realizaron las siguientes observaciones iniciales en ambos campos:

- Nivel de abstracción, Nivel de generalización , Nivel de concreción y el nivel de independencia cognoscitiva

Se establecieron las dos hipótesis a comprobar para la inferencia:

Ho. No hay diferencias significativas entre los indicadores establecidos para medir el nivel de formación del cuadro molecular de la herencia y el nivel de independencia cognoscitiva.

H1. Se logró una mejor comprensión del cuadro molecular de la herencia y en la elevación de la independencia cognoscitiva.

Para ello se aplicó para la comparación vertical las pruebas *U de Mann-Whitney*, alternativa no paramétrica a la prueba t. Requiere al menos un nivel ordinal de medida. Esta prueba usa los rangos de los casos para calcular la U.

Para la comparación horizontal se aplicó la *Prueba de Wilcoxon*: Procedimiento no paramétrico que se utiliza con dos muestras relacionadas para contrastar la hipótesis de que las dos variables tienen la misma distribución. No hace supuestos sobre las formas de las distribuciones de las dos variables. Esta prueba tiene en cuenta la información sobre la magnitud de diferencias dentro de los pares y da más peso a los pares que presenten mayores diferencias que a los pares que presenten diferencias pequeñas

➤ Valoración de los indicadores en la formación de una concepción molecular de la herencia y desarrollo informático integral del proceso de enseñanza aprendizaje de los contenidos de Biología Molecular.

De acuerdo a la interrogante cuatro que se resuelve en este capítulo³⁷, la variable independiente resulta ser la de una metodología centrada en la determinación y solución de problemas didácticos desde los contenidos de la Biología Molecular que propicien la aplicación de la informática de forma integral, concibiéndose como un medio de enseñanza y herramienta de trabajo, de tal forma que represente un recurso didáctico, como está expuesto en el Capítulo dos de este informe.

La variable dependiente se relaciona directamente con los resultados que se esperan alcanzar en el proceso de enseñanza - aprendizaje, siendo esta:

La formación de una concepción molecular de la herencia en el proceso de enseñanza aprendizaje de los contenidos de Biología Molecular en las asignaturas Bioquímica y

³⁷ Ver en Introducción pág. 2.

Genética que se imparte dentro del ciclo de las disciplinas Química y Biología en la carrera Agronomía de la Enseñanza Superior del país.

El resultado esperado se aprecia en cuatro dimensiones fundamentales:

- La sistematización de los contenidos que constituyen los núcleos básicos del contenido analizado, a partir del entendimiento de las leyes principios y modelos.
- Contribución a la formación del cuadro genético molecular del mundo vivo, mediante un elevado del nivel teórico del conocimiento científico.
- La elevación del nivel de independencia cognoscitiva

Varios autores señalan distintos indicadores del nivel teórico del conocimiento científico³⁸. A partir de sus criterios, hemos tomado los siguientes:

- Nivel de abstracción.
- Nivel de generalización.
- Nivel de concreción.

El nivel de sistematización se constata mediante el análisis de los rasgos comunes que relacionan los objetos de estudio, (hechos, fenómenos a nivel molecular simulados virtualmente) o de las partes que lo integran, se logra penetrar en su esencia y revelar la relación genética que los identifica y que los hace pertenecientes o no a una clase determinada aunque difieran en sus manifestaciones externas, los cuales cuando son revelados en medios estáticos no se forman las representaciones en imágenes mentales de los momentos particulares de la realidad objetiva, dado en forma de esquemas, modelos, gráficos. En consecuencia el nivel de abstracción se refleja en la forma en que los estudiantes manifiestan su concepción de la realidad del fenómeno o proceso que explican o aplican y su grado de correspondencia objetiva.

Un nivel de generalización esencial alto es cuando se ha alcanzado establecer los nexos e interconexiones existentes en el objeto o conjunto de objetos que se expresan en el sistema de conceptos, leyes, principios, modelos que subyacen en la base de la teoría científica.

³⁸ - M. Skatkin: Experiencias pedagógicas de avanzada. N. 8, 1982, p 3.

- Otmara Gonzáles: Tendencias pedagógicas contemporáneas. 1991, p 108.

- Rangel, Yuri: "Fundamentos teóricos para la estructuración del contenido de la enseñanza de la electrónica en los I.S.P". Tesis presentada para la obtención del grado científico de Doctor en Ciencias Pedagógicas. ISP "Cap. Silverio Blanco N.". Sancti Spiritus, 1999

El nivel de concreción se mide a partir de la valoración realizada acerca del estudio de las particularidades del objeto siguiendo la vía de ascenso de lo general esencial a lo concreto particular, prestando especial atención a la capacidad de reajuste, de virar atrás, de volver a los elementos teóricos generales que le sirvieron de base e imponer restricciones para el análisis de un nuevo caso particular, en las habilidades en el uso de las distintas aplicaciones de Microsoft Office para realizar tareas en el componente académico, laboral e investigativo y el uso efectivo de las plataformas interactivas y de la red en general.

Estos indicadores del conocimiento teórico y/o práctico están muy interrelacionados, resulta difícil una separación que permita la medición cuantitativa de estos indicadores. Es aceptado por la filosofía marxista leninista que una vía eficaz que permite elevar el nivel teórico y su aplicación en la práctica del conocimiento, consiste en el tránsito de lo abstracto a lo concreto, de lo general a lo particular.

Se propuso entonces valorar cualitativamente cómo se comportaban estos indicadores tanto en el curso tradicional como en la metodología propuesta, tanto en el Curso Regular Diurno (CRD) como en los Cursos Regular para Trabajadores (CRPT) a partir de la observación del propio proceso, la valoración sistemática de la calidad de las intervenciones de los estudiantes, el resultado de las evaluaciones aplicadas, el nivel de discusión que se establece, la lógica seguida en la exposición y defensa de sus criterios en el componente laboral y en la defensa de los trabajos de curso y diploma y la aplicación de instrumentos (prueba pedagógica) Anexo 10, lo que nos permitió un criterio cualitativo de estos indicadores.

El nivel de independencia cognoscitiva se midió en concordancia con el resultado de los indicadores anteriores, atendiendo fundamentalmente³⁹ a:

- Los métodos y herramientas intelectuales que utiliza el estudiante para la solución de un problema por sí solo en la computadora, ya sean teóricos, prácticos o experimentales.
- La capacidad que posee para orientarse ante situaciones nuevas referentes al contenido teórico, práctico o experimental.

³⁹ - Ibidem.

- Colectivo de autores: Pedagogía, ICCP, MINED, Editorial Pueblo y Educación, 1984, p 288.

- La calidad en la exposición y defensa de sus criterios personales utilizando tutoriales u otra herramienta informática.

El criterio de solidez como otro indicador de la sistematicidad del proceso en cuestión se midió a partir de la retención de los conocimientos sobre Biología Molecular y habilidades sobre informática y su aplicación en el componente académico, laboral investigativo de los estudiantes dos años después de aplicada la metodología; este último aspecto se tendrá en cuenta además para valorar el desarrollo cultural en términos informáticos conjuntamente con indicadores como: elementos y valores culturales *incorporados* de que dispone el grupo que se analiza: tipos y generaciones de PC (*Personal Computer*) que utilizan los estudiantes, versión del tipo de sistema operativo instalado, instalación y utilización de software, utilización que se le da a las aplicaciones sobre el sistema que se emplea, ejemplo de las redes en sus tareas docentes: plataformas interactivas, elementos de programación que tiene el estudiante, conocimientos técnicos de las máquinas, y uso del correo electrónico, chat, entre otras aplicaciones de comunicación; y elementos *no incorporados*, que pueden ser de tipo valorativo, fundamentalmente la concepción del mundo dada por los niveles de autorregulación en el cumplimiento disciplinario de las horas de estudio independiente y tiempos de máquina, calidad de vida en la beca que le posibilite disponer de tiempo para lo anterior, uso del tiempo libre, todo ello determinado en la caracterización hecha por el colectivo pedagógico, otros de tipos sociales, morales y económicos tales como: valoración sobre la utilidad para resolver un problema en las asignaturas del año o la producción, el dominio o habilidad para ejecutar acciones como: la mecanografía, valores y preferencias para el uso de las herramientas informáticas para resolver determinado problema docente, profesional o investigativo y desarrollo del conocimiento informático general.

✓ Análisis de los resultados. Curso tradicional.

Luego de estudiar la forma en que se opera con la informática en el tratamiento de los contenidos de Biología Molecular de forma tradicional y determinar a nivel factible algunas de las dificultades de este tipo de metodología, se elaboró un instrumento que nos permitiese valorar, el conjunto de indicadores seleccionados en relación con las potencialidades de la metodología, donde no se tuvo en cuenta la

integralidad de las tecnologías de la información y las comunicaciones como recurso didáctico integral, o sea como medio de enseñanza y herramienta de trabajo en la formación del pensamiento teórico sobre la concepción molecular de la herencia y la independencia cognoscitiva de los estudiantes.

Así, al finalizar los cursos 02 – 03 y 03 - 04, se aplicó el instrumento previsto (anexo 10) a los estudiantes de segundo año de la carrera de Agronomía tanto de cursos para trabajadores (CRPT), como regular diurno (CRD) de la Universidad Central de Las Villas y la entonces Sede Universitaria de Sancti Spiritus, hoy Centro Universitario “José Martí Pérez”. La muestra estuvo formada por un total de 35 estudiantes que habían concluido el curso de Química Orgánica, Bioquímica y Genética impartido de forma tradicional. Los resultados cualitativos obtenidos en el instrumento aplicado a los alumnos se compararon con los resultados obtenidos en la aplicación del instrumento después de concluidos los cursos de Bioquímica y Genética con la metodología propuesta encontrándose diferencias significativas (Anexo 13) entre los resultados, ambas evaluaciones se realizaron en forma escrita, estas comparaciones se hicieron de forma vertical con los grupos control y de forma horizontal entre ellos mismos como se describe anteriormente.

Esto se realizó gracias a la cooperación del colectivo de asignaturas, dadas las inferencias realizadas en el proceso de observación, análisis de las evaluaciones, conversaciones con los estudiantes, etc. que despertaron el interés por la investigación. El instrumento fue valorado en el colectivo, y se buscó consenso para su aplicación y los alumnos desconocían la independencia de ambas actividades en el resultado de su evaluación, lo cual garantizó que se lograra un elevado interés en resolver al máximo sus capacidades.

En el análisis descriptivo los resultados arrojados por los instrumentos aplicados, se tuvo en cuenta estadígrafos de tendencia central, como la mediana y la moda, por estar las variables medidas en escala ordinal, se destaca que:

- El 95,9% manifestó dificultades en el tratamiento e interpretación de la estructura de los modelos del material genético y el flujo y regulación de la información genética.

- Solo el 5,2% de los estudiantes reconocen las leyes y principios y el sistema categorial referentes a la Biología Molecular, en particular con el estudio de los ácidos nucleicos.
- La gran mayoría de los estudiantes no pueden interpretar los principios generales en la solución de problemas en las clases prácticas y de los ejercicios básicos de la Biología Molecular con un enfoque bioquímico o genético.
- Ningún estudiante consideró la utilización de las tecnologías de la información y las comunicaciones como herramienta o medio indispensable para la resolución de tareas docentes o investigativas con eficiencia, lo que manifiesta el desconocimiento de estas en sus actividades docentes.

De manera general estos resultados pudieran resumirse de la forma siguiente:

Los estudiantes no poseen un modelo teórico - práctico genético molecular acorde a las exigencias del desarrollo actual de la Biología Molecular, y se aprecia el uso inadecuado de los modelos estructurales de los ácidos nucleicos y de interpretación de los procesos de flujo de la información genética y su regulación. No existe un nivel de generalización teórica que permita mediante representaciones la explicación de procesos y fenómenos y el dominio de las leyes, principios y categorías de la Biología Molecular, y se destaca limitaciones en el conocimiento de estas al no lograr la integración de las distintas partes del todo.

Ningún estudiante logra resolver problemas particulares (mediciones y determinación de estructura del ADN, predicción de información genética, balance energético, etc.) a partir del conocimiento de lo general. Para ellos lo general tiene un marco estrecho del fenómeno, es decir, la generalización no esencial.

De esta manera a partir del análisis de los resultados obtenidos, se determinó el comportamiento de los indicadores de forma individual que permitió arribar a las siguientes conclusiones:

Los indicadores utilizados en este trabajo (nivel de abstracción, nivel de generalización, nivel de concreción y nivel de independencia) pueden resumirse de forma valorativamente de la siguiente manera:

En el plano abstracto, las representaciones acerca de la estructura de los ácidos nucleicos (ADN Y ARNs), la dinámica de los procesos de flujo de la información

genética y su regulación presentan dificultades, las cuales se manifiestan en la propia concepción de la conformación espacial de las moléculas y su correspondencia con la función que realizan cada uno, la secuencia de la actividad enzimática y la forma en que los estudiantes reproducen los modelos y gráficos, sin el conocimiento de la conexión esencial que determina el contenido y la estructura del sistema de conceptos. Las dificultades en el nivel de abstracción presentadas por los estudiantes se concentran en momentos que requieren del conocimiento integrador; para ellos la interpretación de la estructura molecular de los ácidos nucleicos es plana, son cadenas polinucleotídicas, no hay relación funcional entre ellas aunque dos estudiantes apuntan a la relación de su conformación y estructura con la función. No parece importante la función de la actividad metabólica, la especificidad de los enzimas y la energética de los procesos, que recuerda las concepciones que se imparten en la enseñanza preuniversitaria. No posee el estudiante el conocimiento de las conexiones esenciales entre los distintos rasgos que caracterizan las moléculas de los ácidos nucleicos y su función en la transmisión de la información genética y las propiedades de esta e incluso, no se asocian a su aplicación en el campo de la Biotecnología y la Ingeniería Genética que la sustenta en su desarrollo investigativo y de aplicación, todo ello, impide que sus imágenes mentales tengan correspondencia con la realidad objetiva de acuerdo con el nivel para el cual se imparten estos contenidos.

El hecho de que en los estudiantes no se tenga el conocimiento teórico integrador esencial, que determina la aplicación del contenido a situaciones nuevas, a través del dominio del sistema de conceptos, leyes, principios, modelos de procesos y fenómenos y sistema de teorías, condiciona el bajo nivel de generalización esencial acerca de los contenidos que constituyen los núcleos básicos de la Biología Molecular y se explica el hecho de que en el nivel de concreción los resultados sean bajos. Estas dificultades se manifiestan en las respuestas de los estudiantes a las distintas actividades aplicadas en evaluaciones e instrumentos diseñados al respecto. Las dificultades fundamentales aparecen ante problemas de carácter teórico general dadas por las herramientas intelectuales que utiliza, la capacidad de orientarse ante situaciones nuevas y la calidad de la defensa de sus criterios.

En la tabla 1 aparece un cuadro de frecuencia de estos resultados evaluativos:

1. Nivel de Abstracción							
	2	3	4	5	No. Est.	Moda	Mediana
CRD	10	10	2		22	2 y 3	3
CRPT	10	1	1	0	13	2	2
2. Nivel de Generalización Esencial							
	2	3	4	5	No. Est.	Moda	Mediana
CRD	18	3	1	0	22	2	2
CRPT	8	4	1	0	13	2	2
3. Nivel de Concreción							
	2	3	4	5	No. Est.	Moda	Mediana
CRD	16	5	1	0	22	2	2
CRPT	7	6	0	0	13	2	2
4. Nivel de Independencia							
	2	3	4	5	No. Est.	Moda	Mediana
CRD	14	3	4	1	22	2	2
CRPT	8	2	3	0	13	2	2

El nivel teórico del conocimiento científico y la independencia cognoscitiva están muy interrelacionadas; es por ello que en los resultados de los indicadores de independencia cognoscitiva se reflejan los resultados de los indicadores del nivel teórico del conocimiento; aunque uno es la otra condición necesaria, pero no suficiente. De los resultados de los indicadores del *nivel de independencia cognoscitiva* se tiene que el 30% de los estudiantes trabajó acertadamente en la solución de los problemas y ejercicios que se les plantearon, de manera que 22 estudiantes para ambos tipos de cursos alcanzan un nivel bajo de independencia, 5 con un nivel de regular y 8 con un nivel alto.

Se midieron los conocimientos retenidos sobre el estudio de los ácidos nucleicos, propiedades y función, dos años después (curso 03 – 04), en el mismo grupo, como *criterio de solidez*, para ello, se aplicó otro instrumento como se especifica en el anexo 10, que arrojó los resultados que a continuación se resumen:

La aplicación de los instrumentos y las observaciones en clases donde asistían estos

alumnos (los que disminuyeron a 33 de matrícula con respecto a los encuestados dos años antes), evidencian una formación poco sólida en los conocimientos esenciales de la Biología Molecular, a la vez que ponen de manifiesto dificultades en la formación del cuadro genético molecular para la interpretación de fenómenos y procesos en las disciplinas de Producción Agrícola y Zootecnia General.

Se aprecia que el 60% de los estudiantes mencionó los conceptos elementales del flujo de la información genética, mutación, las características del código genético, 40% relacionó los procesos moleculares de la herencia con los fenómenos de otras disciplinas coincidiendo con el hecho de que son ellas las que más se utilizan para la solución de problemas analizados.

Sólo un estudiante logró explicar de forma aceptable el fundamento molecular de la heterocis, ninguno fue capaz de interpretar en el nivel molecular las expresiones.

El 30% realizó una caracterización elemental del modelo de Watson - Crick y lo consideró como modelos simplificados de la estructura del ADN.

Son incapaces de realizar cálculos de balance energético para la expresión genética y de determinar herramientas moleculares para el mejoramiento vegetal y animal.

Se puede concluir que estos resultados unidos a los obtenidos dos años antes, reafirman la idea de que realmente existen lagunas en la formación del cuadro genético molecular en los estudiantes, dado por las dificultades en la interpretación metodológica en el orden teórico acerca del dominio biológico molecular de la herencia. En el anexo 13.3 y 13.4 se aprecia que la evolución de los estudiantes en cuanto a los indicadores analizados, la diferencia fue significativa tanto en los grupos de control como en el experimental.

En cuanto al estudio hecho sobre indicadores que dan la idea del nivel con que operan la informática, y que posibilita hacer una interpretación del grado de aplicación de los elementos incorporados y no incorporados de la formación informática, tenemos los siguientes resultados:

Relacionamos a continuación otros elementos constatados: las generaciones de PC (*Personal Computer*) que utilizan los estudiantes en ambos grupos es del tipo Pentium II y III, con servidores Pentium IV, por lo que no hay diferencias sustanciales en cuanto a la modernidad de la tecnología y su capacidad.

La versión del tipo de sistema operativo es Windows NT, que es la norma en las universidades cubanas, en cuanto a utilización de software, se pudo observar en las clases visitadas, que los grupos control no suelen utilizar software en sus clases de Bioquímica y Genética, solo se limitan a utilizar:

- El Microsoft Word: para abrir, editar o imprimir textos, el Microsoft Excel, en la visualización, edición e impresión de tablas para el componente investigativo solamente, el Microsoft Access no se constató su uso, al igual que el Microsoft Power Point y el Microsoft FrontPage u otros editores de páginas Web.
 - Los trabajos con INTERNET e INTRANET se limitaban a: comunicación a través de la red y la consulta de WWW (*World Wide Web*) como recursos informativo, el correo electrónico se utiliza con gran frecuencia para la comunicación entre amistades, otro aspecto de interés es que no se hace buen uso del tiempo libre, en otras actividades de estudio, u otras, el tiempo de máquina no rebasa como promedio las 2h semanales.
- ✓ La intervención en la práctica escolar.

A partir de los resultados obtenidos de los estudios realizados sobre la aplicación de la metodología propuesta y teniendo en cuenta los criterios de los expertos, en general coinciden en sus criterios que pudieran sintetizarse de la siguiente manera:

- Los métodos y procedimientos utilizados no favorecen la correcta apropiación por parte de los estudiantes, de los conocimientos básicos de la asignatura incidiendo sobre la sistematización del sistema de conceptos, leyes, categorías y principios que constituyen lo general esencial del contenido de Biología Molecular impartidos en la Bioquímica y la Genética para la carrera de Agronomía.
- La lógica y los medios de enseñanza con que se presentan los contenidos de Biología Molecular (tradicional) no propician una adecuada concepción científica del mundo y dificulta las potencialidades que posee el proceso de enseñanza aprendizaje en la formación del pensamiento teórico de los estudiantes.
- La propuesta para la enseñanza del contenido de Biología Molecular, utilizando la informática de forma integral que incida en el componente investigativo y laboral, resulta una metodología eficaz de cómo enfrentar la nueva misión de la enseñanza de la Ciencias Biológicas. Se consiguió, sobre todo en el caso particular de la

Biología Molecular, un imbricado efectivo entre los diferentes métodos productivos de la enseñanza problémica con otros métodos propios de la Genética Molecular.

Se decidió aplicar la propuesta metodológica analizada en el Capítulo II de este informe e intervenir en la práctica del proceso de enseñanza aprendizaje de la Bioquímica en el Centro Universitario “José Martí Pérez”.

✓ Análisis de los resultados de la metodología propuesta.

Para garantizar la ejecución del proyecto siguiendo la metodología propuesta se elaboraron los siguientes materiales:

- Programa de la asignatura Bioquímica de la disciplina de Química, que se imparten en la carrera de Agronomía.
- Materiales bibliográficos impresos y digitalizados de consulta para los diferentes temas sobre Biología Molecular.
- Simulación de procesos de flujo de la información genética y fenómenos asociados, y utiliza programas sencillos en lenguaje Visual Basic.
- Sistema de demostraciones en laboratorios virtuales.
- Guías de laboratorio y de estudio para el CRPT (anexo 9.5) para las prácticas de Biología Molecular.
- Software para ser utilizado por alumnos y profesores en búsqueda teórica, ejercitación con un sistema de problemas (resueltos y propuestos), herramienta de procesamiento de datos, búsqueda bibliográfica y simulación de procesos y fenómenos y se enriqueció con materiales de la asignatura en la plataforma interactiva del centro.

Se seleccionó para la intervención en la práctica a un grupo de 10 estudiantes del segundo Año CRD y 17 del CRPT de la carrera de Agronomía, atendiendo a que tuviera características similares al que nos sirvió de referencia para la metodología tradicional, para ello en la comparación del estado inicial de ambos grupos la diferencia no era significativa. Con tal de evitar la contaminación en la acción de la variable independiente por las variables ajenas que se pueden controlar, los aspectos fundamentales que se valoraron en ambos grupos fueron:

- Procedencia equitativa del preuniversitario y de los politécnicos de Agronomía.(en ninguno de los grupos existían estudiantes procedentes de centros especiales

IPVCE_ Instituto Preuniversitario Vocacional de Ciencias Exactas_, IPVMCC
Instituto Preuniversitario Vocacional Militar Camilo Cienfuegos

- Caracterización de los grupos a partir del diagnóstico inicial. Característica de los profesores que imparten los cursos. (El profesor que impartió clases, en el grupo que recibió el curso en forma tradicional, tenía en su haber 22 años de experiencia en la docencia, especialista en esta rama, con categoría docente principal de auxiliar y master en ciencias.
- Locales de estudio.
- Igual forma de organización de la enseñanza, por conferencias, clases prácticas, seminarios y prácticas de laboratorios, consulta y el componente laboral e investigativo.
- Medios de enseñanza disponibles fundamentalmente número de computadora por estudiantes.
- Horarios docentes en que la actividad sea en las primeras horas de la mañana y en los tres primeros días de la semana.

El horario docente, los medios de enseñanza disponibles, y los locales de estudio fueron los mismos para ambos grupos.

El promedio de los índices de ingreso a la universidad para los CRD del grupo A (GA) era de 89.1 mientras que el de grupo B (GB) fue de 88.8.

Los instrumentos descritos anteriormente para el grupo A, fueron aplicados a los estudiantes del grupo B cuando concluyeron el curso, obteniéndose los siguientes resultados:

- El 98 % de los estudiantes fue capaz de caracterizar los modelos estructurales de las moléculas del ADN y los ARNs, muestran conocimientos acerca de sus propiedades fundamentales de estas e interpretaron correctamente los ejercicios y problemas relacionados con el flujo de la información genética, destacándose el conocimiento en las estructuras implicadas en estos procesos y los enzimas y factores proteicos que participan.
- El 99 % de la muestra hace los cálculos de la energética de los procesos, predice los cambios en el ADN a partir de los cambios en los polipéptidos resultantes, aplica los conocimientos de regulación genética al mejoramiento y transformación del ADN,

enzimas que participan, el cuadro general de ecuaciones del electromagnetismo y las interpreta al menos a su nivel más elemental. El 94,7 % fue capaz de realizar una valoración general e integradora de este.

- El 75,7 % pudo resolver ejercicios y problemas de alta complejidad sobre aplicación de la teoría sobre el comportamiento molecular del flujo de la información genética a la problemática en el campo de la Biología Molecular, la Biotecnología y la Ingeniería Genética vegetal, y el 79,9% lo hizo para el caso más sencillo.
- Desde lo cualitativo, el 99% de la muestra fue capaz de reconocer los modelos del ADN y los ARNs, los procesos de flujo de la información genética, los enzimas que participan y los modelos tanto para eucariota como procariota para la regulación genética.

De manera general se aprecia una mejor formación del cuadro molecular de la herencia a partir de la utilización de la informática como medio de enseñanza y herramienta de trabajo desde lo académico, lo investigativo y lo laboral desde el proceso de enseñanza - aprendizaje de la Biología Molecular. Los estudiantes son capaces de establecer las relaciones esenciales entre el conjunto de hechos, procesos y fenómenos que se explican en ellos, a partir del análisis de los rasgos externos que lo caracterizan y de la conexión interna esencial genética que lo relacionan con otros fenómenos, lo cual conduce a que se establezcan los conceptos, la ley de la genética y los principios de la herencia y su aplicación a las técnicas ultramodernas de la ingeniería genética como resultado de la síntesis y la abstracción de una de las partes del todo visto en su unidad dialéctica, y por lo que se pudo inferir que en los indicadores analizados en la comparación vertical con los grupos de control se muestran diferencias significativas Anexo 13.1 y 13.2.

El conocimiento de la concepción molecular de la herencia se enriquece en forma consciente, el estudiante conoce que su propósito es caracterizar las moléculas de la herencia y la comprensión y aplicación de sus principios a las discusiones de posiciones fundamentales de la teoría, que sustenta la práctica en el campo de la Biología Molecular, dominar el aparato conceptual que la soporta y explicar los procesos y fenómenos del flujo de la información genética para más tarde aplicarlo a nuevos fenómenos fundamentales.

El carácter consciente en el aprendizaje utilizando como medio y herramienta de trabajo la computación tiene como premisa la orientación teórica de sus acciones del estudiante que se dota de los métodos y herramientas fundamentales para el trabajo intelectual.

Estas consideraciones, que en cierta medida caracterizan el proceso, se evidencian en los resultados, pues fueron significativamente superiores a los obtenidos en el curso tradicional.

La metodología que se propone para el tratamiento de los contenidos de Biología Molecular utilizando la informática como medio de enseñanza y herramienta de trabajo desde lo académico, investigativo y laboral, garantiza que se siga la vía de ascenso del conocimiento de lo general a lo particular significándose los procedimientos de inducción y deducción. Esto en su unidad dialéctica tiene su reflejo en el hecho de las posibilidades de retroalimentación de los contenidos, en la posibilidad de dimensionar los sentidos de observación y memoria, de tener en formatos digitales el acceso rápido al referencial teórico que posibilita el análisis de nuevos hechos, nuevos fenómenos e imponer restricciones o medidas que le permitan avanzar al estudio de un nuevo caso particular, así como el contacto constante e inmediato entre profesor – estudiante y estudiante – estudiante – grupo mediante el sistema de red y sus bondades.

El estudiante a su vez se entrena y sistematiza en el uso de la computadora en su quehacer académico, científico y laboral y va incorporando a su sistema de conocimientos informáticos los nuevos modelos, avances que va descubriendo y experimentando en las tareas que realiza y como consecuencia se abre el horizonte cultural de su concepción científica de la ciencia informática y de su concepción en el trabajo, necesaria para su perfil ocupacional en su categoría de divulgador científico, transformador de la agricultura.

El análisis teórico de los resultados empíricos obtenidos permitió hacer una valoración de los indicadores del nivel teórico del conocimiento científico:

El nivel de abstracción, posee un alto grado de correspondencia con la realidad objetiva, el dominio del modelo de estudio como el de Watson – Crick para el ADN, la estructura de los ARN, la secuencialidad de los procesos y fenómenos genético, y el

sistema de conceptos y principios de carácter general esencial que están en la base de la teoría de la Biología Molecular, les permiten establecer a partir del proceso de análisis y síntesis de las ideas expuestas en las diferentes problemáticas evaluadas en el plano abstracto, las generalizaciones esenciales del contenido y ascender eficientemente por esta vía a lo concreto particular. En la tabla 2 aparece un cuadro de frecuencia de estos resultados; donde se aprecia la mayor frecuencia de resultados son con bien (4 puntos) en cada uno de los indicadores como lo indica la moda en correspondencia con la media que en todos los casos se aproxima numéricamente a ese valor.

Tabla 2

1. Nivel de Abstracción							
	2	3	4	5	No. Est.	Moda	Mediana
CRD	0	3	5	2	10	4	4
CRPT	0	5	10	2	17	4	4
2. Nivel de Generalización Esencial							
	2	3	4	5	No. Est.	Moda	Mediana
CRD	0	3	7	0	10	4	4
CRPT	0	3	12	2	17	4	4
3. Nivel de Concreción							
	2	3	4	5	No. Est.	Moda	Mediana
CRD	0	3	4	3	10	4	4
CRPT	0	5	10	2	17	4	4
4. Nivel de Independencia							
	2	3	4	5	No. Est.	Moda	Mediana
CRD	0	2	5	3	10	4	4
CRPT	0	3	10	4	17	4	4

La metodología aplicada supera en ventajas el curso tradicional y le aporta métodos intelectuales de carácter teórico, procedimientos organizativos, medios y herramientas digitales que propician una mejor situación para enfrentar la solución de los problemas académicos, investigativos y laborales desde los contenidos de la Biología Molecular. El resultado de los instrumentos aplicados reveló que el 90% de los estudiantes resuelven el problema y ejercicios planteados por sí solo; son capaces de orientarse ante situaciones nuevas, proponen vías de solución acertadas a los problemas utilizando la computación y crean algoritmos de solución para ello.

El nivel teórico de los conocimientos científicos alcanzados condiciona su independencia en la actuación y esgrimen argumentos sólidos con base científica en la exposición y defensa de sus criterios.

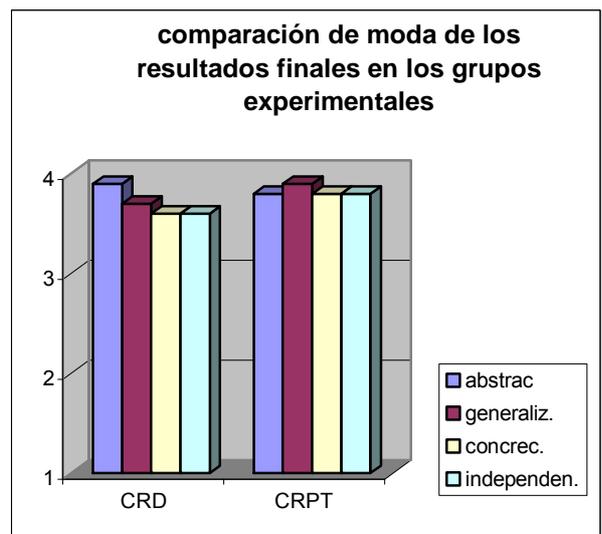
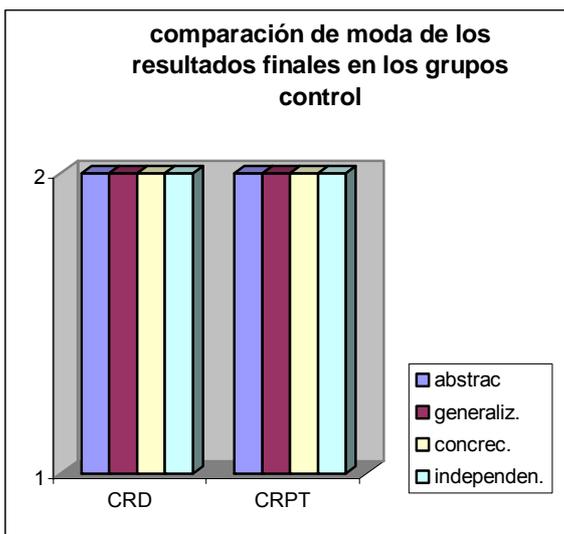
En la actividad los estudiantes muestran un nivel de independencia considerablemente superior al curso tradicional; y el conocimiento de conceptos, principios generales de la herencia y los procesos y fenómenos del flujo de la información genética y su regulación les favorece para enfrentar una tarea nueva.

Haciendo un análisis integral de los resultados de la impartición del contenido de Biología Molecular y sus potencialidades, tenemos:

La estructuración metodológica del proceso de enseñanza - aprendizaje, utilizando la informática como medio de enseñanza y herramienta trabajo en lo académico, lo investigativo y lo laboral que posibiliten la utilización de la tecnología de forma integral, trascendiendo además al objeto de estudio de la propia tecnología, permitió contribuir en la eficiencia del proceso de enseñanza – aprendizaje de la Biología Molecular y elevar la formación informática del futuro profesional ya que:

- El estudiante sistematiza con mayor nivel los contenidos, lo que permite la ordenación lógica de los núcleos básicos de la Biología Molecular, culmina el aprendizaje de procesos particulares, interactúa con el sistema de conceptos, principios y los sistemas metabólicos de carácter general y utiliza los algoritmos que les permite nuevamente avanzar por la vía de lo abstracto a lo concreto, al estudio de un nuevo proceso o fenómeno particular.
- La utilización de procedimientos metodológicos lógicos y técnicos con el empleo de la computación permite elaborar un sistema de orientaciones generales por el profesor para la solución de problemas por los estudiantes, que abordan los núcleos básicos de la ciencia, además, propicia su sistematización.
- Cada uno de los fenómenos particulares de estudio donde se utiliza la computación como medio y/o herramienta de trabajo, se corresponde con un tema práctico del Agrónomo, lo que ubica al futuro profesional en condiciones más favorables para enfrentar su actividad laboral e investigativa.
- El contenido mediante el enfoque metodológico propuesto permite desarrollar adecuadamente la concepción científica del mundo.

- El nivel teórico alcanzado con la estructura metodológica propuesta permite enfrentar las actividades prácticas de laboratorio con un conocimiento teórico general de la Biología Molecular, la Biotecnología y la Ingeniería Genética, que posibilita que la actividad se convierta en actividad científica de investigación. (anexo 9.3)
- Los métodos, procedimientos y medios utilizados con un enfoque sistémico, propician la elevación de los niveles de abstracción, generalización y de concreción en los estudiantes lo que conduce a la elevación del nivel teórico del conocimiento científico e independencia cognoscitiva y en forma mediata, facilita la formación de la cultura informática integral del estudiante.
- Los gráficos muestran las medias de los resultados evaluativos en los indicadores analizados, comparativamente en ambos cursos.



Se pudo determinar que se producen cambios, tanto en los grupos de control como experimentales aunque la significación inferencial en todos los indicadores (anexos 13.1 y 13.2) es mayor en los grupos donde se aplicó la metodología. Dos años después se realizó un estudio sobre la retención de los conocimientos sobre Biología Molecular, como criterio de solidez un indicador de la calidad y la eficiencia de la propuesta validada, donde se aplica el mismo instrumento. El análisis comparativo indica que los resultados obtenidos son superiores a los que se obtuvieron siguiendo la metodología tradicional para la enseñanza de estos contenidos.

No obstante los resultados obtenidos, consideramos que la propuesta lleva implícita en sí el papel del profesor en su responsabilidad de formar un profesional altamente calificado, dotado de cualidades tales como: una independencia cognoscitiva que le posibilite el autodesarrollo profesional y científico, un pensamiento teórico, una cultura para resolver eficientemente los problemas investigativos y laborales con las técnicas de la información y las comunicaciones en toda su magnitud y que consolide entre otros aspectos su personalidad creativa y de un individuo responsable que se autosupere, con una disciplina científica que le permita aplicar cada nuevo conocimiento a las condiciones concretas en que se desarrolla.

- Análisis de los resultados valorados por los especialistas.

En el Anexo 11 se ofrecen los aspectos a tener en cuenta en los criterios de especialistas que se utilizó para la valoración de la propuesta metodológica con los medios digitales utilizados o recomendados para su utilización, que permiten dar salida a las direcciones de trabajo de la metodología desde los contenidos de la Biología Molecular. En la muestra de especialistas se tuvo en cuenta el personal con más de 10 años de experiencia en la enseñanza de la Bioquímica en la carrera y de Biología Celular y Molecular y Genética en otras carreras de la Enseñanza Superior o profesores con experiencia en la Metodología de la Enseñanza de la Biología de los Institutos Superiores Pedagógicos y que, a su vez, tuviera categoría docentes o científica principal, también se consultaron profesores de Computación tanto del Ministerio de Educación Superior como de los Institutos Superiores Pedagógicos, estos con más de 10 años de experiencia en el trabajo con la Carrera de las Ciencias

Biológicas, que pudieran enjuiciar con profundidad la posibilidad de aplicación que ofrecen la metodología.

En sentido general, los especialistas coinciden en que las acciones y reflexiones de la metodología propuesta y diseñadas en cada una de las actividades docentes pueden contribuir a la aplicación de la Estrategia Curricular de Computación en la Enseñanza Superior: como objeto de estudio, como medio de enseñanza y como herramienta de trabajo desde la Biología Molecular, a la vez representa un método de integrar la informática como recurso y un modelo al futuro profesional que posibilita la utilización de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones en su labor; además, se constató, como generalidad en sus valoraciones que es factible aplicar esta propuesta a los contenidos sobre los ácidos nucleicos lo que constituye un aporte novedoso e importante para contribuir al enfoque productivo de las clases de Bioquímica y Genética con las exigencias de la clase contemporánea de la universidad cubana. Los especialistas opinan que las exigencias validadas de la metodología en el se cumplen cada uno de los requisitos necesarios para la salida integral de la informática desde las Ciencias Biológica y puede contribuir a la formación informática general en el profesional que estudia estas disciplinas.

La totalidad de especialistas consultados de Bioquímica y Biología Celular y Molecular plantearon que las acciones de trabajo descritas en la metodología ofrecen una notable contribución al desarrollo de las habilidades en la realización de ejercicios y problemas para las actividades prácticas; así como en el desarrollo del trabajo en la información científico técnica y con la bibliografía de la asignatura. Se planteó que la aplicación de la metodología es una vía acertada para las carreras de las Ciencias Biológicas donde se imparten estos contenidos y que contribuyen a la informatización de estas, y propician el desarrollo y sistematización de habilidades en la navegación por el sistema Windows así como el conocimientos sobre los sistemas de aplicación y herramientas disponibles en esta tecnologías.

Algunos especialistas especifican que la propuesta puede constituir a la formación de ideas concretas en los estudiantes de cómo aplicar la informática en su labor profesional; en tal sentido coinciden en valorar que los medios digitales utilizados para apoyar las acciones de la metodología (algunos diseñados y / o elaborado por el

autor) aprovechan la mayoría de posibilidades que brinda la multimedia y la hipermedia para la solución de problemas en el proceso de enseñanza - aprendizaje, con interfaz ambientados que ofrecen un interés, y que recrean la navegación por estos, ellos puede motivar al estudiante a la búsqueda y el trabajo en el ordenador; destacan además que los medios y herramientas digitales ofrecen tareas de trabajos de navegación que permiten dar salida la Estrategia Curricular de Computación en sus tres modalidades: como objeto de estudio, medio de enseñanza y herramienta de trabajo, adquiriendo un nivel tal de integración que trasciende a la categoría de recurso informático, se apunta además que estos representan un modelo al futuro profesional para la utilización de la informática como medio y herramienta de trabajo en su labor profesional, se constató como generalidad en las valoraciones que hacen la factibilidad de aplicación en todas las universidades del país donde se impartan los contenidos de Biología Molecular, lo cual puede ser extendido a la universalización de la enseñanza, siendo compatible con los métodos y medios que en este proceso se llevan a cabo.

Los profesores de la especialidad de Biología expresan que es una vía eficaz de lograr el desarrollo de una concepción molecular de la herencia.

CONCLUSIONES

Al terminar el trabajo de investigación y hacer un análisis de los resultados obtenidos tanto en el plano teórico así como en la ejecución práctica de la metodología propuesta, arribamos a las siguientes conclusiones:

1. La metodología tradicional para la enseñanza de los contenidos de Biología Molecular en la carrera de Agronomía usa la informática como medio de enseñanza de forma esporádica y no en toda su dimensión, limita el desarrollo eficiente del proceso de enseñanza - aprendizaje de estos contenidos en la asignatura Bioquímica y Genética; pues no se logra la generalización y sistematización de conceptos, principios, leyes y procesos básicos de la Biología Molecular; reduce la concreción en la práctica de sus conceptos básicos: orgánicos, bioquímicos y genéticos moleculares; y conduce a concepciones erróneas acerca del objeto de estudio de estos contenidos en los diferentes campos de la ciencia donde se aplican.
2. La enseñanza de los contenidos de la Biología Molecular deben estructurarse metodológicamente en:
 - ❖ La revelación de los nexos internos y las interconexiones del sistema de conocimientos, mediante la utilización de métodos activos y la enseñanza desarrolladora, propiciando el desarrollo del pensamiento teórico y la independencia cognoscitiva de los estudiantes, que posibilita así la actuación consciente del sujeto al ascender hacia una generalización esencial donde el estudiante arriba a lo concreto-particular del contenido; todo esto con la ayuda de la informática como medio de enseñanza y herramienta de trabajo, que favorece de forma efectiva la formación y desarrollo en el estudiante de los núcleos básicos de la ciencia y con ello una concepción molecular de la herencia.
 - ❖ La utilización de la informática de forma integral que favorezca la utilización de procedimientos deductivos, de lo abstracto-general-esencial a lo concreto-particular, de manera, que el conocimiento quede de forma que se relacionen los conceptos básicos con cada caso particular en el estudio de las ciencias aplicadas de la Biología Molecular en lo académico, investigativo y laboral.

3. La intervención en la práctica permitió comprobar el movimiento positivo que tuvieron los indicadores de la metodología propuesta con respecto a la metodología tradicional, -con diferencia significativa-, y verificó algunas de las ventajas que ofrece esta metodología, y se revela la naturaleza esencial de la misma en la teoría pedagógica, como se cita a continuación:

- Los estudiantes operan con la esencia del conocimiento y son capaces de reconocer esta detrás de cada una de las representaciones objeto de estudio y en el análisis de fenómenos y procesos.
- Se sistematizan los núcleos básicos, por la retroalimentación que se establece con el uso de la metodología que protagoniza el uso algorítmico de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones como recurso.
- Se gana en eficiencia, por la rapidez en que se asimila el sistema de conocimientos, por las posibilidades que ofrecen las herramientas informáticas al dimensionar el sistema sensorial.
- Refuerza cuestiones relacionadas con el cuadro molecular de la genética y por ende la concepción científica del mundo.
- Mejora la orientación hacia los objetivos particulares de la asignatura y los generales del año.
- Coadyuva a lograr un conocimiento generalizador de la informática y su aplicación en las Ciencias Biológicas, lo que coloca al futuro profesional en una posición ventajosa para enfrentar su perfil ocupacional.
- Eleva el nivel de independencia cognoscitiva en las funciones académicas, laborales e investigativas en los estudiantes.
- Se rescatan los métodos de investigación en la enseñanza de las Ciencias Biológicas.

RECOMENDACIONES

- De acuerdo con las ventajas que ofrece la metodología, que se ha probado en esta investigación en los contenidos de la Biología Molecular para aplicar la informática como medio de enseñanza y herramienta de trabajo desde lo académico, lo investigativo y lo laboral, consideramos que es posible proponer su introducción a la enseñanza de las demás asignaturas de la disciplina de Biología para la carrera de Agronomía.
- La metodología propuesta en esta tesis puede ajustarse para la enseñanza de otras disciplinas como la Química y las Ciencias Aplicadas de la carrera de Agronomía, en todas ellas existen condiciones en su sistema conceptual básico que posibilita aplicar estos criterios metodológicos en la introducción de forma integral de la informática para potenciando la calidad y eficiencia del proceso de enseñanza – aprendizaje de sus asignaturas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. de Armas Ramírez, N., y otros: Conceptualización y caracterización de los aportes teóricos metodológicos como resultado científico de la investigación. ISP Félix Varela, Santa. Clara, 2004.
2. Adell, J: "Tendencias en Educación en la Sociedad de las Tecnologías de la Información". EDUTEC. Revista electrónica de tecnología educativa. En: (<http://www.uib.es>). 1997.
3. Alarcón Ortiz, R. y Sánchez Noda, R.: Actualización de Enfoque Integral para la Labor Educativa y Político Ideológica en la Universidad. Ministerio de Educación Superior. Editorial Félix Varela, La Habana, 2000.
4. Álvarez de Zayas Carlos.: Fundamentos teóricos del proceso de formación del profesional de perfil amplio. Universidad Central de Las Villas, 1988.
5. _____: Hacia una escuela de excelencia. La Habana. M.E.S. 1996.
6. _____: Metodología de la investigación científica. Universidad de Oriente, Santiago de Cuba, 1995 (En soporte magnético).
7. Álvarez de Zayas, Rita M.: (Colección Docencia No.80) que fue publicado por la Universidad Nacional Autónoma de Honduras. Editorial Universitaria, Tegucigalpa, D.C., Honduras, C.A., agosto, 1997.
8. Andréiev, I.: *Problemas lógicos del conocimiento científico*.: Editorial MIR, Moscú, 1984.
9. Asencio Cabot, Esperanza: "*Planificación, orientación y control del trabajo independiente*". Revista Educación No. 73, abril – junio, La Habana, 1989.
10. Avolio de Cols, S.: *Planteamientos del proceso de enseñanza aprendizaje*. Edición Marymar S.A., Buenos Aires, 1981.
11. Babinski, K.Yu.: *Optimización del proceso de enseñanza*. La Habana, Editorial Pueblo y Educación, 1981.
12. Baranov, S.P y otros.: Pedagogía. Ed. Pueblo y Educación. La Habana, 1989.
13. Bermúdez, Z., R. y M. Rodríguez R.: *Teoría y metodología del aprendizaje*. Editorial Pueblo y Educación, Ciudad de la Habana, 1996.
14. Bim Band, B.M: *La enseñanza anticipante la escuela pasa del presente al futuro, en la educación y la enseñanza una mirada al futuro*. Ed. Progreso, Moscú,

- 1991.
15. Borges, E. y otros.: *La introducción de la computación en las tareas de dirección y Planificación de la educación en el nivel de municipio y de provincia*. En V Seminario a Dirigentes y Metodólogos. t 2, Ciudad de La Habana, 1981.
 16. Biología 10 grado, Orientaciones metodológicas. La Habana: Editorial Pueblo y Educación, 1990.
 17. Biología 12 grado, Orientaciones metodológicas. La Habana: Editorial Pueblo y Educación, 1990.
 18. Briseño, M.: "*Reforma y perfeccionamiento de la educación ante los retos del siglo XXI*". Universidad Simón Rodríguez, Venezuela, En revista Universitas 2000, vol. 19, N. 1, 1995.
 19. Brito, F.H.: "*La efectividad de la motivación*". En Revista Tendencias Pedagógicas, año XI, N. 20, enero-junio, 1990.
 20. Bruner, J.S.: *Desarrollo cognitivo y educación*. Ediciones Morata, S.A., Madrid, 1988.
 21. Cabero, Julio: Tecnología educativa. Síntesis Madrid, 1999
 22. _____: *Análisis de medios de enseñanza*. Sevilla: Ediciones Alfar, 1990.
 23. _____: *Líneas y tendencias de investigación en medios de enseñanza*. En LÓPEZ, J y BERMEJO, B. (Coords.) El Centro educativo. Nuevas perspectivas organizativas, 1991. <<http://tecnologiaedu.us.es/revistas/libros/4.htm>>" Sevilla: GID
 24. Camacho, L.: *Cultura y desarrollo desde América Latina*. Universidad de Costa Rica, San José, 1993.
 25. Caner Román, Acela: *Formación de habilidades profesionales. Metodología de la enseñanza*. PROMET. Editorial Academia, La Habana 1999.
 26. Canfux, Verónica, y otros: *Tendencias Pedagógicas Contemporáneas*. Editorial Poera, S. A Ibaqui, Colombia, 1996.
 27. Casas, A.M.: *Nuevas formas de comunicar el conocimiento*. Universidad Nacional Abierta de Venezuela. En Universitas 2000, vol. 19, N. 4, 1995.
 28. Castro Ruz Fidel: *Discurso pronunciado en la clausura del IV congreso de la FEU*. La Habana: Gramma, 31 de dic., 1990.
 29. _____: *Ciencia Tecnología y Sociedad*. Editora Política, La Habana, 1991.

30. Chávez, R, J.: *Tendencias Contemporáneas para transformar la educación en los países Iberoamericanos*. Ediciones INAES, México, 1997.
31. Colectivo de autores: *Tendencias pedagógicas contemporáneas*. Universidad de La Habana, CEPES, Departamento de Psicología y Pedagogía, 1991.
32. Colectivo de autores: *Bioquímica para estudiantes de Ciencias Agropecuarias*. Editorial Pueblo y Educación, La Habana, 1885
33. Contreras, M.I.: *De la enseñanza a la mediación pedagógica. ¿Cambio de paradigma o cambio de nombre?* En Revista de la universidad de Costa Rica. Educación. Vol. 19, n.2, pág. 5-15, 1995.
34. Contreras Domingo, J. *Enseñanza, currículo y profesorado. Introducción crítica a la Didáctica*. Ediciones Akal, Buenos Aires, Argentina, 1990.
35. Danilov, m. A. Y m. N. Skatkin. *Didáctica de la escuela media*. Editorial Libros para la Educación, La Habana, 1978.
36. Davidov, V.V.: *La enseñanza que desarrolla en la escuela del desarrollo*. En La educación y la enseñanza: Una mirada al futuro. Editorial Progreso, Moscú, 1991.
37. _____: *Los problemas fundamentales del desarrollo del pensamiento en el proceso de enseñanza*. En Antología de la Psicología pedagógica y de las edades. Editorial Pueblo y Educación, La Habana, 1986.
38. _____: *Tipos de generalización de la enseñanza*. Editorial Pueblo y Educación, La Habana, 1979.
39. Dudley, M. and Ronald, D.O.: *The state o educational software: A Creteron Based Evaluation*. Educational Tecnology (Englewood Cliffs, USA.) vol 27, N.3, March, 1987.
40. El descubrimiento de la doble hélice. Tomada del sitio: <http://www.dupont.com/biotech/espanol/intro/history/1953.html>.
41. Engels, F.: *Anti-Duhring*. Editorial Pueblo y Educación, La Habana, 1970.
42. Enciclopedia General de la Educación, Océano, Tomo 1 y 2, 1999.
43. Expósito Santana, H.: *Metodología para el perfeccionamiento de la enseñanza y el aprendizaje de la Economía, Dirección y Organización de la construcción que se imparte en la carrera Ingeniería Civil a partir del aprovechamiento de las*

- potencialidades del uso de las NTIC. Tesis en preparación en opción al grado científico a Doctor en ciencias Pedagógicas. UCLV, 2004.
44. Fernández Díaz, Argelia y Jorge Lázaro Hernández Mujica: *“La aplicación de la enseñanza problémica en Biología”*. Revista Educación N. 75, octubre – diciembre, La Habana, 1989.
 45. Fernández, Gutiérrez, F.: *“Principios básicos de la Enseñanza de la Nueva Tecnología Informática”*. En Giga. La Revista Cubana de Computación. No. 2, 1999.
 46. García Galló, Gaspar Jorge: *Bosquejo histórico de la educación en Cuba*. Editorial Libros para la Educación, La Habana, 1980.
 47. González Maura, Viviana, y otros.: *Psicología*. Editorial Pueblo y Educación, La Habana, 1995.
 48. Hernández Gil, José Lázaro: *Diseño curricular de la disciplina informática para la formación de un profesor de Ciencias Sociales*. Tesis Presentada en opción al grado académico de Máster en Informática Educativa. La Habana, 1997.
 49. Fernández R, Berta y Julio García Otero. *Tecnología Educativa: ¿Sólo Recursos Técnicos?* Curso 28 Pedagogía '99. La Habana. 1999.
 50. Fernández, B. E Isel Parra. *Medios de Enseñanza, Comunicación y Tecnología Educativa*. Curso 15 Pedagogía '95. La Habana. 1995.
 51. Fernández, Gutiérrez, F.: *“Principios básicos de la Enseñanza de la Nueva Tecnología Informática”*. En Giga. La Revista Cubana de Computación. No. 2, 1999, p.7.
 52. Ferrés, Joan, Marqués Graells, Pere (coords.). *Comunicación Educativa y Nuevas Tecnologías*, Editorial Praxis, Barcelona, 1996.
 53. Galperin, Ya.P.: *Sobre el método de formación por etapas de las acciones intelectuales*. En *Antología de la Psicología Pedagógica y de las edades*. Editorial Pueblo y Educación, La Habana, 1986.
 54. González Rey, Fernando: *Comunicación, personalidad y desarrollo*. Editorial Pueblo y Educación, La Habana, 1995.
 55. _____ y Albertina Mitjans Martínez.: *La personalidad, su educación y desarrollo*. Editorial Pueblo y Educación, La Habana, 1989.
 56. Gray MJA, Lusignan S. National electronic Library for Health (NeLH). BMJ 1999.

57. Guetmanova, Alexandra: *Lógica*. Editorial progreso, Moscú, 1995.
58. Hernández, D.A.: Algunas características de los procedimientos lógicos del pensamiento de los estudiantes en el nivel superior. En *Revista Cubana de Educación Superior*, vol. 10, N. 2, 1990.
59. Hernández, D.L.A.: Estudio y desarrollo del procedimiento de deducción en estudiantes de ciencias técnicas. Propuesta de tareas para su diagnóstico y formación. Cuba. Tesis en opción al grado científico de Dr. en ciencias Psicológicas. 1992.
60. Hernández M. E.: Alternativas para motivar a los alumnos por el aprendizaje de la programación. Tesis para la obtención del título de máster. Instituto Superior Pedagógico "José de la Luz y Caballero", Holguín, 1997.
61. Hernández M. E.: "*La programación en la era de la tecnología visual*". *Revista Electrónica "Infociencia"*, vol. 3, No. 1 y 2, ene. – jun., 1999.
62. Hernández Mujica, J.L.: "*Enseñanza de la biología: hacia el pensamiento teórico*". *Revista Educación*, n. 86, sep.-dic, pág. 14-17, 1995.
63. _____. "*La enseñanza y la creatividad: producir vs reproducir*". *Revista Varona* N. 24, enero – junio, La Habana, 1997.
64. _____. Hacia una problematización en la enseñanza de las ciencias. *Pedagogía' 2001*, La Habana, 2001.
65. Herrera Rodríguez, José Ignacio: Programa de estimulación intelectual para el quinto año de vida en la Educación Preescolar. Tesis en opción al grado científico de Doctor en ciencias Pedagógicas, ISP Félix Varela, Santa. Clara, 2000,
66. Hitt, F. Desarrollo de conceptos en la simulación de fenómenos con las microcomputadoras, en *Cuaderno de investigación*. No 31, Año VII, Septiembre, 1994, Dpto. de Matemática educativa del CINVESTAV. México.
67. Hofstede, Geert. *Culture's Consequences*. Sage Publications. Newbury Park, Cal. 1984.
68. Holguín, R. J. : "*Educación Virtual*". *Revista Educación* No 94- Mayo Agosto. 1998.
69. Husdon, Keith: *Enseñanza asistida por ordenador*. Ed. Santos Días S.A, Madrid, Barcelona, 1994.

70. Jiménez, K. y Quirós, T.: *Hacia la formación de un profesional que piensa, descubre su mundo y transforma su realidad*. En Revista de la Universidad de Costa Rica. Educación, Vol. 16, n. 2, pág. 65-72, 1992.
71. Klingberg, L.: *Introducción a la didáctica general*. Editorial Pueblo y Educación, La Habana, 1978.
72. La informática como estrategia de aprendizaje, en el sitio Web: <http://rcpsc.medical.org/english/maintenance>
73. Labarrere Reyes, Guillermina, Gladys E. Valdivia Pairol. *Pedagogía*. Editorial Pueblo y Educación, La Habana, 1988.
74. Labarrere Sarduy, Alberto F. *Pensamiento, análisis y autorregulación de la actividad cognoscitiva de los alumnos*. Editorial Pueblo y Educación, La Habana, 1996.
75. Leontiev N.: *Actividad, Conciencia y personalidad*. Editorial Pueblo y Educación, La Habana, 1981.
76. Lehninger, Albert. *Bioquímica*. Editorial Pueblo y Educación, La Habana, 1984.
77. Lehninger, A., David L. N., Michail M. C.: *Principles of Biochemistry*. Segunda Edición. Worth Publishers, New York, 1993.
78. Lenin V, I.: *Materialismo y Empiriocriticismo*. Editorial Ciencias Sociales, Ciudad de La Habana, 1990, p.56.
79. Lima Álvarez, Leandro: Propuesta metodológica con un enfoque investigativo para el proceso constructivo de artículos en educación laboral, tesis en opción al grado de Doctor en Ciencias Pedagógicas, 2000.
80. López López, Mercedes: *La dirección de la actividad cognoscitiva*. Editorial Pueblo y Educación. La Habana, 1983.
81. López Palacio, Juan. Algunas consideraciones acerca de la Tecnología Educativa. En Revista Islas, no 118. Las Villas, sep -dic 1998.
82. Los a medio didáctico y recurso didáctico. Sitio web: <http://dewey.uab.es/pmarques/medios.htm>
83. Machado, de S.E.: *La educação face a os desafios do seculo XXI*. Gulerpe-Br, Victoria, Brasil. En Universitas 2000, Vol. 19, N. 1, 1995.
84. Madrigal, G.A. y Alfonso, G.V.: *Conceptualización de metodología participativa*.

- Revista de la Universidad de Costa Rica. Educación. Vol. 16, n.1, Pág. 117-126, 1992.
85. Martí, Eduardo: *Aprender con ordenadores en la escuela*. Editorial Horsori. España, 1992, p99.
86. Martí J.: *Obras Completas*. Tomo 13. Editorial Ciencias Sociales, La Habana, 1975.
87. Majmutov, M. I. "La enseñanza problémica". Editorial Pueblo y Educación, La Habana, 1983.
88. Martínez Llantada, Marta. "*La enseñanza problémica*". Revista Educación No. 43, octubre – diciembre, 1981.
89. _____ . "*La enseñanza problémica: ¿sistema o principio?*" Primera parte, Revista Varona No. 12, enero – junio, 1984.
90. _____ . "Categorías, principios y métodos de la enseñanza problémica". Empresa de Producción y Servicios del Ministerio de Educación Superior, Universidad de La Habana, 1986.
91. _____ . "*La enseñanza problémica de la Filosofía Marxista Leninista*". Editorial Ciencias Sociales, La Habana, 1987.
92. _____ . *Creatividad, personalidad y educación*. Editorial Pueblo y Educación. La Habana. 1995.
93. _____ . "Calidad educacional, actividad pedagógica y creatividad". Editorial Academia, La Habana, 1998.
94. Ministerio de Educación: VIII Seminario Nacional a Dirigentes, Metodólogos e Inspectores de las Direcciones Provinciales y Municipales de Educación. La Habana: Editora, 1984.
95. Ministerio de Educación Superior. Plan de estudio C de la carrera de Agronomía, La Habana, Febrero, 1991.
96. Ministerio de Educación Superior. Resolución 269/91, Capítulo II Trabajo docente, artículo 66.
97. Ministerio de Educación Superior. Resúmenes de las Planes de Estudio C Perfeccionados. Editorial Política/La Habana, 2001.
98. Mitjans Martínez, Albertina.: *Creatividad, personalidad y educación*. Editorial

- Pueblo y Educación, La Habana, 1995.
99. Nocedo De León, Irma Y Eddy Abreu Guerra.: Metodología de la investigación educativa”. Segunda parte. Editorial Pueblo y Educación, La Habana, 2001.
 100. O’ shea, Tim y J.Self: *Enseñanza y aprendizaje con ordenadores: Inteligencia artificial en Educación*. Ed. Científico Técnica, La Habana, 1985.
 101. Pérez Rodríguez, Gastón y otros. *Metodología de la investigación educativa Primera parte*. Editorial Pueblo y Educación, La Habana, 1996.
 102. Pérez Silva, Selva Dolores Y Vasili Jrusch. “*Aplicación del trabajo independiente en el proceso docente – educativo*”. Revista Educación No. 39, octubre – diciembre, La Habana, 1980.
 103. Petrovsky, V.: *Psicología pedagógica y de las edades*. Editorial Pueblo y Educación, La Habana, 1978.
 104. Pidkasisti, P. I. *La actividad cognoscitiva independiente de los alumnos en la enseñanza*. Editorial Pueblo y Educación, La Habana, 1986.
 105. Piaget, J.: *Relaciones entre la lógica formal y el pensamiento real*. Editorial Ciencia Nueva, Madrid, 1961.
 106. _____: *Psicología y Pedagogía*. Editorial Ariel, Barcelona, 1969.
 107. Ponce-De León ME, y otros: La informática como estrategia de aprendizaje. *Artículo VI*. Gaceta Médica Vol. 140 No. 3, México, 2004.
 108. Portal, J.M. y otros: El pensamiento sobre ciencia y tecnología en América Latina. Algunas consideraciones desde la óptica marxista. México. Ediciones INAES, 1997.
 109. Primer Congreso del PCC: Tesis y resoluciones, La Habana: Editorial Ciencias Sociales, 1977.
 110. Programa analítico de Bioquímica, 2003/2004.
 111. Programa analítico de Genética, 2003/2004.
 112. Quintanilla, Miguel A.: *Técnica y cultura*. “Teorema” Revista Internacional de Filosofía, Vol. XVII/3, 1998. <http://www.um.es/~logica/xvii3.htm>
 113. Rangel, Yuri: Fundamentos teóricos para la estructuración del contenido de la enseñanza de la electrónica en los I.S.P. Tesis presentada para la obtención del grado científico de Doctor en Ciencias Pedagógicas. ISP “Cap. Silverio

- Blanco N.". Sancti Spíritus, 1999.
114. Remedios, J.M.: Estrategia didáctica dirigida al perfeccionamiento del aprendizaje de la Geografía en la Secundaria Básica". Tesis presentada para la obtención del grado científico de Doctor en Ciencias Pedagógicas. ISP "Cap. Silverio Blanco Núñez". Sancti Spíritus, 1999, p.20.
 115. Robertis, E.D.P., Robertis, E.D.M.: *Biología Celular y Molecular*. Tomo I y II. Editorial Pueblo y Educación, La Habana, 1986
 116. Rodríguez C. y col: *Genética y Mejoramiento de las plantas*. Edición Pueblo y Educación. MES, Cuba., 1981.
 117. _____: *Mejora de plantas*. Ed. Félix V. La Habana, 1995.
 118. Rodríguez, Guerra Emiliano y otros: *Un sistema de habilidades para las carreras en ciencias médicas*. Revista Educación Médica Superior, Nos. 1 y 2, Ene.-Dic., 1994.
 119. Rosental, M. y P. Ludín: *Diccionario Filosófico*. Editorial Política, La Habana, 1973.
 120. Sackett DL. Surveys of self-reported reading times of consultants in Oxford, Birmingham, Milton-Keynes, Bristol, Leicester, and Glasgow, 1995
 121. Savin, N.V.: *Pedagogía*. Editorial Pueblo y Educación, La Habana, 1972.
 122. Salcedo Estrada, Inés y otros: *Metodología de la Enseñanza de la Biología*. Editorial Pueblo y Educación, La Habana, 1992.
 123. Silvestre Oramas, Margarita y José Zilberstein Toruncha: *¿Cómo hacer más eficiente el aprendizaje?* Ediciones CEIDE, México, 1999.
 124. Stryer, L.: *Bioquímica*. Editorial Reverté, S.A., Barcelona, España, 1985
 125. _____: *Biochemistry*. Cuarta Edición, W.It Freeman and company, New Cork, 1995.
 126. Talízina, F.N.: *Psicología de la enseñanza*. Editorial Progreso, Moscú, 1988.
 127. _____: Conferencias sobre los fundamentos de la enseñanza superior. U.H., DEPES, MES, 1984.
 128. _____: La formación de la actividad cognoscitiva de los escolares. U.H., DEPES, MES, 1987.
 129. Torres Lima P.: Una contribución a la Didáctica de la Matemática con el uso de

- la computación en Secundaria Básica. Tesis presentada para la obtención del grado científico de Doctor en Ciencias Pedagógicas. Instituto Superior Pedagógico "Cap. Silverio Blanco N.". Sancti Spíritus, 1997, p.54.
130. Universidad" Central de Las Villas "Martha Abreu": Programas de las disciplinas de Química para la Carrera de Agronomía, 2003/2004
131. Vigotsky, L.S.: *Pensamiento y Lenguaje*. Edición Revolucionaria, La Habana, 1981.
132. _____: Historia del desarrollo de las funciones Psíquicas superiores. Editorial Científico Técnica, La Habana, 1987.
133. Voet D., Voet J.: *Biochemistry*. Edición electrónica. <http://www.wiley.com/college/fob>.
134. Whitcomb M. The Information Technology Age Is Dawning for Medical Education *Academic Medicine*,2003
135. Zilberstein, Toruncha: Procedimientos didácticos que propician un aprendizaje desarrollador en la asignatura Ciencias Naturales. Tesis presentada en la opción de grado de Doctor en Ciencias Pedagógicas, 1995.

Anexo 1 : Derivación de los Objetivos desde el plan de estudios

Objetivos generales educativos

- Desarrollar la concepción científica del mundo con un pensamiento dialéctico que le permita aplicarlo en su actividad profesional, científica y social.
- Reconocer la significación de la Revolución en el desarrollo de la sociedad cubana, así como el papel del Partido Comunista de Cuba como su vanguardia política y dirigente, tomando como premisa la identificación plena con las tradiciones revolucionarias y con nuestra historia patria.
- Actuar sistemáticamente de acuerdo con los principios morales, éticos y patrióticos de nuestra sociedad, de forma que se distinga en el seno de su colectivo laboral y de las organizaciones políticas y de masa de su entorno social.
- Poseer capacidad de dirección en la solución de problemas profesionales y en la introducción de alternativas e innovaciones en el proceso productivo, actuando como agente para el cambio.
- ***Demostrar exigencia y disciplina, capacidad de acceso a la información, hábitos de investigación y autoinformación, así como creatividad, independencia y de trabajo en equipo para el desempeño de su gestión profesional.***
- ***Desarrollar la capacidad de comunicación oral y escrita y la utilización de los medios modernos de información en el desempeño profesional.***
- Interactuar con la naturaleza con un alto sentido estético, procurando su protección en el ejercicio de diferentes actividades propias de la profesión.
- Alcanzar una adecuada cultura humanística, conocimientos generales, de la historia de su profesión y satisfactorio nivel de sensibilidad ante las diferentes manifestaciones de la cultura nacional y universal.

Objetivos generales instructivos

- Dirigir el proceso productivo, garantizando el uso racional de los recursos humanos, materiales y financieros, de modo que posibilite alcanzar un nivel satisfactorio de la economía en los sistemas productivos agropecuarios.
- Utilizar las técnicas y métodos apropiados para la identificación, evaluación y manejo de las plagas que atacan los cultivos económicos, así como las especies beneficiosas, aplicando los principios del manejo integrado y la preservación del medio ambiente.
- Emplear la maquinaria agropecuaria, incluyendo la de tracción animal, ejecutando la organización y control de la calidad de las operaciones mecanizadas adecuadamente.
- Determinar y dirigir la realización de las labores correspondientes a cada sistema de producción agrícola para su establecimiento y desarrollo en forma sustentable.
- Operar los sistemas de riego y drenaje, de modo que se logre un favorable régimen hídrico y se protejan los suelos de la salinización, la erosión y el empantanamiento.
- Dirigir el manejo y la alimentación de los animales de importancia económica en los sistemas de producción pecuarios, en especial de los que se explotan en condiciones de pastoreo.
- Actuar sobre el desarrollo sociocultural y la transformación del medio rural, elevando el nivel de comunicación con los trabajadores y actuando como vehículo para la extensión de la ciencia, la técnica y la cultura en general.
- Planificar la explotación de los suelos de acuerdo con sus características y condiciones para la producción, aplicando tecnologías que garanticen su conservación y mejoramiento para las nuevas generaciones.
- Reconocer e identificar especies, variedades y razas de plantas y animales de interés económico, garantizando su reproducción, manejo y multiplicación.

- **Utilizar las nuevas técnicas de la informática y la información científico-técnica, con el auxilio del idioma inglés, en la solución de los problemas de la profesión.**

La determinación de los objetivos generales para la carrera de Agronomía responden a la propia derivación gradual a partir del fin de la Educación, definidos en el primer congreso del Partido comunista de Cuba⁴⁰, y su manifestación es en línea descendente y gradual en los objetivos a nivel año, disciplina, asignatura, unidades y en los objetivos de las clases y actividades docentes finalmente.

Objetivos generales para el segundo año que corresponden a la disciplina donde se imparten los contenidos de Biología Molecular:

- Interpretar los principios de la bioquímica, fisiología, genética, ecología y control de los microorganismos.
- Caracteriza la composición, estructura, propiedades físicas y químicas de las sustancias orgánicas de interés en la rama agropecuaria.
- Interpretar los principales procesos físico – químico y bioquímico que ocurren a nivel celular.
- **Aplicar los principios de la computación en la modelación de los problemas que se presentan en el campo de acción de la profesión.**

Objetivos generales del programa Bioquímica:

- **Educativos**

- Justificar la materialidad de los procesos vitales teniendo en cuenta la composición, estructura y función de las principales biomoléculas, que determinan junto a otros factores, el metabolismo celular y por tanto la vida.
- Contribuir a la adquisición de hábitos de estudio que permitan al estudiante el desarrollo del pensamiento lógico e investigativo, mediante la consulta de literatura científica especializada y actividades docentes y extracurriculares, que activen la adquisición del conocimiento.
- Contribuir a la formación de valores ético-morales y de cultura de la profesión en nuestra ciencia en particular.

- **Instructivos**

- Explicar utilizando criterios estructurales y funcionales la jerarquía molecular de las estructuras celulares, analizando la célula como sitio de ocurrencia de los procesos bioquímicos.
- Explicar las características fundamentales del metabolismo destacando el papel regulador de las enzimas, vitaminas y hormonas en el mismo.
- Explicar las vías fundamentales mediante las cuales se metabolizan las principales biomoléculas, realizando un análisis energético de las mismas.
- Interpretar en términos metabólicos las propiedades nutricionales de los carbohidratos, lípidos y proteínas, destacando las diferencias existentes entre plantas y animales.
- Interpretar las interrelaciones que se producen a nivel del metabolismo primario entre las diferentes vías metabólicas a través de metabolitos claves o vías metabólicas centrales, destacando a su vez la relación de los mismos con el metabolismo secundario.

⁴⁰ Tesis y Resoluciones, Primer congreso del Partido Comunista de Cuba. Editado por el departamento de Orientación Revolucionaria del Comité Central del Partido Comunista de Cuba, 1976, p369.

- Utilizar los métodos analíticos estudiados en la disciplina para hacer determinaciones de indicadores bioquímicos en sistemas naturales relacionados con su perfil ocupacional.
- Relacionar las diferentes vías metabólicas con los procesos productivos y reproductivos de los organismos vivos, destacando la importancia económica de esta relación.
- Sistema de habilidades
- Explicar las características principales de los procesos metabólicos relacionados con la composición molecular y la organización estructural de la célula, así como con las transformaciones energéticas que ocurren en los organismos vivos.
- Explicar los mecanismos generales mediante los cuales ocurre la regulación metabólica, en particular el papel de las enzimas, vitaminas y hormonas, destacando la cinética enzimática y los factores físico-químicos que afectan la actividad enzimática.
- Representar e interpretar esquemas generales de las vías metabólicas estudiadas, incluyendo sus ecuaciones globales, el balance energético y las regulaciones metabólicas en cada caso.
- Explicar sobre una base molecular lógica, los mecanismos que garantizan la conservación y transmisión de la información genética y relacionarlos con el mecanismo de traducción.
- Establecer relaciones entre los metabolismos de carbohidratos, lípidos y proteínas a través de vías centrales y/o metabolitos intermediarios comunes.
- Aplicar técnicas físico-químicas de análisis en la determinación de magnitudes bioquímicas relacionadas con los procesos metabólicos estudiados.

Anexo 2. Derivación de los objetivos en la unidad de estudio

Objetivo de la unidad 3, Bases moleculares de la continuidad genética, que están relacionados específicamente con los contenidos de I a metodología propuesta:

- Caracterizar a partir de los antecedentes estructurales, determinados en la química orgánica, los modelos propuestos para la estructura del ADN y los ARNs.
- Explicar mediante esquemas, los procesos de síntesis del ADN y el ARN, destacando el mecanismo de acción de las polimerasas así como los otros factores y enzimas que participan en el proceso.
- Definir el concepto molecular de gen a la luz de los últimos adelantos de la ciencia y la técnica.
- Caracterizar los plásmidos y el código genético, que posibiliten su utilización en la interpretación de los mecanismos moleculares del flujo de la información genética.
- Explicar como tiene lugar el proceso de síntesis proteica en los organismos vivos destacando su balance energético así como el control genético del proceso.
- Resolver problemas relacionados con la aplicación de los procesos de replicación, transcripción y biosíntesis de proteínas al campo de la Biotecnología, la Ingeniería Genética y la Biología Molecular.
- Observar procesos de mutación a nivel celular, como manifestación de las transformaciones a nivel molecular.

Anexo 3:

Esquemas de contenidos de las de los temas que tributan a la Biología Molecular en las asignaturas Química Orgánica, Bioquímica y Genética del plan "C" perfeccionado para la carrera Agronomía. (la distribución de hora en el tema se tuvo en consideración criterios de profesores con más de 15 años impartiendo la disciplina)

* las cuadrículas sombreadas es el número de horas para el CRPT

Esquema de contenido de Química Orgánica (CRD) 94 h y (CRPT **sombreado**) * 46 h

Temas	H	C	S	Cp	L
		E			
1. Compuestos nitrogenados cíclicos: pirrol, pirimidina, imidazol, purinas . Anillo porfirínico. Estructura de las clorofilas y las heminas. Nucleósidos y nucleótidos. Ácidos nucleicos. Composición química y estructura del ADN y el ARN.	8	2	2	4	
	4	4			

Esquema de contenido de Bioquímica (CRD) 90 h y (CRPT) * 46 h

Temas	H	C	S	Cp	L
		E			
1. Composición de los organismos vivos y jerarquía molecular de las estructuras celulares. Características generales del metabolismo. Catabolismo y anabolismo. Transferencia de energía en los organismos vivos. Papel del ATP y de las reacciones de oxidación-reducción. Transferencia de información en los organismos vivos. Regulación del metabolismo. Mecanismos de transporte a nivel de membrana.	8	6			2
	4	4			
2. Funciones de los ácidos nucleicos. Duplicación del ADN y acción de las ADN polimerasas. Transcripción del ARN. Acción de las ARN polimerasas. Maduración del ARN. Genes y cromosomas. Código genético. Biosíntesis proteica. Fases. Análisis energéticos. Mutación y agentes mutagénicos. Regulación de la expresión genética.	12	8		2	2
	6	4			2

Esquema de contenido de Genética (CRD) 72 h y (CRPT) * 36 h

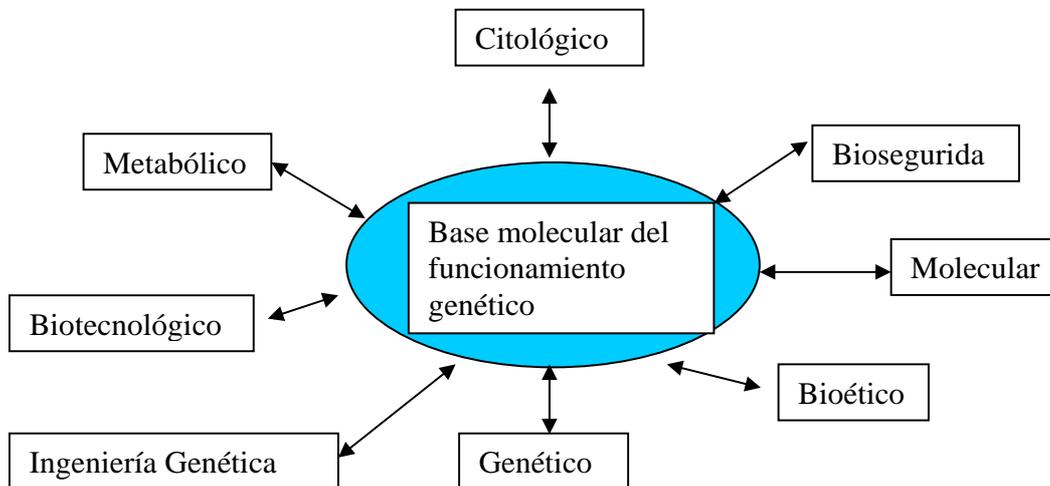
Temas	H	C	S	Cp	L
		E		**	
1. Fundamentos científicos - biológicos de la genética y de la mejora de plantas y animales, teorías de la evolución. Herencia y variabilidad. La Información genética.	2	2			
	1	1			
2. Técnicas auxiliares para el mejoramiento de las plantas: cultivo de tejidos. Transformación o manipulación genética in vitro. Marcadores genéticos.	6	2	2	2	
	4	2		2	

** taller en el Centro de Ingeniería Genética y Biotecnología CIGBSS

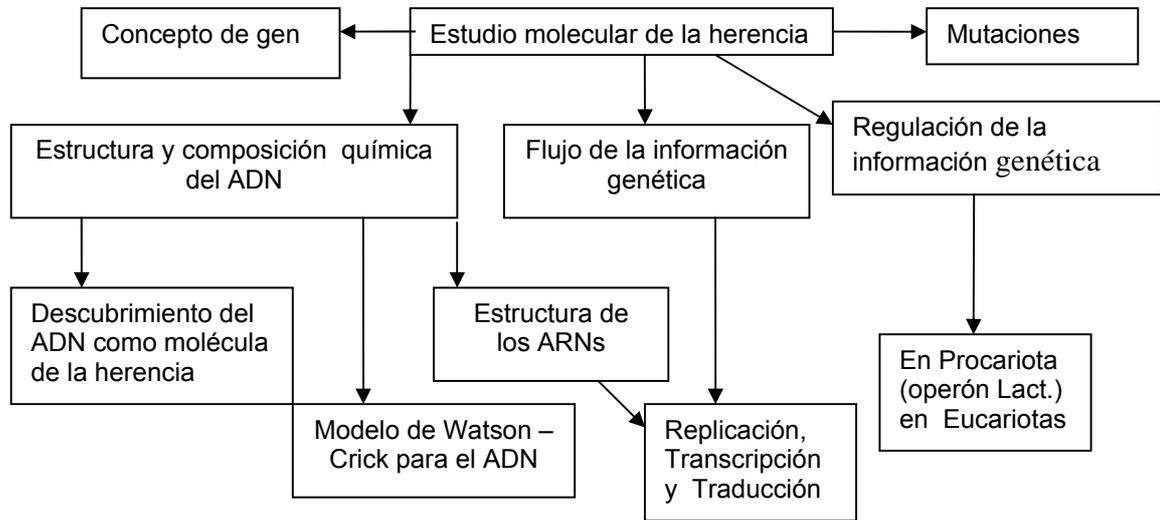
Anexo 4 Ideas rectoras para los contenidos de Biología Molecular en la Enseñanza Superior:

1. El material genético de todos los organismos vivos esta formado por ácidos nucleicos ADN o ARN (virus)), el cual puede mutarse y autodividirse.
2. El material genético está ensamblado en cromosomas con determinado grado de complejidad y que se encuentran en tanto en el núcleo como en otras estructuras celulares(orgánulos)
3. El flujo de la información genética se lleva a cabo por procesos metabólicos coordinados y catalizados por enzimas, que aseguran la continuidad de las especies.
4. Los genes desde el nivel de organismo hasta las poblaciones los genes son la unidad de la herencia.
5. El hombre, en conocimiento de las leyes objetivas de la naturaleza, transforma los organismos vivos, haciendo uso racional de sus resultados a la vez que protege la naturaleza y los demás hombres.
6. El producto de la transformación genética debe ser controlado, no debe ser usado en contra de la humanidad, ni para la explotación desmedida y sin control de los recursos bióticos ni abióticos.

4.1. Ejes de programación de la Biología Molecular



4.2. Estructuración del contenido de Biología Celular



4.3. Cuadro que muestran los núcleos básicos el sistema de conceptual (celdas sombreadas) para los contenidos de Biología Molecular.

NÚCLEOS BÁSICOS PARA LOS CONTENIDOS DE BIOLOGÍA MOLECULAR			
MOLECULARES	BIOQUÍMICOS		GENÉTICOS
<u>ADN</u> <u>ARN</u>	<u>Modelos moleculares:</u>		<u>Regulación de la información genética</u>
	<ul style="list-style-type: none"> • <u>Modelo de Watson – Crick para el ADN</u> • <u>Modelo para el ARNm, ARNt y los ARNr</u> 		
	<i>Bases nitrogenadas</i>	<u>Flujo de la información genética</u>	
	<i>. púricas</i>	<i>Replicación:</i>	<i>Polimerasas y factores proteicos.</i>
	<i>. Pirimidínicas</i>	<i>Transcripción</i>	<i>Transcriptasas y factores de terminación</i>
	<i>Nucleósidos</i>	<i>Traducción o</i>	<i>Ribosomas</i>
	<i>Nucleótidos</i>	<i>Biosíntesis de proteínas</i>	<i>IF Factores de iniciación, prolongación y de terminación.</i>
			<i>Translocasa</i>
			<i>Función (ARNm, ARNt y ARNr)</i>
		<u>Aplicación en la biotecnología y la ingeniería genética</u>	

- 4.4. Sistema de conceptos antecedentes, secundarios y principales y las habilidades respectivas que posibilita la selección en cada clase de los conceptos y habilidades que le permitan a los estudiantes la asimilación consiente de cada núcleo básico.

Contribuye la formación integral del futuro profesional

Núcleos Básicos

1. Estructura y composición química del ADN y los ARNs.
2. Procesos de flujo de la información genética (replicación, transcripción y traducción)
3. Regulación de la información genética

Conceptos principales y habilidades específicas: son los que se encuentran a un mismo nivel de generalización dentro de cada núcleo básico o idea rectora, sin estos los estudiantes no llegan a dominar la esencia.

1. Modelo de Watson Crick, propiedades bioquímicas del ADN y los ARNs.
2. Actividad y estructura de los enzimas: polimerasas, ligasas, transcriptasas y translocasas. Factores proteicos de replicación, transcripción y traducción, energética de los procesos.
3. Factores enzimáticos de regulación en eucariotas y procariotas, utilidad en la Biología Molecular

Conceptos secundarios y hábitos: permiten la formación del concepto principal y se encuentra a un mismo nivel de generalización.

1. Nucleótido, mutaciones, tipos y función del ADN, peso, tipos y función del ARNm, ARNt y ARNr,
2. Modelo de replica semiconservativa en procariotas, modelo de transcripción y traducción.
3. Operado, promotor, genes estructurales

Conceptos y habilidades antecedentes: pueden ser conceptos biológicos o de otras disciplinas, no pertenecen al respectivo núcleo básico, pero permiten que se forme el concepto específico.

1. Bases púricas y pirimidínicas, azúcares pentosas de los nucleótidos, plásmidos, ADN nuclear.
2. Conceptos de replicación, transcripción y biosíntesis de proteínas
3. Concepto de gen, estructura del Operón Lac

Anexo 5 Sistema de operaciones que integran las habilidades intelectuales que se utilizan en cada actividad en la carrera de Agronomía⁴¹:

✓ Observar. Constituye una operación primaria, desempeñando un papel esencial en el conocimiento, permite el reconocimiento del objeto:

• Sistema de operaciones:

- Presentación y orientación hacia el objeto de estudio.
- Reconocimiento del objeto como un todo.
- Análisis y descripción de las partes que lo integran.

Determinación los rasgos esenciales y de las características o propiedades del objeto.

✓ Identificar. Permite reconocer si el objeto es el que se busca como perteneciente al concepto de referencia, a partir de la constatación de rasgos, características y propiedades esenciales del objeto.

• Sistema de operaciones:

- Destacar el concepto de referencia.
- Establecer el sistema de características necesarias y suficientes.
- Verificar si el objeto de estudio posee todas las características necesarias y suficientes.

✓ Comparar. Constituye una operación primaria de todo el desarrollo intelectual, es premisa de la generalización y el establecimiento de juicio, dirige la actividad alternativa hacia dos o más objeto para descubrir sus relaciones y estimar sus diferencias y semejanzas.

• Sistema de operaciones:

- Determinar las características esenciales y no esenciales de los objetos de estudio.
- Precisar las características generales y esenciales.
- Establecer el fundamento de comparación.
- Contraponer los objetos por dicho fundamento.

✓ Definir. Delimitar, enunciar con claridad y exactitud la significación o naturaleza de un término, fenómeno o actividad. Es un recurso lógico que permite conocer la esencia de un concepto, precisando su estructura y su función.

• Sistema de operaciones:

- Considerar las relaciones de subordinación.
- Precisar las características necesarias y suficientes del objeto de estudio.
- Distinguir lo específico de la clase o subclase.

⁴¹ Talízina N.F.: Procedimientos iniciales del pensamiento lógico. CEPES – MES, La Habana, 1987.

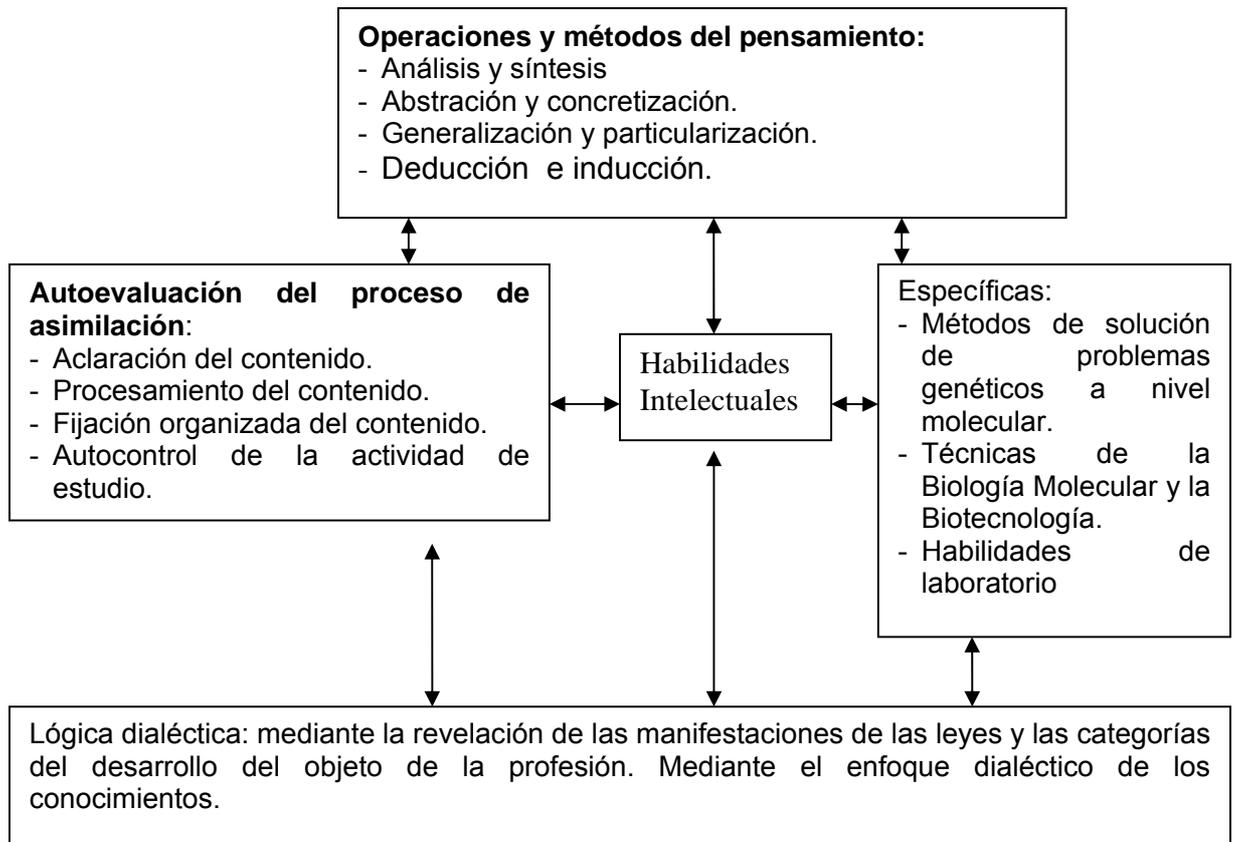
- _____: La formación de la actividad cognoscitiva de los escolares. CEPES – MES, La Habana, 1987.

- _____: Psicología de la enseñanza. CEPES – MES, La Habana, 1988.

- Álvarez Zayas C.: Fundamentos teóricos de la dirección del proceso docente educativo en la educación superior cubana. Editorial ENPES, La Habana, 1990

- ✓ Clasificar. Dividir, ordenar o disponer por clases, categorías o conceptos, determinando las clases o grupos a que corresponde el término, objeto, fenómeno o actividad. Como toma las características esenciales tiene un alto valor cognitivo.
- Sistema de operaciones:
 - Elegir un fundamento de clasificación, a partir del análisis, comparación y la abstracción de las diferencias individuales.
 - Dividir el conjunto de objetos en todos los grupos o subclases teniendo en cuenta el fundamento elegido.
 - Elaborar un sistema jerárquico de clasificación.
- ✓ Describir. Representar términos, objetos, fenómenos o actividades, gráficamente o por medio del lenguaje oral o escrito, con los detalles suficientes que permitan una caracterización para la determinación exacta de ellos.
- Sistema de operaciones:
 - Identificar.
 - Clasificar
 - Destacar las características fundamentales, con vista a su transformación dialéctica, para utilizarlo en las posibles explicaciones.
- ✓ Explicar. Poner de manifiesto la esencia del término, objeto, fenómeno o actividad dada, su relación causa - efecto. La explicación puede tener lugar por medio de:
 - Lo general (analogía o modelo): cuando hay puntos de referencia que encierran aspectos esenciales que pueden ponerse de manifiesto objetivamente en el sujeto.
 - La relación casual: el punto de referencia es la relación causa – efecto, que permite profundizar en el estudio de la realidad objetiva con lo que se relaciona el sujeto.
 - Una ley, regularidad, principio, esencialidad: el punto de referencia se cuenta una relación que es posible establecer entre los elementos de la realidad objetiva que se estudia, la cual está sujeta a leyes objetivas que garantizan la correcta comprensión y fundamentación de los objetos y fenómenos.
- Sistema de operaciones:
 - Identificar.
 - Clasificar.
 - Determinar las características esenciales implicadas. La explicación está directamente relacionada con la descripción, se basa en ella.
 - Relacionar estas características entre sí o con la situación analizada.
- ✓ Interpretar y resolver problemas. Atribuir significado a los términos. Objetos, fenómenos y actividades, de modo que adquieran sentido.
- Sistema de operaciones:
 - Descomposición de un todo en sus partes mediante el análisis para descubrir:
 - En el objeto sus componentes.

- En su fenómeno complejo sus elementos más simples.
- En un proceso sus etapas o tendencias contradictorias.
- Determinar los nexos o relaciones esenciales entre los componentes, elementos, etapas o tendencias, atribuyendo un significado (estructura).
- Determinar las relaciones entre los objetos y fenómenos y/o procesos (función).
- Determinar la dinámica de los objetos, fenómenos y procesos como un todo íntegro mediante la síntesis, considerando sus partes, propiedades, relaciones y leyes de su desarrollo (relación entre la estructura - función)
- ✓ Valorar
- ✓ Predecir (predicción científica y argumentación). Prever fenómenos no observados ni establecidos, a partir de la generalización de datos teóricos y experimentales y en la consideración de las leyes objetivas del desarrollo, pueden ser de dos tipos fundamentales:
 - Relativa a fenómenos desconocidos o no registrados en experimentos, pero existen.
 - Relativo a fenómenos que pueden ocurrir en el futuro si se dan determinadas condiciones.
- Sistema de operaciones:
 - Interpretar los objetos, fenómenos o procesos mediante la determinación del todo, a partir de la determinación de sus partes, propiedades, relaciones y leyes de su desarrollo.
 - Determinar sus componentes, funciones, propiedades, regularidades esenciales que estén implicados en la situación antes planteada.
 - Tener en cuenta las condiciones en las que tienen o no lugar el objeto, fenómeno o proceso que se analiza.
 - Precisar los datos teóricos experimentales y las leyes objetivas del desarrollo que deben ser consideradas en la solución del problema planteado.
 - Inferir las consecuencias, a partir de los hechos analizados, sobre el comportamiento de:
 - El objeto, fenómeno o proceso.
 - Sus relaciones.
 - Las causas que provocan su manifestación o existencia.



Anexo 6

ESTRUCTURACIÓN DEL CONTENIDO DE BIOLOGÍA MOLECULAR

Estos contenidos en el software Biogen, están estructurados de tal forma que cada uno de los conceptos secundarios y antecedentes (**en negrita**) puedan ser hipervinculados a sus definiciones.

El ADN (ácido desoxirribonucleico)

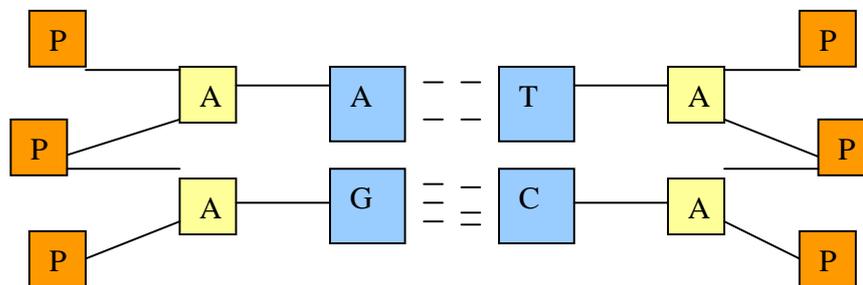
Es una molécula filamentososa de ácido nucleico formada por un gran número de **nucleótidos**, en cuya secuencia de bases nitrogenadas **púricas** y **pirimidínicas** está codificada la información genética, expresada a su vez en el proceso de biosíntesis de proteínas. Los demás componentes (fosfatos y azúcares) tienen función estructural. El ADN se organiza en casi todos los organismos celulares en:

Forma de cromosomas situados en el núcleo de las células, sin embargo existe ADN en el **citoplasma** y **orgánulos citoplasmáticos** como las **mitocondrias** y **cloroplastos**.

ESTRUCTURA DEL ADN

Las moléculas de ADN están formadas por dos cadenas polinucleotídicas retorcidas. Estos nucleótidos del ADN se ligan por **puentes fosfodiéster** entre el hidroxilo 3' del **azúcar desoxirribosa** de un nucleótido y el hidroxilo 5' del azúcar adyacente. La parte variable de la cadena de ADN es, por tanto, la secuencia de bases nitrogenadas las cuales en el ADN pueden ser de cuatro tipos: adenina, **guanina**, **citocina** y **timina** y se representan con las letras A, G, C y T respectivamente.

Un segmento de la estructura del ADN puede representarse del siguiente modo:



Se muestran las cuatro principales bases nitrogenadas de los **desoxirribonucleótidos** en azul y el azúcar **desoxirribosa** en verde.

Las líneas entre el azúcar y el grupo fosfato en naranja el enlace fosfodiéster. El grupo 5-OH está en el extremo de la línea y el 3-OH en el centro de dicho segmento.

La anotación abreviada de este **dinucleótido** de **la cadena monofilar** es pAG o pApG. Esta representación nos indica una característica muy importante de la estructura del ADN, Su polaridad, puesto que los extremos de las cadenas tienen el grupo 5'-OH y el otro el 3'-OH libre.

MODELO DE WATSON CRICK PARA LA MOLÉCULA DE ADN

EN 1953 James Watson Y Francis Crick completaron un modelo para la molécula de ADN a partir de investigaciones precedentes. Este modelo propone:

1. El ADN está constituido por dos **cadena polinucleotídicas antiparalelas** y complementarias, arrolladas en espiral.

2. Las cadenas están unidas mediante **puentes de hidrógeno** entre las bases nitrogenadas complementarias de ambas cadenas (tres puentes de hidrógenos entre G y C y dos puentes de hidrógeno entre A y T).
 3. Los pares nucleotídicos se separan a una distancia de 3.4 Å, formando espirales de 35.4Å de longitud, debido a que existen 10.4 restos por vueltas en el ADN según últimos descubrimientos.
 4. Las soluciones de ADN son de alta densidad por ser cadenas muy largas y estrechas (23.7Å).
 5. En la secuencia de bases nitrogenadas está inscrita la información genética.
- Este modelo adquirió una gran importancia al permitir comprender los mecanismos de Replicación del ADN, los procesos de **mutagéneis** y el proceso de biosíntesis de proteínas. Por su contribución, J. Watson y F. Crick obtuvieron el Premio Nóbel de Medicina en 1962.

El ARN (Ácido Ribonucleico)

Estudio del Ácido Ribonucleico.

El ARN (ácido ribonucleico) es una molécula larga al igual que el ADN, formada por **ribonucleótidos** unidos por enlaces fosfodiéster 3'5', la estructura del ARN difiere en dos aspectos esenciales de la del ADN:

1. En el azúcar de los nucleótidos, siendo la **Ribosa** para el ARN y la Desoxirribosa para el ADN.
2. Una de las cuatro bases nitrogenadas del ARN es el Uracilo en vez de la Timina.

El ARN posee por lo general una sola cadena, excepto en algunos virus, por lo que el ARN no necesita una cadena complementaria. En algunos casos, la molécula de ARN puede contener regiones de doble hélice por formación de lazos o bucles en forma de horquillas, por encontrarse bases extrañas que no se complementan.

Las células contienen tres tipos de ARN fundamentales, ellos se denominan según su función:

1. ARN ribosomal (ARNr).
2. ARN transferencia (ARNt).
3. ARN mensajero (ARNm).

Cada uno de ellos difiere en los siguientes aspectos:

Aspectos a comparar en E.coli

	ARN r	ARN t	ARNm
Cantidad %	80	15	5
tipos	3	23 aproximadamente	3000 aproximadamente
Coeficiente S	23, 16 y 5	4	Según el tipo
Masa (Kdal)	1.2×10^3 , 5.5×10^2 y 3.6×10	2.5×10	heterogéneo
Número de nucleótidos	3700, 1700 y 120	75	heterogéneo

MUTACIONES

Es la propiedad que tiene el ADN de lesionarse y cambiar su información genética a consecuencia de agentes físicos, químicos o biológicos.

Hay varios tipos de mutaciones en el ADN:

- Las deleciones, que consisten en la pérdida de uno o varios pares de bases de la secuencia de la cadena.
- Las inserciones, es el tipo de mutación en la que se incorporan bases o secuencias de bases a la cadena original o primaria.

- Las sustituciones son las mutaciones más frecuentes consistiendo en la sustitución de uno o varios pares de bases por otro, dentro de las sustituciones hay dos formas en las que se pueden sustituir las bases.
- Las transiciones, cuando el par que se cambia, la una purina sustituye a otra purina o una pirimidina a una pirimidina respectivamente.

Ej. 5'ATGC 3' 5'ACGC 3'
 3'TACG 5' 3'TGCG 5'
 ADN salvaje ADN mutado

Por lo contrario en las sustituciones por transversión los cambios son de purinas por pirimidinas o viceversa.

Ej. 5'ATGC 3' 5'AGGC 3'
 3'TACG 5' 3'TCCG 5'
 ADN salvaje ADN mutado

Watson y Crick en sus trabajos sobre la estructura del ADN, propusieron un mecanismo para explicar la generación de transiciones en el ADN. Dentro de los mutantes físicos más estudiados están las radiaciones luminosas de longitud de onda < 260 nm como los rayos ultravioleta, alfa, gamma entre otros. De ahí el gran daño que ocasionan a la vida las explosiones nucleares y la destrucción de la capa de ozono. La reparación del ADN es un proceso natural de la célula, una respuesta a una lesión ocurrida en el **genoma** por agentes físicos o químicos. Uno de los mecanismos mejores conocidos de reparación del ADN es la Foto reparación.

LA FOTO REPARACIÓN DEL ADN.

La luz ultravioleta produce cambios o mutaciones en forma de **dímeros** de pirimidina en el ADN, los cuales pueden ser reparados en menos de 24 horas, restableciendo la información genética normal en la célula e impidiendo cambios que pueden producir estados patológicos celulares como el cáncer.

¿ Cómo ocurre esta reparación?

Una **endonucleasa** específica es activada por la luz ultravioleta produciendo una melladura cerca del nucleótido del ADN lesionado al quedar abierto el ADN, se sintetiza una nueva hebra tomando como molde la cadena complementaria y siguiendo una dirección 5'- 3', la actividad endonucleasa de este enzima produce una escisión que permite separar el segmento dañado, una vez terminado el proceso de polimerización la **ADN ligasa** produce la conexión final de forma muy semejante a como ocurre en la Replicación.

REPLICACION

La Replicación es un proceso de flujo de la información genética por medio del cual el ADN se copia a sí mismo cada vez que una célula o virus se reproduce o transmite la información genética a la descendencia. Este proceso tiene lugar en el núcleo de todos los organismos celulares.

ASPECTOS HISTÓRICOS DE LA REPLICACIÓN

Un mes después que Watson y Crick (1953) presentaron su modelo de doble hélice para la molécula de ADN, propusieron su hipótesis para la replica de esta.

.... Ahora nuestro modelo para el ADN es, en efecto, un par de moldes, cada uno de los cuales es complementario al otro. Nosotros imaginamos que antes de la duplicación los puentes de hidrógeno se rompen, y las cadenas se desenrollan y se separan. Cada cadena actúa entonces como una plantilla para la formación a partir de ella misma de una nueva cadena complementaria, hasta que finalmente tenemos un par de cadenas donde antes teníamos una. Además, la secuencia de bases quedaría duplicada con exactitud.

J. Watson y F. Crick supusieron que una de las cadenas de las moléculas hijas de ADN se sintetiza de nuevo, mientras que la otra deriva de la molécula de ADN parental. Esta distribución de átomos parentales se llama Semiconservativa de la cadena (a) y el nombre de Replicación Semiconservativa. El experimento de Matthew Meselson y Franklin Stahl fue una de las pruebas más contundentes que reafirmaron esta hipótesis.

Este experimento consistió en el marcaje del ADN parental con ^{15}N , **isótopo** pesado del nitrógeno para hacerlo más denso que el de ADN ordinario. El marcaje se realizó en un medio de crecimiento bacteriano para **E.coli** con una fuente de nitrógeno que contenía $^{15}\text{NH}_4\text{Cl}$. Al cabo de muchas generaciones las bacterias fueron trasladadas a un medio con ^{14}N , isótopo ordinario del nitrógeno. Se llegó a conclusiones gracias a las nuevas técnicas de entonces de Centrifugación en **Gradiente de Densidad** de Cloruro de Cesio que permitió determinar la distribución de ^{15}N y ^{14}N .

En 1955 Arthur Kornberg y col. Se plantearon tres grandes problemas en el plan de su investigación, con el objetivo de buscar un enzima que sintetizara el ADN:

1. ¿ Cuales son los precursores activados del ADN? (dedujeron acertadamente que eran los desoxirribonucleótidos - 5' - trifosfatos)
2. ¿Cuál es el criterio de síntesis del ADN?
3. ¿ Qué clases de células deberían analizarse?

Esto los llevó a un descubrimiento sin precedente, la identificación del enzima ADN polimerasa.

El ADN con distinto peso molecular por la presencia o no del isótopo pesado del nitrógeno formó diferentes bandas características que fueron detectadas por absorción de luz ultravioleta.

Las moléculas de ADN con ^{14}N y el ADN con ^{15}N fueron fácilmente identificadas al extraer el ADN de las bacterias en crecimiento en los distintos momentos, después de ser transferidas desde el medio con ^{15}N al medio con ^{14}N . Este análisis indicó que después de una generación había una sola banda de ADN híbrido entre las bandas de ^{14}N y ^{15}N patrones. La ausencia de ADN con ^{15}N indicaba que el ADN parental no se mantenía como una unidad intacta en la Replicación. La ausencia de ADN con ^{14}N indicaba que en todas las moléculas hijas del ADN algunos de sus átomos derivaban del ADN parental, esta proporción debía ser la mitad, puesto que la densidad de la banda de ADN híbrido estaba situada entre el ADN ^{14}N y el ADN ^{15}N patrón. Después de dos generaciones había iguales cantidades de las dos franjas de **ADN híbrido** y la otra con ADN ^{15}N .

Con posterioridad a este brillante experimento, Meselson y Stahl llegaron a las siguientes conclusiones:

- El nitrógeno de una molécula de ADN se divide en cantidades iguales entre dos subunidades físicamente continuas.
- En el proceso de duplicación, cada molécula hija recibe una de estas cantidades, manteniéndose las subunidades en muchas duplicaciones. Fue entonces, y de esta forma como se confirmó el Modelo de Watson y Crick para la Replicación del ADN.

Descubrimientos sucesivos profundizan en el aspecto molecular de la replicación.

T Kornberg (hijo de A. Kornberg), descubre en 1972 el ADN **polimerasa III, Proteínas y factores catalizantes para la Replicación:**

Etapas a nivel molecular de la Replicación.

En los acontecimientos a nivel molecular de la Replicación, se tienen en cuenta la acción coordinada de muchas proteínas y factores catalizantes.

En análisis genético, se ha determinado la acción de por lo menos quince proteínas y factores catalizantes en la Replicación.

Expliquemos como se comporta este proceso frente a las diferentes características de la molécula de ADN.

Las moléculas de ADN son muy largas y pueden estar superenrolladas, a partir de estudios recientes en *E. coli* se ha demostrado que la doble hélice parental se desenrolla activamente por la acción de un enzima llamada proteínas Rep. (Helicasa), la cual es potenciada por la hidrólisis de 2 ATP por cada pareja de bases nitrogenadas que se separan, cada hebra del ADN parental interacciona con varias moléculas de proteínas enlazantes al ADN de hebra única (SS binding protein) SS del inglés single stranded DNA, para estabilizar de ese modo el ADN de una sola hebra formada y así pueda servir de molde. En este primer fenómeno de la Replicación se presenta un fenómeno topológico, fundamentalmente en procariontes que es el modelo que estamos analizando, cuando el ADN forma un círculo cerrado al desenrollarse se produce una supertorsión positiva, la cual debe eliminarse para que prosiga el proceso de desenrollamiento. Se necesita para ello un anillo giratorio (swivel) molecular. Martín Gellert descubrió que esta función la realiza el enzima ADN-girasa, este enzima elimina las supertorsiones positivas, produciendo una melladura y después cerrando los enlaces fosfodiéster del ADN.

Esta reacción es termodinámicamente favorable, mientras las supertorsiones negativas, que también puede realizar para hacer posible facilitar en un momento dado la separación de la horquilla de Replicación si tiene que haber **hidrólisis del**

ATP.

Las cadenas de la hélice son opuestas y complementarias, por lo que la Replicación de ambas cadenas es en dirección opuesta también, en una de ellas dos la polimerización de la cadena complementaria debe ser discontinua para cumplir con el principio de que los enzimas replicadores funcionan en dirección 5'-3'. Al formarse la horquilla de Replicación, que es el punto de desenrollamiento y síntesis de nuevo de ADN, comienzan a accionar las polimerasas que son las encargadas de polimerizar o sintetizar complementariamente la nueva cadena de ADN, a partir de la información del molde formado en la horquilla. Todo este proceso de síntesis se realiza en dirección 5'-3' únicamente, está es la principal causa de la síntesis discontinua en la dirección opuesta de la cadena 5' - 3' del ADN donde ocurre una polimerización continua.

Interacción de los catalizadores y factores proteicos durante la Replicación.

Una vez formada la horquilla de Replicación, se presentan dos características importantes:

1. Hay dos cadenas que servirán de molde al nuevo ADN que se formará.
2. Las dos cadenas moldes formadas son antiparalelas.

El dilema del antiparalelismo contra la dirección de la Replicación por parte de las polimerasas fue resuelto por el japonés Reiji Okazaki, al encontrar en una gran proporción de ADN replicado recientemente en fragmentos de unos 1000 nucleótidos llamando a estos fragmentos "de Okazaki". Estos fragmentos estaban temporalmente formados en las proximidades de la horquilla y son rápidamente unidos covalentemente por el ADN ligasa. A medida que avanza la Replicación, la hebra que se forma a partir de los fragmentos de Okazaki se le denomina cadena retrasada (lagging strand), mientras que la hebra sintetizada sin interrupción se denomina cadena adelantada (leading strand). El ensamblaje de los fragmentos de Okazaki posibilita así la polimerización 5'-3' de la hebra en el molde de dirección 3'-5'.

La Síntesis del ADN.

A partir de la formación de la horquilla de Replicación ocurren dinámicamente los siguientes acontecimientos:

- Una ARN polimerasa ADN dirigida específica llamado primasa (del inglés primer: Cebador) sintetiza en dirección 5´_ 3´ un fragmento corto de ARN complementario a la cadena molde del ADN, este fragmento de ARN posee alrededor de 10 nucleótidos.

A partir de estudios recientes han demostrado que la acción de la primasa viene precedida por la formación de los intermediarios (prepriming intermediate), los que actúan previos al cebador, que constan de cinco elementos: Uno de ellos es el *adnB* que sirve de señal de reconocimiento para la primasa.

Recombinación Genética

La Recombinación es el intercambio de segmentos entre cromosomas homólogos, este proceso se produce en la división celular o en la transformación bacteriana.

En los modelos de recombinación que más se estudian actúan el siguiente juego de enzimas:

- Endonucleasas específicas.
- El ADN polimerasa.
- El ADN ligasa.

Las reacciones que los modelos exponen, se han empleado in vitro para modificar e incorporar material genético foráneo al cromosoma de la *E. coli* produciendo transformación bacteriana o recombinante.

TRANSCRIPCIÓN

ASPECTOS HISTÓRICOS DE TRANSCRIPCIÓN

Desde 1940 se tenía en cuenta la participación del ARN en la síntesis proteica. Torbjonn Caspersson determinó con el microscopio óptico la distribución de ADN y

ARN en la célula Eucariota basándose en el hecho de que ambos absorben fuertemente la luz ultravioleta(260nm), mientras que solo el ADN es teñido por el **reactivo de Feulgen**. Se determinó que la mayoría del ADN está en el núcleo y el ARN en el citoplasma. Jean Brachet llegó a la misma conclusión contemporáneamente, indicando además, que el ARN se encontraba asociado a proteínas en unas partículas citoplasmáticas llamadas ahora Ribosomas.

Uno de los descubrimientos insigues en el campo de la enzimática de los ácidos nucleicos fue realizado por Marianne Grunberg - Manago y Severo Ochoa, al descubrir el enzima bacteriano Polinucleótido fosforilasa, la cual fue el primer enzima sintetizadora de ácidos nucleicos que en sus trabajos investigativos sobre la ADN polimerasa A. Kornberg se encontró. La Polinucleótido fosforilasa difiere de las otras polimerasas en que no es template - directed, requiere de los **5´NDPr** y no puede actuar sobre los **NTPr** o sobre los **DNPd**.

En el año 1962 se descubre un acontecimiento importante, el ARN podía servir de molde para la síntesis de ADN, Haward Timin demuestra la presencia de una Transcriptasa inversa, la que fue encontrada en los **retrovirus** por David Baltimore en el 1970.

En 1960 Jerar Hurwitz y Samuel Weiss, descubrieron de forma independiente el ARN pol, el cual requiere de componentes moleculares para ser activa catalíticamente.

Otro hecho importante fue el descubrimiento en 1960, por varios laboratorios a la vez y utilizando las mismas técnicas experimentales que se utilizaron para la AND pol I: se aisló y fue caracterizado de la ARN polimerasa AND dirigida o ARN pol.

En 1961, en intensos estudios sobre el ARNm, Sol Spiegelman determinó por técnicas de hibridación desarrolladas por ella la complementación de bases del ARNm con el AND.

En este mismo año F. Jacob y J. Manod formularon el concepto de ARNm, determinando sus características comunes:

1. Están formados por una cadena lineal sencilla y heterogénea en tamaño y composición.
2. Se sintetizan y degradan muy rápidamente.

Dentro de los descubrimientos más recientes que han permitido determinar la secuencia exacta de un Gen están los métodos de determinación de secuencias exacta de nucleótidos

expuestos primeramente por el biólogo molecular Frederick Sanger (premio Nobel de Química en 1980), los cuales han permitido descubrir los diferentes intrones y exones del genoma celular.

GENERALIDADES DEL PROCESO DE TRANSCRIPCIÓN

Todos los ARNs celulares son sintetizados sobre moldes de ADN por la acción de la ARN polimerasa ADN dirigida específica (ARN pol).

En 1960 Jerard Hurwitz y Samuel Weiss descubrieron de forma independiente la ARN pol, la cual requiere de los siguientes componentes por ser activa catalíticamente:

1. Un molde de ADN.
2. Precursores activados **ATP, GTP CTP y UTP**.
3. Un ion metálico bivalente Mg^{2+} o Mn^{2+} .

La síntesis de ARN es al igual que todos los procesos de flujo de la información genética en dirección 5' - 3'. No se requiere de un cebador, por lo que se conserva el ADN molde íntegro. Aunque se conoce en E. coli una sola ARN pol., se ha comprobado que en mamíferos hay diferentes tipos.

La ARN pol está constituida por subunidades que forman un holoenzima complejo de gran tamaño. En E. coli la masa es de 500 Kdal.

Posee las siguientes subunidades:

- a) 1 subunidad **sigma. (δ)**
- b) 2 subunidades **alfa. (α)**
- c) 2 subunidades **beta. (beta (β) y beta' (β'))**

La subunidad sigma se disocia de la holoenzima inmediatamente después de iniciada la síntesis del ARN, quedando el núcleo del enzima formado por las dos subunidades alfa y las dos subunidades beta que constituyen el núcleo catalítico.

La subunidad beta' se considera implicada en la unión del enzima con el ADN molde, y la beta el que selecciona y une los sustratos ribonucleósidos trifosfatos.

ETAPAS

La síntesis de ARN por la ARN pol tiene lugar en tres etapas.

1. Iniciación.
2. Elongación.
3. Terminación.

La transcripción se inicia en el centro específico llamado promotor que se encuentra en el ADN molde. Esta señal de iniciación de la transcripción o promotor es reconocida por la subunidad sigma, la cual actúa además abriendo la cadena molde de ADN. Una vez iniciada la síntesis y formado el primer enlace fosfodiéster entre los dos primeros ribonucleótidos, el núcleo continúa la transcripción del molde de ADN, provocando la elongación de la cadena de ARN. Todo este proceso es en dirección 5' - 3'.

El ADN molde contiene señales de terminación (stop signals) para la transcripción por lo que esta última etapa está controlada con tanta exactitud como la iniciación.

Estas señales de terminación son secuencias ricas en A y T. En algunos puntos de terminación la ARN pol necesita de las proteínas Ro o las Nus A para terminar y ser liberada del molde.

BIOSÍNTESIS DE PROTEINAS

ASPECTOS HISTÓRICOS RELACIONADOS CON EL PROCESO DE BIOSÍNTESIS DE PROTEÍNAS.

- En 1958 Francis Crick se preguntaba: *¿Cómo el molde de ARNm dirige los aminoácidos para unirlos en las secuencias correctas de las proteínas?*. Al respecto escribía:

... Mi primera idea ingenua fue que el ARN tomaría una configuración capaz de formar 20 "cavidades" diferentes... y la idea en su fundamento físico químico no parece nada creíble... el ARN presenta principalmente una secuencia de lugares donde pueden producirse puentes de Hidrógeno, podría esperarse que cualquiera molécula que se aproxime al molde en forma específica lo haría formando puentes de Hidrógeno por lo tanto es una hipótesis lógica que los aminoácidos son transportados hacia el molde por una molécula "adaptadora" y el adaptador es la parte que ajusta con el ARN. En su forma simplificada se requieren 20 adaptadores uno para cada aminoácido.

En los principios de 1961 Francis Crick y Sydney Brenner establecen las características del código genético.

En 1961 Marshall Nirenberg y H. Matthaei descubrieron el **triplete** UUU que codifica la **fenilalanina**.

A mediados de los años 60', el propio M. Nirenberg y P. Leder aíslan en E. coli ribosomas unidos a ARNt aminoacil específicos y H. Gobind Khorana desarrolla métodos para la síntesis de proteínas con **polirribonucleótidos** con secuencias repetidas bien definidas.

En 1964, M. Nirenberg descubrió que los trinucleótidos promueven el acoplamiento de las moléculas específicas del ARNt a los ribosomas en ausencia de síntesis. A partir de aquí el proceso de biosíntesis de proteínas, y con él la traducción de la información genética en el ribosoma, ha sido objeto de estudio de casi todas las investigaciones a nivel molecular.

Hoy se conoce que este importante proceso ocurre en los ribosomas, los cuales constituyen una máquina nucleoproteica formada por ARNr y 21 clases de proteínas las que han sido separadas y clasificadas por el japonés Masayasu Nomura. Se han establecido las características comunes para los ARNt las cuales son:

1. Son cadenas sencillas que contienen entre 73 y 93 ribonucleótidos (25 **Kdal**).
2. Contienen muchas bases poco comunes (entre 5 y 15 por moléculas), derivados metilados de la A, U, G y C, las que dan un carácter hidrófobo a algunas regiones importantes para sus interacciones funcionales.
3. El extremo 5' está fosforilado y es generalmente pG.
4. La secuencia de bases del extremo 3' del ARNt es CCA, por donde se une el aminoácido activado al hidroxilo 3' de la adenosina.
5. La mitad de los nucleótidos tienen bases apareadas formando doble hélices, existiendo 5 grupos no apareados:
 - La región terminal 3' CCA.
 - El lazo T \neq C
 - El brazo adicional.
 - El lazo DHU.
 - El lazo **anticodón** el que contiene una secuencia 5'pirimidina - pirimidina - X - Y - Z- purina - base variada.

¿Cómo ocurre el proceso global de la síntesis de proteínas?

El ADN incorpora mediante la transcripción de sus genes las instrucciones para la síntesis de proteína, que se hace a través de un complejo proceso energéticamente costoso en el cual se traduce la información genética contenida en la secuencia de bases nitrogenadas en una proteína y que cumplirá una función determinada en la célula.

Para ello se debe tener una visión general de aspectos globales de este complejo e importante proceso.

1. Los precursores activados para este proceso son los complejos aminoacil-ARNt, donde existen al menos un ARNt y una enzima activadora para la formación del complejo específico para cada aminoácido.
2. Las proteínas se sintetizan en dirección amino - carboxilo por la adición secuencial de aminoácidos al extremo carboxilo de la cadena polipeptídica en formación.

3. La lectura de la " plantilla" de ARNm es en dirección 5´-3´.

Hay tres etapas en el proceso de biosíntesis de proteínas las cuales son:

1. La iniciación, que está dada por la unión del aminoacil-ARNt iniciador a la señal del sitio P (peptidil) del ribosoma.
2. La elongación comienza con el acoplamiento de otro aminoacil-ARNt al sitio A(aminoacil) del ribosoma formándose un enlace peptídico entre el grupo amino del aminoácido del complejo recién incorporado y el grupo carboxilo de la Met o fMet (en caso de bacterias) transportada por el complejo aminoacil-ARNt iniciador; El peptidil -ARNt formado se transloca desde el lugar o sitio A hasta el P del ribosoma, mientras el ARNt iniciador que se encontraba en este sitio es liberado de la matriz del ribosoma hacia el citoplasma. El acoplamiento de los aminoacil-ARNt subsiguientes, la translocación del sitio A al P y el movimiento asociado de la "plantilla del ARNm hasta exponer el siguiente codón en el sitio A para sus respectivas lecturas requiere de la hidrólisis de GTP en cada caso. Este proceso se repite en número n de veces según la cantidad de codones que contenga la " plantilla" del ARNm para completar la secuencia de aminoácidos del polipéptido a formar.
3. La terminación de la biosíntesis ocurre cuando una señal de parada del ARNm es "leída" por un factor proteico, que libera la cadena polipeptídica del ribosoma.

A continuación, hacemos un cuadro resumen de las etapas principales de la biosíntesis de proteínas. En E. coli.

Etapas	Complementos
Iniciación	Da por resultado la unión del ARNt iniciador a la señal de partida del ARNm, ubicados en la subunidad pequeña del ribosoma da como resultado la activación de este. Este ARNt ocupa el lugar P (peptidilo) que es uno de los dos lugares de acoplamiento en dicho ribosoma.
Elongación	El ARNt aminoacilo entrante ocupa en otro lugar el A (aminoácido) para dar lugar a la entrada de otro ARNt aminoacilo, se forma el enlace peptídico. Entre los dos aminoácidos entrantes, se repite el ciclo de lectura
Terminación	Cuando codón o señal de parada en el ARNm se ubica en el punto P. y es leída por el factor proteico de terminación, liberando la cadena sintetizada

Anexo 7 Manuales de manipulación de algunos medios digitales utilizados

-1 MANUAL DE MANIPULACIÓN DEL SOFTWARE **BIOGEN**

INTRODUCCIÓN

El estudio de la Bioquímica como Genética en la Enseñanza Superior, requiere de un sistema de información actualizado que posibilite la comprensión con un alto nivel científico de los procesos y fenómenos de la herencia a nivel molecular, Biogen, es un complemento acertado, que permite el estudio de los ácidos nucleicos y el flujo de la información genética de forma interactiva, en cada acción que se ejecuta permite la exploración por el conocimiento teórico de esta importante parte del estudio molecular de la herencia, permite además accionar a un sistema de ejercicios. Aprovecha las aplicaciones de multimedia de la tecnología, proporciona a estudiantes, profesores y usuarios en general la simulación de procesos, fenómenos y actividades a este nivel de la biología de los ácidos nucleicos, es importante destacar la base de datos bibliográficos que tiene incorporado el material, este software después de numerosas validaciones se ha conformado en una obra de consulta para estudiantes y profesores o estudiosos de los contenidos sobre Biología Molecular

REQUERIMIENTOS

- PC con multimedia con 486sx o alto microprocesador con 16 MB de RAM.
- CD Rom.
- Sistema de operación de Microsoft Windows versión 3.1 o superior.
- *Mouse*
- Soporte de colores

INSTALACION

¿Cómo se instala **Biogen**?

- Encender el ordenador.
- Ponga el disco compacto con **Biogen** en la torre CD-Rom.
- De clic en el programa de instalación de Windows. Ejemplo: ejecutar D:/ setup
- Responda a las preguntas que haga la instalación.

Una vez que aparece la ventana de **INICIO** damos la orientación para el trabajo de navegación en el sistema.

- El *mouse* y el clic son sus guías principales del trabajo de búsqueda y exploración por el programa.

En la pantalla inicial del software cada una de las barras señaladas, el usuario puede dar clic para acceder a las opciones que el programa ofrece:

1. Búsqueda teórica. En esta opción el usuario puede acceder por temas al contenido deseado, consultando un resumen amplio de contenido en hipertexto que reorganiza a profesores y alumno conceptualmente el estudio del AFN y los procesos de flujo de la información genética: replicación, transcripción, traducción y fotoreparación.
2. Realización de ejercicios. Ofrece al usuario un sistema de ejercicios ordenados por complejidad, donde el estudiante tiene acceso a la retroalimentación y dispone desde allí la utilización de herramientas necesarias para conformar sus respuestas de forma rápida y correcta.
3. Simulación de procesos y fenómenos. Permite a profesores y estudiantes de un sistema de medios simulados de procesos y fenómenos a nivel molecular de la herencia como son: modelo de Watson – CricK para la molécula de ADN, el proceso de replica semiconservativa, la transcripción, la traducción y la fotoreparación, estos se complementan con una galería de medio que se disponen en el software.
4. Búsquedas bibliográficas. Se dispone de forma ordenada en una base que tanto profesores como estudiantes pueden enriquecer, la búsqueda se dispone tanto por título, como por autor o materia.

El sistema presentado dispone de todos los niveles de acceso a los Microsoft Office y bondades de copiado y pegado e impresión de tecnología informática.

1.- GUÍA DE UTILIZACIÓN DEL **DICCIONARIO DIGITAL DE TÉRMINOS BIOQUÍMICOS Y GENÉTICOS**

INTRODUCCIÓN

En el proceso de estudio de los contenidos de las ciencias con un nivel de abstracción elevado como es el caso de la Biología Molecular, el estudiante necesita definir constantemente conceptos que apoyen la comprensión de las lecturas, o la interpretación de los procesos y/o fenómenos que allí se explican, la Bioquímica como Genética en la Enseñanza Superior, requiere de un sistema de conceptos antecedentes y secundarios que proceden de la relación interdisciplinaria de la ciencia el diccionario digitalizado, ofrece un conjunto de definiciones de conceptos y procesos y fenómenos que se explican en los contenidos de la Bioquímica y la Genética.

REQUERIMIENTOS

- PC con multimedia con 486sx o alto microprocesador con 16 MB de RAM.
- Sistema de operación de Microsoft Windows versión 3.1 o superior.
- *Mouse*
- Soporte de colores

INSTALACION

¿Cómo se instala?

- Encender el ordenador.
- Ponga el disco 1.4 Mb.
- De clic en el programa diccionario digital, descompacte en su PC
- Abra el fichero.

Una vez que aparece la el formulario de operación de búsqueda, damos la orientación para el trabajo de navegación en él.

- El mouse con su clic y la escritura en el tablero son sus principales herramientas de trabajo de búsqueda en el formulario.

Anexo 8 Situaciones problemáticas relacionadas con cada uno de los conceptos del contenido de Biología Molecular de la asignatura Bioquímica

<p>Possible situación problemática general de la Unidad: Después de demostración mediante un recuento histórico de que el ADN es el material genético se revela la contradicción implícita en la situación problemática, que consiste en: ¿cómo es posible que la información genética contenida en una secuencia de bases del ADN se exprese en un carácter o producto celular?</p>	
Contenido	Situaciones problemáticas
Composición de los organismos vivos y jerarquía molecular de las estructuras celulares.	<ul style="list-style-type: none"> ➤ ¿Por qué si las células de todos los organismos vivos son tan diversas, tienen la misma composición química y sus compuestos se jerarquizan de la misma forma?
Funciones de los ácidos nucleicos.	<ul style="list-style-type: none"> ➤ El microscopio y la célula y sus componentes se conocen desde siglos antes que el XX, sin embargo no fue hasta la primera mitad de ese siglo que se descubre el ADN como portador de la información genética. ➤ Existen numerosos tipos de ácidos nucleicos que desarrollan diferentes funciones en el proceso de flujo de la información genética.
Genes y cromosomas. Código genético	<ul style="list-style-type: none"> ➤ ¿cuál es el diseño estructural de la información genética que garantiza la fidelidad de esta en la célula?
Duplicación del ADN y acción de las ADN polimerasas.	<ul style="list-style-type: none"> ➤ En todos los organismos el ADN se autoduplica semiconservativamente; sin embargo, no todos contienen los mismos juegos enzimáticos para ello.
Transcripción del ARN. Acción de las ARN polimerasas. Maduración del ARN	<ul style="list-style-type: none"> ➤ ¿cómo la información genética contenida en el ADN nuclear es transferida a la maquinaria metabólica citoplasmática?
Biosíntesis proteica. Fases. Análisis energéticos. Mutación y agentes mutagénicos.	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Las plantas y otros organismos vivos sintetizan proteínas a partir de aminoácidos libres sintetizados o incorporados a la célula, por mecanismos similares para ellos en dependencia de su complejidad celular y que garantizan copia fiel de las proteínas necesarias para la célula ¿cómo es posible tal fidelidad de síntesis?, puede haber errores en estos procesos?
Regulación de la expresión genética.	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Dos estudiantes que estudiaban el proceso de regulación genética discrepaban en: que si son sustancias externas o productos metabólicos (metabolitos) los responsables de que las enzimas de la expresión genética actuaran; ¿Cuál de los dos estaba en un error? ➤ Es posible que los organismos vivos, siendo tan diverso, existan los mecanismos similares de regulación genética en todos sus integrantes ¿Cómo explicar esto?

Anexo 9 Sistema de clases impartidas según esquema de contenido

9.1. Conferencia 1

Título: Estudio de la estructura y la función del material genético

Temas: Niveles estructurales de los ácidos nucleicos

Modelo de Watson - Crick para la molécula del ADN.

Objetivos:

1. Caracterizar mediante un modelo similar al propuesto por Watson Crick, la estructura y composición química de la molécula de ADN, mediante los procedimientos de observación, determinación de las características esenciales que permitan hacer interpretaciones en el campo de la Ingeniería Genética.

Bibliografía

Colectivo de autores: Bioquímica para estudiantes de ciencias Agropecuarias. Editorial Pueblo y Educación, ciudad de la Habana, 1985.

- A. Lenhinger: Bioquímica. Editorial Pueblo y Educación, Ciudad de la Habana, 1984. Software "Biogen".

Para la caracterización se deben tener en cuenta las siguientes invariantes:

Algoritmo.

- Observar y describir el objeto de estudio
- Determinar los rasgos del objeto de estudio que permitan diferenciarlo de los demás.
- Seleccionar aquellos que están en relación directa con su esencia, que lo tipifican y lo distinguen de otros.

En estos temas se abordan contenidos, de los cuales se realizan generalizaciones básicas, suficientes y necesarias para la comprensión molecular de la herencia (que los ácidos nucleicos están formados por cadenas de polinucleótidos), retomándose los conceptos de nucleótido y nucleósido. En la secuencia de bases está inscripta la información genética o que el ADN es el material genético. En esta clase se orienta un trabajo independiente, relacionado con los antecedentes históricos del descubrimiento de los ácidos nucleicos, como material genético. Estos contenidos tienen una gran importancia para la formación de la concepción científica del mundo, ya que ofrece un modelo metodológico del camino del conocimiento científico y el efecto socio político y económico en el descubrimiento científico; este aspecto, sin los modelos digitales propuestos, resulta muy difícil en tiempo y datos, por el gran volumen de literatura a consultar para reunir todos los aspectos suficientes y necesarios que requiere una información completa de este contenido. En la opción de búsqueda conceptual del software "Biogen" el estudiante puede consultar una síntesis, a partir de un análisis de toda la bibliografía necesaria para emprender la profundización de los siguientes datos que le posibilite hacer la investigación sobre:

- ¿Por qué no se considera a Mieschen el pionero del descubrimiento del ADN como material genético?
- Antecedentes históricos del experimento de Griffit.
- Experimento de Griffit con Pneumococcus.
- Conclusiones experimentales de O. Avery y col., su significación en la determinación del ADN como material genético.
- Importancia de los experimentos de A. Harshey y Chese.
- J. Watso y F. Crick. y el modelo propuesto para el ADN.

Además, el estudiante puede acceder en INTERNET y/o por el propio software "Biogen" a fotografías y datos personales y/o de los currículos de los científicos, aspecto este muy

disperso también en la literatura disponible y que le permite al estudiante realizar un trabajo investigativo histórico de este importante y trascendental descubrimiento.

Para caracterizar el ADN, el profesor promueve el diálogo productivo con sus alumnos, a partir de sus conocimientos sobre el ADN y el estudio comparativo con el ARN, recibidos, tanto en la Biología de Preuniversitario como la asignatura Química Orgánica. El profesor presenta el modelo que el software brinda en tres vistas (frontal, lateral y superior o transversal). Un procedimiento de aprendizaje, que puede ayudar, es que el estudiante, al observar el medio de enseñanza, el cual lleva implícito la explicación auditiva, resuelva las siguientes interrogantes:

- ¿Por cuántas cadenas polidesoxirribonucleotídicas está formada el ADN?
- ¿Cómo se disponen espacialmente estas cadenas?
- Explique el fenómeno de complementación de las bases nitrogenadas entre las dos cadenas que forman el ADN.
- ¿Qué distancia hay entre un par de bases del ADN y la contigua?
- Esquematiza un modelo del ADN (sin la presencia ya del modelo) según las características planteadas por Watson - Crick.

Haciendo que los estudiantes determinen las demás características del modelo de Watson Crick para el ADN, apoyándose en un ejercicio como muestra el ejemplo:

A partir del siguiente segmento monofilar de ADN:

5' ATGGCATCGAT 3'

- a) Determina la cadena complementaria.
- b). Calcula la longitud del segmento.
- c). Determina el número de puentes de hidrógeno que contiene el segmento.

El profesor puede recordar que existe la posibilidad de usar el procesador de datos del software "Biogen" que ayuda a agilizar las operaciones y a comprobar los resultados.

Al finalizar la clase, se debe orientar que se realicen los ejercicios, que sobre el tema ofrece dicho software, los que son varios por su nivel de complejidad; ello permite la preparación para la clase práctica sobre este contenido.

Para la caracterización del modelo debe seguirse la metodología siguiente:

- Retomar los conocimientos sobre estructura y composición química, ya impartidos en Química Orgánica, o consolidarlos en las opciones de búsqueda teórica que ofrece el software "Biogen".
- Observar y describir el modelo que representa el software "Biogen" en sus tres vistas u otros modelos propuestos por la galería de procesos y fenómenos que tiene implícita la plataforma digital disponible.
- Modelar esquemáticamente un segmento de la molécula de ADN, según las características ya determinadas.
- Seleccionar aquellas características que están en relación directa con la esencia.
- Tipificar la molécula de ADN.
- Poder dar solución a los ejercicios referentes a la estructura y la composición química del ADN.

9.2. Conferencia 2

Título: Procesos de flujo de la información genética

Tema: Replicación, transcripción y traducción: proceso enzimático

Objetivo:

1. Explicar el proceso de replica del ADN, transcripción y la traducción a partir de la interpretación de sus mecanismos enzimáticos, contribuyendo a la unidad material de la herencia.

Para la explicación, se deben tener en cuenta las siguientes invariantes:

- Expresión no reproductiva de lo conocido.
- Determinación de lo esencial.
- Establecimiento de los nexos internos esenciales entre los hechos, los fenómenos y los procesos.
- Establecer las relaciones causa - efecto de los hechos y los fenómenos.

Bibliografía

Colectivo de autores: Bioquímica para Ciencias Agropecuarias. Editorial Pueblo y Educación, ciudad de la Habana, 1985.

A. Lenhinger: Bioquímica. Editorial Pueblo y Educación, Ciudad de la Habana, 1984.

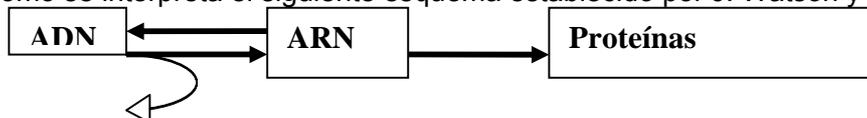
Robertis E.D.P., E.M. Robertis: Biología Celular y Molecular I. Editorial Pueblos y Educación, La Habana, 1984.

Software "Biogen".

Galería de procesos y fenómenos bioquímicos.

En la clase se puede partir del principio establecido por F. Crick para el flujo de la información genética o Dogma de la Genética Molecular:

¿Cómo se interpreta el siguiente esquema establecido por J. Watson y F. Crick en 1953?



Debe interpretar a partir de los conocimientos previos de la Biología de Preuniversitario o politécnica:

El ADN no es el molde directo para la síntesis de proteínas, ya que él forma determinadas moléculas que son portadores de la información genética, que sí pueden ser expresada en un producto celular o aspectos similares a partir de interrogantes que puede establecer el profesor como:

- ✓ ¿Qué estructura del núcleo están formadas por ADN?
- ✓ ¿Ellos puede salir del núcleo o los orgánulos donde se encuentran?
- ✓ Pueden entonces servir de molde directo a la síntesis proteica que se ejecuta en los ribosomas?

A partir de aquí se establece una situación problemática:

- ¿Cuál es el proceso que permite la perpetuidad de la información genética en todas las células de un organismo?
- ¿Cuál es el proceso que permite formar el ARN a partir de un molde de ADN?
- ¿Cómo se expresa la información genética codificada en la secuencia de bases del ADN en una secuencia proteica?

A partir de estas interrogantes, se establece el problema docente por parte de los alumnos a partir de la revelación de la situación problemática por parte del profesor:

¿Por qué los ARN son las moléculas intermediarias de la información contenida en el ADN?

¿Cómo es posible formar una molécula tan disímil al ADN que contenga fielmente la información genética para ser expresada en proteínas, las cuales ejecutan diversas funciones biológicas primarias?

Teniendo en cuenta estos antecedentes, el profesor puede orientar mediante el trabajo independiente extraclase, una comparación entre los distintos tipos de ARN celular en la opción búsqueda teórica del software “Biogen” o por los sitios Web previamente localizados sobre el estudio de estos elementos, a partir de los cuales ellos harán un análisis en una tabla que le proporciona el libro de texto, dicha tabla comparativa la enviarán por correo electrónico al profesor para su evaluación; en el tema transcripción, el estudiante puede establecer directamente los criterios de comparación a partir del estudio del propio proceso, localizando en un esquema los distintos lugares del ADN donde se forman los distintos tipos de ARN y sus destinos posteriores.

El proceso de replicación del ADN el alumno logrará explicarlo a partir de las siguientes tareas docentes:

- A partir de la definición que ellos pueden elaborar del concepto del dogma de la genética.
- ¿En qué parte de la célula ocurre?
- ¿Qué enzimas participan?
- ¿Qué otros elementos proteicos pueden intervenir como colaboradores del proceso?
- Se debe sugerir la elaboración de una tabla donde establezcan los siguientes parámetros.

Enzima o factor proteico	Peso molecular	Número de unidades en la célula	Función

- ¿Por qué la replicación es un proceso semiconservativo?
- Se orientará como estudio independiente el análisis del experimento que comprueba esta interrogante
- Una vez concluida la solución del de las tareas docentes se presentará la simulación del proceso, se tienen dos opciones una versión donde se detallan la actuación de los enzimas y factores proteicos con la explicación oral de los fenómenos que suceden en el software “Biogen” y una donde se simula el proceso en su integridad funcional en la galería de procesos y fenómenos biológicos.

Lo problemático puede ir al estudio de estos procesos como elemento de concreción en la Biotecnología y la Ingeniería genética, fundamentalmente en los procesos de modificación del ADN.

En la explicación del proceso de transcripción por parte de los estudiantes, se conforma a partir de las siguientes tareas docentes:

- La definición que ellos pueden elaborar a partir del análisis anterior del Dogma de la Genética Molecular.
- ¿Dónde ocurre este proceso?
- ¿Qué elementos participan en la transcripción?

Aquí el profesor presenta la primera pantalla de la transcripción en el software “Biogen”, esta puede ser relacionada con los datos que ofrezca una lámina o retrotransparencia sobre los aspectos que se abordan y que permite, a partir de expresiones no reproductivas, establecer los nexos entre los componentes moleculares que participan en el proceso de transcripción y que le pueden evacuar dudas o deficiencias que tuvo el estudiante al responder las tareas anteriormente trabajadas. La multimedia implícita en esta pantalla ofrece una explicación sintetizada de los aspectos ya expuestos.

Posteriormente, se hace una presentación de una segunda pantalla donde el software “Biogen” ofrece la simulación de proceso, o en la galería de procesos que está en la plataforma, ambos por su contenido y facilidades audio - visuales, permite establecer nexos esenciales del proceso de estudio a partir de las siguientes tareas docentes:

- ¿Dónde se ejecuta la transcripción?
- ¿Cuál es el principal enzima que participa en la transcripción?
- ¿Cuáles son los precursores que utiliza el enzima en la polimerización?
- Haga una comparación con las polimerasas del ADN.

- Modela el enzima a partir de las subunidades descritas en el proceso.
- Explica las funciones de cada subunidad.
- ¿Qué funciones tienen las proteínas Ro y /o Nus A?
- Establezca los nexos esenciales entre los hechos y los fenómenos que se llevan a cabo en el proceso de transcripción, dividiendo el proceso en tres etapas: iniciación, prolongación y terminación.

A partir de las presentaciones necesarias de la simulación, el profesor debe utilizar la pizarra para establecer resúmenes esquemáticos del proceso de transcripción. Teniendo en cuenta los criterios de los alumnos, el profesor dirige su participación a las siguientes generalizaciones:

- Todo el ARN celular se sintetiza a partir de un molde de ADN, por la acción de la ARN polimerasa ADN dirigido.
- El ARN polimerasa utiliza NTPr y Mg^{+2} o Mn^{+2} como precursores.
- La transcripción se inicia en el centro promotor del ADN, el cual es reconocido por la subunidad sigma que se separa del núcleo del enzima una vez que efectúa el reconocimiento.
- La transcripción del ARN es en dirección 5' _ 3'.
- El ADN molde contiene señales de terminación reconocidos por la ARN polimerasa y proteínas de terminación.

En las conclusiones de la clase el profesor puede hacer que los estudiantes utilicen el ordenador, para auxiliarse en las explicaciones de las preguntas de comprobación, pudiendo mostrar la simulación específica.

Se pueden hacer las siguientes preguntas.

¿Por qué la subunidad sigma no forma parte del núcleo del enzima?

¿Por qué la energética de la polimerización de la transcripción es semejante a la de la replicación?

¿Cómo provocan las proteínas Ro la terminación de la síntesis del ARN?

El profesor puede aprovechar la información que ofrece el software "Biogen" en su base teórica para orientar un estudio independiente, que resume aspectos esenciales del conocimiento molecular sobre los enzimas que intervienen en los procesos de flujo de la información genética estudiados.

Haga una comparación entre las polimerasas del ADN y la ARN polimerasa en cuanto a:

Estructura subunitaria.

Precursores activados que utiliza.

Dirección del crecimiento.

Conservación del molde.

Necesidad de cebador.

Energética de las reacciones.

- ◆ Se deja, como tarea, el diseño de un tutorial mediante utilizando el Microsoft PowerPoint el cual incluya aspectos tratados anteriormente sobre los procesos de flujo de la información genética, se debe orientar la inserción de imágenes, modelos, etc., se pueden orientar aspectos relacionado con la utilidad práctica de estos contenidos, dándose referencia de sitios en INTERNET donde se pueden encontrar dichos aspectos o en los *CD RUM* disponibles en la plataforma interactiva.

8.3. Práctica de Laboratorio (ejemplo panorámico de una practica de laboratorio de carácter investigativo)

Título: Observación de los efectos de la luz ultravioleta sobre las levaduras *Saccharomyces cerevisiae*.

Objetivo:

2. Observar los cambios morfológicos (color y forma) y fisiológicos (sobrevivencia) producidos en el tiempo de exposición a la luz ultravioleta de cepas en disolución salina de *S. cerevisiae*.

Bibliografía

A. Lenhinger: Bioquímica. Editorial Pueblo y Educación, Ciudad de la Habana, 1984.
Software "Biogen".

Para observar se deben tener en cuenta las siguientes invariantes:

Algoritmo

- Presentación y orientación hacia el objeto de estudio.
- Reconocimiento del objeto como un todo.
- Análisis y descripción de las partes que lo integran.
- Determinación los rasgos esenciales y de las características o propiedades del objeto.

Materiales:

Cultivo de levadura panadera (*Saccharomyces cerevisiae*) de tipo salvaje.

Lámpara de UV.

Disolución salina al 0.9%.

Medio de cultivo para hongos.

Instrumental de siembra y conteo.

Introducción

En esta parte se hace un análisis de la preparación de los estudiantes para la actividad, a partir de las siguientes problemáticas:

¿La luz ultravioleta constituye una fuente mutagénica?

¿Qué otros agentes pueden lesionar el material genético?

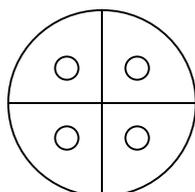
¿Cuáles son los efectos específicos de la luz UV sobre el ADN?

Se puede argumentar por parte del profesor, que los daños por radiaciones son acumulativos y pueden ocasionar la muerte, aspecto éste que será observado en clase, en el intercambio que hace el profesor con los estudiantes se puede presentar una simulación presente en la galería de procesos y fenómenos bioquímico la fotoreparación producto de la dimerización como mecanismo enzimático de reparar daños genéticos en la célula.

Se deben destacar las medidas de seguridad en el laboratorio, antes de comenzar el trabajo experimental.

Desarrollo:

Cada equipo, que debe estar integrado por dos estudiantes, hará sus manejos independientes de cultivo, para los que utilizarán tiempos de exposición de 1', 3' y 10' respectivamente, para ahorrar medios de cultivo se puede sembrar en una misma placa Petri, la que se cuadrícula de la forma que se representa, en la cuadrícula 1 el patrón de levadura no expuesta.



Posteriormente al experimento se incubaba cada uno de los materiales enumerados para que cada estudiante sepa cuál es su experimento a la hora de hacer su análisis.

9.4. Clase Práctica.

Título: Ejercicios y problemas referidos a la estructura y la composición química del ADN.

Objetivo:

1. Resolver problemas relacionados con la estructura, la composición química y propiedades del ADN.

A. Lenhinger: Bioquímica. Editorial Pueblo y Educación, Ciudad de la Habana, 1984.

Robertis E.D.P., E.M. Robertis: Biología Celular y Molecular I. Editorial Pueblos y Educación, La Habana, 1984.

Software "Biogen".

Ejercicios interactivos, sobre: estructura y composición química del ADN.

Para resolver problemas se deben tener en cuenta las siguientes invariantes:

Algoritmo

- Determinar la esencia de la problemática planteada en el ejercicio.
- Discriminar los datos que se poseen a partir del enunciado.
- Análisis de los datos.
- Análisis de la vía de lo concreto sensible a lo abstracto y de ahí a lo concreto.
- Fundamentar los resultados que avalan la respuesta.

Anexo 9.5 Guía de estudio para los Cursos Regulares por Encuentro.

BIOQUÍMICA

Actividad del P1:

Encuentro:

Tema 6. Metabolismo de compuestos Nitrogenados.

- Diferencias entre la composición química del ADN y el ARN Síntesis del ADN y del ARN.
- Funciones del ADN y ARN.
- Biosíntesis proteínas. Fases.
- Concepto molecular de gen.
- Mutaciones. Agentes mutagénicos.
- Regulación de la expresión genética.
- Enzimas proteolíticas.
- Oxidación de los aminoácidos. Descarboxilación, desaminación y transaminación.
- Síntesis de aminoácidos. Síntesis de aminoácidos a partir de nitratos. Ciclo de la urea.
- Mecanismos enzimáticos de la fijación de nitrógeno.

Objetivos

1. Comparar los ácidos nucleicos ADN con el ARN.
2. Explicar la replicación del ADN, así como otras propiedades biológicas de este ácido nucleico.
3. Definir el concepto molecular de gen, según las nuevas concepciones de su estudio de la Biología Molecular actual.
4. Explicar el proceso de biosíntesis de aminoácido y de proteínas este último como flujo de la información genética.

Bibliografía:

Bioquímica para estudiantes de Ciencias Agropecuarias. Colectivo de autores. Editorial Pueblo y Educación, 1989.

Bioquímica. A. Lenhinger. Editorial Pueblo y Educación, 1984.

Bioquímica. L Stryer. Editorial Reverté, 1984.

Principles of Biochemistry. A. Lenhinger, Cox, Nelso. 1996.

Introducción

En este complejo tema, estudiaremos el metabolismo de los compuestos nitrogenados, los cuales constituyen vitales moléculas que desde el surgimiento de la vida jugaron un papel definitorio en la aparición de esta nueva forma de movimiento de la materia; los aminoácidos como primeros metabolitos que estudiaremos actúan de sillares constituyentes de las proteínas, así como de precursores de otras importantes biomoléculas tales como las hormonas, las purinas, las pirimidinas, las porfirinas y algunas vitaminas. Sin embargo, pueden servir también de fuente energética, particularmente cuando son ingeridos en exceso sobre las cantidades necesarias para reemplazar a las proteínas corporales. Empleados como combustible, los aminoácidos experimentan la pérdida de sus grupos amino; sus esqueletos carbonados residuales tienen entonces dos destinos principales: 1) la conversión en glucosa, en el proceso de la gluconeogénesis (tema Metabolismo de Carbohidratos), o bien 2) la oxidación a CO₂ a través del ciclo de los ácidos tricarboxílicos. Los aminoácidos convertidos en glucosa por los mamíferos y deben experimentar primero la transformación enzimática en intermediarios que se incorporan a la ruta directa para la síntesis de la glucosa, tales como el piruvato o los intermediarios dicarboxílicos del ciclo de los ácidos tricarboxílicos. Está claro que los aminoácidos que se convierten en glucosa serán también finalmente oxidados por completo a través del ciclo de los ácidos tricarboxílicos.

Aunque los aminoácidos poseen una importancia vital en el metabolismo de todos los organismos, principalmente por su condición de precursores de las proteínas, los distintos organismos vivos difieren considerablemente en sus respectivas capacidades de sintetizar

aminoácidos, otro aspecto a tratar en este tema y también en lo que se refiere a las formas de nitrógeno que utilizan con dicha finalidad. Los vertebrados no son capaces de sintetizar todos los aminoácidos corrientes; por ejemplo, el hombre y la rata albina pueden formar tan sólo diez de los veinte aminoácidos que se requieren como sillares de construcción de las proteínas. Los restantes, que se denominan aminoácidos esenciales o nutritivamente indispensables, tienen que conseguirlos de las plantas o de las bacterias. Los animales superiores pueden utilizar a los iones amonio como fuente de nitrógeno para la síntesis de los aminoácidos no indispensables, pero son incapaces de emplear nitritos, nitratos o nitrógeno atmosférico. Las plantas superiores, en cambio, son más versátiles; pueden producir todos los aminoácidos requeridos para la síntesis de proteínas, a partir tanto de amoníaco como de nitritos o nitratos como fuentes nitrogenadas. Las plantas leguminosas, que albergan bacterias simbióticas, fijadoras de nitrógeno, en sus nódulos radiculares, son incluso capaces de utilizar el nitrógeno atmosférico, al cual convierten en amoníaco.

Los microorganismos difieren ampliamente en cuanto a su capacidad de efectuar la síntesis de aminoácidos. Por ejemplo, el *Leuconostoc mesenteroides* no puede crecer sin que se le suministre un total de hasta dieciséis aminoácidos distintos. Tales bacterias únicamente pueden sobrevivir en ambientes ricos en aminoácidos preformados. Como los producidos en la putrefacción de materiales biológicos. En cambio, otras bacterias como *E. coli*, pueden autofabricarse todos sus aminoácidos a partir del amoníaco. Si bien la mayoría de los microorganismos requieren una forma reducida de nitrógeno, como el amoníaco, numerosas bacterias y hongos, así como las plantas superiores, pueden utilizar nitritos o nitratos.

En este encuentro estudiaremos además como los veinte diferentes aminoácidos se sintetizan por medio de veinte distintas secuencias polienzimáticas. Algunas de las cuales son sumamente complejas. Tal como ocurre en la mayoría de las rutas biosintéticas, las sendas de la síntesis aminoacídica son en su mayor parte diferentes.

Por otra parte, estudiaremos como en los animales vertebrados y las plantas oxidan activamente tanto a los aminoácidos exógenos (procedentes de las proteínas ingeridas) en el caso de los animales como a los endógenos (procedentes del recambio metabólico de las proteínas corporales). A partir de los experimentos realizados con marcadores isotópicos, se ha deducido que en un hombre de 70 Kg. de peso, con una dieta media, se produce un recambio de unos 400 g de proteína diarios. Una cuarta parte de esta cantidad experimenta degradación oxidativa o conversión en glucosa, y es sustituida diariamente por la ingestión exógena; las tres cuartas partes restantes se reciclan. De 6 a 20 g de nitrógeno derivado de los grupos amino de los aminoácidos son excretados diariamente por la orina en forma de compuestos nitrogenados, principalmente de urea, proceso este también estudiado en este tema. Aun sin ingerir ninguna cantidad de proteína, una persona puede excretar hasta 5 g de nitrógeno diarios, correspondientes a la pérdida diaria de más de 30 g de proteína endógena. En la mayor parte de las bacterias, la degradación oxidativa de los aminoácidos no constituye ningún proceso prominente. Las bacterias son generalmente mucho más activas en efectuar la síntesis de los aminoácidos que su degradación, particularmente en caso de crecimiento rápido. Sin embargo, algunas bacterias pueden degradar los aminoácidos. Sobre todo si representan la única fuente de carbono. En las plantas superiores, la dirección neta del metabolismo de los aminoácidos se halla también generalmente desplazada más hacia la síntesis que hacia la degradación oxidativa, ya que las plantas tienden a crecer de modo continuo.

En este tema no es necesario la descripción de la degradación oxidativa en los vertebrados de los 20 aminoácidos sillares, hasta acetil-CoA, pero sí dominar como se efectúa los procesos de desaminación oxidativa y transaminación de los aminoácidos centrales del metabolismo (Glu, Gln, Asp, Asn, Pro, Ala, Gly y Cys), los cuales pueden ser combustible del ciclo de los ácidos tricarbóxicos y precursores del piruvato y otros de la glucosa. Consideraremos también la formación de los productos de desecho nitrogenados que se

originan a partir de los grupos amino de los aminoácidos, a saber, la urea, el amoníaco y el ácido úrico.

La complejidad de las sendas de síntesis y de degradación de los aminoácidos hace que éstas puedan parecer, al principio, de difícil consideración; sin embargo, en esta zona del metabolismo intermediario se hallan implicadas algunas relaciones bioquímicas del mayor interés. Es frecuente que los caminos de síntesis y degradación de los aminoácidos impliquen ciertas ramificaciones o extensiones que conducen a la formación de varias biomoléculas especializadas. Además, los propios aminoácidos sirven como precursores de otras biomoléculas dotadas de funciones específicas. En los entornos inanimados, las formas biológicas de nitrógeno disponibles son relativamente escasas. Por ese motivo, la mayoría de los organismos vivos tienden a tener una estricta economía en el empleo metabólico de las formas reducidas de nitrógeno. Con frecuencia, se produce una «recuperación» de grupos amino o intermediarios nitrogenados. Que son de nuevo utilizados para las síntesis de aminoácidos. Veremos también que la biosíntesis de la mayoría de los aminoácidos funciona bajo un recio control («feed báck»), gracias a la intervención de enzimas reguladores. Además, la biosíntesis de los enzimas que catalizan la formación de los aminoácidos se hallan también sometidas a regulación; sus síntesis están a menudo reprimidas si la célula dispone de un amplio suministro de aminoácidos de origen exógeno.

En esta última parte de este encuentro trataremos de las bases bioquímicas de algunas de las cuestiones más fundamentales y centrales que presentan la continuidad genética y la evolución de los organismos vivos:

¿Cuál es la naturaleza molecular del material genético y de sus componentes funcionales, que nos permitirá conocer en el estudio de la genética como funcionan los cromosomas, los genes, los codones y las unidades mutagénicas?

¿Cómo se replica con tanta fidelidad la información genética? ¿Cómo se transcribe y se traduce, finalmente, a la secuencia aminoácidas de las moléculas proteicas, y por ende, a las estructuras tridimensionales características de las células? ¿Cómo desarrollaron los organismos vivos su capacidad de autorreplicación, y en realidad, cómo surgió por vez primera la vida?

Los extraordinarios avances del conocimiento sobre las bases moleculares de la genética han significado una revolución en biología que muchos comparan con la iniciada por la teoría de Darwin sobre el origen de las especies. Todos los campos de la biología han sido profundamente influenciados por estos desarrollos, que han aportado vigor y penetrantes conocimientos de la mayoría de los problemas fundamentales de la estructura y función celulares, y han conducido a un más amplio y extenso armazón conceptual de la ciencia bioquímica. En la actualidad hay que decir, literalmente, que no se puede estudiar problema bioquímico alguno aisladamente de su contexto genético. Por otra parte, estos conceptos han aumentado enormemente la potencialidad del enfoque molecular de la biología animando a los biólogos a sondear con más confianza complejos problemas biológicos tales como la diferenciación celular, la morfogénesis, la inmunidad y muchos otros, que hasta hace poco tiempo fueron considerados inabordables por la bioquímica, a no ser de un modo superficial. Vamos a examinar brevemente los conocimientos científicos e intelectuales que han conducido a esta nueva era de la bioquímica, como parte indispensable de su preparación político ideológica para el enfoque de los avances de la ciencia y la tecnología, ya que el conocimiento actual de la base molecular de la genética surgió como consecuencia de los avances teóricos y experimentales realizados en tres distintos campos científicos en un contexto socio - político capitalista que aumenta el foso de desigualdad con el Tercer Mundo y entre las clases

Orientación del estudio

Se debe partir de un análisis histórico del descubrimiento del ADN como material genético, finalizando con la estructura y composición química de esta importante molécula expuesta por

el modelo propuesto por J. Watson y F. Crick., para ello puede utilizar además del texto (págs. 214 – 221 y la 226), el software “Biogen”, donde se hace un estudio detallado y ordenado de esta molécula y los procesos de flujo de la información genética: replicación transcripción y traducción los cuales serán analizados posteriormente.

Otro aspecto a estudiar sería la composición química y estructura del ARN, donde debe hacer un trabajo comparativo entre los distintos tipos (ribosomal, mensajero y de transferencia)

Una vez concluido podrá comparar los ARN con el ADN en cuanto a:

Composición química, conformación espacial y función.

Posteriormente pasará al estudio de los procesos de flujo de la información genética anteriormente mencionados, de ellos hará una caracterización de cada uno de ellos, con la particularidad de:

Lugar donde se ejecutan dichos procesos, principales enzimas que participan y factores catalizantes, precursores para la síntesis e importancia biológica. Págs. 221 – 233, pueden utilizar para profundizar el texto de Bioquímica de A. Lenhinger cap. 32 y 33 o el soft. “Biogen”.

Para definir el concepto de gen se partirá de los siguientes conceptos, donde podrá determinar las características esenciales y elaborará su propio concepto molecular de gen.

A partir de un estudio de la pág. 224 podrá definir el concepto de mutación y revisará los contenidos sobre este aspecto en el cap. 32 del texto de A. Lenhinger y determinará los diferentes tipos que se pueden experimentar en el ADN.

La segunda parte de este encuentro está relacionada con el estudio del metabolismo de las proteínas y sus productos los aminoácidos, como otros compuestos nitrogenados de importancia para la vida.

Se partirá del análisis de los enzimas que intervienen en la hidrólisis de estas biomoléculas, denominadas enzimas proteolíticas y el resultado de su hidrólisis, es de obligada consulta, la tabla 17 donde se encuentran los 20 aminoácidos presentes en las proteínas y su clasificación según su efecto para poder comprender el metabolismo de estos importante precursores del metabolismo.

En los procesos catabólicos de los aminoácidos se estudiará la desaminación oxidativa y la transaminación, este último proceso con carácter anfibólico, ambos procesos se caracterizarán según algoritmo de trabajo. Pág. 239.

- Localización intracelular del proceso.
- Sustrato inicial y producto final.
- Rendimiento energético.
- Si necesita cofactor.
- Importancia biológica.

Usted deberá hacer una panorámica de la caracterización del ciclo de la urea, atendiendo a los pasos algorítmicos propuestos y a otros aspectos que considere de importancia metabólica.

Con respecto al estudio de los procesos anabólicos se hará énfasis en el análisis de los procesos de biosíntesis de ácido glutámico (Glu), ácido aspártico (Asp) y la alanina (Ala), como aminoácidos centrales del metabolismo, los cuales constituyen precursores de numerosas sustancias y de otros aminoácidos. Se debe partir de un modelo a partir del cual, permita la comprensión de la importancia de los aminoácidos como sustancias precursoras en la célula, puede consultar Cap. 25 de A. Lenhinger.

Por último se hará un estudio de los mecanismos de fijación del nitrógeno, donde se debe hacer un análisis de la conexión de los procesos de nitrificación y de fijación de nitrógeno y cómo estos son utilizados para la síntesis de aminoácidos en los vegetales. Pág. 256 y cap. 25 de A. Lenhinger.

Ejercicios propuestos para la autopreparación.

1. Se resolverán los ejercicios del texto pertenecientes al capítulo de metabolismo de compuestos nitrogenados número: 6, 7, 8, 9, 10, 15, 18.

2. a partir del siguiente segmento de ADN diga:
- Longitud de la cadena.
 - Número de puentes de hidrógeno.
 - Número de vueltas de la espiral que se forma.
 - Posible segmento polipeptídico que se codificará.
 - Si ocurre una mutación por sustitución en la base 12 por **A**, se afectaría la información. Explique.

5' ATGTTTTCTCTTACCCGGGGTGGGTTGAA 3'
3' TACAAAAGAGAGAATGGGCCCCACCCAATT 5'

Anexo: 10 Prueba pedagógica aplicada a los estudiantes del curso tradicional y al curso propuesto

Usted contestará las preguntas a las cuales se le indica en la tabla si es estudiante de las asignaturas: Q - Química Orgánica, B – Bioquímica y G - Genética

1. Llene los espacios en blanco:

Q	B	G
---	---	---

- Todas las biomoléculas orgánicas derivan de los precursores sencillos como, los _____ que son los sillares estructurales de las proteínas, los _____ de los carbohidratos, los _____ de los ácidos nucleicos y de los _____ que son de la mayoría de los lípidos complejos.
- Los nucleósidos del ARN están constituidos por una azúcar del tipo _____ y cuatro bases nitrogenadas diferentes llamadas _____, _____, _____ y _____.
- El ADN está formado por una doble cadena en hélice las cuales se unen por puentes de hidrógeno que se establecen entre las bases nitrogenadas, existiendo dos puentes entre _____ y _____ y tres puentes entre _____ y _____.

3. Seleccione las respuestas correctas.

	B	G
--	---	---

- La biosíntesis de proteínas es un procesos altamente costoso en energía y recursos, en el inicio de este se necesita:
 - o Aminoacil- ARNt,
 - o ARNm.
 - o GTP
 - o Enzima Translocasa
 - o Subunidades inactivas del ribosoma
 - o Carbohidratos.
 - o Factores de prolongación EF-Tu.
 - o Factores de IF1, IF2 y IF3.

- La estructura corresponde a un:

Q	B	G
---	---	---

- o Nucleótido 5' - trifosfato.
- o Nucleótido
- o Ribonucleótido.
- La pentosa es una: _____ β – D ribosa, _____ ribulosa, _____ β – desoxi – D – ribosa.
- La base nitrogenada es un derivado de: _____ purina, _____ piridina, _____ pirimidina.
- El fosfoanhidrido se establece entre el grupo fosfato α y: _____ el grupo OH- 5' del azúcar, _____ el grupo fosfato β.

- en la secuencia del ADN se muestran varios errores señálos.

	B	G
--	---	---

5'-A-T-C-G-A-T-G-G-G-C-T-T-U-A-A-A-A-C-3'

3'-T-A-C-C-T-A-G-C-C-G-A-T-A-A-T-T-T- G-5'

- El proceso mediante el cual fluye la información genética contenida en el ADN al ARN se denomina:

Q B G

- Replicación.
- Transcripción.
- Traducción.

4. Si x representa la cantidad de ADN de una molécula antes de entrar en el ciclo de división.

□ □ G

- ¿Cuánto ADN habrá en la célula durante, explique?
- - Profase mitótica, Telofase mitótica, Profase meiótica I, Telofase meiótica I, Metafase meiótica I y Telofase meiótica II.

Segunda parte

Responda el siguiente cuestionario con la mayor sinceridad posible, esto permitirá determinar aspectos sobre los cuales el profesor deberá trabajar para su mejor desarrollo profesional.

- Para que utiliza el Microsoft Word.
- Para que utiliza el Microsoft Excel.
- Para que utiliza el Microsoft Access.
- Para que utiliza el Microsoft Power Point.
- Para que utiliza el Microsoft FrontPage.
- Para que utiliza el Microsoft Word

El trabajo con INTERNET e INTRANET te es útil para:

- comunicación a través de la red.
- gestión de base de datos.
- Trabajo con la INTRANET
- Para videoconferencia
- La consulta de WWW como recursos tecnológicos
- Como recurso profesional y poderosa herramienta que permite dar la mayor accesibilidad de información
- difusión de un evento o producción científica

En qué te es útil el correo electrónico

- Es tu principal servicio de INTERNET,
- No ha sustituido tu forma tradicional de comunicación,
- Para comunicarte con revistas y otras publicaciones
- Para comunicarte con personales, anuncios publicitarios, etc.
- Tienes correo en Web.
- Cuenta con un "buzón electrónico" personal, simbolizado en una dirección de correo

¿Cómo aplica la informática tu profesor de Bioquímica? Explique concretamente

Se tubo en cuenta además los **test digitalizados**, que sirvieron para medir habilidades en el teclado e impresión entre otros aspectos.

Anexo 11.1

Encuesta para determinar el coeficiente de competencia de los especialistas.

Usted ha sido seleccionado como posible especialista para ser consultado respecto a la validez y grado de aplicación de un conjunto de acciones metodológicas que presumiblemente deben servirnos para aplicar la informática como medio de enseñanza y herramienta de trabajo desde lo académico, investigativo y laboral en el proceso de enseñanza – aprendizaje de los contenidos de la Biología Molecular de la carrera de Agronomía, en la provincia de Sancti- Spiritus, Cuba.

Necesitamos antes de la consulta, conocer su coeficiente de competencia en este tema, a los efectos de reforzar la validez de resultado de la consulta que se realizará. Por lo que se espera que responda las siguientes preguntas de la forma más objetiva posible.

1. Marque con una (x), en la tabla siguiente el valor que se corresponde con el grado de conocimientos que usted posee sobre el tema informatización de las asignaturas y su utilización como medio de enseñanza y herramienta de trabajo desde lo académico, investigativo y laboral. (la escala que le presentamos es ascendente, su conocimiento sobre el tema referido va creciendo desde el 0 hasta el 10).

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

2. Realice una evaluación del grado de influencia que cada una de los aspectos, acciones y fuentes que le presentamos a continuación, ha tenido en su conocimiento y el criterios sobre la determinación de indicadores para evaluar el impacto de la computación como medio de enseñanza y herramienta de trabajo desde lo académico, investigativo y laboral en la formación una concepción molecular de la herencia y la formación informática del estudiante desde el proceso de enseñanza - aprendizaje de los contenidos de Biología Molecular. Para ello, marque con una (x), según corresponda, en A (alto), M (medio) o B (bajo).

FUENTES DE ARGUMENTACION	GRADO DE INFLUENCIA DE CADA UNA DE LAS FUENTES		
	A (alto)	M (medio)	B (bajo)
Análisis teórico realizado por usted sobre el tema.			
Su experiencia obtenida con la aplicación de la Tecnologías de la Información y las Comunicaciones en el proceso de Enseñanza aprendizaje.			
Trabajos de autores nacionales que ha consultado.			
Trabajos de autores extranjeros que ha consultado.			
Su propio conocimiento del estado del problema en el extranjero.			
Su intuición.			

Coeficiente de competencia Kc.

Kc	0.25	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1
Especialista		8			8	4	8	4	

Coeficiente de argumentación Ka.

Ka	0.8	0.9	1
Especialistas	12	12	8

Coeficiente K

$$K = \frac{kc + ka}{2}$$

K	0.25/0.2	0.30/0.3	0.40/0.4	0.50/0.5	0.60/0.6	0.70/0.7	0.80/0.8	0.90/99	1	Total
	9	9	9	9	9	9	9			
Esp.		4			4	2	10	8		28

ANEXO 11.2

Encuesta de especialistas

Nombre: _____.

Centro: _____.

Objetivo de la encuesta:

1. Validar los indicadores de la calidad y la eficiencia del proceso de enseñanza aprendizaje de los contenidos de Biología Molecular en las asignatura Bioquímica y Genética que se imparte dentro del ciclo de la disciplinas Química y Biología en la carrera Agronomía utilizando la informática como medio de enseñanza y herramienta de trabajo
- La sistematización de los contenidos que constituyen los núcleos básicos del contenido analizado, contribución a la formación del cuadro genético molecular del mundo vivo, la elevación del nivel teórico del conocimiento científico, la elevación del nivel de independencia cognoscitiva. Varios autores señalan como se indicó anteriormente distintos indicadores del nivel teórico del conocimiento científico. A partir de sus criterios, hemos tomado los siguientes:
 - Nivel de abstracción.
 - Nivel de generalización.
 - Nivel de concreción
3. La valoración de la metodología recomendada, y su contribución al cumplimiento de los indicadores de calidad y eficiencia desde los contenidos de la Biología Molecular

Marque con una (x) en la tabla siguiente los indicadores que presumiblemente deben servirnos para evaluar la formación de la concepción molecular de la herencia proceso de enseñanza aprendizaje asistido con la computación como medio de enseñanza y herramienta de trabajo desde lo académico, investigativo y laboral. Escriba a la derecha de cada uno 1 Imprescindible para medir la variable, 2 Muy útil para medir la variable, 3 útil para medir la variable, .4 Quizás podría servir para medir la variable, 5 No aporta nada a la medición de la variable.

Indicadores.	Marque con una X				
	1	2	3	4	5
a) Ordenar los núcleos básicos de la ciencia.					
b) Caracterizar modelos moleculares.					
c) Formación del cuadro molecular de la herencia.					
d) Establecer relaciones esenciales					
e) Relacionar con otros fenómenos de la ciencia.					
f) Aplicar a nuevos procesos y fenómenos.					
g) Contactos frecuentes e inmediatos entre alumnos – alumnos y alumnos – profesores.					
h) Utilizar métodos intelectuales de carácter teórico.					
i) Utilizar procedimientos organizativos.					
j) La utilización de medios y herramientas digitales para enfrentar soluciones.					
k) Resolver nuevos y complejos ejercicios.					
l) Utilización de nuevos procedimiento lógicos y técnicos.					
m) Desarrollo de adecuada concepción del mundo.					
n) Toma de decisiones por si solo.					

o) Ser emprendedor y espontáneo.					
p) Tener Iniciativa propia.					
q) Autodidacta.					
r) Claridad de objetivos.					
s) Precisión de pensamiento.					
t) Diestro en el manejo de los accesorios de la tecnología.					
u) Efectivo en el trabajo.					

¿Considera usted necesario incluir otros indicadores?

- Enumérelos a continuación. Justifique su respuesta.

Marque con una (x) en la tabla si la metodología propuesta contribuye con los siguientes parámetros para formación del cuadro genético molecular del mundo vivo y a la incorporación de la informática como medio de enseñanza y herramienta de trabajo. Escriba a la derecha de cada uno 1 a plenitud, 2 en gran medida, 3 con bastante frecuencia, 4 en determinados momentos, 5 No aporta.

Indicadores.	Marque con una X				
	1	2	3	4	5
1. Se aplica eficientemente la estrategia curricular de computación.					
2. Se aplica la computación como recurso didáctico.					
3. Contribuye a formar un modelo en el profesional de cómo utilizar la computación.					
3. Contribuye al enfoque productivo de la enseñanza de la Bioquímica y la Genética.					
4. Desarrolla habilidades en la interpretación y solución de problemas y ejercicios de Biología Molecular.					
5. Contribuye a la informatización de la asignatura donde se imparten los contenidos de Biología Molecular.					
6. Se aprovechan en los medios y herramientas digitales la mayoría de las posibilidades enseñados en computación.					
7. Es factible su aplicación en otras universidades.					
8. Es compatible la metodología y procedimientos para su aplicación en la Universalización.					

Anexo 11.3.

Entrevista a estudiante y profesores para diagnosticar el uso de la informática en el proceso de enseñanza – aprendizaje.

1. ¿Utilizan en sus diferentes clases medios como la televisión, el ordenador, y la prensa?
2. ¿Qué medios los profesores consideraban como imprescindibles para la realización de su actividad profesional?
3. ¿Qué tipo de códigos los docentes suelen utilizar para el desarrollo de su actividad profesional?
4. ¿Cómo han utilizado medios informáticos en su práctica laboral?
5. ¿Cómo es la disposición los medios informáticos en el centro?
6. ¿Cómo consideras los alumnos en cuanto al dominio integral de la tecnología y la capacidad para el análisis crítico y goce estético respecto a estos medios audiovisuales?

Anexo 12

Comportamiento estadístico de la aceptación de los indicadores por los especialistas

MATRIZ DE FRECUENCIA

Indicadores	Absoluta					Relativa Acumulada					TOTAL en cada cálculo
	C1	C2	C3	C4	C5	C1	C2	C3	C4	C5	
d1	22	1	1	1		0,09	0,01	0,01	0,03	0,00	25
f2	21	2	1	1		0,17	0,02	0,03	0,05	0,00	25
e3	20	2	2	1		0,24	0,03	0,05	0,08	0,00	25
i4	12	10	1	1	1	0,29	0,10	0,07	0,11	0,08	25
g5	19	4	1	1		0,36	0,13	0,08	0,13	0,08	25
a6	18	1	2	3	1	0,43	0,13	0,11	0,21	0,15	25
h7	10	1	10	3	1	0,47	0,14	0,24	0,29	0,23	25
j8	12	10	2	1		0,52	0,21	0,26	0,32	0,23	25
k9	15	7	1	1	1	0,58	0,25	0,28	0,34	0,31	25
m10	12	10	1	1	1	0,62	0,32	0,29	0,37	0,38	25
c11	10	5	5	4	1	0,66	0,35	0,36	0,47	0,46	25
l12	9	10	1	4	1	0,70	0,42	0,37	0,58	0,54	25
n13	19	12	4			0,77	0,50	0,42	0,58	0,54	25
o14	9	9	4	2	1	0,81	0,56	0,47	0,63	0,62	25
s15	9	9	4	2	1	0,84	0,62	0,53	0,68	0,69	25
t16	8	9	1	4	3	0,87	0,68	0,54	0,79	0,92	25
b17	7	13	4	1		0,90	0,77	0,59	0,82	0,92	25
u18	7	10	7	1		0,93	0,83	0,68	0,84	0,92	25
q19	7	12	5	1		0,95	0,91	0,75	0,87	0,92	25
p20	7	8	9	1		0,98	0,97	0,87	0,89	0,92	25
r21	5	5	10	4	1	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	25
TOTAL	258	150	76	38	13						

Comportamiento estadístico del grado de aceptación de los parámetros de la metodología.

MATRIZ DE FRECUENCIA

Parámetros	Absoluta					Relativa Acumulada					TOTAL en cada cálculo
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	
1	22	3				0,17	0,07	0,00	0,00	0,00	25
2	21	2	2			0,33	0,11	0,17	0,00	0,00	25
3	20	2	2	1		0,48	0,16	0,33	0,10	0,00	25
4	18	4	1	1		0,62	0,25	0,42	0,20	0,00	25
5	19	3	2	1		0,77	0,32	0,58	0,30	0,00	25
6	10	8	2	3	1	0,85	0,50	0,75	0,60	1,00	25
7	10	10	1	3		0,92	0,73	0,83	0,90	1,00	25
8	10	12	2	1		1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	25
TOTAL	120	32	10	9	1						

Anexo 13 Pruebas estadísticas inferenciales realizadas

13.1. Mann-Whitney Test, para la comparación vertical de los grupos del CRPT control y experimental

	AbsInc	AbsFin	GenIni	GenFin	ConIni	ConFin	IndIni	IndFna
Mann-Whitney U	98.000	15.000	104.500	15.000	100.000	15.000	98.500	28.500
Wilcoxon W	189.000	106.000	195.500	106.000	191.000	106.000	251.500	119.500
Z	-.579	-4.209	-.279	-4.242	-.499	-4.209	-.573	-3.624
Asymp. Sig. (2-tailed)	.563	.000	.780	.000	.617	.000	.567	.000
Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	.621	.000	.805	.000	.680	.000	.621	.000

13.2. Mann-Whitney Test para la comparación vertical los grupos del CRD control y experimental

	AbsInc	AbsFin	GenIni	GenFin	ConIni	ConFin	IndIni	IndFna
Mann-Whitney U	102.000	26.000	88.000	11.000	87.000	12.500	46.000	29.500
Wilcoxon W	157.000	279.000	341.000	264.000	340.000	265.500	299.000	282.500
Z	-.374	-3.615	-1.187	-4.498	-1.486	-4.285	-2.966	-3.471
Asymp. Sig. (2-tailed)	.708	.000	.235	.000	.137	.000	.003	.001
Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	.764	.000	.388	.000	.366	.000	.008	.001

13.3. Wilcoxon Signed Ranks Test, para la comparación horizontal del estado de los grupos del CRPT al inicio y al final

	ABSFIN - ABSINI	GENFIN - GENINI	CONFIN - CONINI	INDFIN - INDINI
Z	-2.535	-2.782	-3.504	-3.138
Asymp. Sig. (2-tailed)	.011	.005	.000	.002

Prueba de los signos

	ABSFIN - ABSINI	GENFIN - GENINI	CONFIN - CONINI	INDFIN - INDINI
Exact Sig. (2-tailed)	.008	.012	.000	.007

13.4. Wilcoxon Signed Ranks Test para la comparación horizontal del estado de los grupos del CRD al inicio y al final

	ABSFIN - ABSINI	GENFIN - GENINI	CONFIN - CONINI	INDFIN - INDINI
Z	-3.218	-2.804	-3.508	-3.508
Asymp. Sig. (2-tailed)	.001	.005	.000	.000

Prueba de los signos

	ABSFIN - ABSINI	GENFIN - GENINI	CONFIN - CONINI	INDFIN - INDINI
Exact Sig. (2-tailed)	.001	.006	.000	.000