

**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO  
FACULTAD DE FILOSOFÍA Y LETRAS.  
POSGRADO DE PEDAGOGÍA  
MAESTRÍA EN PEDAGOGÍA  
CAMPO: DOCENCIA UNIVERSITARIA**

**E-Portafolio docente Mendeliano  
Una alternativa para el aprendizaje con estudiantes del  
bachillerato universitario.**

Tesis que para obtener el grado de Maestra en Pedagogía  
presenta:

BIÓL. MIRIAM VIRGINIA MUÑOZ CRUZ.

**TUTOR: DR. ENRIQUE RUÍZ VELASCO – SANCHEZ**

Mayo 2006.



Universidad Nacional  
Autónoma de México



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

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

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

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

**A la memoria de:**

***Gloria Salazar, Vicente Muñoz y Gloria Elena Campos***

**A mi madre, por su infinito apoyo:**

***Natalia Cruz Vda. de Muñoz***

**A mi abuelo, por su sabiduría:**

***Bernardo Cruz Orozco***

**A mis hermanos, por ser como son:**

***Noé Jorge Muñoz Cruz y Gabriel Eduardo Muñoz Cruz***

**A mis hijos, con amor:**

***Marco Alejandro Campos Muñoz y Helena A. Campos Muñoz***

**Para todos mis alumnos, quienes me han motivado a superarme.**

## **Agradecimientos:**

La autora desea expresar su más humilde, enorme y sincero agradecimiento al Dr. Enrique Ruíz - Velasco Sánchez, por su generosidad en el ámbito académico y personal.

Mi más grande reconocimiento para el comité de académicos del Posgrado de Pedagogía que fungieron como jurado para evaluar esta tesis: Dra. Leticia Barba Martín, Dra. Leticia Moreno Osornio, Dra. Concepción Barrón Tirado y Dra. Patricia Mar Velasco, quienes gentilmente construyeron valiosas sugerencias y comentarios a una servidora para robustecer esta tesis y hacer crecer a ambas.

A todos mis profesores del Posgrado de Pedagogía y de la Licenciatura en Biología, por la formación que me proporcionaron.

De manera muy especial mi gratitud es manifiesta para las autoridades de la ENP por concederme la oportunidad de realizar mis estudios de posgrado, quienes me otorgaron una comisión para tal efecto.

A mis amigas: la M. en C. Adriana Morán Walch, la Biól. Marcela María Elena García Andrade y a la Dra. Ma. Elena Calderón, por su apoyo académico y personal desinteresado. Para mis compañeros: Maestro Leobardo Rosas, Maestra Julieta Valentina García Méndez y la Maestra Dulce María Gilbón, por compartir su caudal de conocimientos conmigo.

Gracias a la CUAED por las facilidades otorgadas y a mi hermano L. A. Noé Jorge Muñoz Cruz, por las traducciones de algunos de los textos.

Perdón por si omito a alguien.

## ÍNDICE

<b>RESUMEN</b> .....	7
<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	8
<b>CAPÍTULO I. PROBLEMÁTICA Y EJE DE DESARROLLO</b> .....	10
1.1 Categoría y características generales de la investigación.....	11
1.2 Situación general de la investigación y contexto de desarrollo.....	12
1.2.1 Problemática de la enseñanza - aprendizaje de la genética Mendeliana.....	12
1.3 Planteamiento del problema.....	14
1.4 Preguntas de investigación.....	15
1.5 Hipótesis.....	16
1.6 Objetivo.....	16
1.7 Fronteras de la investigación.....	16
1.8 Pertinencia e importancia.....	17
<b>CAPÍTULO II. CONSIDERACIONES TEÓRICAS Y DEFINICIÓN DE CONCEPTOS</b> .....	18
2.1 Estado del arte.....	18
2.2 La necesidad de tres dimensiones para el aprendizaje de la genética mendeliana.....	21
2.2.1 Dimensión didáctica de la genética mendeliana .....	22
2.2.1.1Algunos factores que intervienen en la comprensión del binomio profesor alumno.....	22
2.2.1.1.2 La comprensión.....	23
2.2.1.1.3 El vocabulario.....	24
2.2.1.1.4 Ideas Previas de la Genética Mendeliana.....	25
2.2.1.1.5 Intereses, valores, creencias, motivación y voluntad.....	27
2.2.1.2- Procesos cognitivos.....	28
2.2.1.2.1 Razonamiento lógico.....	28
2.2.1.2.2 Razonamiento genético.....	29
2.2.1.2.3 Cruzamiento Teórico.....	31

2.2.1.2.4 Cuadro de Punnet.....	31
2.2.1.2.5 conteo, Porcentajes y Proporciones.....	31
2.2.1.2.6 Probabilidad.....	33
2.2.1.2.7 Binomio de Newton.....	34
2.2.1.2.8 Solución de problemas.....	35
2.2.1.3.- Estructura conceptual.....	36
2.2.1.3.1 Elaboración de la estructura conceptual .....	37
2.2.2 Dimensión biológica de la genética Mendeliana.....	40
2.2.2.1 Breve historia de Mendel.....	40
2.2.2.2 Experimentos de Mendel.....	42
2.2.2.3 Algunos supuestos de la Genética Mendeliana.....	43
2.2.2.4 Técnica de hibridación o fertilización.....	44
2.2.2.5 Leyes de Mendel.....	44
2.2.2.5.1 Primera Ley de Mendel.....	46
2.2.2.5.2 Segunda Ley de Mendel.....	48
2.2.3 Dimensión tecnológica de la genética Mendeliana.....	50
2.2.3.1 Teoría General de Sistemas.....	50
2.2.3.2 Teoría del procesamiento de la información.....	53
2.2.3.3 Teoría de la flexibilidad cognitiva.....	53
2.2.3.4 Hipertexto.....	54
2.2.3.4.1 Breve historia del hipertexto.....	54
2.2.3.4.2 Definición de hipertexto.....	56
2.2.3.4.3 Características del hipertexto.....	56
2.2.3.4.4 Estructura del hipertexto.....	59
2.2.3.4.5 Ventajas y desventajas del uso de hipertextos...62	

### **CAPÍTULO III. EL MODELO PEDAGÓGICO PROPUESTO Y EL PROTOTIPO DEL PORTAFOLIO.....65**

3.1 Modelo Pedagógico.....	65
3.1.1 Población meta.....	66
3.1.2 Elección del tema.....	67
3.1.4 Estructuras conceptuales.....	78
3.1.5 Consulta con los expertos.....	78
3.1.6 Integración de las tres dimensiones.....	78
3.2 Diseño del e –portafolio.....	79
3.2.1 Requisitos mínimos o habilidades básicas del usuario.....	79
3.2.2 Aspectos propios del diseño de la interfase.....	81
3.2.3 Algunas características didácticas de la aplicación (e-portafolio).....	82
3.2.4 Manual del programa.....	82

### **CAPÍTULO IV. EXPERIMENTACIÓN.....86**

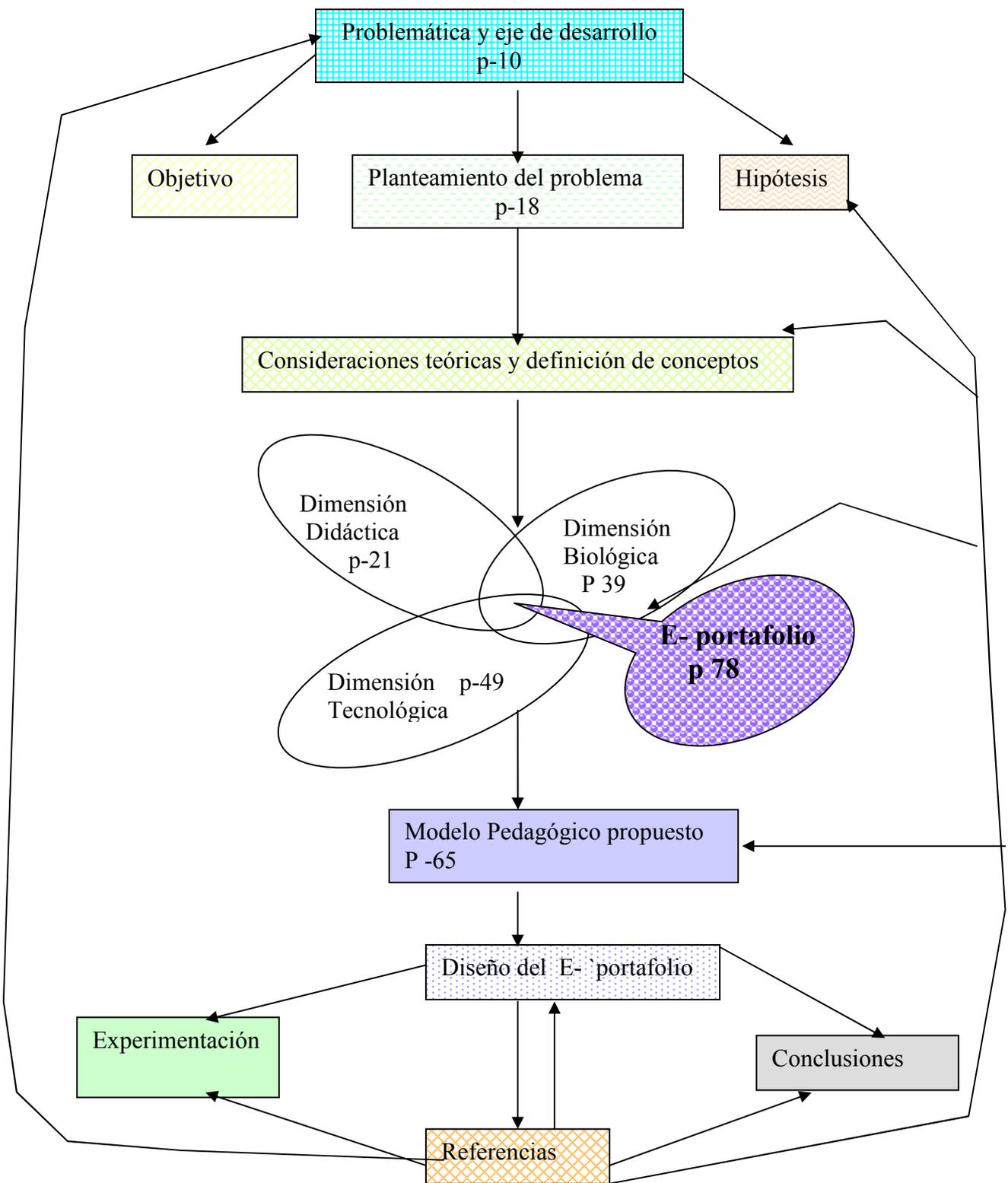
4.1 Análisis de resultados.....	86
---------------------------------	----

4.1.1 La estructura y funcionamiento de los hipertextos.....	86
4.1.2 Comentarios sobre los sitios de Internet y su viabilidad para ser utilizados por los profesores.....	88
4.2 Elaboración de estructuras conceptuales.....	89
4.2.1 Las estructuras conceptuales y el diseño de entornos virtuales.....	95
4.3 La didáctica de la disciplina.....	98
<b>CONCLUSIONES Y VÍAS DE DESARROLLO.....</b>	<b>100</b>
<b>REFERENCIAS.....</b>	<b>104</b>
Bibliografía.....	104
Manuscritos.....	105
Hemerografía.....	106
Webgrafía.....	107
<b>ANEXOS.....</b>	<b>110</b>
Anexo 1 Investigación educativa “Comunicación participativa”.....	110
Anexo 2 Matriz de la elección del tema.....	120

## RESUMEN

Este trabajo muestra una alternativa para la enseñanza de la genética mendeliana con estudiantes del bachillerato universitario. Se seleccionó este tema por su importancia en el campo de la biología y dentro de los programas para bachillerato. Además, porque representa una primera aproximación a un tema indispensable del área químico biológica y del escenario contemporáneo. También porque es un tema confuso, reportado en distintas partes como difícil para los que enseñan y para los que aprenden. Requiere del estudiante que: desarrolle un pensamiento multinivel, comprenda un vocabulario mínimo, trabaje con las ideas previas, adquiera una cierta formación matemática y tiene la limitación de que los estudiantes de bachillerato se encuentran en el paso de las etapas concretas a las formales. Por ello, esta es una oportunidad para comprender más acerca de, cómo la genética mendeliana puede y debe ser abordada. Se propone el uso del e-portafolio o portafolio electrónico, una carpeta que contenga documentos, materiales, ejercicios que deben ser previamente seleccionados por el profesor a fin de apoyar el aprendizaje de sus estudiantes. Y que den cuenta del crecimiento académico del profesor.

Una diferencia de este trabajo con otros que le anteceden o son contemporáneos de él, es que se emplean tres dimensiones para elaborar el e – portafolios: la didáctica, la disciplinaria y la de hipertexto. Dentro de la didáctica se propone el uso de estructuras conceptuales como una herramienta para representar gráficamente un contenido y estructurarlo mejor. Desde la dimensión disciplinaria debe respetarse la naturaleza del contenido, como coexisten los conceptos, de un determinado contenido, con interpretaciones de ellos, que damos por hecho, sin preguntar su origen o sus implicaciones. A su vez estas dos dimensiones se amalgaman con la del hipertexto, que ofrece la posibilidad de representaciones múltiples acordes con la variedad de estilos de aprendizaje de los estudiantes, al ofrecer una lectura multidimensional. De la interacción de las tres dimensiones se asume que el e-portafolio puede potenciar o sinergizar el aprendizaje de la genética mendeliana para los estudiantes de bachillerato universitario.



## INTRODUCCIÓN

En cualquier sistema educativo, pero particularmente en el bachillerato universitario, es común que los docentes se enfrenten a temas que son medulares para la comprensión de algún aspecto de su disciplina. Aquí se analiza la genética mendeliana, un tema biológico importante, porque va a servir de fundamento a otros temas, además de que muestra una forma de pensamiento biológico. Sin embargo, a pesar de la importancia de este tema, existen dificultades de distinta índole, para abordarlo exitosamente con nuestros estudiantes. Puede parecernos en ciertos momentos que si responden “correctamente” a los problemas de genética, ya aprendieron, sin considerar que lo que a veces sucede es que se aprenden el algoritmo sin conectarlo mentalmente con la genética mendeliana

Surge aquí la interrogante: ¿cómo podemos los docentes apoyar a los estudiantes para que su aprendizaje sea óptimo?, ¿qué consideraciones teórico metodológicas deberíamos considerar para tal propósito?, ¿cuál es la problemática que debemos atender?. En ese sentido, esta tesis intenta responder, como se verá más adelante, parte de estas interrogantes. Inclusive llegar a una propuesta, que proviene de la tecnología, de modelo pedagógico alternativo a la enseñanza cotidiana de nuestras aulas.

## CAPÍTULO I. PROBLEMÁTICA Y EJE DE DESARROLLO

### 1.1 Categoría y características generales de la investigación.

Con base en su experiencia, en lo que cotidianamente se vive en el aula, la mayoría de los profesores en el nivel de bachillerato universitario tienen la posibilidad de generar intuitiva o concientemente opiniones valiosas en el campo educativo, las cuales generalmente provienen de su formación disciplinaria; por ejemplo: acerca de cómo mostrar un cierto contenido a sus estudiantes.

Sin embargo, lo anterior es insuficiente si se considera que en ciertas circunstancias, dentro de nuestro campo de conocimiento, hay temas que por su complejidad e importancia obligan no sólo a conocer nuestra disciplina, sino a establecer la mejor manera en que ésta puede y debe ser mostrada a los estudiantes, entonces se deben tomar decisiones informadas, desde una perspectiva más amplia, como la didáctica de la disciplina. Por lo que se hace indispensable generar evidencia o información para aclarar sobre cuales opiniones son las más adecuadas con relación a un tema y la manera en que este debe o podría ser abordado<sup>1</sup>.

Este trabajo cuestiona la forma en que tradicionalmente se ha venido enseñando la genética mendeliana<sup>2</sup>, en el nivel del bachillerato universitario, a fin de mostrar diversos aspectos que probablemente deberían ser considerados en un proceso de enseñanza - aprendizaje eficiente.

---

<sup>1</sup> Norman y Frankel 1991 señalan que una de las metas en el campo educativo es proporcionar evidencia para que las personas aclaren que opiniones con respecto a ese campo son correctas.

<sup>2</sup> La genética mendeliana se debe a Gregor Mendel, se refiere a la forma en que es transmitida la herencia de los progenitores a los hijos. Actualmente sus leyes reciben el nombre de modelo de dominancia simple. Este modelo parte de que Mendel se dio cuenta que los rasgos hereditarios estaban gobernados por dos factores, uno que se manifiesta o expresa y se le nombra dominante, mientras que el carácter que no es evidente o no aparece en la generación siguiente es el recesivo. Razonó que cada célula reproductora o gameto tenía un solo factor, de modo que cada nuevo individuo ahora tenía dos factores uno que proviene de la célula masculina y el otro de la femenina, el óvulo, lo cual produciría una descendencia con los dos factores, y como se verá más adelante con tres posibles fenotipos. Cfr. González *et al.* 1996. Didáctica de las Leyes de Mendel. UNED. Madrid, España. p. 55.

Por otra parte, es necesario puntualizar que la presente tesis quedaría inmersa dentro de lo que Knobel y Lankshear (2003) llaman: “investigación de biblioteca” o “investigación teórico - conceptual”. Estos autores dicen que la investigación de biblioteca: “...emplea textos existentes como evidencia documental” y el contenido de sus textos como “su base principal”.<sup>3</sup>

Desde esta perspectiva teórica, esta investigación pretende recolectar, organizar y analizar información de distintos textos dentro del ámbito biológico, con relación al tema de la genética mendeliana; bajo el paradigma tecnológico del hipertexto; y desde la didáctica, mediante el enfoque del constructivismo y las estructuras conceptuales, para hacer una propuesta informada que, desde la perspectiva del hipertexto, sea alternativa a la manera de enseñar-aprender tradicional de la genética mendeliana.

#### 1.1.1 Elección del tema

Para escoger el tema se partió del programa de la materia de Biología IV de la ENP de la UNAM, porque en el 2002 se realizó una encuesta a 400 estudiantes del turno matutino, que respondieron, entre otras preguntas, a: “los temas que me causaron más confusión son...”; Ciento treinta y tres de los entrevistados respondieron que la Genética Mendeliana fue el tema que más confusión les causó, siendo el de mayor respuesta. Dicha información se contrastó con el núcleo de conocimientos y formación para el bachillerato de la UNAM (2001), con una tabla de especificaciones que se realizó para el extraordinario de esa materia (Aristeo, et al. 2003) y con la página de las ideas previas del CCADET (Centro de Ciencias Aplicadas y Desarrollo Tecnológico), este apartado puede verse con mayor detalle en la sección de metodología. (Ver la matriz y el documento que aparecen en los anexos). Así fue como se escogió este tema el cual fue importante no únicamente desde la institución.

---

<sup>3</sup>

Knobel M. y Lankshear C. 2003. Maneras de saber: tres enfoques para la investigación educativa. UPN151. p.92

## 1.2 Situación general de la investigación y contexto de desarrollo

En este apartado se comentan, dos aspectos que se requieren para ubicarnos en este trabajo de investigación, porqué es problemático el tema de la genética mendeliana, desde la mirada de los distintos autores consultados; y porqué son necesarias tres dimensiones para el aprendizaje de la genética mendeliana.

### 1.2.1 Problemática de la enseñanza - aprendizaje de la genética mendeliana

La mayoría de los trabajos consultados comprenden el aspecto disciplinario, o el didáctico - disciplinario, pero sólo en contadas circunstancias abarcan también el aspecto tecnológico, ello se debe a la complejidad del tema. Por ejemplo: "Los investigadores han encontrado que la genética permanece conceptual y lingüísticamente difícil de enseñar y aprender; por lo que es *difícil de aprender* por los alumnos, y *difícil de enseñar* por los profesores"<sup>5</sup>, esto parece simple, pero tiene distintas implicaciones: por una parte, como se comentó anteriormente la estructura de contenido de la genética mendeliana es compleja, requiere de comprender vocabulario y es problemática la cantidad de contenido que debe entender el estudiante. Asimismo, participan en esta problemática: las ideas previas, la formación matemática y el paso de las operaciones concretas a las formales de los estudiantes.

Con respecto a la estructura de contenido, los estudiantes deben desarrollar un *pensamiento multinivel*, esto es: imaginar o pensar que comúnmente un organismo, que es lo que es más visible a un estudiante, está en el nivel macro; las células, cromosomas o ADN están en el micro o submicro, por lo que requiere de aparatos como los microscopios u otros para lograr observarlos o inferir su presencia; mientras que los genotipos se ubicarían en el nivel simbólico<sup>6</sup>, es decir serían accesibles solo mediante abstracciones.

---

<sup>5</sup> Cfr. Bahar, Jonhston y Hansel, 1999 en: Chi Yan T. y D. Treagust. "Motivational aspects of learning genetics with interactive multimedia". The American Biology Teacher, Vol 66, No.4 April. 2004

<sup>6</sup> Collins, Angelo y James Stewart. 1989 "The Knowledge structure of Mendelian Genetics". The American Biology Teacher. Vol 51, No3, March. Pages: 143-149.

En la estructura de contenido, los estudiantes deben apropiarse de ciertos términos de la genética mendeliana, pero parte del problema se produce porque desconocen el significado de los términos: genotipo, fenotipo, alelo, etc., sin embargo, éste es el *vocabulario* mínimo requerido para comprender el tema<sup>7</sup>.

Cabe mencionar que otro problema se produce porque las *ideas previas* de los estudiantes pueden interferir con el proceso de adquisición de conocimiento<sup>8</sup>. Por ejemplo, se parte de la metáfora de “información genética” para referirse a la secuencia de químicos que en el genotipo conduce al desarrollo en el fenotipo. Y también porque hay una estructura teórica ingenua que deriva del entendimiento cotidiano de la herencia material, de bienes y propiedades, que difiere sustancialmente del modelo científico, e impide desarrollar un entendimiento de este último.

También en los problemas propuestos por dichos libros se emplea un *enfoque* de mostrar las reglas y modelos de Genética Mendeliana, en vez de procesos, mecanismos e implicaciones para la enseñanza que serían más útiles a los profesores y a los alumnos. La complejidad de los problemas también varía y en algunos casos los estudiantes carecen de una *formación matemática* que les permita representarse o resolver problemas de esta forma<sup>9</sup>.

González *et al.* (1996) mencionan que los bachilleres, se encuentran en el *paso de la etapa concreta a la formal*, donde los razonamientos que aplican para solucionar problemas de genética dependen de experiencias concretas, pueden resolver los problemas si tienen una representación real, mientras que si están planteados solo de forma verbal les resultan difíciles de entender.

---

<sup>7</sup> El vocabulario técnico es usado para transmitir conocimiento específico de un campo, conocer el vocabulario permite comprenderlo. En: Bernice y Mueller. 1987. A guide for teaching study skills and motivation, p 64-65.

<sup>8</sup> las ideas previas son parte de los marcos ingenuos o explicaciones que poseen los estudiantes acerca de un tema . Cfr.<http://ideasprevias.cinstrum.unam.mx>

<sup>9</sup> Ayuso, Banet y Abellán 1996. Introducción a la genética en la enseñanza secundaria y el bachillerato.. p -128.

### 1.3 Planteamiento del problema

Esta tesis se dedica fundamentalmente a la búsqueda de una alternativa en el aprendizaje de la genética mendeliana, que es un tema confuso para los estudiantes del bachillerato, porque requiere de que ellos entiendan una estructura conceptual compleja (la de la genética mendeliana), de pensamiento multinivel (moverse entre los procesos que ocurren a nivel macroscópico, microscópico, submicroscópico y simbólico), donde tengan una cierta formación matemática (que sepan hacer porcentajes, proporciones, el binomio de Newton), sean capaces de manejar un vocabulario mínimo (alelo, rasgo, carácter, entre otros), además de que algunos de los estudiantes se encuentran en la transición de las operaciones concretas a las formales.

Este tema se seleccionó por su importancia biológica, en los programas del bachillerato universitario (ver matriz en los anexos); además, porque representa una primera aproximación a un tema indispensable, no sólo dentro del área químico - biológica, donde su comprensión es básica para entender otros temas de mayor complejidad como: la Genética no Mendeliana, Ley de Hardy Wienber, genética molecular y ADN recombinante, entre otros<sup>10</sup>, sino dentro del escenario contemporáneo.

Al revisar la literatura, puede constatarse que durante los últimos veinticinco años, se ha realizado un esfuerzo importante, en distintas partes del mundo, para apoyar su enseñanza - aprendizaje. Porque se trata de un tema reportado como "*difícil de aprender* por los alumnos, y *difícil de enseñar* por los profesores<sup>11</sup>, ésta es una oportunidad para comprender la manera en que puede y debe ser abordado, lo que lo hace didácticamente atractivo, porque requiere un esfuerzo mayor por parte de ambos actores. Para ello se propone el uso de un portafolio o carpeta electrónica, que incluye varios documentos seleccionados con el fin de hacer más eficiente el aprendizaje de la Genética Mendeliana con los estudiantes del Bachillerato universitario.

<sup>10</sup> Thomas Alison. Book review, Introducing genetics: from Mendel to Molecule, in: Heredity Vol. 92, Issue3, March 2004. Page- 271.

<sup>11</sup> Chi Yan T. y D. Treagust. "Motivational aspects of learning genetics with interactive multimedia". The American Biology Teacher, Vol 66, No.4 April. 2004.

La diferencia de este trabajo con otros que le anteceden o que son contemporáneos es: que en la elaboración del programa de cómputo (e-portafolio) se consideran tres dimensiones: una didáctica, otra disciplinaria y una tecnológica, la del hipertexto. La dimensión didáctica comprende el uso de las estructuras conceptuales (García 2005) y algunos elementos básicos que favorecen el aprendizaje de un contenido. En la dimensión disciplinaria, se respeta la naturaleza de la biología, de la genética mendeliana; para, a su vez, amalgamar estas dos dimensiones con una tercera, la del hipertexto. De esa compleja interacción de dimensiones se asume que dicha tecnología puede potenciar o sinergizar el efecto del aprendizaje. Ahí estaría la diferencia con respecto a otros trabajos, se carece de un trabajo que incluya a las tres dimensiones, y son comunes los trabajos donde el énfasis está puesto únicamente en la tecnología sin respetar el contenido, o en el contenido, sin tomar en cuenta la didáctica o la disciplina. O en la disciplina, olvidando a la didáctica o la tecnología<sup>12</sup>.

#### 1.4 Preguntas de investigación.

Desde la revisión de la teoría, ¿Podría un e-portafolio docente de genética mendeliana apoyar a los profesores para que sus estudiantes de nivel bachillerato mejoren su aprendizaje?

¿Cómo debe ser elaborado o que elementos debería tomar en cuenta desde la disciplina, la didáctica y la tecnología para favorecer el aprendizaje de la genética mendeliana?

O ¿cómo construir una aplicación para lograr un aprendizaje significativo de la genética mendeliana?

---

<sup>12</sup> En ese sentido, Chi y Treagust (2004) comentan el incremento del uso de la tecnología para complementar la enseñanza de la biología, dada la posibilidad que tienen los estudiantes de bachillerato de realizar representaciones múltiples: visuales, verbales, textuales, matemáticas y observaciones de la vida real, lo cual es de suma importancia, si se considera que dentro de nuestras aulas hay una gran variedad de estilos de aprendizaje de cada uno.

#### 1.5 Hipótesis:

El e – portafolio mendeliano docente, por sus características de: interactividad, multilinealidad, flexibilidad, motivación extrínseca, semiosis infinita, entre otras, permitirá a los estudiantes de bachillerato un aprendizaje eficiente de la genética mendeliana

#### 1.6 Objetivo:

Elaborar un e - portafolio docente para ayudar al aprendizaje de la genética mendeliana con alumnos de preparatoria.

#### 1.7 Fronteras de la investigación

Se recopilará información para las tres dimensiones a través de la red de las bibliotecas, centros e institutos de investigación de la UNAM, o fuera de ella; asimismo, se consultarán libros y revistas especializadas en enseñanza de las ciencias y de la biología, específicamente los relativos a la genética mendeliana, y los que están relacionados con el hipertexto, a fin de establecer un marco teórico que respalde la propuesta que derive de su posterior análisis.

En la red de internet se emplearán distintos programas buscadores como; Yahoo, Altavista, Goggle, Lycos, Doggpile, entre otros. Y mediante palabras clave y operadores booleanos se obtendrá información de las páginas web de algunas universidades u otros centros de investigación nacionales y extranjeros.

En cada una de las dimensiones se harán consultas a los expertos, con la intención de clarificar e ir depurando la información, así como para establecer los puntos sustantivos que permitan optimizar el aprendizaje del tema de estudio.

Se buscará la manera de diseñar una aplicación educativa, basada en hipertexto, y se consultará en la literatura que programa de cómputo sería útil para tal fin, así como tomar en cuenta aspectos relevantes para su diseño.

## 1.8 Pertinencia e importancia

Este estudio es necesario partiendo del hecho de que la práctica docente cotidiana es perfectible y debe ser transformada en una actividad más fructífera, consciente, eficiente, que potencie todas las capacidades de los estudiantes y haga crecer académicamente a los profesores.

Lo que se haga por mejorar el aprendizaje de los estudiantes del bachillerato universitario, redundará en beneficio de la institución, porque es el “semillero” de los nuevos profesionistas. Aquí están esperando a acabar de formarse: los futuros científicos, tomadores de decisión, humanistas y ciudadanos. Desde aquí se está perfilando la sociedad venidera.

Por otra parte, los temas complejos de cualquier disciplina, representan en sí mismos un reto para ser enseñados o aprendidos, son una “veta” para hacer investigación, porque nos permiten ir nuevamente a la disciplina y revisarla desde otras lentes, como las de la didáctica, que puede cuestionarla ampliamente; pero no sólo eso, nos lleva a la reflexión y nos abre nuevas preguntas, nos orienta hacia visiones novedosas, nos obliga probablemente a reconceptualizar lo ya establecido.

## **CAPÍTULO II. CONSIDERACIONES TEÓRICAS Y DEFINICIÓN DE CONCEPTOS**

### 2.1 Estado del arte

Para abordar el tema se realizó una búsqueda de información, misma que se detallará en el capítulo de Metodología. De los textos encontrados, muchos abordan únicamente el aspecto disciplinario, como la mayoría de los libros de texto que pueden ser consultados para el nivel bachillerato o licenciatura, sin que se considere en ellos el aspecto didáctico o tecnológico, o si lo incluyen sólo lo hacen de manera superficial, o distinta de la que se pretende aquí.

Otros materiales abarcan por ejemplo, el aspecto didáctico de la genética en general, o de varios modelos de herencia, donde la genética mendeliana es uno más de ellos, el de dominancia simple; como los trabajos de Lewis, 2004 y Ayuso, Bannet y Abellán, 1996. Pocos textos consultados se dedican específicamente al estudio de la didáctica de la Genética Mendeliana como tal, a continuación se comentan.

El libro de González, et al. 1996. "Didáctica de las Leyes de Mendel", pertenece a la UNED en España. Considerando la perspectiva didáctico - disciplinaria es muy completo, porque incluye, además del contenido biológico, el contexto de Mendel, quiénes fueron sus contemporáneos, consideraciones sobre las dificultades para enseñar este contenido y ejercicios. Tal vez lo que falta en dicho trabajo es que incluyera el aspecto tecnológico.

Sin embargo, Inhelder y Piaget (1985), en su libro "De la lógica del niño a la lógica del adolescente, marca que el adolescente, a diferencia del niño, "...superpone la lógica de las proposiciones a la de las clases y las relaciones y elabora así poco a poco (logrando su meseta de equilibrio alrededor de los 14-15 años) un mecanismo formal". Los estudiantes de bachillerato cuentan con 15 a 18 años o más, por lo que tendrían a esa edad, y de acuerdo con estos autores, cierto número de esquemas operatorios que les permitirían el pensamiento experimental y lógico matemático.

También, el artículo: “motivational aspects of learning genetics with interactive multimedia” de Chi y Treagust (2004), aún cuando posee un enfoque constructivista, y emplea varios ejercicios en la computadora, hay cierta interactividad porque ofrece la posibilidad de que el usuario realice los cruzamientos teóricos, está más orientado al aspecto disciplinario, sin considerar el contexto de Mendel u otras circunstancias que pudiesen ayudar a mejorar su comprensión.

Otro trabajo importante es el de: Stewart y Collins, 1989 “The Knowledge structure of Mendelian Genetics”, muestra los niveles de dificultad para comprender la estructura de conocimiento de la genética mendeliana, como: el vocabulario, la cantidad de contenido, y la misma estructura de conocimiento, entre otros. Además incluye las consecuencias positivas que se podrían lograr, si los alumnos resuelven adecuadamente los problemas de genética. Aunque estos autores refieren Kits para aprender genética mendeliana, carecen de ejercicios o de experimentos u otros que pudiesen ayudar a sortear la problemática que ellos manifiestan.

Cabría mencionar el libro de Gomiz, Blanco (2000), “El fundador de la Genética Mendel”, aun cuando está enfocado hacia lo disciplinario, incluye el contexto histórico de Gregorio Mendel, por lo que aborda varios aspectos de la vida de este personaje y de sus contemporáneos, que hacen comprensible por qué se produjeron sus experimentos, así como la manera en que fueron realizados.

Es interesante ver que desde la perspectiva tecnológica se han encontrado diversos documentos: algunos de corte disciplinario, como son los sitios web de algunas universidades o sociedades de genética, o museos virtuales, entre otros. Pocos sitios donde se ofrecen simulaciones para genética mendeliana, como un lugar virtual que emplea las moscas del género *Drosophila*, para hacer sus cruzamientos teóricos, únicamente desde la perspectiva disciplinaria<sup>4</sup>.

---

<sup>4</sup> [http://www.biology.arizona.edu/mendelian\\_genetics/problem\\_sets/dihybrid\\_cross.html](http://www.biology.arizona.edu/mendelian_genetics/problem_sets/dihybrid_cross.html) Página de la Universidad de Arizona donde se pueden realizar cruzamientos “virtuales” de moscas del género *Drosophyla*

Desde la tecnología, se encontraron varios libros interesantes que abordan la perspectiva del hipertexto, por ejemplo cuál es su historia, su estructura, su diseño, su lectura, sus críticas como los de: Horton, W. 1990, "Designing and writing on line documentation", y Vizcarro y León, 1998, Nuevas tecnologías para el aprendizaje.

Con un enfoque más contemporáneo orientado a los hipertexto están los de: Mac Aleese Ray and Catherine Green. 1990. Hypertext state of the art y Mac Aleese, Ray. 1989. Hypertext Theory into practice; además estos textos tienen la bondad de que atienden el problema del aprendizaje, desde los estilos cognitivos, los de aprendizaje, que modelos mentales se generan al interactuar con los hipertextos, como evaluarlos, como sacarles el máximo provecho dentro del campo educativo.

Por otra parte, algunas revistas especializadas en cómputo y educación como Computers and Education, entre otras ofrecen estudios empíricos sobre situaciones educativas basadas en el aprendizaje con hipertextos, ya sea comparando resultados entre disciplinas, ofreciendo distintos niveles de tarea, o aprendizajes basados en solución de problemas, por citar algunos ejemplos.

Otra fuente analizada son las conferencias de los expertos donde nos ofrecen una visión completa y sumamente actualizada de los usos e implicaciones de los hipertextos. Y cabe mencionar que la información más reciente o actualizada, con relación a los hipertextos proviene de las páginas de la Internet, podemos encontrar sitios de universidades, páginas personales de especialistas, lugares donde se socializa el conocimiento como los "wikis", libros y revistas electrónicos, entre otros.

Como puede verse, cuando menos en la literatura consultada no se encontró un trabajo que combinara la perspectiva biológica de la genética mendeliana, con la perspectiva didáctica y con la tecnológica (hipertextual). El porqué no es una tarea fácil de lograr el traslape de las tres dimensiones se discute a continuación.

## 2.2 La necesidad de tres dimensiones para el aprendizaje de la genética mendeliana

Como se ve, el problema de la genética mendeliana ha sido ampliamente abordado desde la perspectiva disciplinaria, sin embargo es muy común encontrar en los libros de texto, así como en algunos artículos de investigación, que se centran sólo en una parte de la disciplina, por citar un ejemplo: la mayoría de los textos del nivel bachillerato e inclusive algunos de facultad, explican solamente el trabajo clásico de Mendel con los chícharos del género *Pisum sativum*, se describen como hacer los cruzamientos teóricos y se muestran algunos problemas de genética, donde a veces no se discrimina ni el tipo de problema, ni el modelo al que pertenecen.

Lo anterior que aparentemente es central desde lo disciplinario, deja de lado otros aspectos como: quiénes fueron los antecesores de Mendel, o sus contemporáneos, cómo fue su vida, el hecho de que trabajó con muchos sistemas de prueba, entre los que están distintas plantas y animales, inclusive que no sólo trabajo con la especie de *Pisum sativum*, sino con varias especies del género *Pisum*. Y un dato interesante que se pasa por alto en lo libros de texto es que en muchos de estos sistemas de prueba, no encontró las mismas proporciones que le hicieron famoso.

El considerar lo que los libros de texto expresan, como verdad absoluta, nos lleva a cometer el error de la reificación. Por ello, a la luz de la didáctica sería importante brindar a un estudiante, todos los elementos que se señalan en el párrafo anterior, a fin de que construya una representación más integral de lo que en su momento fueron las leyes de Mendel, que consideraciones tuvo que hacer para llegar a ellas, cómo fue articulando el conocimiento, si tuvo que ver el aspecto humano de este personaje, así como qué obstáculos debió vencer, o le limitaron en su proceso de construcción de conocimiento.

Así un estudiante puede comprender qué elementos le guiaron hacia su descubrimiento, por qué el trabajo de Mendel está referido a fenotipo, y no a

genes o a cromosomas, en fin, considero que el horizonte se amplía, desde la didáctica.

Sin embargo, aun cuando es posible que la didáctica de la disciplina nos ayude con el aprendizaje de un contenido, una tercera dimensión, se hace indispensable, la dimensión tecnológica.

El hipertexto es la tercera dimensión que se requiere para favorecer el aprendizaje de un contenido, ésta le brinda la posibilidad de interactuar con un contenido, de una manera diferente a cómo lo haría con un libro de texto o con su profesor. Al usuario le permite interactuar con la información, en función de una multitud de medios, favoreciendo las representaciones múltiples: visuales, auditivas, entre otras; en función del estilo de aprendizaje de cada persona, con una motivación extrínseca (o intrínseca), y ante una posibilidad enorme de explorar más información de manera infinita, hasta dónde el usuario disponga el límite.

### 2.2.1 Dimensión didáctica de la genética Mendeliana

Para acercar a los estudiantes a un cierto contenido, es necesario establecer los factores que intervienen en la relación profesor - alumno, los procesos cognitivos que deben desarrollarse en ambos actores, para luego comentar como las estructuras conceptuales representan, al menos en parte, un apoyo para la consecución de tales fines.

#### 2.2.1.1 Algunos factores que intervienen en la comprensión del binomio profesor - alumno.

Es común para los profesores de cualquier nivel educativo reconocer que existen temas dentro de nuestros programas que requieren un esfuerzo mayor por parte de los profesores y los alumnos, tal es el caso de la genética Mendeliana que se encuentra reportada en distintas partes del mundo como difícil de enseñar y de aprender.

En ese sentido, “tanto los alumnos/as como el profesor/a son activos procesadores de información y subjetivos constructores de significados que utilizan con bastante libertad su comportamiento, de acción o de omisión, para expresar ideas y sentimientos complejos y cambiantes “<sup>3</sup>.

Por ello, ha habido numerosos intentos por sortear las dificultades que este tema encierra, entre estas pueden encontrarse, desde la lectura de textos, el uso de software educativo, resolución de problemas, entre otros. A continuación se expresan tres factores muy importantes:

#### 2.2.1.1.2 La comprensión

Retomando a Edgard y Mercer (1988), Gimeno expresa acerca de la comprensión:

“es crear en el aula, como un contexto de comunicación, un espacio de conocimiento compartido”, “...supone esforzarse mediante negociación abierta y permanente un contexto de comprensión común, enriquecido constantemente con las aportaciones de los diferentes participantes, cada uno en función de sus posibilidades y competencias”.

Cabe mencionar que tradicionalmente la genética Mendeliana se ha enseñado mediante la solución de problemas, pero desde un enfoque que muestra modelos y reglas de la genética, más que estar enfocados hacia el entendimiento de los procesos y mecanismos de enseñanza de la misma, esto lleva a que el estudiante mecanice solamente los pasos básicos e inclusive que resuelva el problema sin una plena *comprensión* del mismo<sup>4</sup>. A esto se suman las ideas previas que los alumnos pueden tener acerca del tema, lo cual puede hasta interferir con el entendimiento de los conceptos<sup>5</sup>.

---

<sup>3</sup> Gimeno J. y Sacristán, Al. 1999. Comprender y transformar la enseñanza. Ediciones Morata. p 83

<sup>4</sup> “son consecuencia de los aprendizajes memorísticos o muy superficiales (escaso nivel de diferenciación conceptual)...” Ayuso, Banet y Abellán. 1996. “Introducción a la genética en la enseñanza secundaria y el bachillerato II Resolución de problemas o...”

<sup>5</sup> <http://ideasprevias.cinstrum.unam.mx>

Por otra parte, cabe mencionar que en la alfabetización biológica actual, se pretende familiarizar al alumno con el pensamiento biológico, vía la lectura se promueve una *comprensión* profunda y un aprendizaje en ciencia activo, donde el alumno construye su propio conocimiento <sup>6</sup>.

En ese sentido, “las herramientas de cómputo son de importancia global para el biólogo y para el profano informado”<sup>7</sup>. Se puede disponer de la literatura electrónica, para ampliar el horizonte de conocimientos actualizados, adecuados al nivel y susceptibles de ser compartidos, por lo que provee de oportunidades para apropiarse de ellos. Se señala que la literatura biológica puede apoyar, porque es internacional, depende de publicaciones seriales para su difusión, es interdisciplinaria, compleja, y tiene un amplio espectro en usuarios y volumen.

#### 2.2.1.1.3 El vocabulario

De acuerdo con Díaz 1988, la adquisición de vocabulario científico solo se logra con el estudio de la disciplina<sup>8</sup>. Parte del problema de la comprensión de la genética Mendeliana radica en que los estudiantes deben tener claridad en la terminología biológica mínima como: célula, alelo, carácter, fenotipo, genotipo, entre otros. Estos conceptos le sirven como punto de partida para comprender otros conceptos de mayor complejidad.

Hass y Flower 1988, piensan que parte del problema es más evidente cuando a los alumnos se les pide analizar un documento, ellos parafrasean; y al solicitar que expresen una crítica, estos elaboran un resumen; repiten cuando se les requiere interpretar, por lo que puede decirse que realizan una lectura superficial<sup>9</sup>.

---

<sup>6</sup> Cfr. Brill, Falk y Yardeen. 2004. . “The learning processes of two high school biology students when reading primary literature”. Int. J. Sci Educ. 19, March, Vol. 26, No.4, 497-512.

<sup>7</sup> Smidt, D., *et al*, Using the biological literature: A practical guide, 2002,

<sup>8</sup> El vocabulario técnico es usado para transmitir conocimiento específico de un campo, conocer el vocabulario permite comprenderlo. En: Bernice y Mueller. 1987. A guide for teaching study skills and motivation, p 64-65.

<sup>9</sup> En: Phillips y Norris 2003. How literacy in its fundamental sense is central to scientific literacy. Science education224-240.

Por ello, sugiere que la alfabetización científica debe tener, un referente al vocabulario, de manera que el estudiante pueda entender y seguir. Aunado a ello, Calvo 2002, comenta que en la literatura de divulgación, la terminología científica empleada no es homogénea y es elástica, y es menos precisa que la científica, no es falsa. Su valor radica en permitir “ayudar a la gente a entenderse mejor y a comprender su entorno, tanto el visible como el invisible”.

Por otra parte, para algunos autores la comprensión de la genética requiere del estudio, un *pensamiento multinivel*, por ejemplo: un organismo está en el nivel macro, las células, cromosomas o ADN están en el micro o submicro, y los genotipos en el nivel simbólico<sup>10</sup>. Estos últimos pertenecen a los campos de la genética molecular, la genética bioquímica y la genética celular (ver figura 1 en la pág.24).

#### 2.2.1.1.4 Ideas Previas de la Genética Mendeliana

Las ideas previas son parte de los marcos ingenuos o explicaciones que poseen los estudiantes acerca de un tema. En la genética, estas ideas tienen varias características, se desconoce el significado de los términos: genotipo, fenotipo, alelo, etc. Se parte de la metáfora de “información genética” para referirse a la secuencia de químicos que en el genotipo conduce al desarrollo en el fenotipo. Hay una estructura teórica ingenua que deriva del entendimiento cotidiano de la herencia material, de bienes y propiedades, que difiere sustancialmente del modelo científico, e impide desarrollar un entendimiento de este último<sup>11</sup>.

Por otra parte, actualmente, parte de la literatura de enseñanza de la ciencia promueve un enfoque constructivista, donde es importante la comprensión de las ideas previas de los estudiantes para provocar el cambio conceptual.

---

10 Chi, Yang Tsui y Treagust. “Motivational aspects of learning genetics with interactive multimedia”. The American Biology Teacher. Vol 66, No. 4, April. Pages: 277- 285.

11 <http://ideasprevias.cinstrum.unam.mx>

Desde esta perspectiva Duit y Treagust (1988) afirman “que un concepto ha de ser construido a partir de las ideas previas que los estudiantes tienen de él, y que el proceso de aprendizaje ha de realizarse en condiciones de apoyo, incluyendo “motivación, intereses y creencias de aprendices y de maestros...”

Vosniadou (1994) propone que deben ser confrontados los estudiantes mediante preguntas generativas que van a ayudar a evidenciar las ideas previas y a partir de ellas, comenzará a generar modelos mentales, que pueden ser representados de manera gráfica. Luego someter a prueba este primer modelo y confrontarlo con evidencia contra intuitiva, que debe estar más cercana al modelo científico, para ver como los estudiantes construyen este segundo modelo, un modelo sintético. Es necesario analizar el modelo mental en términos de su consistencia interna, para de esta manera detectar las estructuras teóricas que están reprimiendo su interpretación y entender como promover el proceso de cambio conceptual. La esperanza estaría cifrada en que los alumnos al menos obtuvieran un modelo sintético del fenómeno de estudio.

De algunas ideas previas acerca de la Genética Mendeliana, que aparecen referidas en la página del CCADET, se listan solo las que están directamente relacionadas con el tema:

- Todo lo que se transmite de padres a hijos, es información genética.
- Genotipo y fenotipo son iguales o equivalentes.
- Existen rasgos “ocultos en los progenitores” que no se pueden ver pero que después aparecen, esto conlleva a la idea previa de que las células transmiten una información inmutable.
- Existen cromosomas femeninos y masculinos. Los puede haber en animales y humanos, pero no en plantas. Les parece impensable que éstas formen gametos y tengan reproducción sexual.
- Es evidente que los alumnos confunden o usan indistintamente gen y carácter, por lo que mantienen la idea de que los genes transmiten algo preexistente, un rasgo es transmitido a otra generación de manera oculta, a partir de las partículas portadoras.

- la ‘transferencia de rasgos por partículas portadoras’ sugiere que los rasgos y los genes son más o menos inmutables.
- el heterocigo porta un carácter “oculto”.

#### 2.2.1.1.5 Intereses, valores, creencias, motivación y voluntad.

Para los profesores, el interés en la genética Mendeliana radica en que se trata del punto de partida para la comprensión de otros temas genéticos más complejos. Además, dentro de la biología contemporánea, la genética forma parte de los fenómenos como: la clonación, los alimentos transgénicos, ingeniería genética, organismos modificados genéticamente, medicina genómica, etc., pero fundamentalmente, porque, a través de la genética Mendeliana, los estudiantes por su parte, podrían tener una buena aproximación a este campo y probablemente motivarse para conocer más acerca de él.

Anteriormente se consideraba el aprendizaje de las ciencias desde una perspectiva puramente cognitiva; sin embargo, es innegable el papel que juega la motivación e interés en ese proceso<sup>12</sup>. Esta puede ser extrínseca si de da una recompensa por una actividad, o intrínseca si hay un interés personal en una actividad.

Al respecto Gimeno y Sacristán (1989) nos hacen pensar en lo siguiente: “Como puede comprobarse, difícilmente se creará un foro real de debate cultural y un espacio de comprensión compartida si en realidad no se apoya en los conocimientos, intereses y preocupaciones vitales del alumno/a, no sólo como individuo que forma parte de un grupo de aula sino como niños que experimenta, siente y actúa también fuera y de la escuela”(sic).

Holliday, Yore y Alvermann (1994), señalan varios aspectos de la motivación dentro de la enseñanza de la ciencia: en ella no solo juegan maestros

---

<sup>12</sup> Pintrich, Marx y Boyle, 1993 en Chi y Treagust 2004.

inspiradores, o salones de clase motivadores, sino que hay estudiantes que creen en su capacidad para desempeñar tareas que esperan realizar bien y entonces emplean más estrategias cognitivas que los menos confiados en sus capacidades, a los que comúnmente la ansiedad y las reacciones negativas les impiden emplear estrategias cognitivas de una manera más eficiente.

Para cerrar este apartado quiero expresar que Campanella en “la Ciudad de Sol”, de las utopías del renacimiento dice: “teniendo conocimiento, se mueven las voluntades y se promueven los valores”. Esta frase toca un punto fundamental, sin conocimiento respecto a un cierto tema, es difícil modificar la voluntad o transformar los valores.

#### 2.2.1.2- Procesos cognitivos

Bruner (1989), señala que la transición de las capacidades de pensamiento de la primera infancia a la del adulto es muy compleja. En el adulto implica la capacidad de pensar, hablar y participar en una cultura, lo que le sirve para ampliar y actualizar sus capacidades cognitivas. Este autor opina que el procedimiento para describir los procesos de desarrollo intelectual, todavía en investigación, dependerá de los lógicos, matemáticos, especialistas del análisis formal y de nosotros mismos.

Es indiscutible que dentro de los procesos cognitivos un papel central lo juega la representación, que es un “conjunto de reglas mediante las cuales se puede conservar aquello experimentado en diferentes acontecimientos”, para ello Bruner (1989) propone que pueden emplearse tres medios de representación: acciones(enactivo), imágenes(icónico) o símbolos (simbólico). Aunque actualmente se maneja el enfoque de representaciones múltiples.

##### 2.2.1.2.1 Razonamiento lógico

Para González *et al.* (1996) los alumnos de bachillerato, se encuentran en el paso de la etapa concreta a la formal, donde los razonamientos que aplican para solucionar problemas de genética dependen en algunos de ellos de experiencias concretas, pueden resolver los problemas si tienen una

representación real, mientras que si están planteados solo de forma verbal les resultan difíciles de entender. Por otra parte, los estudiantes que han alcanzado el nivel formal pueden apoyarse en planteamientos hipotéticos, y resolver problemas en que los datos se dan de forma verbal sin que necesariamente se refieran a objetos concretos.

#### 2.2.1.2.2 Razonamiento genético

Es necesario recordar, que como se comentó, la genética mendeliana requiere de un pensamiento multinivel, y a pesar de su importancia, posee una estructura conceptual *compleja*, que además es usada en la solución de problemas complejos<sup>13</sup>, -agregaría que es complicada por la abstracción conceptual que deben hacer los sujetos -. Cabe mencionar que Mendel propuso su teoría con una base experimental del fenómeno y luego introdujo el proceso de razonamiento para tratar de explicarlo matemáticamente. Lo que comúnmente se observa en los problemas planteados por algunos libros de texto, son las abstracciones o razonamientos que tratan de explicar la parte matemática sin hacer reflexión sobre la parte experimental, o viceversa.

Mendel se dio cuenta que los rasgos hereditarios estaban gobernados por dos factores, uno que se manifiesta o expresa se le nombra dominante, mientras que el carácter que no es evidente o no aparece en la generación siguiente es el recesivo. Razonó que cada célula reproductora o gameto tenía un solo factor, de modo que cada nueva planta ahora tenía dos factores uno que proviene de la célula masculina, el grano de polen y otro de la femenina, el óvulo. Por ello empleó una simbología sencilla: a los caracteres dominantes los representó mediante letras mayúsculas, mientras que a los recesivos con letras minúsculas. Así cada carácter puede ser representado por una sola letra, por ejemplo el color violeta de una flor que es dominante se asigna una V mayúscula, mientras que al recesivo, que es el color blanco, se les da v minúscula<sup>14</sup>.

---

<sup>13</sup> Collins, Angelo y James Stewart. 1989 "The Knowledge structure of Mendelian Genetics". The American Biology Teacher. Vol 51, No3, March. Pages: 143-149..



a)



b)



c)

Figura 1 Algunos ejemplos de pensamiento multinivel. El hurón (a) es un ejemplo de un organismo macroscópico, mientras que el cromosoma (b) solo es visible por microscopia óptica o electrónica. El tercer ejemplo (c) corresponde a una muestra de ADN, que pertenece al nivel submicroscópico.



Figura\_2. Se muestran los siete caracteres estudiados por Mendel en plantas de Chícharo del género *Pisum*.

#### 2.2.1.2.3 Cruzamiento Teórico

A partir de sus experimentos Mendel notó en la descendencia que, con respecto a un carácter, este se mantenía aproximadamente en una razón de 3:1. Por ejemplo de 1064 plantas, 787 eran plantas altas, con el carácter dominante, mientras que las 277 plantas restantes, eran pequeñas y portaban el carácter recesivo, era una razón de 2.84:1. Después de realizar numerosos experimentos y comprobar que esa relación era predecible, supuso entonces que en un carácter no influye un solo factor sino dos, uno de ellos debe provenir de una célula espermática (polen), mientras que el otro proviene del huevo, lo cual produciría una descendencia con los dos factores. Por ello, a fin de representar la parte experimental se emplean representaciones matemáticas del proceso, que permiten demostrar como sería el desarrollo de los híbridos de una cierta característica a lo largo de varias generaciones (ver figura 3 y 4).

#### 2.2.1.2.4 Cuadro de Punnet

El cuadro de Punnet, es una matriz que representa un cruzamiento teórico o diagrama genético, que ayuda a la comprensión del resultado en términos de comportamiento de los genes, los alelos en la meiosis, la fertilización y el desarrollo<sup>15</sup> (Ver figura 4).

Además que puede predecir las proporciones de la descendencia (de fenotipos, genotipos, etc.) De hecho una alternativa al cuadro de Punnet sería, a partir de las probabilidades, determinar genotipo y fenotipo de los descendientes.

#### 2.2.1.2.5 Conteo, Porcentajes y Proporciones

Como puede verse en la figura--, derivado de sus experimentos, Mendel realizó el conteo del número de vainas, de semillas, de flores o de tallos, para cada característica estudiada. A partir de ellos realizó el cálculo para porcentajes y proporciones, que se muestran a continuación.

<sup>14</sup>

González *et al.* 1996. Didáctica de las Leyes de Mendel. UNED. Madrid, España. p. 55.

<sup>15</sup>

Clegg, C. J. 2000. Introduction to advance biology. Ed..John Murriay, London, UK, page 17.

Caracteres seleccionados	Plantas F <sub>1</sub>	Autopolinización F <sub>1</sub>	Plantas F <sub>2</sub>	Razón F <sub>2</sub>
 x 		 x 	5474 sem. redondas 1850 sem. rugosas 7324 Total	2.96: 1
 x 		 x 	6022 sem. amarillas 2001 sem. verdes 8023 Total	3.01: 1
 x 		 x 	705 cubierta gris 224 cubierta blanca 929 Total	3.15: 1
 x 		 x 	882 vainas lisas 224 vainas rugosas 1106 Total	2.95: 1
 x 		 x 	428 vainas verdes 152 vainas amarillas 580 Total	2.82: 1
 x 		 x 	651 flores axiales 207 flores terminales 858 Total	3.14: 1
 x 		 x 	787 tallos largos 277 tallos cortos 1064 Total	2.84: 1

Figura 3. Tabla que representa el número de individuos contabilizados por Mendel de características dominantes y recesivas para las plantas de chícharo del género *Pisum*; y el cálculo de la razón de los mismos.

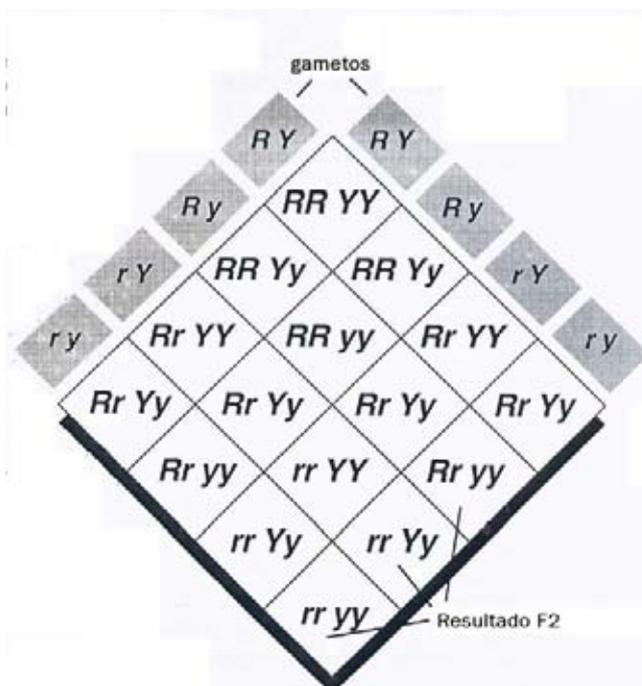


Figura 4: diagrama que representa el Cuadro de Punnet para dos caracteres heredados. Es notable en esta matriz, que los alelos (variantes de un gen) están representados por letras.

Para averiguar el porcentaje de un cierto carácter en la descendencia, se puede utilizar una regla de tres<sup>16</sup>, por ejemplo si de 8023 semillas, 6022 son amarillas y 2001 son verdes, ¿qué porcentaje de semillas amarillas habrá en 100 semillas?

$$6022 \times 100 / 8.023 = 75,05\%$$

En la tabla1 aparece representada la proporción en la descendencia con cierta característica. Mendel la calculó dividiendo el número mayor por el menor<sup>17</sup>. Por ejemplo: de 1064 plantas, 787 eran altas y 277 enanas. Si dividimos 787 entre 277, el cociente es 2.84, proporción 2.84 a 1, o aproximadamente 3:1.

#### 2.2.1.2.6 Probabilidad

Dentro de la estadística hay una rama que trata de predecir cuál es la posibilidad de que un suceso ocurra. Este establece que por ejemplo, al lanzar una moneda al aire, la probabilidad de que “caiga” águila o sol es de  $\frac{1}{2}$  para cada uno, y cada evento es independiente, por eso al lanzar una moneda al aire esta tendrá  $\frac{1}{2}$  de ser águila o  $\frac{1}{2}$  de ser sol.  $\frac{1}{2} A + \frac{1}{2} B$ . En un cruzamiento cuando el fenotipo de progenitor es AA, mitad de los gametos que produce son A y la otra mitad son A, entonces las probabilidades será  $\frac{1}{2} A + \frac{1}{2} A$ .

Sin embargo, la probabilidad de que dos o más eventos ocurran simultáneamente está dada por el producto de las probabilidades de que cada uno de los eventos ocurra individualmente (Baker y Allen 1970).

---

<sup>16</sup> González *et al.* *Op cit.* pag 61.

<sup>17</sup> *Ibidem* pag 57.

### 2.2.1.2.7 Binomio de Newton

Para desarrollar un binomio, un polinomio de dos términos por ejemplo:  $(a + b)^2$  se multiplica la expresión por sí misma:

$$\begin{array}{r} a + b \\ \times a + b \\ \hline ab + b^2 \\ a^2 + ab \\ \hline a^2 + 2ab + b^2 \end{array}$$

Un método que abrevia el realizar toda la operación, se puede observar del desarrollo de las siguientes operaciones:

$$1) (a+b)^2 = a^2 + 2ab + b^2$$

$$2) (a+b)^3 = a^3 + 3a^2b + 3ab^2 + b^3$$

$$3) (a+b)^4 = a^4 + 4a^3b + 6a^2b^2 + 4ab^3 + b^4$$

$$4) (a+b)^5 = a^5 + 5a^4b + 10a^3b^2 + 10a^2b^3 + 5ab^4 + b^5$$

Es notable que los exponentes de  $a$  y  $b$  tienen una relación ordenada, y a medida que uno disminuye el otro aumenta. Por ejemplo en el binomio  $(a+b)^5$ , el exponente de las literales  $a$  va decreciendo,  $a^5, a^4, a^3, a^2, a^1$  y  $0$ . Mientras que la literal  $b$ , empieza en cero en el primer término, luego sigue con exponentes:  $b^1, b^2, b^3, y b^4$ .

El exponente del binomio se puede representar con la letra  $n$ , como en  $(a + b)^n$ ,  $n$  es igual a  $7$ . Para construir la expansión se escribe la literal con el exponente correspondiente desde  $a$  elevada a la  $n$ , hasta cero:

$$a^7 + a^6 + a^5 + a^4 + a^3 + a^2 + a.$$

Después se agregan los exponentes de  $b$ , desde cero, hasta  $b$  elevada a la  $n$ .  
 $a^7 + a^6b + a^5b^2 + a^4b^3 + a^3b^4 + a^2b^5 + ab^6 + b^7$ .

Los exponentes de cada uno de los términos suman  $7$ . Ejemplo:  $a^6b^{6+1} = 7$ . Se tendrán que colocar ahora los coeficientes apropiados. Para ello bastará

con que "...multiplique el exponente de un término por el coeficiente del término y divida por el número de términos del desarrollo"<sup>18</sup>. El primer coeficiente y el último siempre es 1. Si tomamos como coeficiente el número 1 del primer término y lo multiplicamos por su exponente 7,  $1 \times 7 = 7$ , y si lo dividimos por uno porque es el término en el que nos encontramos, el segundo término tendrá un coeficiente de 7:

$$a^7 + 7a^6b + \dots$$

Tomando el coeficiente 7 del segundo término, lo multiplicamos por el exponente 6, se obtiene 42, como se trata del segundo término, se divide 42 entre 2 y obtenemos como coeficiente el 21, que corresponde al tercer término y así sucesivamente:

$$a^7 + 7a^6b + 21a^5b^2 + \dots$$

#### 2.2.1.2.8 Solución de problemas

Tradicionalmente este tema se ha desarrollado mediante la solución de problemas, una meta importante dentro de la educación en ciencia (Moore 1986 en Slack y Stewart 1990). Y generalmente en los problemas propuestos por los libros de texto de biología se emplea un enfoque de mostrar las reglas y modelos de Genética Mendeliana, en vez de procesos, mecanismos e implicaciones para la enseñanza<sup>19</sup> que serían más útiles a los profesores y a los alumnos.

Lo anterior puede originar dificultades de tipo conceptual, por ejemplo, ante una misma situación ser incapaz de aplicar los conocimientos, o bien, bajo nivel de desarrollo cognitivo, por lo que se producen dificultades con los modelos causa - efecto e incomprensión de los modelos efecto- causa, además que la complejidad de los problemas también varía y en algunos casos los estudiantes carecen de una formación matemática que les permita representarse o resolver problemas de esta forma<sup>20</sup>.

---

<sup>18</sup> Baker y Allen 1970. Biología e investigación científica. Fondo Educativo interamericano. Bogotá 348-353.

<sup>19</sup> Lewis, 2004 "Traits, genes, particles and information: re-visiting students' understanding of genetics".

<sup>20</sup> Ayuso, Banet y Abellán 1996. Introducción a la genética en la enseñanza secundaria y el bachillerato.. p -128.

Para resolver el problema de la enseñanza de la genética Mendeliana hay distintas propuestas. Por ejemplo Ayuso, Banet y Abellán 1996, proponen el entendimiento de fenómenos, en términos de procesos y mecanismos de la enseñanza, más que de mostrar reglas y modelos de genética.

Slack y Stewart 1990 sugieren que la solución de problemas, de efecto a causa, puede ser a partir de un programa de cómputo (ECG). El cual genera problemas de genética a distintos niveles, por ejemplo: simula el comportamiento de poblaciones de moscas silvestres, permitiendo que los estudiantes sean los que interpreten los datos. De hecho hay sitios de red que hacen exactamente lo mismo.

Otra opción plantea que mediante pruebas escritas u orales y entrevistas, se estudie a los alumnos, cuya característica debe ser una buena disposición para hablar libremente sobre sus ideas, y así establecer una comparación entre dos preparatorias. Este método fue empleado en Alemania e Inglaterra. Donde los investigadores emplearon diagramas en secuencia y se les pidió a los estudiantes que de un animal mítico colorearan los cromosomas para comprobar como estaban empleando la terminología genética. De manera que los investigadores identificaron y categorizaron el razonamiento detrás de las representaciones (Lewis 2004).

#### 2.2.1.3.- Estructura conceptual

Como se comentó previamente, en la enseñanza de la ciencia actual, existe el enfoque de la alfabetización científica, que pretende familiarizar al alumno con la manera de pensar biológica. Norris y Phillips (2003), proponen que para tal fin, es necesario ejecutar una lectura en sentido fundamental, de profundidad en el conocimiento científico. Aún cuando dichos autores reconocen que los maestros de ciencia manifiestan poco interés en ello. Se asume que los lectores van a través de una serie de niveles de procesamiento, que parten desde unidades más pequeñas a unidades más grandes, por lo que se habla de una progresión del conocimiento. Esta visión es fundamental para no saturar la mente del estudiante, sobretodo al “acompañarlo” en su proceso de aprendizaje. Pero es de suma importancia que el docente tenga claridad con la

estructura conceptual de su disciplina, de una unidad o cuando menos de un tema que pretende mostrar a sus estudiantes, para apoyar su enseñanza – aprendizaje; este concepto se explicará en el siguiente apartado.

#### 2.2.1.3.1 Elaboración de la estructura conceptual

García Méndez (2005) propone que “el primer paso que realiza el maestro para que el Sujeto (alumno) se apropie del objeto (contenido) es la elaboración de la estructura conceptual”. “Dentro de su esquema de trabajo, el maestro deberá comprender la realidad y tener la posibilidad de penetrarla, vía la cognición, estará dada por el objeto mismo y no por un método preexistente”.

De acuerdo a esta autora, para elaborar una estructura conceptual de cualquier tema, se debe partir de una realidad seleccionada por el maestro, establecer los elementos que juzgue esenciales, eliminar los intrascendentes y elaborar un esquema en el que se muestren: el objeto que se desea estudiar, los conceptos que lo delimiten, la ley o leyes inherentes al mismo, así como: los principios, leyes y teorías que le den sustento, considerando la manera en que estos se articulan, desde una cierta disciplina, para dar sentido al contenido.

Lo anterior tiene relación con lo que plantea Kiczvosky (2000): “...advertí que en nuestro pensamiento conviven distintas formas de expresar nuestra experiencia del mundo: imágenes, conceptos, símbolos”. Esta autora propone que hay distintos sistemas de representación o de expresión para los mismos contenidos conceptuales. En este aspecto, las estructuras conceptuales son una representación gráfica de la manera en que está articulado el pensamiento, la lógica y naturaleza de una disciplina, o de un fragmento de ella. Kiczvosky (2000) asocia el contenido conceptual con el lenguaje, como una forma de representación simbólica, y la gramática, la concibe como un modo de forma a la estructura conceptual, porque permite que le atribuyamos un significado y nos da la posibilidad de darle forma a un contenido.

En ese sentido, en su artículo comenta que para representar un pensamiento, como cuando platicamos un sueño, para expresarlo en el lenguaje verbal, se debía elaborar una descripción, que debe empezar por algún punto, de manera que dentro de un escenario global, “la elección del orden no es arbitraria. Corresponde al orden de relevancia que yo, conceptualizador, he dado a cada uno de sus elementos”.

De la misma manera, la estructura conceptual que nosotros elaboramos obedece a la forma en la que está articulada la disciplina, no es una elección arbitraria. Por ejemplo en biología, hay conceptos que se encuentran organizados en jerarquías, las cuales están basadas en la teoría de los sistemas, como puede verse, por ejemplo en los niveles de organización biológica, estos no son una propuesta arbitraria, hay una lógica de la disciplina detrás de ellos, que involucra a una lógica de pensamiento que, favorece en última instancia, su comprensión y ofrece la posibilidad de trabajar con ellos.

Por otra parte, al plasmar la estructura conceptual de un cierto tema, se puede generar una cierta metodología que oriente el aprendizaje. Por ejemplo, para construir una estructura conceptual se debe establecer: un objeto o sector de la realidad que desee estudiar, señalar los conceptos<sup>22</sup>, delimitar el que es central, determinar con cuales está conectado, se pueden considerar los secundarios y recurrentes (si existen), marcar los principios y filosofías que le dan sustento, y acotarlos dentro de un espacio - tiempo. (Ver ejemplos: en los anexos).

Por otra parte, García Méndez (2000), señala que dentro de las estructuras conceptuales hay tres niveles de dificultad para el que las elabora: el de la representación, que implica ubicar a un objeto en espacio y tiempo; la epistemología o gnoseología, involucran hacer explícitos los principios que rigen al objeto, y precisar leyes, principios, que dan sustento a la estructura

---

<sup>22</sup> Los conceptos son unidades de significado, bloques con los que está construido el discurso racional. Los que son lógicos tienen coherencia y congruencia, aunque existen proposiciones no lógicas. Cfr. Manher y Bunge, 2000. Fundamentos de Biofilosofía

conceptual; y el metaconocimiento, la posibilidad de diferenciar entre conceptos, categorías y principios.

Una vez definida la estructura conceptual, puede servir para la elaboración de la estructura metodológica de base, si considera la secuencia, amplitud y profundidad de los conceptos en función de los objetivos de aprendizaje.

## 2.2.2 Dimensión biológica de la genética Mendeliana.

### 2.2.2.1 Breve historia de Mendel

Gregorio Mendel nació el 22 de julio de 1822, en Heizndor (Hyncice), en el seno de una familia campesina, en una pequeña aldea en el norte de Moravia, una región con una vieja tradición agrícola que empezaba una expansión económica e intelectual<sup>23</sup>. Ledesma señala que cuando concluyó la enseñanza media no contaba con recursos para continuar sus estudios, por lo que en septiembre de 1843 fue aceptado como novicio en el Monasterio agustino de Brno. En el claustro, Mendel "... se encontró con un vivero dedicado a la investigación agrícola, un pequeño observatorio astronómico, una estación meteorológica y una magnífica biblioteca".

El hecho de que escogiera el monasterio fue muy venturoso para él, porque allí se le dió la oportunidad de ir a Viena y tomar cursos de Física, Matemáticas y Zoología<sup>24</sup>. Esto sucedió alrededor de 1851, fueron sus profesores: Christian Doppler, un eminente físico y Franz Unger un naturalista y fisiólogo vegetal<sup>25</sup>.

Curiosamente cuando sustentó el examen por oposición para dedicarse a la docencia, aprobó los exámenes relacionados con las ciencias físico-matemáticas pero no pudo aprobar la parte correspondiente a historia natural (biología). Sin embargo, Mendel fue magnífico docente y "un hombre de conocimiento completo sobre la literatura científica de la hibridación de su tiempo, abarcó desde la fisiología vegetal, aplicación de las matemáticas a la valoración de los resultados, capacidad para concebir análisis abstracto – teórico, modelos de sus experimentos y cuidado de los mismos"<sup>26</sup>.

---

<sup>23</sup> Ledesma Ismael. 2000. Historia de la Biología. AGT Editor, México. p 467.

<sup>24</sup> Baker y Allen 355.

<sup>25</sup> Ledesma *Op. cit.* p-468.

<sup>26</sup> Gomiz, Blanco.2000. El fundador de la Genética Mendel. p-10



Figura 5 Corresponde a un retrato de Gregor Mendel en su juventud



Figura 6 Jardín del Monasterio donde Mendel llevó a cabo sus experimentos en la actual República Checa.

Algunos autores como Gomiz (2000) le valoran como el fundador de la genética por realizar uno de los descubrimientos de mayor importancia<sup>27</sup>, así como por la elaboración de hibridaciones en distintos géneros de plantas. De acuerdo con la Academia de las ciencias en Cuba, Mendel experimentó al menos con 24 géneros de plantas, pero Ledesma (2000) eleva esta cifra a 34 géneros. Entre los cuales se encuentran: Pisum (chícharo), Phaseolus (frijol), Dianthus (Clavelina), Chierantus (alhelí), Linaria (lino), Hieracium, Cirsium, Ipomea, Miriabilis, Carex, Viola etc. Él tuvo la posibilidad de realizar un examen anatómico detallado de esas plantas<sup>28</sup>.

De acuerdo con Ledesma 2000, los experimentos de Mendel se realizaron en un pequeño jardín de siete por treinta y cinco metros, donde cultivó 27,000 plantas, de 34 variedades diferentes, con cuidado 12,000 de ellas y 300,000 semillas. Cabe mencionar que sus investigaciones incluyen también observaciones meteorológicas en Monrovia y Silesia, daños de los escarabajos en los guisantes, entre otros. Se considera que sus 15 años de mayor productividad científica fueron de: 1853 a 1868. Este mismo autor, recoge el dato de la muerte de Mendel el 6 de enero de 1884, cuando tenía 62 años, de una crisis de uremia.

#### 2.2.2.2 Experimentos de Mendel

En la mentalidad de Mendel se entrecruzan los saberes prácticos de la horticultura practicada por él, y los saberes teóricos, porque Mendel realizó la revisión de la abundante literatura de su tiempo sobre hibridación, por lo que detectó que los experimentos se habían realizado en muy pequeña extensión. Además, una primera preocupación fue elegir cuidadosamente las especies de plantas con las que iba a trabajar<sup>29</sup>.

---

<sup>27</sup> Sin embargo, Ledesma atrae la atención hacia el hecho de que la teoría mendeliana tuvo que ser redescubierta en 1900 y que el trabajo de Mendel no generó toda la estructura conceptual de la teoría de la herencia, por lo que su crítica es que la historia no se da de manera gradual y continua. Cfr. Ledesma, Op cit.p 486.

<sup>28</sup> Baker y Allen p 355.

<sup>29</sup> Gomiz, Op cit. p 28

Jacob expresa que a diferencia de sus predecesores la actitud de Mendel implica tres elementos nuevos: la manera de contemplar la experimentación y elegir el material conveniente; la introducción de una continuidad y el uso de grandes poblaciones, las cuales permiten expresar los resultados por medio de números susceptibles de tratamiento matemático; y el empleo de un simbolismo simple que le permite “un diálogo continuo entre la experimentación y la teoría”<sup>30</sup>.

### 2.2.2.3 Algunos supuestos de la Genética Mendeliana

Cabe señalar que Mendel deseaba que una planta presentase caracteres bien diferenciados, cuyas características fueran fáciles de seguir en la descendencia “descartando los caracteres que no permiten una separación neta y segura..., cuya separación pueda distinguirse sin ambigüedad”<sup>31</sup>. Debería ser fácil protegerla del polen no deseado durante la fase de floración, además que los híbridos de la descendencia no deberían presentar perturbaciones marcadas en su fertilidad en generaciones sucesivas<sup>32</sup>.

Puede decirse que Mendel utilizó varios sistemas de prueba; sin embargo, el que le resultó mejor en términos del desarrollo de los experimentos y del tratamiento matemático de los mismos, fue la planta de chícharo del género *Pisum*, por lo menos se citan: *P. quadratum*, *P. sacharatum* y *P. umbellatum*. Este género lo escogió alrededor de 1856, y había elegido también los caracteres del chícharo en los que iba a fijarse, “analizó 7 características contrastantes, monohíbridas, cada una determinada por un solo gen. Por ejemplo: plantas altas de 1.8 a 2m contra enanas de 0.2 a 0.4 m, plantas de flores blancas vs. plantas de flores púrpura, etc”<sup>33</sup>.

---

<sup>30</sup> Ledesma Op cit. p 470.

<sup>31</sup> Mendel introduce la idea de grupo en la experimentación, “un enfoque poblacional donde la discriminación de los caracteres lleva a la noción de discontinuidad, lo cual permite tratarlos como enteros y someterlos a análisis estadístico”. Ibidem p471.

<sup>32</sup> Cfr. Gomiz 2000 y Ledesma2000.

<sup>33</sup> Audesirk y Audesirk. 1999. Biology, life on earth. Prentice Hall.

#### 2.2.2.4 Técnica de hibridación o fertilización

En el jardín del Monasterio comenzó a plantar por secciones, semillas para cada característica y dejó que siguieran su desarrollo normal. Luego realizó sucesivas fertilizaciones dentro de una misma planta con su propio polen, o autofertilizaciones. Al cabo de varias repeticiones en el tiempo, obtuvo cepas puras de cada característica, con las que se aseguraba de preservar la característica deseada<sup>34</sup>.

Luego, llevó a cabo experimentos de fertilización cruzada, de una planta a otra, para observar como se producía la descendencia. Cuando se produjo la floración, Mendel actuó con rapidez, abrió los capullos de las plantas, separó la quilla de la corola y quitó los estambres para evitar la autofecundación. Para proteger al estigma de los granos de polen extraños, envolvió cada flor con una bolsa de papel. Después, al madurar el polen de la característica contrastante, recogió el polvillo con un pincel de pelo de camello, retiró la bolsa y espolvoreó el polen de una planta de característica contrastante, sobre el estigma, teniendo cuidado de volver a colocar la bolsa protectora. De esta manera llevó a cabo las fertilizaciones cruzadas. Los resultados de estas cruza fueron contabilizados y se estableció la relación con el comportamiento observado.<sup>35</sup>

Cabe mencionar que de cada experimento recogía las semillas, las guardaba en bolsas, las etiquetaba, llevaba sus registros y las almacenaba para repetir nuevamente sus experimentos, y esto lo realizó hasta 1863<sup>36</sup>.

#### 2.2.2.5 Leyes de Mendel

A continuación se expresa como el trabajo experimental y matemático que realizó Mendel le permitió establecer dos principios a los que el nombró leyes, la primera y segunda ley

---

<sup>34</sup> Klung y Cummings. 1999. Essential Genetics

<sup>35</sup> Gomiz 2000. Op.cit. p - 30

<sup>36</sup> Cfr. <http://www.faseb.org/gsa/gsamenu.htm>. pagina web de la Genetic Society of America 2000.

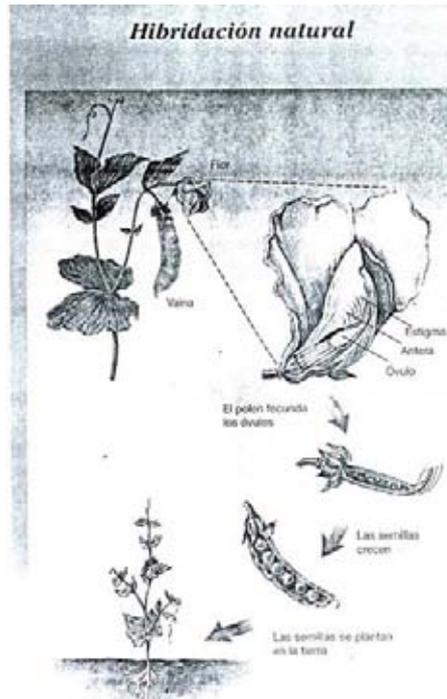


Figura 7 representa la hibridación natural en la planta de chícharo, como se encuentra cerrada la flor y las estructuras reproductoras están maduras la planta se autofecunda.

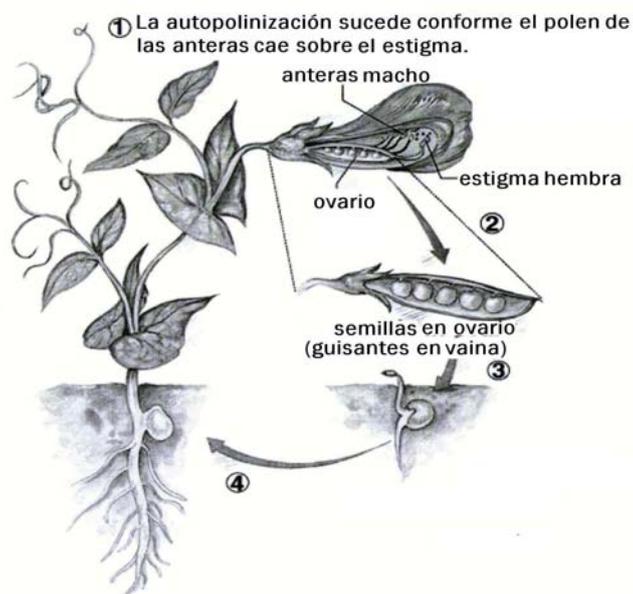


Figura 8 el otro nombre con el que se conoce a la hibridación natural es:autopolinización o autofecundación, con la que a lo largo de varias generaciones podría obtenerse cepas puras.

#### 2.2.2.5.1 Primera Ley de Mendel

Durante el verano vigiló la maduración de las plantas, que cuando las completaron, él procedió a abrir las vainas y recogió las semillas. Todas las descendientes mostraban cierta uniformidad en una de las dos características de cada carácter estudiado. En una de las cartas enviadas a Carl Nagéli para solicitar su apoyo académico expresó:

*“Esta es la extensión de mi experiencia. No puedo juzgar si estos hallazgos permitirían una decisión como para constancia de tipo; sin embargo, estoy inclinado a considerar la separación de características de los padres en los descendientes de híbridos en Pisum como completa, y así permanente. Los descendientes de híbridos llevan una u otra de las características paternas, o el híbrido forma de las dos; Nunca he observado transiciones graduales entre los caracteres paternos o una aproximación progresiva hacia uno de ellos. El curso de desarrollo consiste simplemente en esto; que en cada generación las dos características de los padres aparecen, separadas y sin cambios, y ahí no está nada para indicar que uno de ellos ha heredado o tomado sobre algo desde el otro”<sup>37</sup>.*

En una traducción editada por la UNAM complementa esta idea con el siguiente pensamiento *“En lo sucesivo, en este trabajo, los caracteres que se transmiten completos o casi sin cambio en la hibridación, y que constituyen por lo tanto los caracteres del híbrido se denominan dominantes y los latentes en el proceso, recesivos. Se ha escogido el término “recesivos” porque los caracteres así designados se retiran o desaparecen completamente en los híbridos pero, no obstante, reaparecen sin cambiar en su descendencia, como se demostrará más adelante”<sup>38</sup>.*

---

<sup>37</sup> <http://www.faseb.org/gsa/gsamenu.htm>. pagina web de la Genetic Society of America 2000

<sup>38</sup> Ledesma Op cit. p -477

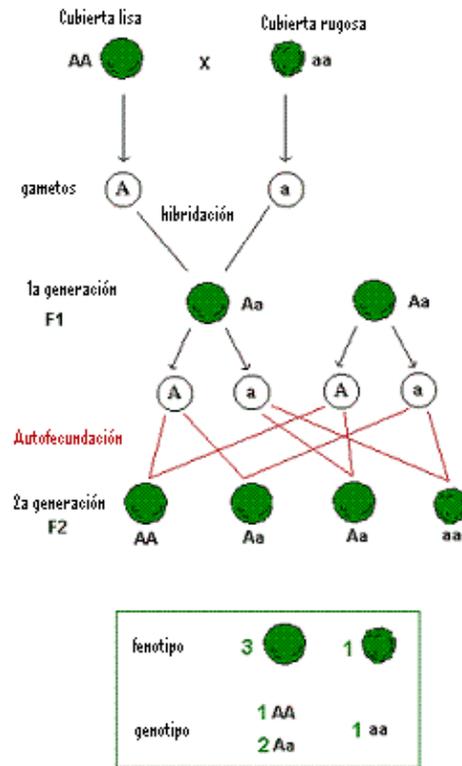


Figura 9 Primera ley de Mendel. El alelo que corresponde a la cubierta lisa está representado mediante letra A mayúscula por tratarse de un alelo dominante. Mientras que la cubierta rugosa es el alelo recesivo y aparece representada con a minúscula.

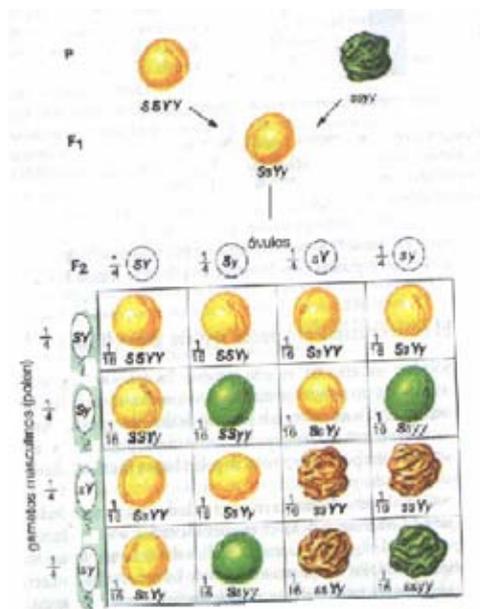


Figura 10 Segunda ley de Mendel. El diagrama representa dos caracteres involucrados: color y forma de la semilla.

### 2.2.2.5.2 Segunda Ley de Mendel

Para 1857 llevó a cabo el cruzamiento de todos los híbridos de cada carácter entre sí, los resultados finales, como él esperaba fueron muy diferentes al primer cruzamiento, porque se encontraban presentes las dos características del carácter de estudio<sup>39</sup>. Así él expresó:

*“Todos mis experimentos con caracteres sencillos conducen al mismo resultado: que desde las semillas de híbridos, las plantas son obtenidas la mitad de las cuales llevan el carácter híbrido (Aa), la otra mitad, sin embargo, recibe los caracteres paternos A y a en cantidades iguales. Por lo tanto, en promedio, entre cuatro plantas dos tienen el carácter híbrido Aa, una el carácter paterno A, y la otra el carácter paterno a. Por tanto  $2Aa+A+a$  o  $A+2Aa+a$  es la serie empírica simple, de desarrollo para dos caracteres diferenciados. Asimismo fue demostrado en una forma empírica que, si dos o tres caracteres diferenciados están combinados en el híbrido, la serie de desarrollo es una combinación de dos o tres series simples. Por encima de este punto no creo que pueda ser acusado de haber dejado el reino de la experimentación. Si luego extendiendo esta combinación de series simples a cualquier número de diferencias entre las dos plantas padres, He penetrado en efecto el dominio racional”<sup>40</sup>.*

En la segunda generación o F2 *“...reaparecen, junto con los caracteres dominantes, también los recesivos con sus peculiaridades completamente desarrolladas y esto ocurre en una proporción media de tres a uno completamente definida, de manera que de cada cuatro plantas de esta generación tres presentan el carácter dominante y una el recesivo... En ningún experimento se observaron formas de tránsito”<sup>41</sup>.*

---

<sup>39</sup> Gomiz 2000. *Op cit.* p 31

<sup>40</sup> <http://www.faseb.org/gsa/gsamenu.htm> página web de la Genetic Society of America

<sup>41</sup> Ledesma 2000 *Op cit.* p 478.

Por otra parte, Mendel descubrió que los dos factores que influían sobre una cierta característica debían separarse o segregarse uno del otro, en la formación de las células germinales y luego unirse de nuevo en la fecundación. Esto se conoce como la primera Ley de Mendel o ley de la segregación<sup>42</sup>.

En el apartado las células reproductoras de los híbridos, afirma: *“los resultados de los experimentos descritos previamente condujeron a nuevos experimentos, los resultados de los cuales parecen apropiados para sacar algunas conclusiones respecto a la constitución de las células huevo y del polen de los híbridos. Pisum nos resuelve un punto clave por la circunstancia de que en la descendencia de los híbridos aparecen formas constantes y de que esto ocurra también para todas las combinaciones de los caracteres relacionados”*<sup>43</sup>.

Parte de su rigor científico se ve reflejado en el siguiente experimento: *“... Este trata de la opinión de Naudin y Darwin de que un simple grano de polen no es suficiente para fertilización del óvulo. Utilicé Mirabilis Jalappa para una planta experimental, como Naudin había hecho; el resultado de mi experimento es, sin embargo, completamente distinto. De fertilizaciones con granos de polen simple, obtuve 18 semillas bien desarrolladas, y de esas un número igual de plantas, de las cuales diez están ya en floración. La mayoría de las plantas son sólo tan vigorosas como esas derivadas de autofertilización libre. Unos pocos especímenes están un poco atrofiados hasta aquí, pero después del éxito de todos los otros, la causa puede descansar en el hecho de que no todos los granos de polen son igualmente capaces de fertilización, y que además, en el experimento mencionado, la competición de otros granos de polen fue excluida”*<sup>44</sup>.

---

<sup>42</sup> Baker y Allen. p- 357.

<sup>43</sup> Ledesma Op cit. p 475

<sup>44</sup> <http://www.faseb.org/gsa/gsamenu.htm> página web de la Genetic Society of America

### 2.2.3 Dimensión tecnológica de la genética Mendeliana.

En este capítulo se muestran algunos de los fundamentos teóricos que sirven de base al paradigma del hipertexto, tales como la teoría general de sistemas, que es el marco interpretativo más amplio, donde se inserta la teoría del procesamiento de la información, y además se comenta la teoría de la flexibilidad cognitiva. Posteriormente, se describe: una breve historia del hipertexto, así como una posible definición. Luego son comentadas, algunas de las características de los hipertextos y su estructura. Se contrastan sus principales ventajas y desventajas de su uso.

#### 2.2.3.1 Teoría General de Sistemas

De acuerdo con Morin (1994), “toda realidad conocida puede ser concebida como un sistema”; el cual comprende un conjunto de elementos o partes que se relacionan entre sí, si se dirigen hacia un objetivo común<sup>45</sup>.

En ese sentido, la Teoría General de sistemas, es un campo o marco interpretativo, que se dedica a analizar las realidades que son susceptibles de ser interpretadas como sistemas, aunque tiene limitaciones de la ciencia, suele ser expresado en enunciados semimetafísicos como: “el todo es más que la suma de sus partes” siendo más importantes las redes de relaciones entre los elementos de un sistema. Tiene un sentido operacional claro: un proceder analítico que “una entidad investigada es resuelta en partes unidas, a partir de los cuales puede, por tanto, ser constituida o reconstituida, entendiéndose por estos procedimientos en sus sentidos material como conceptual”<sup>46</sup>.

“La teoría general de sistemas comprende un conjunto de enfoques que difieren en estilo y propósito” entre los que se pueden citar: la teoría de la información, la teoría de los autómatas, la teoría de juegos, la cibernética, de las gráficas, de los conjuntos, etc. (Bertalanffy, 1976).

---

<sup>45</sup> Bertalanffy, 1976 en Sarramona, J. 1990. Tecnología educativa : una valoración crítica. p – 35

<sup>46</sup> Bertalanffy 1976. Teoría general de sistemas.p-17.

Berthalanfy señala además que, “existen dos condiciones para la aplicación del procedimiento analítico: la primera es que no existan interacciones entre las partes o que estas sean muy débiles, para deslindar lo real, lo matemático y lo lógico y luego volverlas a juntar”.

La segunda condición es que el comportamiento de partes sea lineal, para que quede satisfecha la condición de aditividad, una ecuación que satisfaga la conducta total de la misma y describe la conducta de las partes, donde los procesos parciales pueden ser superpuestos para describir el proceso total.

Dichas condiciones no son cumplidas por los sistemas, porque las partes están en interacciones fuertes y las ecuaciones diferenciales que las describen se encuentran circunscritas en una complejidad organizada<sup>47</sup>. Es necesario resaltar que el mencionado autor, emplea el cálculo diferencial, y lo aplica a varios sistemas biológicos: poblaciones de moléculas o de comunidades biológicas, sistemas ecológicos etc.

Sobre las distintas teorías que conforman la Teoría general de los sistemas, se encuentra la teoría de los compartimientos, donde el sistema consiste en subunidades con ciertas condiciones de frontera, que pueden tener una estructura catenaria o mamilar. Por otra parte, la teoría de conjuntos se basa en las propiedades formales de los sistemas, las cuales pueden ser axiomatizadas en esos términos. Para la Teoría de las gráficas: muchos problemas conciernen a sus propiedades estructurales o topológicas antes que a sus relaciones cuantitativas, elabora estructuras relacionales en un espacio topológico. La teoría de redes vincula: la de compartimientos, la de gráficas y la de conjuntos en sistemas como las redes nerviosas. Mientras que la Teoría cibernética es una teoría de los sistemas de control basada en la comunicación transferencia de información sistema - medio circundante. Y dentro del sistema y en el control del funcionamiento del sistema (retroalimentación).

---

<sup>47</sup> Sin embargo, Berthalanfy propone que el computerizar los sistemas va más allá de las matemáticas ordinarias, y que los laboratorios pueden ser sustituidos por simulación. P-19

Por otra parte, la teoría de la información, en el sentido de Shannon y Weaver 1949, se basa en el concepto de información definido por una expresión isomófica con la entropía negativa de la termodinámica, por ello existe la esperanza de que la información sirva como medida de la organización.

Otras teorías a las que se refiere el autor, como parte de la teoría general de sistemas son: las de los autómatas, las de los juegos, la de decisión, la de dos colas. Todas ellas demuestran que hay una serie de enfoques para investigar sistemas, con poderosos métodos matemáticos.

Dentro de la tecnología aplicada a la educación, la teoría general de sistemas es una de las fuentes básicas, ahí el hipertexto es considerado un sistema o una herramienta cotidiana. Al respecto fue necesario desarrollar un sistema capaz de tener un entorno donde se pudieran mantener grandes cantidades de conocimiento, “una innovación esencial en la forma en que se relaciona, enlaza o conectan diferentes bloques de información”, este es el hipertexto<sup>48</sup>.

Berthalanfy (1976), comenta también que las computadoras han facilitado cálculos que habrían requerido tiempo y energía, excesivos, y propician que algunos experimentos realizados en el laboratorio sean sustituidos por simulaciones en computadora, donde a su vez el modelo puede ser ahora verificado en el laboratorio, con datos experimentales.

Este enfoque de la teoría general de sistemas permea también en el pensamiento biológico, donde “no solo influye en partes y procesos aislados sino en resolver problemas decisivos hallados en la organización y orden que los unifican, resultantes de la interacción dinámica de partes y que hacen el diferente comportamiento de éstas cuando se encuentran aisladas o dentro de un todo”<sup>49</sup>

---

<sup>48</sup> León. J. A. “La adquisición del conocimiento a través del material escrito: texto tradicional y sistemas de hipertexto”. En Vizcarro y León, 1998. Nuevas tecnologías para el aprendizaje. p-70.

<sup>49</sup> Para Paul Ernest 1995 aunque promueve un aprendizaje activo, no es del todo constructivista porque el sujeto no elabora la Información de base. En “The one and many” Steffe and Gale (eds) *Constructivism in Education* Laurence Elbaum Associates, Publishers, Hillsdales N. J p.486.

### 2.2.3.2 Teoría del procesamiento de la información

Esta teoría del procesamiento de la información se encuentra compuesta por varias teorías cognitivas. La metáfora subyacente es “la mente es como una computadora”. Se refiere a que la mente humana funciona de manera similar a como lo haría una computadora. En las computadoras hay un procesamiento de la información y de los datos, se utilizan rutinas y procedimientos que organizan a la memoria para máquina de pensamiento.

Desde esta perspectiva, Berk 1991 señala, las computadoras hacen el trabajo de almacenar y recuperar grandes volúmenes de información, y corresponde a la mente humana el filtrar más fácilmente la información. De hecho, el humano escoge cada punto de interés a través de una aproximación intuitiva, la cual es parecida a la tendencia natural del cerebro para realizar asociaciones.

Berk (1991) afirma que, un argumento a favor del hipertexto es que “se aproxima muy cercanamente a la estructura de pensamiento de nuestra mente o a nuestro patrón de pensamiento” (“one argument for hypertext is that it more closely approximates the structure of thought in our minds, or the pattern of thought in our minds.”). Agrega que su base conceptual favorece la rigurosidad, sistematicidad y pensamiento crítico.

### 2.2.3.3 Teoría de la flexibilidad cognitiva

Los autores de esta teoría son: Spiro y colaboradores (1988, 1990 en Vizcarro y León 1998) propusieron una posible explicación de cómo funciona, en el nivel cognitivo, el hipertexto. Para ello, emplearon una metáfora del sistema de enseñanza como si se tratara de un paisaje físico. Por ejemplo, existen “paisajes” temáticos, donde hay una complejidad que sería equivalente a una topografía accidentada, Cuando alguien quiere conocerlos, debe explorarlos desde distintas perspectivas, conocer diferentes rutas o accesos, incluso elaborar un mapa que le ayude a ubicarse en donde se encuentra. De esta misma manera, los estudiantes que deseen conocer un paisaje temático, deberán de analizar el texto desde distintas dimensiones o perspectivas,

allegarse de métodos eficientes para consolidar sus habilidades. Si el paisaje es analizado desde una sola perspectiva se pierde esta flexibilidad.

Como se verá más adelante, si los tópicos se entrecruzan, el sistema tendrá mayor variabilidad de la respuesta en función del contexto, un acceso más flexible, adaptado a las necesidades del usuario. Un texto lineal común no es suficiente para realizar tales proezas, pero un hipertexto bien diseñado probablemente sea más eficaz<sup>50</sup>.

#### 2.2.3.4 Hipertexto

Con base en las teorías anteriormente mencionadas surge el concepto de hipertexto, a continuación se proporcionarán algunos elementos a fin de dar un marco teórico a ese concepto:

##### 2.2.3.4.1 Breve historia del hipertexto

De acuerdo con la literatura consultada la idea original de crear un sistema de hipertexto pertenece a Vannevar Bush quien en 1945 concibió una máquina memex (memoria extendida), la cual ofrecía al usuario artículos técnicos, fotografías y bosquejos, que el usuario podía seguir mediante asociaciones. En su artículo "As we may think", Bush describe el dispositivo memex, en el cual: "un individuo almacena sus libros, anotaciones, registro y comunicaciones, y esta colección de información es mecanizada de forma que puede ser consultada con alta velocidad y mucha flexibilidad", teniendo como principal característica la posibilidad de asociar dos ítems<sup>51</sup>.

Nelson en 1965 acuñó por primera vez el término hipertexto para designar a un sistema de cómputo de módulos de texto, que estaban ligados a través de una escritura no lineal, y creó el sistema Xanadú, en el cual incorporó el concepto de docuverso, donde se almacenara toda la información mundial y literaria

---

<sup>50</sup> Vizcarro y León 1998 *Op cit.* p-90.

<sup>51</sup> Cfr, Horton William. 1990. Designing and writing on line documentation... págs. 290 – 299.,

publicada, que permitía que los mismos documentos aparecieran en múltiples contextos, sin haber sido físicamente duplicados; un repositorio universal que se basara en el paradigma de la transclusión (inclusión virtual) como estructura fundamental.

Bianchi (2005) propone la siguiente tabla para resumir los eventos más importantes en la historia de los hipertextos<sup>53</sup>:

### Principales hitos en la historia y desarrollo de hipertextos.

Año	Sistema	Autor	Hito
1945	MEMEX	Vannevar Bush	Dispositivo basado en microfichas
1965	XANADU	Ted Nelson	Primero en acuñar el término "hypertext"
1967	Hypertext Editing System	Andy van Dam (Brown University)	Primer sistema hipertexto en funcionamiento
1968	oN Line System NLS	Doug Engelbart (Stanford University)	Sistema hipertexto con manipulación directa con utilización de ratón
1978	Aspen Movie Map	Andrew Lippman (MIT)	Primer sistema hipermedio en funcionamiento
1985	Intermedia	Yankelovich et al (Brown University)	Se utiliza el concepto de ancla y red
1986	GUIDE	OWL	Primer producto para autoría de hiperdocumentos
1987	HyperCard	Apple Computer, Inc.	Producto entregado con cada Macintosh
1987	Hypertext '87	University of North Carolina	Primera conferencia auspiciada por la ACM para el tratamiento de la tecnología hipertexto
1991	World Wide Web	Tim Berners-Lee, CERN	Proyecto para llevar la tecnología hipermedial en Internet
1993	Mosaic	NCSA	Navegador gráfico para el WWW

<sup>53</sup> Para buscar más información sobre la historia de los hipertextos conviene consultar la página : [http://www.javeriana.edu.co/Facultades/C\\_Sociales/Facultad/.../bibliografia.html](http://www.javeriana.edu.co/Facultades/C_Sociales/Facultad/.../bibliografia.html), donde se pueden encontrar además artículos en varios idiomas, ciber ficción, libros e imágenes de hipertextos.

#### 2.4.3.4.2 Definición de hipertexto

En la literatura se han encontrado varias definiciones de hipertexto, las cuales enfatizan alguna cualidad de éste; como por ejemplo: su estructura, "nodos + ligas = hipertexto"; su función, "es un medio masivo"; la interactividad que producen, o a la manera en que se opera, entre otros. Sin embargo, quizá sea necesaria una definición más integradora: el hipertexto es un documento electrónico o hiperdocumento dinámico, que reside en la computadora o en una base de datos; permite a los usuarios, realizar una lectura no secuencial o no lineal, de diferentes fragmentos de información o nodos, los cuales pueden ser solamente textos, o gráficos, videos, palabras, animaciones, fotografías, entre otros medios, que están conectados o ensamblados mediante ligas. La conexión entre ellos es tal que se produce un arreglo de trama o red<sup>54</sup>. Cabe mencionar que los hipertextos son adecuados para el manejo de grandes volúmenes de información, para su recuperación, así como para su manejo, diseño, exploración, etc., dentro de un entorno interactivo.

#### 2.4.3.4.3 Características del hipertexto

Como el hipertexto es una abstracción, un concepto no acabado, todavía en debate, es un propósito por estructurar el conocimiento humano. Por ello es difícil de definir; es también discutido si debiera ser parecido a un libro, o elaborado como múltiples interfases.

Para Nielsen 1995, el hipertexto es "algo más allá del texto", incluye diferentes posibilidades de trabajo, a través de distintos medios electrónicos. Pero independientemente de, si se está a favor de tener un libro electrónico o varias interfases, esta herramienta fue creada por la necesidad de que en nuestra era se generan grandes volúmenes de información, que continuamente se están actualizando, lo cual dificulta su manejo, recuperación y acceso, entre otros. El hipertexto ofrece la posibilidad de un manejo textual rápido, "un software capaz de crear, manejar y unir fragmentos de texto o colecciones de documentos"<sup>55</sup>.

---

<sup>54</sup> Nielsen *Op. cit.* p-3.

<sup>55</sup> Angosti y Smeaton 1996. Information retrieval & hypertext. p -29

Diagrama que muestra seis Nodos y nueve ligas

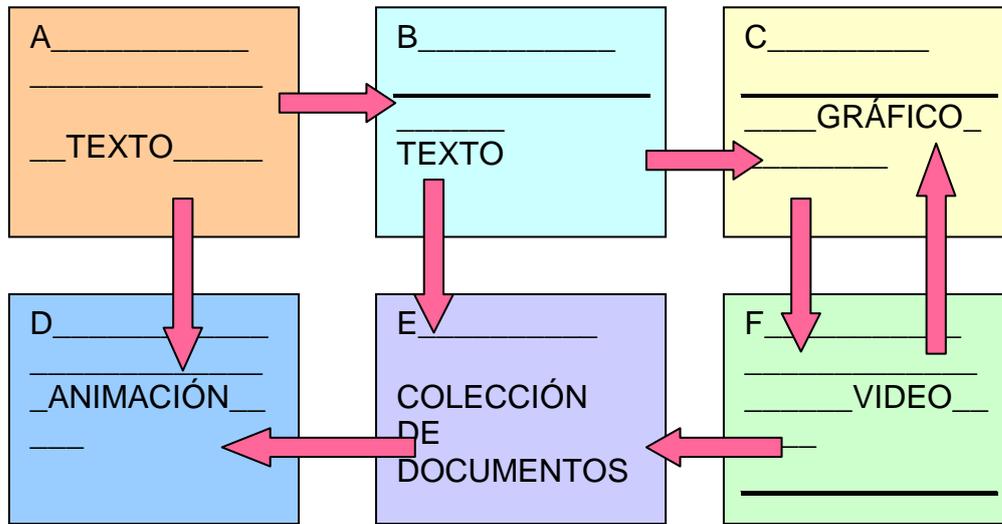


Figura 11. Esquema que representa un ejemplo de la posible conexión entre seis nodos y nueve ligas para elaborar un hipertexto.

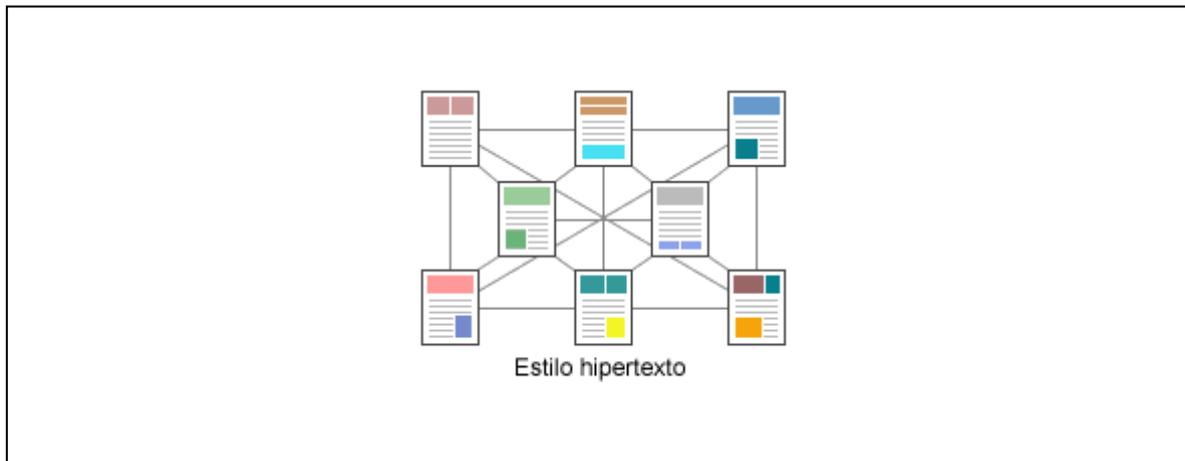


Figura 12 Representación gráfica de un hipertexto donde es visible el arreglo en red y las conexiones entre ocho nodos, los cuales están unidos por distintas ligas. Cada rectángulo puede equivaler a un texto, video, una fotografía o una animación dentro de una aplicación o programa. Es notable la interacción entre todos los nodos, la posibilidad de desplazamiento multidimensional.

Otra característica es que al tener cierta similitud de representación con la mente humana, el procesamiento cognitivo opera en función de procedimientos algorítmicos; en tiempo real, además, tiene un conjunto de reglas que responde a una lógica interna, todo ello contribuye a una arquitectura funcional de la mente<sup>56</sup>. Por lo que el lector puede tomar decisiones acerca de cómo acceder a la información, goza de la flexibilidad de posibles opciones de navegación o de elección de destinos.

En ese sentido, algunos de los autores consultados señalan que otras características que debe tener el hipertexto son: hacer que el usuario se sienta y se mueva libremente a través de la información, que navegue activamente, que sea capaz de disponer rápida y eficazmente de la información, en fin, que establezca un diálogo virtual con la máquina<sup>57</sup>.

Además algo que puede estar apoyando este diálogo es la manera en que está construido, porque el hipertexto, emplea varias metáforas. Horton 1990, menciona que: los objetos en la computadora deben ser nombrados como sus análogos en el mundo real, parecerse a ellos y ser manipulados para su ejecución de manera similar, por ejemplo “folder” o “carpeta” para “guardar documentos”.

Es interesante señalar que ciertos autores como León 1998 piensan que el hipertexto ha influenciado de tal manera la concepción de enseñanza aprendizaje, que provoca un mayor uso de las nuevas tecnologías para potenciar el aprendizaje y que probablemente se dé una reestructuración tecnológica de la enseñanza.

---

<sup>56</sup> Pylyshyn 1986 en Vizcarro y León 1998. p-70.

<sup>57</sup> La “virtualidad” entendida como: diálogo que se establece entre la persona y computadora, porque el usuario conversa con una imagen, una concepción mental, se establecen símbolos visuales patrones de respuesta e incluso metáforas, que representan objetos reales del mundo, o son llamados como ellos o se manipulan de manera similar a como ocurre en el mundo. Horton , W. p-38.

#### 2.4.3.4.4 Estructura del hipertexto

Por las características comentadas, y para tratar de entender como está estructurado un hipertexto, es necesario recordar, que involucra una interacción o “diálogo” entre usuario y máquina. Desde ésta óptica intervienen varias dimensiones<sup>58</sup>. Por ello, los autores consultados tampoco tienen una estructura común o estandarizada y pocos hacen esta consideración del diálogo, porque pueden poner el énfasis directamente en el hipertexto como si no existiera el usuario, o se centran más en las necesidades de este, de manera que olvidan la interacción.

Horton 1996, concibe que la estructura de un hipertexto posee: los contenidos que son las palabras, fotos y sonidos; el formato, que son los controles y como desplegarlos, incluye la tipografía, el diseño y el color; y la organización hace referencia a cuales son los tópicos presentados y la relación entre ellos. Agosti y Smeaton 1996, sugieren también que la estructura hipertextual está conformada por una organización lógica y una estructura de presentación de cómo el documento fue creado. “La estructura lógica se refiere a las divisiones de capítulo, los títulos de las páginas, el énfasis en las referencias cruzadas, mientras que la estructura de presentación incluye: cortes de página, negritas y encabezados”.

Sin embargo, hay autores que aprecian el tipo de usuario a quien va dirigido el hipertexto, si este es novato, ocasional, de transferencia o experto. Es importante conocer el tipo de tarea que va a realizar, en que condiciones, si va a estar asignada o supervisada y en que circunstancias. Agosti y Smeaton 1996, piensan que la estructura del hipertexto está respondiendo a las necesidades de acceso y asimilación del usuario. Con este criterio, pueden encontrarse:

---

<sup>58</sup> Queau expresa: “serán necesarias nuevas formas de navegación mental para orientarse en esos laberintos de información (campos de datos) en constante regeneración”. p-38|

<sup>59</sup> Horton, W.1990. *Op cit.* p34-35.

- Documentos del mismo tema, regulares en estructura pero con pocas referencias, que pueden ser insertadas manualmente.
- Artículos de distintas materias, cada una autocontenida, uniformes en estructura pero ricos en referencias cruzadas.
- Documentación de oficina, de estructura y longitud variable, y
- Correo electrónico almacenado, con estructura propia, cuerpo variable, sin embargo con poca referencia cruzada.

Una manera distinta de plantear la estructura del hipertexto es la de Gall y Hannafin (1994)<sup>60</sup>, conscientes del diálogo usuario – máquina<sup>61</sup>, proponen tres estructuras primarias comunes a todos los sistemas de hipertexto, estos son: macronivel, micronivel y control. En el macronivel se determinan y organizan tres aspectos del hipertexto: la base del conocimiento (explícito o tácito) del hipertexto, la interfase (incluye la presentación, interacción y retroalimentación) y el modo de navegar por el sistema. Por otro lado, las estructuras de micronivel incluyen las unidades operativas del hipertexto que son los nodos y las ligas o enlaces. Siendo estos últimos jerárquicos, referenciales y conceptuales. Finalmente las estructuras de control comprenden cuatro funciones: búsqueda, exploración, conectividad y recogida de información.

En un nivel más básico el hipertexto es algo más que un sistema de multiventanas, porque a diferencia de estas permite al usuario recuperar información<sup>62</sup>. Su estructura básica está compuesta de pequeñas piezas de información, los nodos, que idealmente cubren un concepto o palabra. Estos se pueden conectar hacia la información destino o entre sí mediante punteros o ligas, produciendo referencias electrónicas cruzadas, con este arreglo entre nodos se produce una red. Ambos son objetos sin un significado particular, pero que pertenece a la parte de manejo de datos.

---

<sup>60</sup> En: León J. A. 1998. "La adquisición del conocimiento a través del material escrito: texto tradicional y sistemas de hipertexto". En Vizcarro y León, 1998. Nuevas tecnologías para el aprendizaje. p-70.

<sup>61</sup> Otra opción es la arquitectura del hipertexto que comprende tres niveles: el nivel de presentación que involucra la interfase - usuario, la maquinaria abstracta del hipertexto y el almacenamiento, participación y acceso a la red de la base de datos. Nielsen, J. 1995. Multimedia and hipertext the internet and beyond p131.

<sup>62</sup> Nielsen 1995. Ibidem p -11

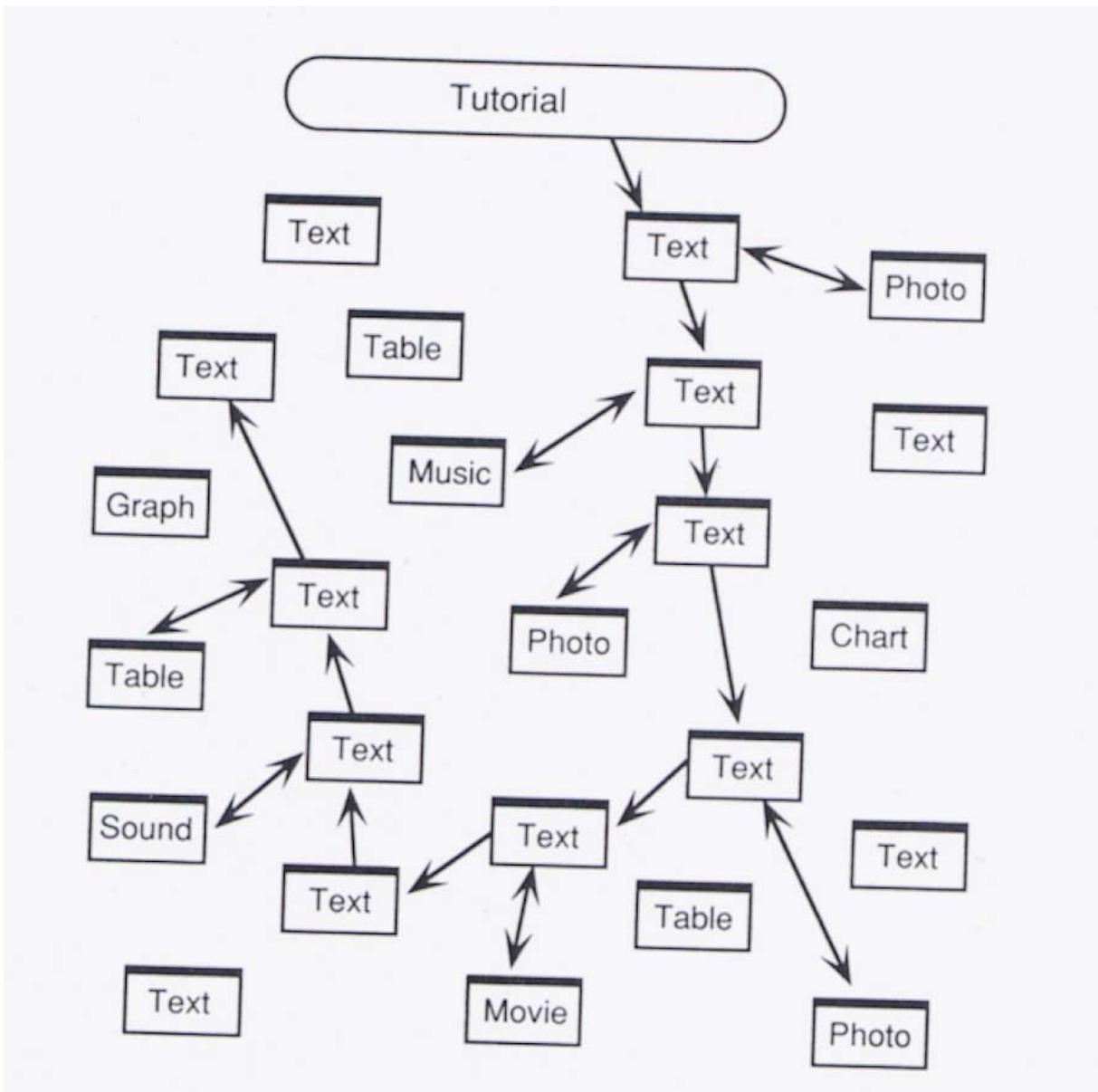


Figura 13 – Se muestra parte de la estructura lógica de un hipertexto. Esta estructura lógica se refiere a como están presentados: cada tabla, fotografía, película o texto, y la manera en que se articulan. Si el ejemplo correspondiera a un libro cada cuadro representaría a un capítulo, con sus temas o subtemas.

Codina 2005 agrega dos elementos más: los anclajes y el mapa de navegación. El anclaje es el punto de activación en un punto determinado y tiene su punto destino en la globalidad de nodos destino, generalmente se manifiesta mediante iconos. Por su parte, el mapa de navegación, puede ser opcional y se refiere a un meta - nodo, o nodo con información sobre otros nodos (ejemplo: sumario, índice, etc). Además este autor, basado en otras taxonomías, propone nueve tipos de enlace o liga, de: dirección, secuencia, espacio, grado, definición, semejanza, creador, conmutación y de función cognitiva<sup>63</sup>.

#### 2.4.3.4.5 Ventajas y desventajas del uso de hipertextos

A continuación se analizarán cuales son las principales ventajas de los sistemas hipertextuales, para contrastarlas con sus desventajas.

En la práctica puede haber documentos muy grandes que llega a resultar irrelevantes posean fragmentos muy importantes, entonces el hipertexto funciona como una guía a través de espacios relevantes a través de la red de nodos. Por lo que permite las asociaciones entre partes significativas del documento (Codina 2005).

Por otra parte, hay autores que distinguen al hipertexto, de solo texto, de hipermedia, texto combinado con distintos medios. El primero tiene varias ventajas sobre el segundo, como su ejecución, economía, facilidad de desarrollo, habilidad para correr en equipos disponibles, universales, portátiles y más baratos<sup>64</sup>. Además, fue diseñado como un medio literario, que solo requiere de un escrito y un editor, mientras que hipermedia requiere de un diseñador, programador y experto en contenido. Por ello considero que el hipertexto no ha sido superado completamente, ya que funciona perfectamente para la mayoría de los equipos disponibles en casi cualquier parte.

---

<sup>63</sup> [http://www.ucm.es/info/multidoc/revist/num\\_/codina.htm](http://www.ucm.es/info/multidoc/revist/num_/codina.htm) página del Dr. Luis Codina de la Universidad de Pamper Fabra, España. Artículo "H de hypertext, o la teoría de los hipertextos revisitada.

<sup>64</sup> Berk, Op cit. p 20.

Otra ventaja del uso de las computadoras con hipertexto es la posibilidad de manejar una gran cantidad de datos, se desarrolla un nuevo tipo de pensamiento visual y se está modificando sustancialmente la forma de leer y de escribir <sup>65</sup>. El hipertexto tiene un poder ilimitado desde una perspectiva teórico-tecnológica, porque “entendido como un método de organización de la información que permite un acceso no lineal, no secuencial, significativo e interactivo, posibilita que la información sea organizada y reorganizada de múltiples formas<sup>66</sup>”.

Ahí está una de sus principales bondades, la posibilidad de permitir al usuario que de manera creativa maneje la información, que sea libre de elegir la ruta que considere más conveniente, que se pueda equivocar y repetir las veces que sea necesario, entre otras opciones.

Si el lector sigue la trayectoria que marcan los anclajes, puede descubrir relaciones e informaciones insospechadas, éstas pueden proporcionar encuentros con genuinos tesoros informativos llenos de posibilidades, hay la posibilidad de semiosis infinita (Codina 2005).

Chi Yan Tsui y Treagust 2004, mencionan que dentro de las nuevas oportunidades educacionales se encuentran las representaciones múltiples que pueden ser textuales, matemáticas, visuales u observaciones de la vida real, lo cual es posible a través del hipertexto.

En contraste, se señalan, como problemas con los hipertextos: que el usuario puede sentirse desorientado o perdido en la red. Esto sucede porque no tiene una clara concepción de la relación con el sistema o conocimiento de su ubicación, de cómo se despliega la estructura y encuentra difícil decidir donde irá dentro del sistema. O bien por falta de claridad en el algoritmo durante la elaboración del algoritmo del programa.

---

<sup>65</sup> León Op .cit. p 67.

<sup>66</sup> Ibid. p68.

Pero dichas dificultades de navegación son más que un sentimiento, el usuario puede no tener una relación clara de las interacciones dentro del sistema, por ejemplo se consideran como buenas habilidades espaciales de navegación: que genere rutas de acuerdo con las tareas y demandas requeridas, que pueda generar nuevas rutas que le sean familiares, además, que sea capaz de orientarse en el sentido de desarrollar el concepto de “aquí” en relación con otros lugares (Mac Aleesse , 1989). Elm y Woods (1985) proponen que las formas de sentirse perdido son: no conocer a donde ir, conocer a donde ir pero no saber como hacerlo, no conocer dónde se está dentro de la estructura del documento.

Otros problemas mencionados por Mac Aleese y Green (1990) son que en un hojeador gráfico, el usuario está condenado a la visión de mundo del autor. Puede suceder que el autor cree una serie de ligas que no podrá utilizar el usuario, y que la red no sea lo suficientemente rica para el mismo.

De acuerdo con León 1998, otras críticas que han recibido los hipertextos son: si es parecido a la memoria, debería de ser más familiar, o comprensible, no hay una teoría completa que genere predicciones sobre el sistema. Puede desfragmentar, atomizar o dispersar un texto unitario.

Cabe mencionar que tal vez pudiésemos experimentar cierta resistencia al uso de los hipertextos, y decir: “yo no tengo tiempo para eso”, o “es muy difícil de realizar”, entonces, probablemente es porque, el diseñar ciertas tareas implica tomar decisiones, considerar alternativas y tratar de resolver problemas. Porque: “... el reto para los diseñadores de contenidos de e-learning<sup>67</sup> es crear contenidos contundentes, fáciles de usar y que ofrezcan un alto nivel de productividad”<sup>68</sup>.

---

<sup>67</sup> el e-learning se refiere a una estrategia de aprendizaje global en la Web, para ello hecha mano de las diferentes tecnologías que la Internet ofrece. que las “Tecnologías de la información, la comunicación y el conocimiento son mucho más que una poderosa herramienta didáctica, su potencial resulta inconmensurable si pensamos en las bondades que ofrecen para su uso y explotación en el campo educativo”. Ruíz Velasco, Sánchez, E. 2003 *Op. cit*, p 8 y 201.

<sup>68</sup> Kellog, Orson y Vera Bhatnag. 2002. Authorware 6. Ediciones Anaya Multimedia. Madrid España.p-21



### **CAPÍTULO III. EL MODELO PEDAGÓGICO PROPUESTO Y EL PROTOTIPO DEL E- PORTAFOLIO.**

En el presente capítulo se describe el concepto de e-portafolio docente y la metodología utilizada en esta tesis. Son expresadas las consideraciones previas al diseño del prototipo de e-portafolio, tomando como base las dimensiones: didáctica, disciplinaria e hipertextual, para ofrecer una alternativa en el aprendizaje de la genética mendeliana.

#### **3.1 Modelo Pedagógico**

Para Fernández (2004), la idea de portafolio docente nace de lo que hacen los artistas, los arquitectos y los fotógrafos con sus trabajos, ellos presentan una carpeta donde muestran lo mejor de su actividad. Al trasladar esta idea al campo de la educación, el portafolio docente “supone una descripción de los esfuerzos y resultados un profesor por mejorar su enseñanza”<sup>69</sup>.

De acuerdo con ésta autora, el portafolio docente implica no solamente un cambio metodológico de la enseñanza, sino también teórico. Porque una de las características del portafolio es que “el profesor asuma el proceso de recogida de la información pertinente sobre sus actuaciones docentes y que tiene el derecho y la responsabilidad de demostrar su profesionalidad”. Pero el portafolio docente no es solo un agregado o recopilación de documentos y materiales al azar o sin sentido, sino que implica una cuidadosa selección sobre las actividades relacionadas con la enseñanza del profesor y una sólida evidencia de su efectividad.

De manera más específica, el e-portafolio o portafolio electrónico: “...es una aplicación en línea que permite reunir, organizar, gestionar y distribuir información personal relacionada con la vida académica, profesional y personal a elección del usuario en donde se facilita la reflexión sobre la propia experiencia profesional, lo que le permitirá comprender el proceso educativo

---

<sup>69</sup> Fernández March, Amparo, El portafolio docente como estrategia formativa y de desarrollo profesional. Educar 33,2004, disponible en <http://www.bib.uab.es/pub/educar/0211819Xn33p127.pdf>

para una mejor toma de decisiones encaminadas a la consecución de los objetivos, y por lo tanto a la mejora de la calidad educativa” (Peruskia 2005).

Es necesario comentar que este concepto de e-portafolios es relativamente reciente, y que hay varios países interesados en su utilización. Por ejemplo, el European Institute for e-learning organizó la primera conferencia internacional sobre portafolios digitales en el 2003. Para este instituto el e-portafolio puede incluir enlaces a bases de datos en línea, retos personales o profesionales, objetivos conseguidos en equipo, entre otras referencias de las competencias adquiridas en el trabajo y el aprendizaje<sup>70</sup>.

Por otra parte, para elaborar esta propuesta de e-portafolio docente mendeliano, se explica a continuación, que consideraciones previas deben tenerse en cuenta para diseñar un prototipo para el aprendizaje de un tema, por ejemplo: a qué público está dirigido, cómo se seleccionó el tema de estudio, así como la manera en que se realizó la búsqueda de información. También se indican aspectos a considerar en la elaboración de las estructuras conceptuales y su depuración a partir de la consulta con los expertos de cada dimensión, para integrar las tres dimensiones y generar el prototipo de e – portafolio, el cual se comenta más ampliamente en el diseño de la interfase.

### 3.1.1 Población meta

Este trabajo está dirigido básicamente a los profesores de bachillerato que trabajan con jóvenes preparatorianos, cuyas edades oscilan aproximadamente entre los 15 y 18 años de edad. Tienen grupos mixtos que deben cursar en el 5º año de preparatoria, la materia de biología IV.

---

<sup>70</sup> Para mayor información consultar la página <http://cent.uji.es/octeto/event/2003/07/13/table/flexinode-1> del Centre d' Educació i Noves Tecnologies (CENT) de la Universidad Jaume I de Castelló en Poitiers Francia.

### 3.1.2 Elección del tema

Para que el trabajo tuviera cierta formalidad en la temática a desarrollar, se partió de una investigación realizada por un grupo de profesores del Colegio de Biología del Plantel No. 5 de la ENP de la UNAM. El tema central del mencionado trabajo fue la comunicación participativa en el aula (Estrada et al. 2002) Ver anexos. Dicho trabajo se sustenta en la aplicación de una encuesta a 400 estudiantes del turno matutino; donde de manera abierta respondieron a un grupo de preguntas, pero en la que basé fue: “los temas que me causaron más confusión son...” El escrito, y la consulta de otras fuentes de información permitieron la construcción de una matriz que aparece en el anexo 1.

La información derivada de esa pregunta se contrastó con el núcleo de conocimientos y formación para el bachillerato de la UNAM (2001), para ver si existían coincidencias con el valor de estos temas para la institución.

Además, para complementar la información se consideró también una tabla de especificaciones que se realizó para el extraordinario de esa materia (Aristeo, et al. 2003).

Y una cuarta columna que aparece en dicha matriz corresponde a la página de las ideas previas de CCADET, para corroborar si estos temas habían sido considerados desde esa perspectiva.

Así fue como se escogió la Genética Mendeliana, porque 133 entrevistados respondieron que fue el tema que más confusión les causó. Este tema fue importante dentro del núcleo básico de conocimientos para bachillerato, la tabla de especificaciones para el extraordinario de la materia y la página de ideas previas del Centro de Ciencias Aplicadas y Desarrollo Tecnológico (CCADET).

### 3.1.3 Revisión de la literatura

La recopilación de la información se hizo a través de la búsqueda en red de las bibliotecas, centros e institutos de investigación de la UNAM, para localizar los

depósitos y las fuentes de información, primarias y secundarias. Así se consultó parte del acervo de las bibliotecas de: CESU, DGSCA – CU, CCADET, IIF, FC, Biblioteca Central y FFL. Además se visitó la biblioteca de la Universidad Autónoma de Aguascalientes, el único sitio a nivel nacional donde se puede encontrar físicamente la revista American Biology Teacher.

Las revistas consultadas son especializadas en enseñanza de las ciencias y de la biología, por ejemplo se revisaron artículos de las revistas:

Internacional Journal in Science education

Journal of Biological education

Journal of research in science teaching

American Biology teacher

Computers and Education

Science Education

Y Enseñanza de las ciencias

Dentro de la red de la Internet, se emplearon varias herramientas para facilitar la búsqueda de información. Ruíz - Velasco (2003) explica que “un motor de búsqueda es un programa o aplicación que permite al usuario buscar información en la www. Utilizan poderosos programas de búsqueda o robots que recorren la web para utilizarse, rastrean la red entre los enlaces, incorporando información a sus bases de datos”.

El mismo autor sugiere el uso de metabuscadores como Dogpile y metacrawler como herramientas para localizar información, porque “son programas que nos apoyan en búsquedas a profundidad en la www, despliega más resultados en la pantalla que un motor normal”. “Además de que clasifican la información en función de la calidad, eliminando los duplicados”.

Así por ejemplo, al solicitar la información a los buscadores y metabuscadores en la Internet, ellos desplegaron cientos de miles de páginas que contienen información acerca de la genética mendeliana. Ello nos habla de la riqueza potencial que está en la red en espera de ser utilizada con los estudiantes o simplemente para las personas que deseen ampliar sus conocimientos o

estructurarlos mejor, independientemente del nivel académico que ellas posean.

Por ejemplo escribiendo en el recuadro de búsqueda de Yahoo: Mendel and hipertext o Mendel and hipertexto, el buscador despliega aproximadamente 65,000 referencias, pero refinando la búsqueda solo son doce o trece resultados (Ver figura No. 14).

A continuación mostraré solamente algunos ejemplos de esa riqueza que puede encontrarse en la red, dada la abundancia de información y la limitación de espacio para presentar más páginas web aquí. Pero que son necesarias, porque de alguna manera permiten darnos una idea de lo que hay para ser explotado, en pro de un aprendizaje más efectivo, libre, al gusto de quién así lo desea.

Por sus características tecnológicas, didácticas y biológicas, empezaré con la página del Museo de Mendel, de la República Checa, en Brno, el lugar de nacimiento de Gregor Mendel <sup>71</sup>.

La figura 15 muestra la página de inicio o principal de dicho museo virtual en línea, donde se ofrecen al usuario distintas animaciones, hipertextos con información, así como varios recursos para conectarse a otras ligas en la red que nos transfieren a otros sitios para ampliar la información. Además aparecen representadas algunas fotografías inéditas de su vida y de sus obras, también algunos de los materiales y equipo que el utilizó mientras realizaba sus investigaciones.

Es una página muy completa porque trata diversos aspectos de la vida de Mendel. Uno de los temas tiene un enfoque histórico, que se ve complementado con una galería de arte contemporáneo. Otro está referido a las matemáticas en la herencia, mientras que una sección nos habla de los experimentos realizados por Mendel (Ver figura 16).

---

<sup>71</sup> <http://www.mendel-museum.org/eng/1online/experiment.htm>

-Tu búsqueda:

[Búsqueda Avanzada](#)  
[Preferencias](#)

Buscar en:



Toda la Web



Sitios en español



Sólo sitios de México



Web

**Categorías:** • [Austria > Genética > Gregor Mendel](#) •  
[Rusia > Químicos > Mendelejev](#)

PRIMEROS 10 RESULTADOS DE LA WEB de 13

(¿que és?)

1. [CWD MEXICO S.A. de C.V.](#)

... Descripción: **GENÉTICA** ... **ejercicios** resueltos y explicados paso a paso; - Hemos intentado que no sean muy aburridas: con muchos gráficos aclarativos, **animaciones** ... los **problemas** es que ...  
[www.leermejor.com/cgibin/buscar.cgi?searchstring=lectus](http://www.leermejor.com/cgibin/buscar.cgi?searchstring=lectus)

2. [Recursos en internet/Internet resources](#)

Recursos para aprender **Genética**. actualizado/updated 2000.10.09. Bibliografía. Artículos de **Genética**. Lista de los artículos sobre **Genética** publicados en Investigación y Ciencia y Mundo Científico. Revistas de **Genética**. ... **Ejercicios de genética** molecular. Microbial Genetics Problems Co-op. **Problemas** de ... y **animaciones**. Incluye secciones de **genética** molecular ...  
[www.es.embnet.org/~genus/recursos.html](http://www.es.embnet.org/~genus/recursos.html)

[lugares](#)

... resúmenes, **ejercicios** interactivos y ... **genética** clásica y molecular en conceptos, **animaciones**, **imágenes**, audio/videos, biografías, **problemas** ... de **Mendel**. Sobre Ingeniería **Genética** ...  
[genuex.unex.es/Genetica/lugares.html](http://genuex.unex.es/Genetica/lugares.html)

Figura 14 Al solicitar a un programa buscador información sobre Mendel e hipertexto, fueron desplegadas 65,000 referencias, refinando la búsqueda solo desplegó en pantalla doce resultados.

En esta página se pueden ver atractivas animaciones que representan los cruzamientos teóricos de los chícharos y que permiten predecir como al transcurrir del tiempo podríamos esperar ciertas generaciones con determinados rasgos genéticos, porque esta posee una línea de tiempo que representa el tiempo de vida de varias generaciones de chícharos. Este trabajo es muy amplio en el sentido de que son explicados, además del aspecto biológico otros trabajos que realizó Mendel sobre el clima, la agricultura, como cuidó la colección mineralógica, la colección botánica e inclusive aspectos de su vida monástica. El texto está enriquecido con fotografías inéditas de su vida, así como diagramas o esquemas que él realizó como parte de sus obras.

Otro sitio sumamente interesante es el de BioLogica que ofrece su información en inglés y francés. Fue hecho por el consorcio Concord de Estados Unidos (Ver figura 17). El sitio ofrece, a decir de sus autores: recursos educacionales que promueven que los estudiantes de preparatoria realicen representaciones múltiples que pueden ser verbales, textuales, matemáticas, visuales u observaciones de la vida cotidiana Y como puede verse en la figura ofrece al usuario la innovación de realizar cruzamientos teóricos, además de los tradicionales chícharos, con dragones (figura 18). Con ambos se pueden “mezclar” características físicas y predecir como va a ser la descendencia. Contiene varias animaciones de laboratorio virtual, animaciones en tercera dimensión de células, ofrece publicaciones de libros y revistas en línea, por lo que un estudioso puede llegar hasta donde quiera<sup>72</sup>.

Biotik es un sitio de una sociedad de biotecnología y ética de Alemania, donde puede leerse un ensayo biográfico de Mendel realizado por el Dr Robert Olby quien se ha dedicado a investigar aspectos de la historia de la biología desde las fuentes originales o primarias. Biotik tiene varias ligas a otros sitios para tener acceso a más información, cuenta con algunos cuestionarios, animaciones, y galerías que lo hacen atractivo.

---

<sup>72</sup>

Si se desea saber más acerca de cómo algunos aspectos sobre la elaboración de este sitio y de la manera en que fue evaluado, sobre todo en el aspecto motivacional del estudiante en interacción con un programa de cómputo, puede consultarse el artículo de Chi y Treagust “Motivational aspects of Learning genetica with interactive multimedia. The American Biology Teacher, Vol 66, No. 4 April 2004

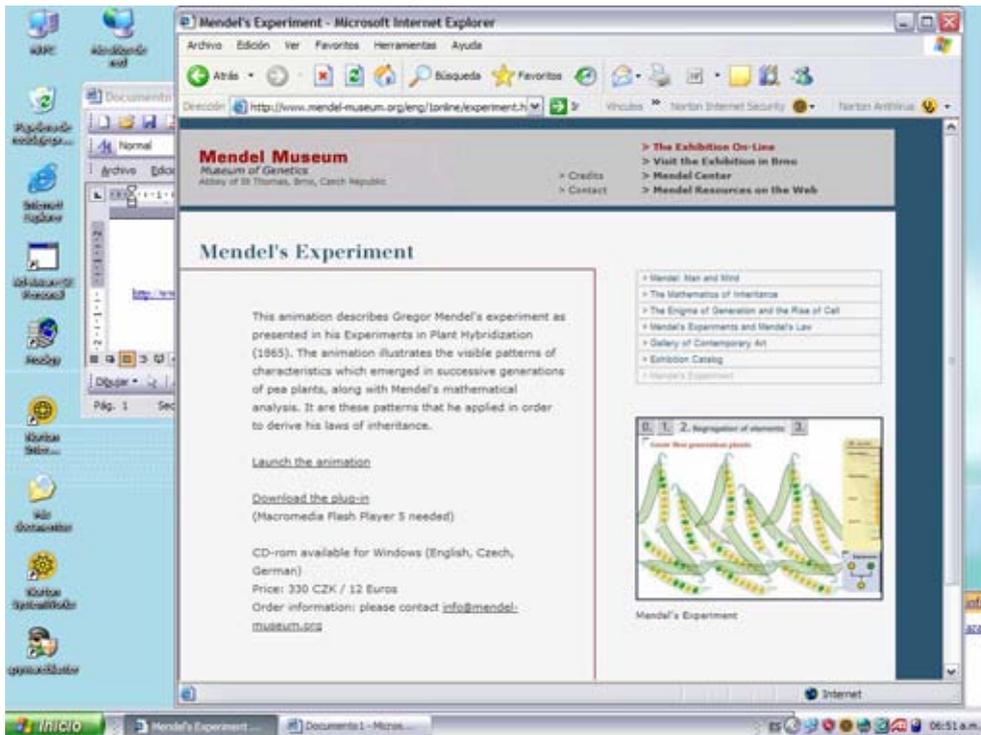


Figura 15 Muestra la página principal del Museo de Mendel en la República Checa. Es notable en el ángulo inferior derecho de la misma, se muestra una animación de los experimentos teóricos con chícharos, mientras que del lado derecho de ésta, es visible la línea de tiempo y en la parte de abajo el posible cruzamiento de los progenitores

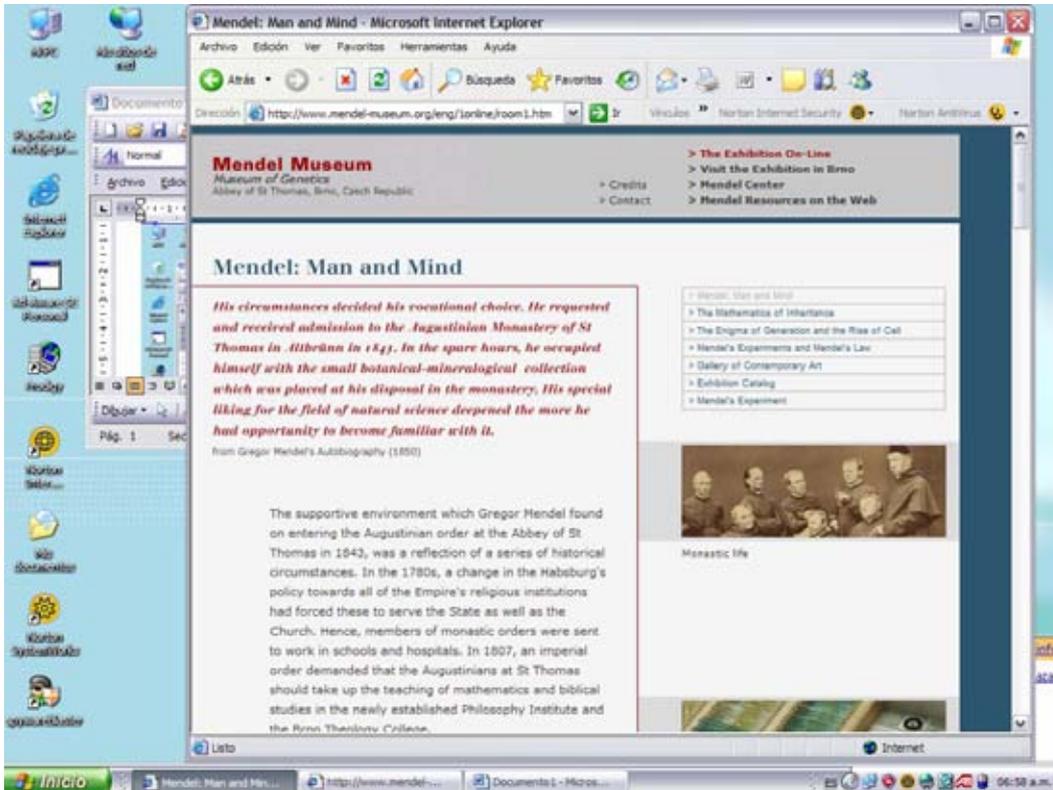


Figura 16 El tema Mendel: el hombre y su mente (Man and Mind) está hecho con hipertextos que explican como llegó a escribir sus obras

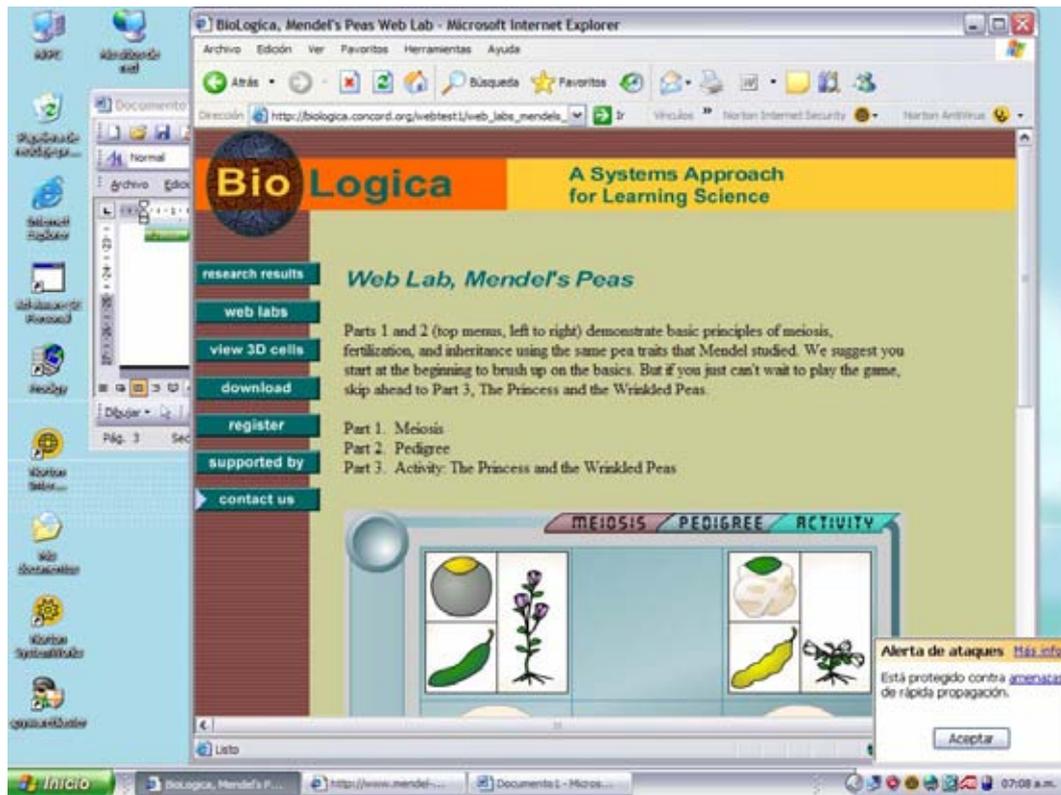


Figura 17Página de inicio del programa educativo BioLogica, en ella se ofrece el menú principal.

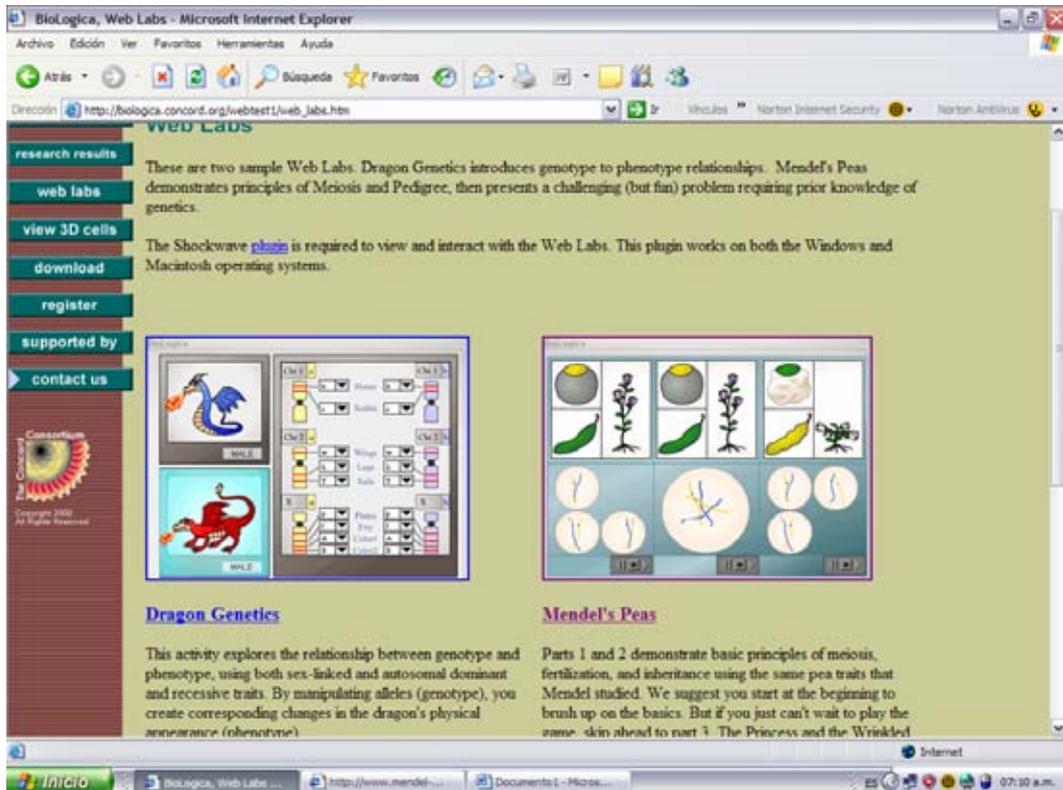


Figura 18. El programa BioLogica ofrece cruzamientos teóricos “virtuales” de chícharos y dragones.

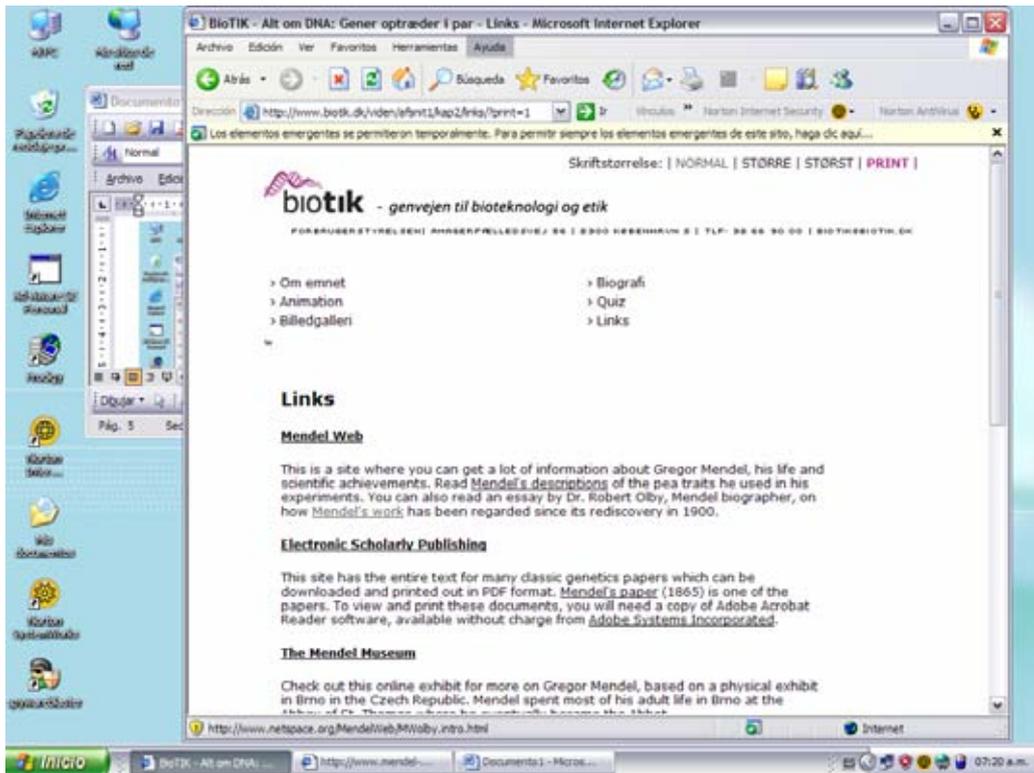


Figura 19. Aspecto de la Página principal de Biotik. Son evidentes las ligas a otros sitios relacionados con Mendel como: la red de Mendel , o el Museo virtual de Mendel.

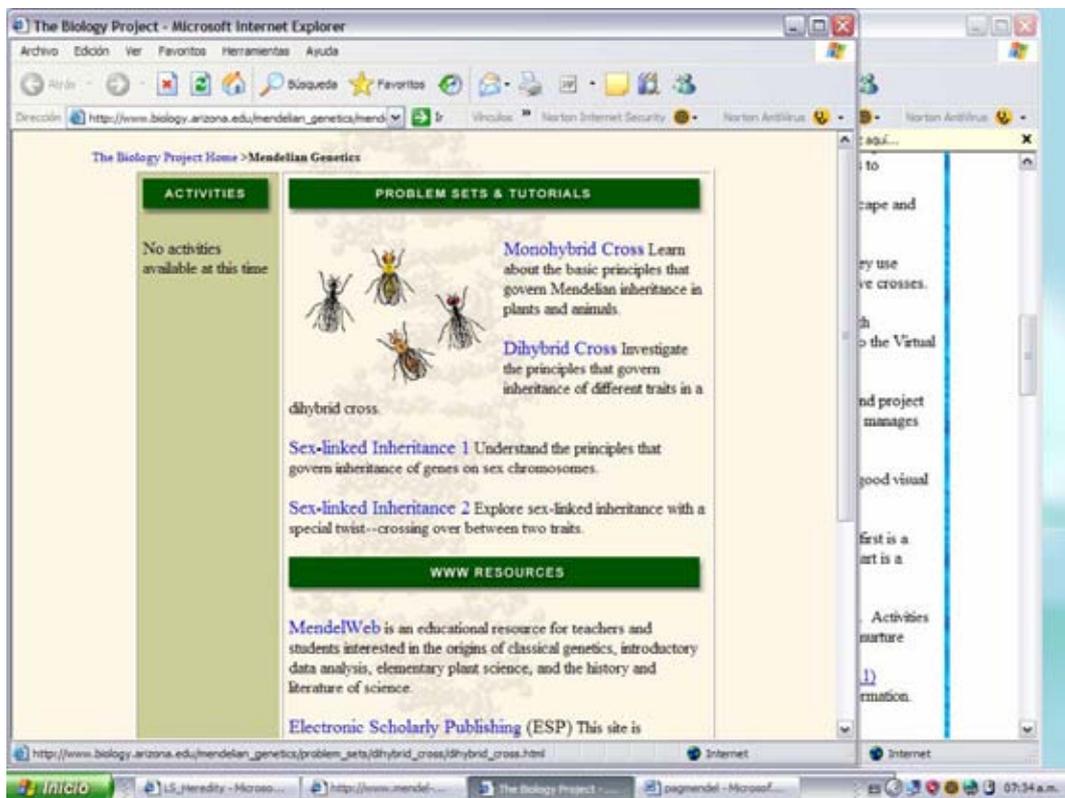


Figura 20 Página principal de la Universidad de Arizona, que tiene programas tutoriales y exámenes.

Se puede encontrar también la página de la Universidad de Arizona, Estados Unidos donde los cruzamientos teóricos pueden hacerse utilizando como modelo las moscas de la fruta (*Drosophila*). El programa tiene un tutorial para ver como tendrían que efectuarse los cruzamientos, Cuenta con ejercicios y actividades, así como algunos exámenes para corroborar lo aprendido.

Este sitio es interesante porque no solamente habla de la genética mendeliana, incluye además dominancia incompleta, predice los tipos sanguíneos y también tienen varios problemas para resolver.

La red de Mendel (Mendel Web), una página realizada por Roger Blumberg, es un sitio educativo que ofrece una gran cantidad de información para los interesados en la genética clásica, que tiene desde las cartas originales escritas por Gregor Mendel a Carl Nageli, distintos ensayos, notas, comentarios, referencias, ejercicios, hipertextos, glosarios, ejercicios y ligas a otros documentos dentro de la WWW (Ver figuras 21 y 22). A diferencia de otros sitios este es muy rico en textos aunque contienen algunas fotografías y diagramas que enriquecen la lectura.

Para mostrar parte de la riqueza de la red, es importante señalar que existen sitios de mayor profundidad disciplinaria, como un libro electrónico que muestra tutoriales animados de tópicos biológicos complejos en el que además de genética mendeliana, se puede tener acceso a la genética molecular y a otros temas relacionados a través de 106 tutoriales, Cada uno incluye una introducción, una animación que ilustra el tópico, una conclusión y un cuestionario, Toda la información está apoyada en la bibliografía. Esta página podría apoyar en un conocimiento más profundo de la disciplina (ver figura 23 y 24).

Otras páginas que puede ser muy útiles son las páginas de algunas universidades, o de sociedades de Genética como: La Genetics Society of America, en la que se encontraron las cartas originales de Gregorio Mendel para Carl Nagêly. La sociedad genética de Sevilla, España, donde hay más de 100 problemas de genética. Entre otras.

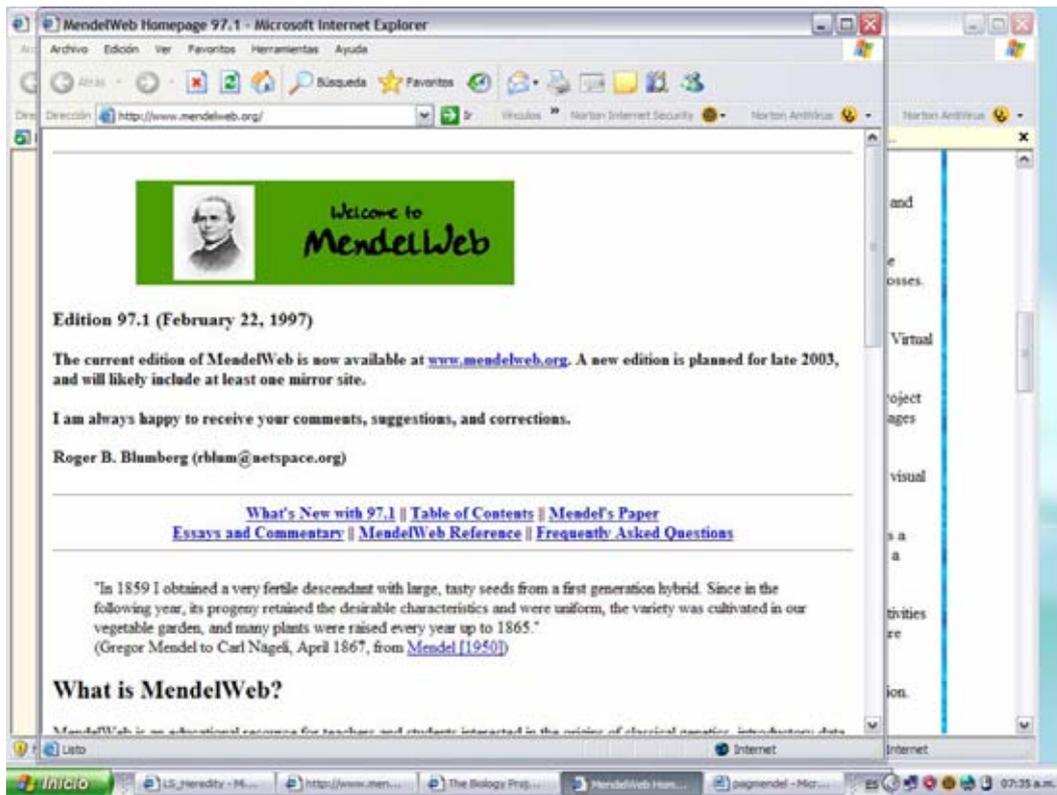


Figura 21 Página de bienvenida a la red de Mendel (Mendel Web).

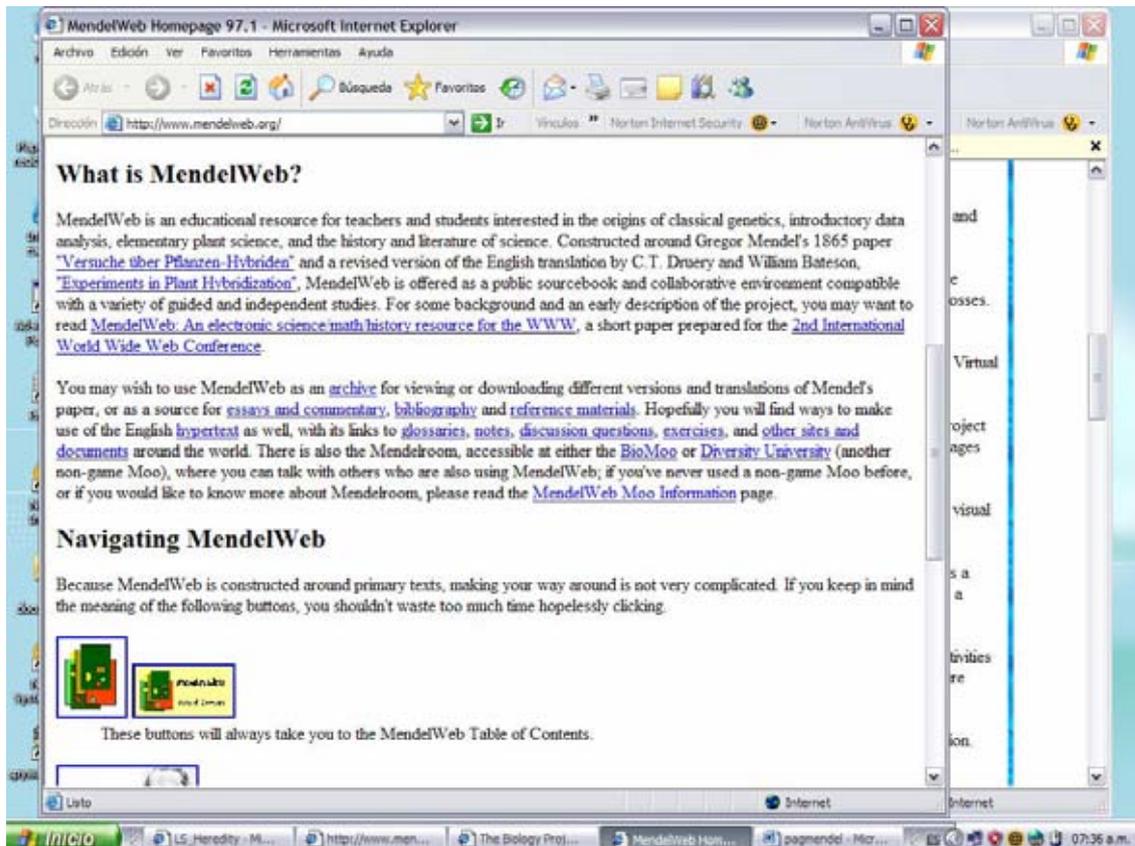


Figura 22. En esta página se ofrecen ligas a distintos temas, y a otros sitios de red.

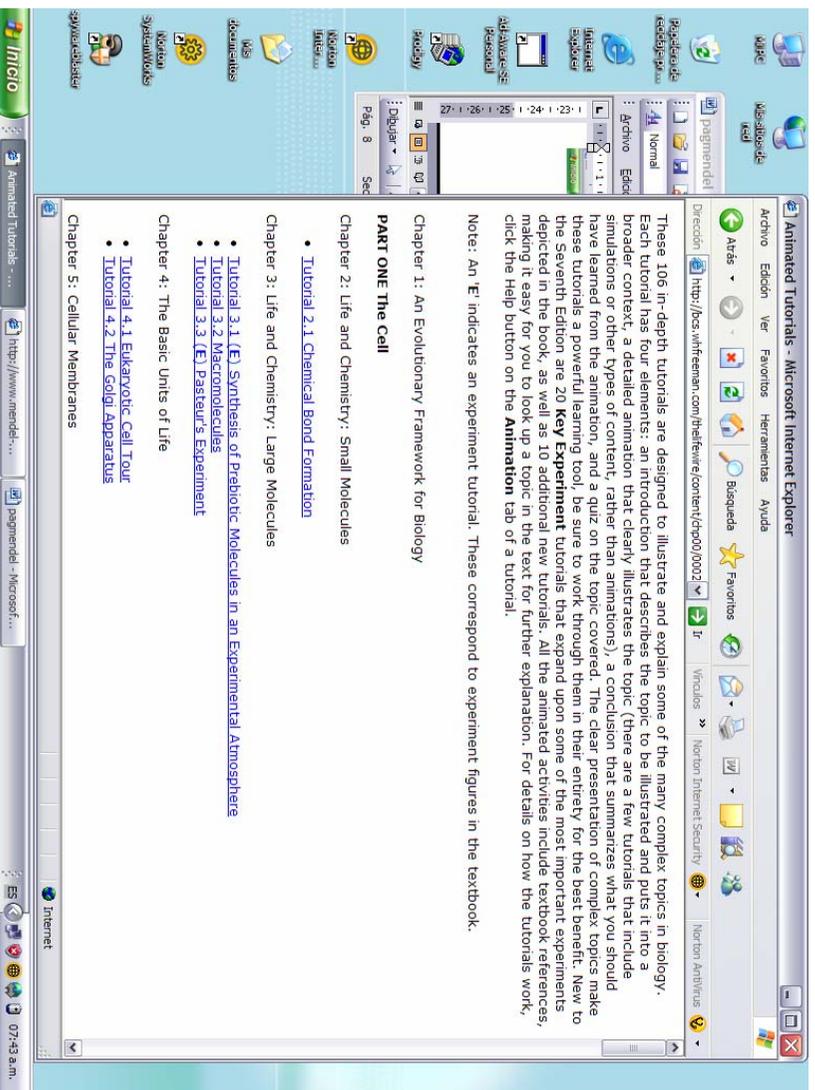


Figura 23 Este es un tutorial más especializado, con conceptos más profundos de la Genética.

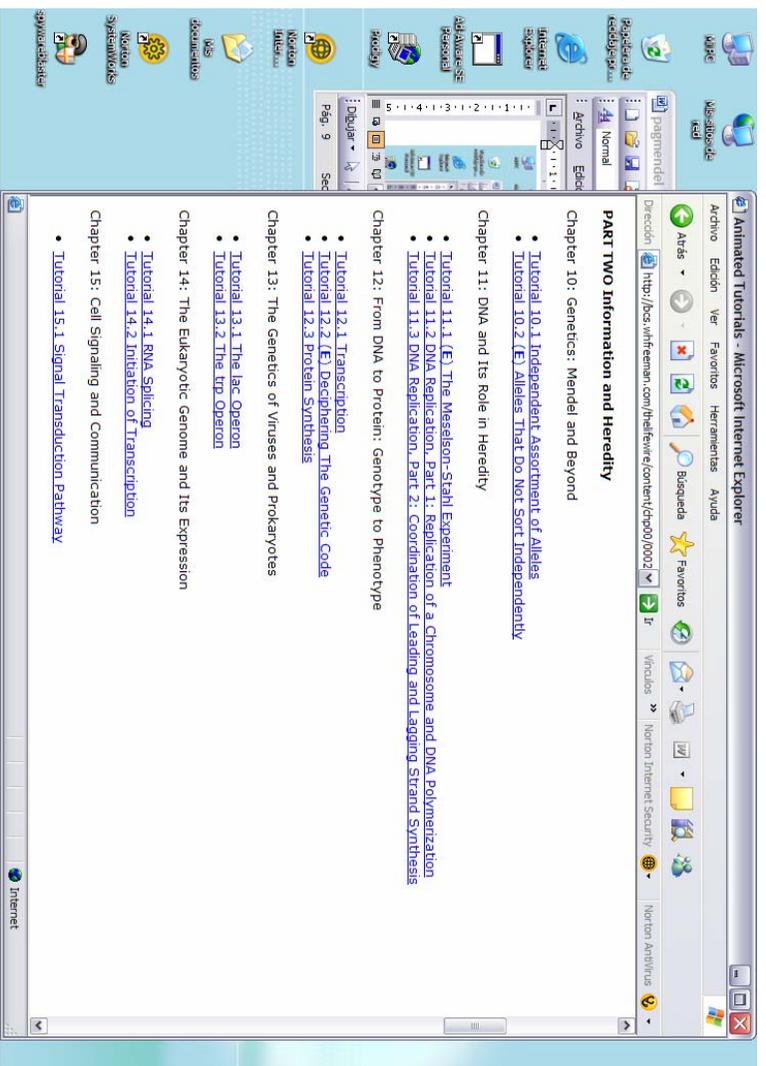


Figura 24. Este sitio ofrece además de los conceptos de Mendel, aspectos de Biología Molecular

#### 3.1.4 Estructuras conceptuales

A partir de la información recopilada en los depósitos y fuentes citados anteriormente procedí a elaborar las estructuras conceptuales de cada una de las dimensiones, las cuales sirvieron de referente para conectar los conceptos de los primeros borradores de los capítulos. Estos primeros bosquejos aparecen en el anexo 2 de la tesis.

#### 3.1.5 Consulta con los expertos

Para que la construcción de las estructuras conceptuales fuera más sólida se sometió al análisis por un experto de cada dimensión propuesta. Por ejemplo: la dimensión didáctica, fue revisada por la Maestra Julieta Valentina Méndez, y con base en sus sugerencias, las estructuras fueron retroalimentadas, reestructurada y modificadas.

La dimensión biológica fue evaluada por la D en C. Ma. Elena Calderón Segura, a fin de depurar el aspecto disciplinario, y que se entendiera la genética mendeliana desde la lógica de la disciplina biológica.

Un tercer aspecto, la dimensión hipertextual fue consultada con el Dr. Enrique Ruíz Velasco Sánchez, quien me orientó en para pulir la estructura conceptual con relación a las características y funcionamiento de los hipertextos.

#### 3.1.6 Integración de las tres dimensiones

Es indiscutible que hay una estrecha relación entre las tres dimensiones, las cuales interaccionan en el espacio y el tiempo, de manera espiral, para el logro de un aprendizaje más eficiente. Por ejemplo, la elaboración de las estructuras conceptuales permitió visualizar que para elaborar el e-portafolio, era necesario tener en cuenta que las tres dimensiones y cómo van interactuando.

### 3.2 Diseño del e- portafolio:

A continuación se comentan los elementos que fueron tomados en cuenta para diseñar la interfase del e-portafolio docente mendeliano. Entre estos se encuentran: los requisitos mínimos del usuario, aspectos propios del diseño de la interfase, características de la aplicación e-portafolio, así como el manual de este programa.

#### 3.2.1 Requisitos mínimos o habilidades básicas del usuario

Ruíz Velasco 2003 menciona que es indispensable que el usuario deberá tener o desarrollar ciertas habilidades mínimas para la selección, recuperación, evaluación y publicación de información en Internet, entre ella el autor cita:

Conozca las características básicas de los equipos e infraestructuras informáticas necesarias para acceder a Internet: ordenadores, modems, líneas telefónicas.

Diagnosticar cuando es necesaria cierta información y encontrarla con facilidad

Saber utilizar las principales herramientas de Internet como: navegadores, correo electrónico, listas de discusión, etc.

Conocer y saber utilizar programas buscadores, bases de datos y bibliotecas

Realizar búsquedas por palabras y combinaciones booleanas mediante programas específicos.

Evaluar la oportunidad, autenticidad actualidad y robustez de la información obtenida para ser utilizada en situaciones concretas.

Específicamente para la interfase propuesta son importantes las habilidades de búsqueda y rastreo de información:

“Hojeando un directorio temático, que mantiene sus bases de datos estructuradas por tema o categoría principal, y donde la información es localizada en descenso a través de los árboles temáticos, mediante las palabras adecuadas” (Ruíz- Velasco 2003). La única limitante es que no siempre está actualizada.

Bianchi 2005 comenta que para el diseño de los hipertextos deben hacerse las siguientes consideraciones:

- Esta tecnología debe proveer un medio adecuado para organizar y presentar información poco o nada estructurada, no ajustada a esquemas tradicionales y rígidos como es el caso de las bases de datos. Pueden utilizarse esquemas jerárquicos para la utilización de sistemas de documentación de texto tradicionales, muy organizados o simplemente creando estructuras de redes con poco o ningún atributo de precedencia.
- Tener asociada una interfaz de usuario muy intuitiva, pues se pretende imitar el funcionamiento de la mente humana, haciendo uso de modelos cognitivos, por lo que el usuario no debería realizar grandes esfuerzos para obtener la información requerida.
- La información se encuentra distribuida y puede ser accesada en forma concurrente por varios usuarios, por lo tanto es un ambiente compartido.
- Es un ambiente colaborativo: un usuario puede crear nuevas referencias entre dos documentos cualesquiera en forma inmediata e independiente de los tipos de contenido, haciendo crecer su hiperdocumento, sin generar cambios en el hiperdocumento referenciado. Estas referencias pueden estar embebidas en el documento, de modo que aunque éste se cambiara de instalación, el enlace seguiría proporcionando acceso a la información referenciada.

- Tiene asociados varios mecanismos de recuperación y búsqueda de información a través de las navegaciones, ya sean dirigidas o no dirigidas.

Estas características hacen de este paradigma, el hipertexto, que sea utilizado en una variedad muy amplia de aplicaciones, en las cuales se tienen al menos los siguientes requerimientos: gran cantidad de información organizada en distintos fragmentos y contextos, los cuales pueden estar relacionados entre sí, que el usuario necesita en forma discreta, y que pueda estar implantado en un ambiente electrónico o computacional (Bianchi 2005).

### 3.2.2 Aspectos propios del diseño del e- portafolio:

Ruíz - Velasco (2003) nos orienta en el diseño, donde además de tomar como base lo explicado en los párrafos anteriores, se busca también que el usuario, al emplear el e-portafolio, genere una cierta interactividad cognitiva, en el sentido de intercambio de información entre el autor y el lector.

Debe considerarse también que el usuario tenga flexibilidad de acceso en el manejo, la recuperación la búsqueda; es decir que la interfase sea muy intuitiva para que el usuario no naufrague o le cueste trabajo interactuar con ella.

Otro aspecto importante es que el usuario tenga la posibilidad de manejar una gran cantidad de información, con oportunidad de ampliarla, organizada (en contexto o troceada).

Para esta interfase el modelo o metáfora empleado es: el e- portafolios docente mendeliano, entendido como una recopilación selecta de documentos, materiales, ejercicios, lecturas, etc, que hace el profesor con base en su experiencia y en función de sus objetivos de aprendizaje. Pero que están relacionados entre sí por la intención de promover el aprendizaje de la genética mendeliana, además se encuentran almacenados electrónicamente con posibilidad de ampliar y diversificar la información.

Por otra parte, dentro de la estructura hipertextual y lógica de la interfase, se plantea el uso de los diferentes íconos que ofrece el programa Authorware. Porque a través de ellos se pueden diseñar preguntas o que despliegue cuadros de información o de diálogo en pantalla, que podrían ser de utilidad al usuario.

El usuario desde la interfase puede consultar ligas u otros sitios de Internet que son importantes y que probablemente amplían o complementan la información que se le ofrece en la aplicación.

### 3.2.3 Algunas características didácticas de la aplicación (e-portafolio)

- Hay varios hipertextos que despliegan información sobre el tema lo que permite al usuario ampliar más acerca de algún aspecto (por ejemplo las definiciones que se encuentran en el glosario o el para saber más).
- La interfase contiene algunas imágenes que pueden apoyar a dar una idea más clara de lo que se está planteando al usuario.
- El ejemplo de la pantera es un ejercicio contraintuitivo que permite estimular a los estudiantes para modificar sus ideas previas, con la intención de que comiencen a construir su conocimiento, o al menos a estructurarlo mejor.
- La interfase ofrece caminos diferentes para su uso, lo cual será en función de las necesidades del usuario, permitiéndole cierta libertad en ello.

### 3.2.4 Manual del programa

Nuestra interfase corre bajo el ambiente de Macromedia Authorware 6 porque proporciona a los desarrolladores de contenido de e – learning una combinación única de facilidad de uso y alto rendimiento de producción y publicación de información interactiva<sup>73</sup>. Authorware permite producir una importante diversidad de aplicaciones interactivas.

---

<sup>73</sup> Kellog, Orson y Vera Bhatnag. 2002. Authorware 6. Ediciones Anaya Multimedia. Madrid España.p-21

Su técnica de creación basada en iconos, proporciona una forma eficiente y fácil de comprender la construcción de complejas producciones multimedia y de hipertexto.

Los Knowledge Objects, u objetos de conocimiento, son plantillas que pueden ser incorporadas en el programa, y se pueden usar para mostrar los controles o agregar funcionalidades complejas a su composición Authorware.

Por ejemplo, puede utilizar un objeto de conocimiento para ubicar el CD – ROM del ordenador en el que se está ejecutando la composición de Authorware o también para incluir controles de la interfaz, como botones de opción y casillas de verificación en el archivo de su proyecto.

Además, de acuerdo con el manual del programa, los desarrolladores Authorware pueden crear sus propios objetos de conocimiento con el fin de acelerar el ritmo de ciertas tareas o evitar que caigan en las manos de los desarrolladores menos experimentados ciertas partes complejas de un proyecto Authorware.

Porque esta interfase a diferencia de otras aplicaciones realizadas con excell o con power point, entre otras, el usuario no pierde el control de la interfase. Ya que en aquellos programas, si da un clic de más, el usuario ya no puede regresar a las pantallas anteriores, o lo hace pero entonces requiere de invertir más tiempo o pasos.

Se eligió macromedia authorware, porque tiene mayor interactividad que los programas anteriormente citados, se pueden generar botones o etiquetas que orientan al usuario para que no naufrague, y que en un momento dado facilitan que el usuario se mueva por un menú principal que funciona como mapa de navegación (Ver figura donde se muestra dicho menú).

Entre los Requisitos mínimos del sistema para Authorware 6 son:

- Procesador Intel Pentium
- Windows 2000, 98, 95, Me, o Windows NT 4 (con service pack 5)

- 32 ó más MB de RAM
- Lector CD – ROM
- Resolución de color 800 x 600, 256 colores (recomendada la mayor resolución y profundidad de color).
- 50 MB disponibles de disco duro para Authorware 6 (más 15 MB para los archivos de capítulos).
- Tarjeta de sonido compatible con SoundBlaster.
- Quick Time para Windows.

El e-portafolio mendeliano inicia con una animación que conecta a la página principal, donde se muestran iconos a manera de folders que brindan información al usuario sobre las instrucciones, es decir como este programa debe ser utilizado, quienes hicieron el programa, etc.

Los folders representan el menú principal que sirve cómo mapa de navegación, con la posibilidad de ir a las diferentes secciones y regresar a ellas, el número de veces que sea necesario. Estas secciones son: la introducción, historia, experimentos, matemáticas, glosario, agradecimientos y bibliografía.

La introducción ofrece una página a partir de la cual se puede desplegar más información, ir a otras secciones para ampliar, como: para saber más, sabías que..., así como la posibilidad de ir a otras definiciones, por ejemplo remitirse al glosario o a un hipertexto.

El diseño está pensado en usuarios de distinta habilidad, por ejemplo si se trata de uno novato, puede ir revisando con calma la información, a su propio ritmo. Y si es uno experto, o al menos más experimentado, puede obviar secciones e ir a la que particularmente le interesa.

En la bibliografía hay la posibilidad de visitar el museo virtual u otros sitios de interés mediante ligas.

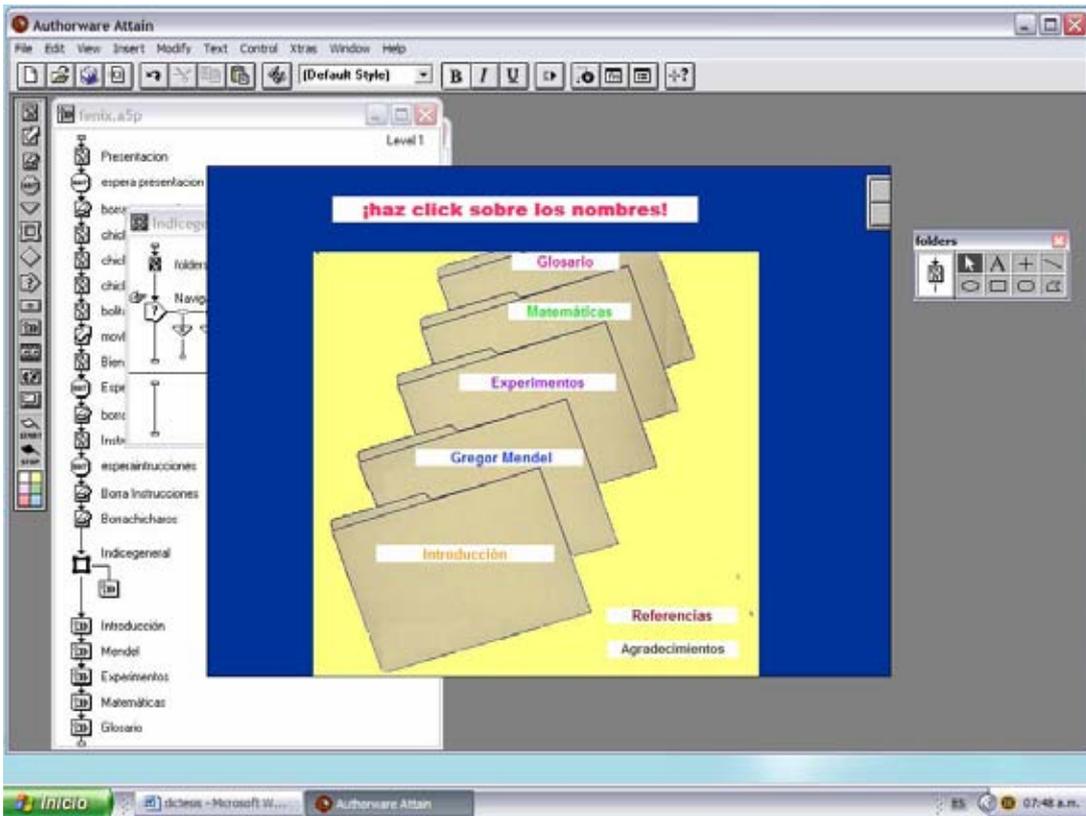


Figura 25. Menú principal del E-portafolio docente mendeliano

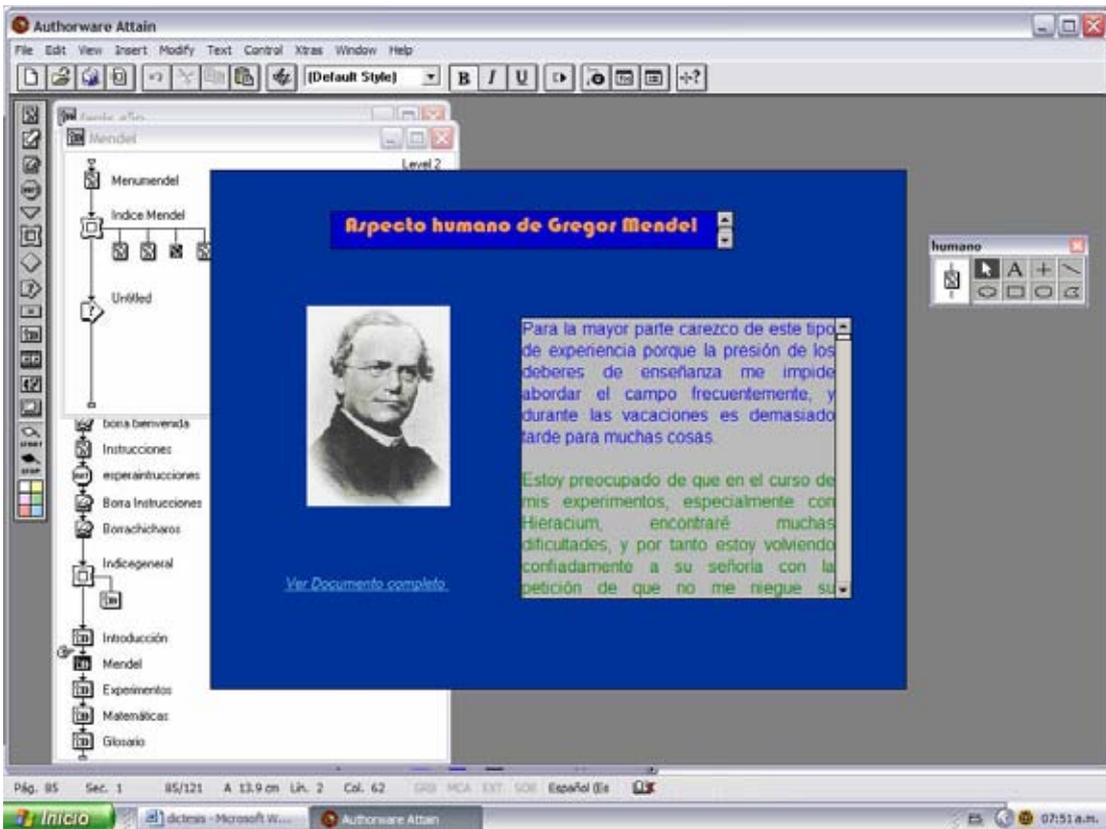


Figura 26. Una de las secciones que ofrece el e-portafolio, acerca de Gregor Mendel, son evidentes las barras de desplazamiento para ofrecer más información al usuario.



## **CAPÍTULO IV. EXPERIMENTACIÓN**

### 4.1 Análisis de resultados.

En esta sección se ofrecen algunas reflexiones sobre aspectos fundamentales derivados del uso de los hipertextos en un programa educativo como el e-portafolio, la elaboración de las estructuras conceptuales, y sobre la disciplina misma, específicamente sobre la genética mendeliana.

#### 4.1.1 La estructura y funcionamiento de los hipertextos

Una parte importante en el diseño de una aplicación con fines educativos radica en los hipertextos, además de las bondades ya mencionadas, el diseño deberá estar orientado a satisfacer las necesidades de aprendizaje del usuario, por ejemplo si quiere buscar, extraer o comprender información, ver gráficos, consultar tablas, observar fotografías, etc.

Deber estar lo suficientemente bien estructurado como para permitir al usuario moverse libremente, sin perderse y darle la oportunidad de desplazarse solo en aquellos sitios de su particular interés, o donde la información es sobresaliente o significativa.

Es necesario considerar en su elaboración, no solo que la interfase sea agradable al usuario, sino también el aspecto didáctico y el disciplinario, porque si no puede ocurrir que la interfase sea muy bella, es decir que realice animaciones atractivas, con colores, imágenes o letras bonitas y sonidos, pero que en el fondo carezca de contenido.

El profesor/diseñador tiene que tener claridad en que programa va a utilizar para fabricar su aplicación, de que características, que ventajas o desventajas puede presentar, porque ese programa y no otro.

Y ya propiamente dentro de la estructura del programa, Si va a mostrar al usuario un listado, un índice alfabético u otro, de que manera va a llevar al usuario a través de el, cuál es el mejor, porqué y en qué caso.

Cual es el número de pantallas apropiado, de que color, con que tamaño de letra, cuanto tiempo van a durar cada una. Si va a utilizar sistemas mutiventanas, o barras de desplazamiento, con botones, con música, con preguntas abiertas o cerradas, cómo va a motivar al usuario y a mantener su atención en el tema, incluso para animarle a obtener acceso a información adicional, o a otras páginas de consulta, si existen hechos interesantes que plantearle, que tan versátil debe ser para que prácticamente el usuario inicie y termine por donde así lo desee.

Para elaborar su programa deberá considerar las necesidades de información del usuario, si va a utiliza recursos que ya están en la red, o se tendrá que generar los propios, o combinaciones de ambos. Deberá estar consciente de cómo evaluarlos antes de insertarlos en su programa, así como, de hacerlos accesibles a los alumnos, o a los profesores. Aunque la postura aquí es que podría analizar los recursos que ya están disponibles en la red, y hacerlos accesibles a los usuarios, con lo que el profesor, ahorraría tiempo, dinero y esfuerzo.

Una de las principales ventajas es que el usuario podrá reproducir los materiales el número de veces que sea necesario, para lograr comprenderlo o captar su esencia, que lo podrá imprimir, almacenar o enviar por correo electrónico u otro medio, para que lo pueda socializar con sus compañeros.

Por ejemplo, de la red obtuve las cartas originales que Mendel le envió a Carl Nageli, las cuales me gustaría que los lectores conocieran, a fin de que se enterasen de aspectos de la vida de Mendel que normalmente no vienen en los libros de texto, no solamente de la investigación o su manera de hacer ciencia, si no de las dificultades que tuvo que sortear, de su aspecto humano, que condiciones favorecieron u obstaculizaron sus descubrimientos, etc.

Quiero mencionar que hay sitios como los de las universidades de Sevilla y Barcelona en España, o algunas de Estados Unidos, donde sociedades de genética, proponen listados de problemas con las correspondientes soluciones, y en ciertos casos muestran animaciones que facilitan la comprensión de los

temas. Así mismo ofrecen simulaciones de laboratorios virtuales, donde los usuarios podrían hacer los cruzamientos de manera lúdica, y hasta elaborar predicciones sobre la posible descendencia.

Cabría aquí la sugerencia de plantearles a los alumnos problemas de efecto a causa y no al revés, además, separar los problemas de los más sencillos a los más complejos, e indicar el tipo de problema. De tal suerte que comprendiendo la genética mendeliana, después los estudiantes tengan la posibilidad de entender otros modelos de transmisión de la herencia como la codominancia, los alelos múltiples, etc.

Ya propiamente en el diseño del e- portafolio docente mendeliano, elegí por sus bondades el Programa de Authorware. La interfase consta de cinco secciones: una introductoria conceptual, una histórica, una matemática, una “experimental”, agradecimientos y una de referencias.

4.1.2 Comentarios sobre los sitios de Internet y su viabilidad para ser utilizados por los profesores.

Como profesor uno puede seleccionar los sitios que por sus características pueden ser enriquecedores para los usuarios. Ahora la sugerencia para los profesores, sería buscar los sitios que tengan un buen nivel académico, por ejemplo, las páginas de universidades, las de sociedades científicas, las de bibliotecas, laboratorios o aulas virtuales. Para que tengamos contenidos confiables, lo cual puede hacerse también porque cada uno de nosotros conoce bien su disciplina.

También páginas que ofrezcan información novedosa, atractiva, interesante que motive al estudiante a seguir buscando más información, lograr ampliarla o complementarla.

Que dichas páginas ofrezcan retos como la realización de problemas, lecturas o visitas a museos virtuales, a los cuales sería difícil ir físicamente, pero que por este medio ofrecen información de bajo costo.

Recordemos que como comenta Ruíz Velasco 2005, en un entorno rico y diversificado, que mejor cumpla estas condiciones, la posibilidad de que el alumno aprenda es mayor.

#### 4.2 Elaboración de estructuras conceptuales:

Como se comentó en el capítulo II, y derivado de mi propia experiencia, puedo decir que las estructuras conceptuales son representaciones gráficas que nos permiten entender como está articulado el conocimiento, al principio puede ser difícil elaborarlas porque los profesores comúnmente están restringidos por un programa que dice hasta dónde y cómo serán abordados los contenidos. Sin embargo, las estructuras conceptuales en sí mismas corresponden a una visión mucho más amplia que la del programa, la visión de la disciplina. Tienen la ventaja de que nos permite ver más a detalle que conceptos son centrales, y cuales secundarios, como se van conectando, cómo un estudiante tiene que tener todo este panorama conceptual para el mismo ir articulando su propio conocimiento.

Cuando por primera vez tratamos de elaborar una estructura conceptual, es indispensable tener en mente todos aquellos conceptos que están relacionados con el tema que deseamos mostrar a nuestros estudiantes. Este, puede corresponder al programa, a una unidad, un tema de la unidad, un subtema de la unidad, entre otros.

Sin embargo, aunque nuestro tema pertenezca a una cierta unidad de un determinado programa, al considerar los conceptos involucrados, por ningún motivo debemos sentirnos limitados por las líneas o temas que se establecen como requerimientos mínimos dentro del mencionado programa. Es decir, debemos pensar desde nuestra disciplina, en el universo de conceptos relacionados con el tema, que derivados de la propia experiencia, o de la lectura de distintos materiales a lo largo de nuestra vida académica, nos han permitido estructurarlos en nuestro pensamiento. De tal manera que es posible que los conceptos ya estén articulados en nuestra mente, y al elaborar la estructura conceptual ellos puedan quedar plasmados de manera gráfica.

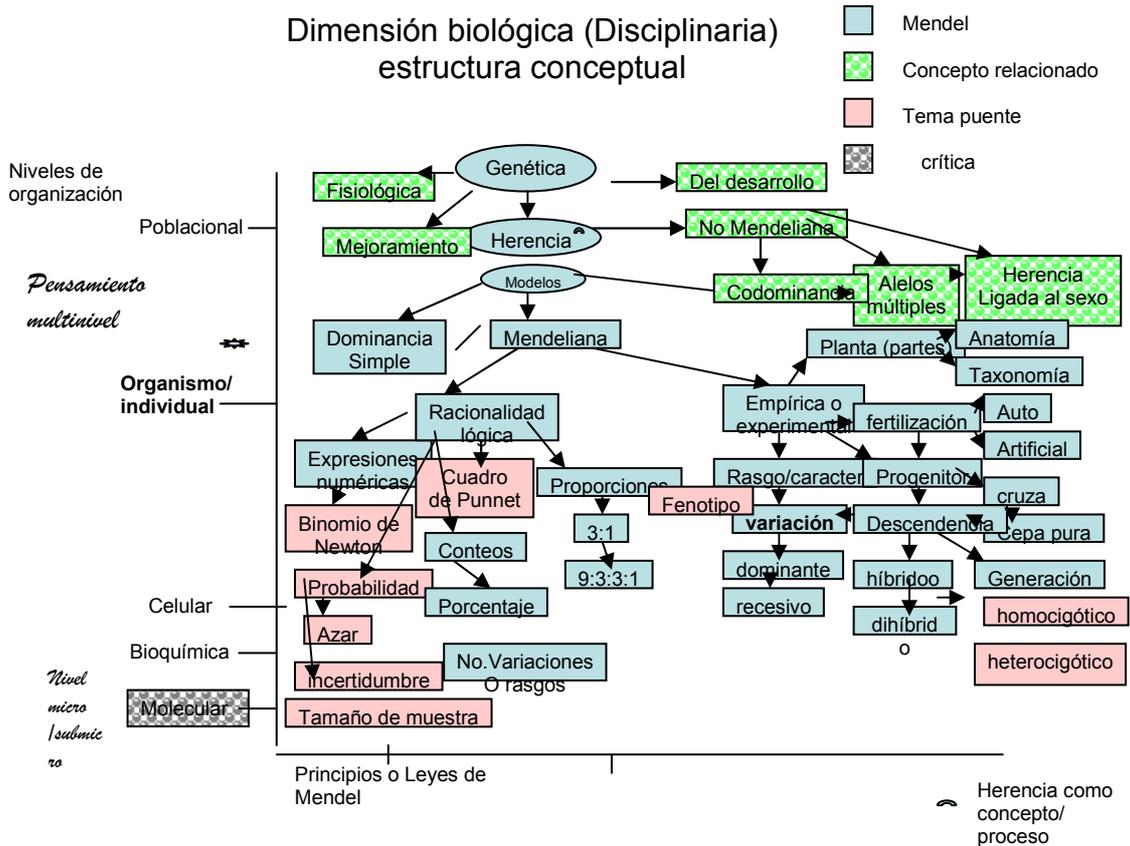
A veces sucede que los profesores tienen acceso a libros de texto, revistas u otros, en los que se expone una cierta visión disciplinaria, por ejemplo, en la información referida a Mendel es muy común encontrar interpretaciones a las observaciones y experimentos que él llevó a cabo. Por ello, la estructura conceptual No. 1, tiene toda la información que se vino a mi mente al tratar de elaborar una estructura conceptual de la herencia mendeliana. En su momento no discriminé si se trataban de interpretaciones o era lo que Mendel había dicho. Aunque reconozco que ésta estructura me sirvió para cuestionarme, si lo que leemos en los textos son solamente interpretaciones o actualizaciones sobre aspectos que probablemente Mendel en su momento, no pensó en ellos porque ni siquiera se conocían.

Otro aspecto que derivó de estos intentos iniciales para construir una estructura conceptual es: en ocasiones parece que mentalmente tenemos bien articulados nuestros conceptos e ideas, simplemente porque nos son familiares, o porque así los aprendimos con nuestros maestros, durante nuestra formación o a través de la experiencia. Sin embargo, intuitivamente los vamos jerarquizando y tratamos de darle sentido desde la óptica de la disciplina. En consecuencia probablemente, mentalmente nos estamos desplazando a través de distintos niveles de conocimiento, que nos parecen obvios.

Esto puede verse en la estructura conceptual número dos, donde es evidente que hay conceptos relacionados con el tema que correspondería al pensamiento simbólico, como expresión genética, gen o síntesis de proteínas, mientras que otros abarcan los que serían más propios de la genética de poblaciones, un nivel jerárquico superior.

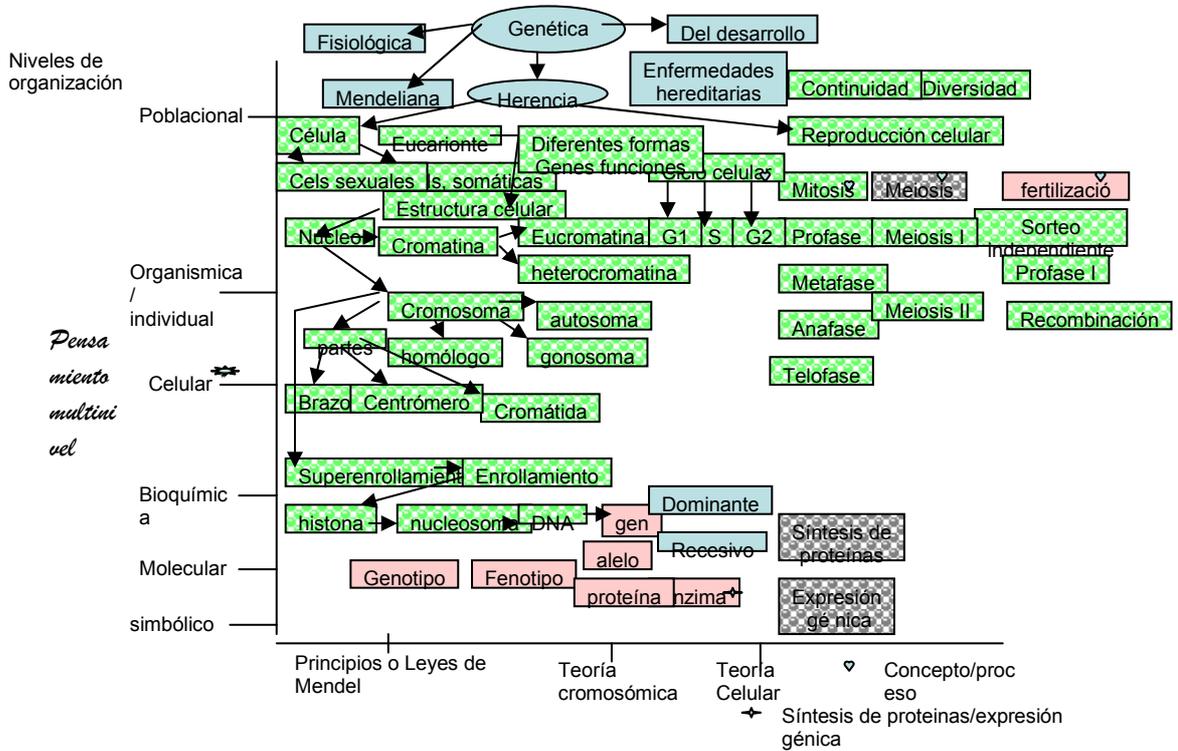
A pesar de lo anterior, la bondad de las estructuras conceptuales radica precisamente en ello, porque a partir de ese universo de conceptos, existe la posibilidad de visualizarlos, depurar toda la información, separar aquella que no me sirve, de la que está íntimamente relacionada con lo que deseo mostrar, o bien evaluar la que puede servir de base para una mejor comprensión del tema, además de seleccionar aquellos conceptos que me permiten ir hacia otros temas.

# Estructura Conceptual No. 1



# Estructura Conceptual No.2

## Dimensión biológica (Disciplinaria)



Por esa razón para la elaboración de las estructuras conceptuales establecí un código de color, que me permitió delimitar cuales de los conceptos realmente pertenecían a la genética mendeliana, los que estaban relacionados, pero que eran interpretaciones de la misma, así como de algunos temas que podrían entrar en controversia de acuerdo con ciertos autores, e inclusive aquellos que podía servir como enlace o puente hacia otros conceptos.

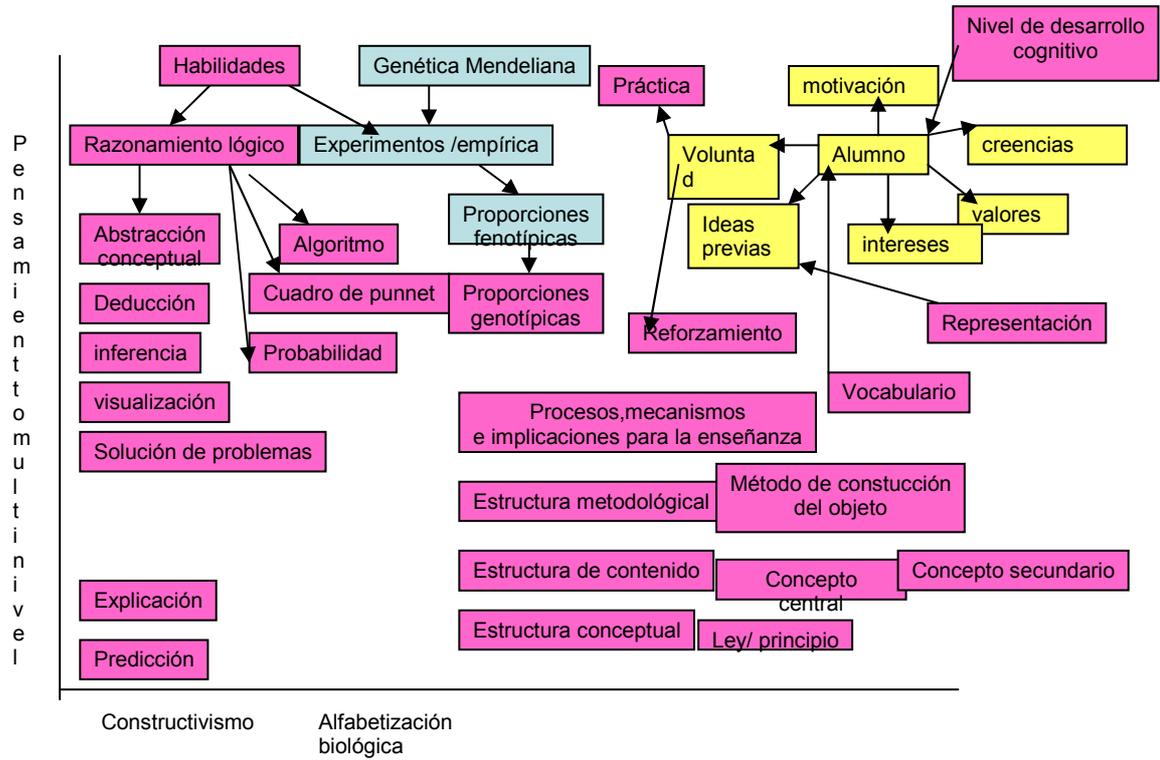
Por su parte la estructura conceptual número 3, muestra que en esa estructura inicial faltaban aspectos importantes desde la didáctica, por ejemplo, carecía de conexión, entre la representación y la estructura de contenido y la conceptual. En ella, es notable la falta flechas entre algunos de los conceptos, cabe mencionar que no es porque mentalmente no estuviera pensando en su relación, sino porque simplemente olvidé representarlas y esto dejó incompleta la estructura, lo que dificulta su comprensión.

Es necesario comentar que las estructuras conceptuales son útiles también para articular más apropiadamente nuestros conceptos, Como, en la estructura conceptual No. 4, que representa a la dimensión tecnológica, es visible la falta de conexión entre los conceptos relacionados con el hipertexto y los correspondientes a la Tecnología.

Otra situación interesante es que al estar inmersos en el conocimiento de una disciplina, dominamos con cierta amplitud algunos de los conceptos. De manera que en ciertos momentos hay conceptos que nos parecen obvios y olvidamos que dentro de estos yacen inmersos otros conceptos más simples. Como en la estructura conceptual no.1, el concepto anatomía, referida a una planta, está mejor representado en la estructura conceptual no.5 donde se detallan las partes que conforman a la planta y que corresponden a conceptos más sencillos como: raíz, tallo, hojas, flor, entre otros, pero que son centrales para que un estudiante pueda comprender los experimentos de Mendel.

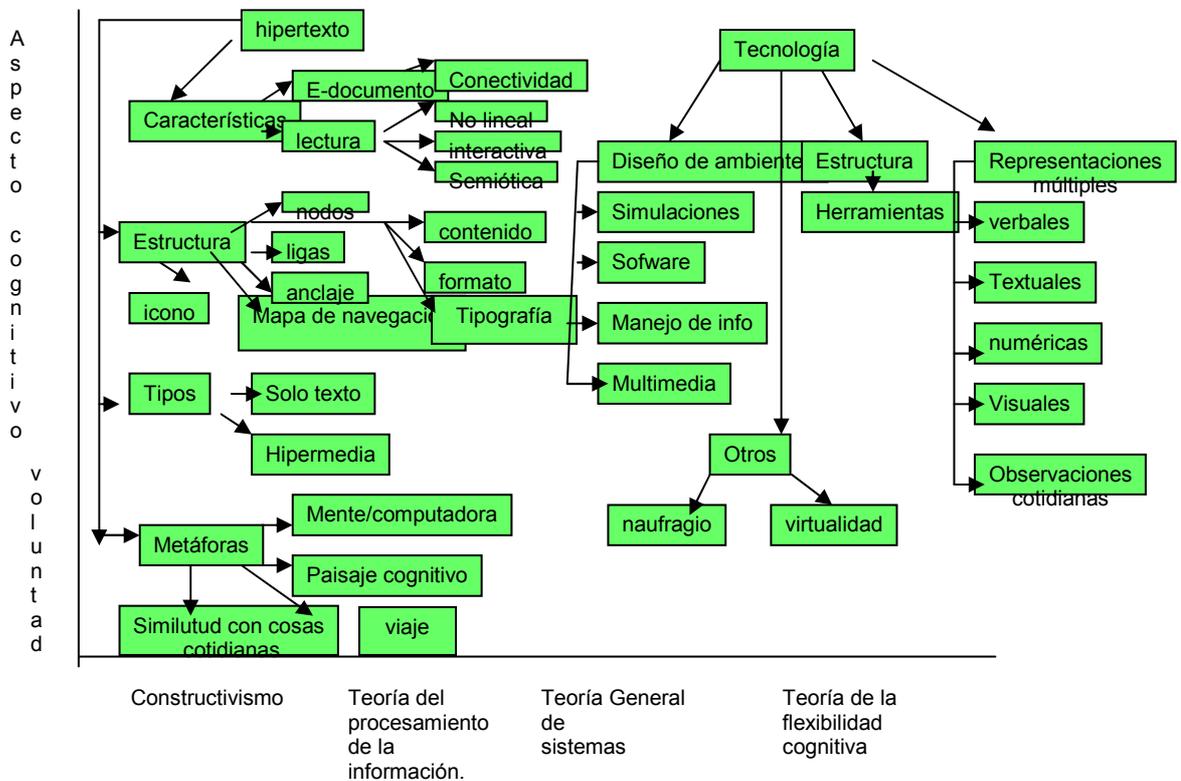
### Estructura Conceptual No. 3

#### Dimensión Didáctica

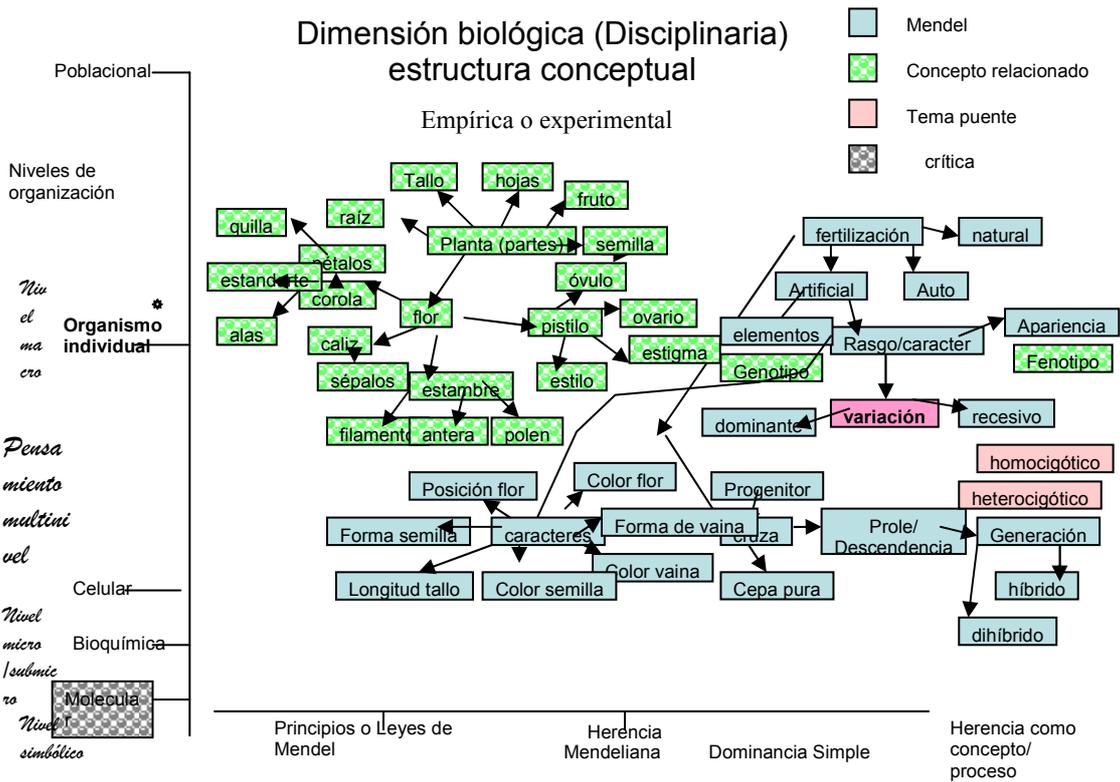


### Estructura Conceptual No. 4

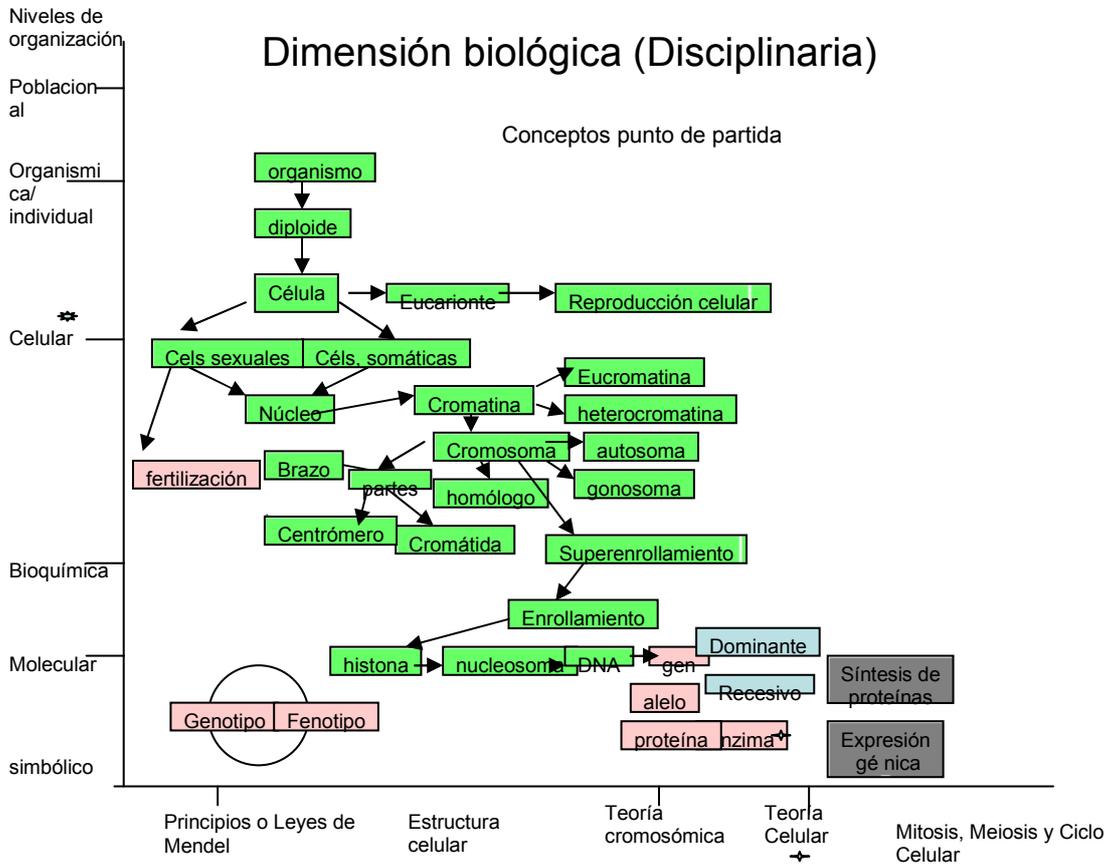
#### Dimensión Tecnológica



## Estructura Conceptual No. 5



## Estructura Conceptual No. 6



La estructura conceptual No.6, me permitió separar los conceptos que se considerarían propios de la genética mendeliana. De hecho tuve la necesidad de elaborar una estructura conceptual, dentro de la dimensión biológica, que corresponde únicamente a la parte matemática de la genética mendeliana, la cual permitió entender la relación entre los conceptos, y discriminar los más importantes para el tema (Ver estructura conceptual no. 7).

Por otro lado, en la versión más reciente de la Dimensión didáctica, (Estructura conceptual No. 8), hay conexiones entre conceptos muy importantes que ahora están representadas, por ejemplo la flecha que une el razonamiento lógico con el razonamiento genético.

Sin embargo, la estructura conceptual No. 9, además de incluir dicha relación, ofrece otros aspectos que no habían sido considerados en la elaboración de la estructura previa, pero que son fundamentales a un nivel jerárquico superior de conceptos, como: microestructura, macroestructura, epistemología, virtualidad y ética.

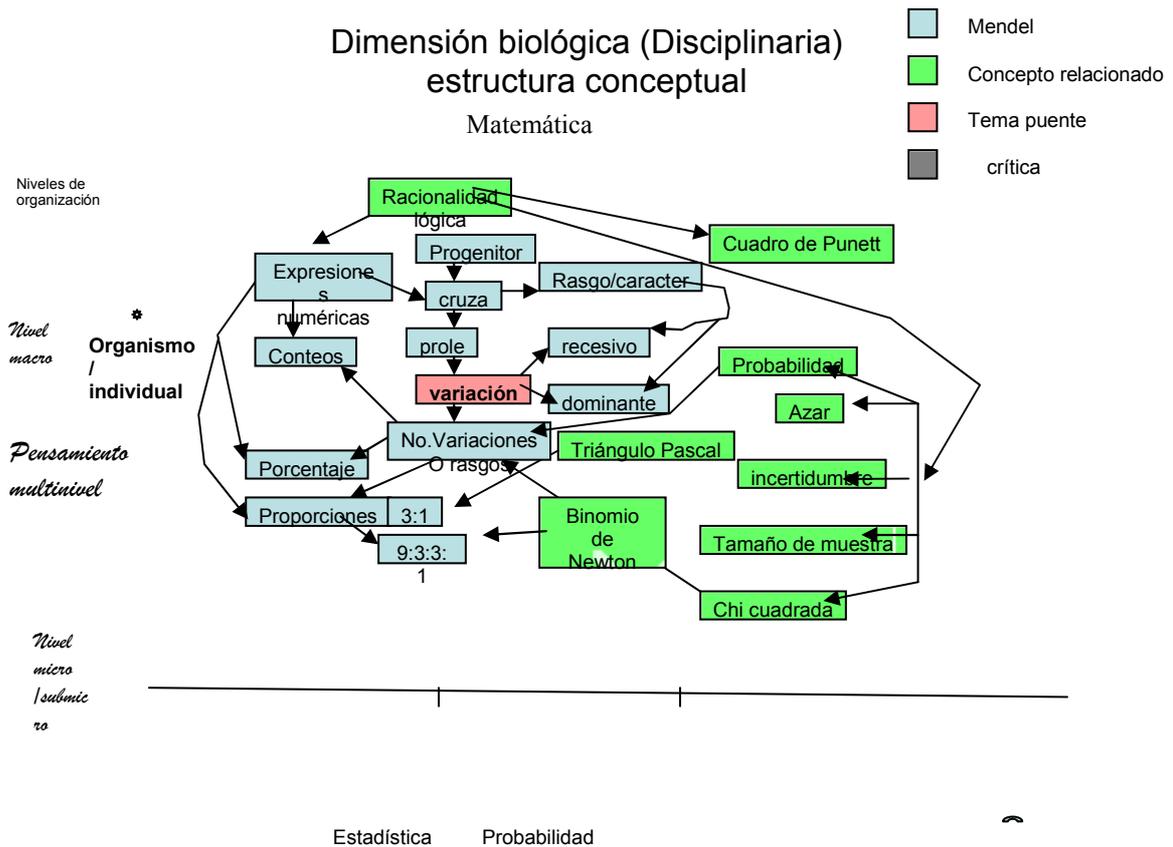
Parte de la potencialidad de las estructuras conceptuales, es visible en la No. 10, porque además de articular aspectos de la disciplina, sirvió de base para la planeación y elaboración de la aplicación de authorware del e-portafolio mendeliano.

#### 4.2.1 Las estructuras conceptuales y el diseño de entornos virtuales

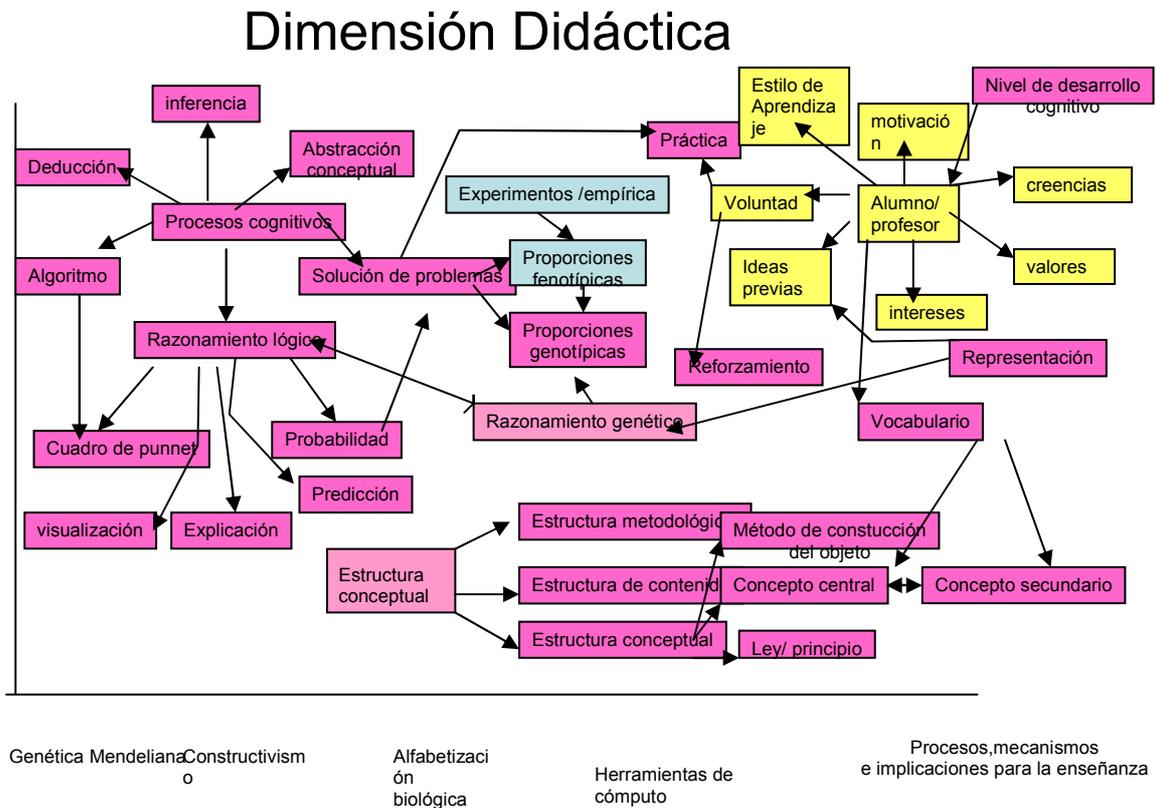
Como se describirá posteriormente, para el docente es necesario, aunado a su experiencia, que respete la naturaleza de su contenido que pretende enseñar a sus estudiantes, así puede diseñar aplicaciones educativas basadas en hipertexto, que se desarrollen a partir de distintos programas como: powerpoint, excell, swift o authorware. O que diseñe entornos cooperativos de aprendizaje como los foros de discusión, los Wikis o los webquest, entre otros.

Con base en la literatura y en la experiencia es básico, en el diseño de hipertextos, considerar la didáctica de la disciplina.

## Estructura Conceptual No. 7



## Estructura Conceptual No. 8





### 4.3 La didáctica de la disciplina

Es importante conocer como está articulada la disciplina en sí misma, su estructura conceptual, la cual generalmente es más amplia que lo que se muestra en el programa de la institución o en el programa operativo del docente, o hasta en los libros. Son todos aquellos conceptos relacionados con un tema y la manera en que estos se articulan, es el objeto de estudio en sí mismo, a esto me refiero, debe respetarse su naturaleza. La estructura conceptual puede servir de base también para planear los métodos de enseñanza, como debe ser abordado un contenido, cuales son los posibles problemas o las soluciones más probables.

Aunque la didáctica nos muestra las pautas de cómo deben ser abordados los contenidos, dentro de la elaboración de una aplicación de un programa de cómputo, es crucial la disciplina que pretende mostrarse, aquí es muy interesante darse cuenta que a veces los libros de texto, recurso de primera mano del que disponen los profesores, tienen sus limitaciones; por ejemplo, con relación a la forma en que son presentados los conceptos, figuras, paradigma que muestra, etc. Por ello, si verdaderamente se está interesado en algún tópico biológico o de cualquier índole, es deseable recurrir a las fuentes primarias o a las investigaciones realizadas por expertos acerca de algún tema de interés. Esta circunstancia permite ampliar la visión conceptual del tema, ver cuales fueron los antecedentes, o la historia de un cierto contenido, e inclusive detectar si lo que se lee en los libros son solamente interpretaciones o si únicamente está siendo respaldada una cierta visión de ciencia, o cómo fue construido un cierto concepto por el autor o autores, si son comentados los puntos que a juicio de algún autor son los más importantes y si están descartando otros aspectos fundamentales como el contexto, otros sistemas de prueba, o información que permita al interesado una elaboración conceptual más amplia, etc.

Lo anterior sería de importancia capital, porque empezaríamos a transformar esta visión de la enseñanza de la ciencia donde tradicionalmente se dan los conceptos como algo terminado, por definición o como ya dado, sin contexto,

sin historia, sin otros participantes o investigadores que llevaron a su construcción.

Por ello en el e-portafolio se hace referencia a los antecesores o personajes contemporáneos de Mendel, porque comúnmente en los libros de texto, se habla poco de ellos, y esto hace pensar al estudiante que la construcción del conocimiento sigue un proceso lineal y de descubrimiento. Si se consideran, tal vez tendrían un mejor referente de cómo Mendel construyó su teoría y no percibirla como un hecho dado.

Por otra parte, con base en la experiencia con mis estudiantes, para algunos es complicado iniciar con temas como: la división celular, o gen o cromosoma; entonces una posibilidad sería ofrecerles la Genética Mendeliana tal y como la propuso Mendel, sin que se conocieran los conceptos de cromosoma o de gen<sup>74</sup>. Para posteriormente entrar a detalle en algunos de ellos. Esto tomando en cuenta esta limitación de los estudiantes de vocabulario y de estructuras conceptuales previas, además, porque así se construyó históricamente la genética Mendeliana. Aunque reconozco que hay autores que critican que los alumnos son incapaces de conectar la genética mendeliana con sorteo independiente de cromosomas, meiosis, recombinación genética, etc.

También el e portafolio está considerando partir de la comprensión significado de los términos relacionados con la genética, lo cual puede materializarse a través de un glosario que puede ser animado, o bien resolver problemas reales.

Por otro lado estemos conscientes de que los libros por su estructura solo nos ofrecen un tipo de lectura lineal o secuencial, sin posibilidad de saltarse pasos o de pensar en otra manera de articular los conceptos, es donde debemos considerar la gran diversidad de pensamiento y de estilos de aprendizaje que pueden tener nuestros estudiantes y tomar en cuenta como están estructurados y como operan los hipertextos, donde existe la posibilidad de un aprendizaje multidimensional.

—

<sup>74</sup> Cfr. Casanueva, Mario. 2003. Mendeliana. UAM Iztapalapa/Miguel Porrúa Grupo Editorial. México.



## CONCLUSIONES Y VÍAS DE DESARROLLO

Derivado del análisis de las tres dimensiones puedo decir que, frente al panorama educativo actual, para ser un profesor eficiente no basta con tener un buen dominio de la disciplina, aunque es una cualidad indispensable que permitirá la interacción con los estudiantes y con el conocimiento, es insuficiente ante la realidad de las aulas, que es compleja. Parte de esa complejidad es explicada porque participan distintas variables como: el binomio profesor- alumno, el vocabulario de una cierta disciplina, las ideas previas, los intereses, valores, creencias, motivación y voluntad de ambos actores, entre otros. También porque existen temas cuyas características dificultan su aprendizaje.

Parte de la problemática puede generarse porque los estudiantes deben incursionar en procesos de razonamiento lógico, o genético, asimismo comprender aspectos matemáticos del proceso o fenómeno. Sobre todo porque desde la perspectiva Piagetana, como lo mencionan González *et al.* (1996), los estudiantes de bachillerato carecen de estructuras mentales que les permitan comprender un tema, se encuentran en “ el *paso de la etapa concreta a la formal*, donde los razonamientos que aplican para solucionar problemas de genética dependen de experiencias concretas, pueden resolver los problemas si tienen una representación real, mientras que si están planteados solo de forma verbal les resultan difíciles de entender”.

Por lo anterior, la dificultad radica en transformar el pensamiento de los estudiantes de un hacer mecánico hacia un proceso reflexivo de autoaprendizaje. Considerando lo anterior, el profesor debe generar o tener otras herramientas que le ayuden, complementen y potencien su actividad docente. En ese sentido, dos herramientas que se mostraron aquí son: los hipertextos y las estructuras conceptuales, las cuales resultan centrales para la actividad docente.

Como se vió en secciones anteriores, ambas herramientas ofrecen un universo de posibilidades para un aprendizaje eficiente. Por una parte, los hipertextos

promueven esta lectura no lineal de la realidad, la que un estudiante va a realizar de manera autónoma, en función de sus necesidades, y dónde la posibilidad de tener acceso a más información es infinita, en ciertas circunstancias, más atractiva o enriquecedora. Las bondades del hipertexto pueden ir más allá de lo anterior porque es posible ofrecer entornos ricos y diversificados a los estudiantes, con opción a socializar información y a aprender, construyendo juntos.

Por su parte, para elaborar las estructuras conceptuales el profesor deberá tener muy clara su disciplina o el fragmento de ella que pretende mostrar a los estudiantes, esta claridad le permitirá no solamente organizar la manera en que hará accesible un cierto contenido a sus estudiantes, sino que éstos aprenderán tomando como base una estructura de conocimiento que está articulada de una manera más lógica y por ende más comprensible. Con lo que está poniendo al alcance de sus estudiantes, una lógica de pensamiento, la lógica de su disciplina.

Además, las estructuras conceptuales pueden ser útiles para regular la progresión en el conocimiento, los estudiantes podrían ir de una serie de niveles de procesamiento desde unidades más pequeñas hasta unidades más complejas (Phillips y Norris 2003) hay posibilidades de dosificar el conocimiento al considerar como hay cierta jerarquía en los conceptos al elaborar la estructura conceptual.

En ese sentido, es importante considerar tres niveles de conocimiento para el estudiante, dentro de la estructura conceptual, hay conceptos que se consideran punto de partida y que son previos al tema, otros forman parte propiamente de las leyes de Mendel. Un tercer grupo de conceptos son las interpretaciones que se hacen de Mendel desde la Biología y las matemáticas

Por otra parte, desde la dimensión disciplinaria deseo mencionar que, al revisar los diferentes documentos, es evidente que el trabajo de Mendel se efectuó sin el apoyo del microscopio, por lo que corresponde al mesocosmos. Esta consideración debe hacerse al mostrar el tema a los estudiantes, porque la

mayoría de los libros extrapola la genética mendeliana al campo de la genética molecular, aun cuando pertenecen a niveles de pensamiento diferentes, y por ende las explicaciones y la lógica de cada una son distintas.

Desde la disciplina es necesario resaltar que otros puntos a considerar, dentro de una propuesta para el aprendizaje de Mendel son los siguientes:

- El trabajo de Mendel es uno, pero actualmente coexiste con interpretaciones matemáticas y de biología molecular que se hacen de él.
- Dicho material está referido a la dominancia en la expresión fenotípica, no a nivel de la transmisión de material genético. Por lo que no es requisito, para comprender la genética mendeliana, la recombinación y segregación de genes (Allchim, 2000).
- Existe la duda de: si el concepto mendeliano de elemento es totalmente análogo al concepto de gen, por lo que “Mendel (al trabajar únicamente a nivel de las características fenotípicas) no tenía una visión de los elementos (genes) como unidades constitutivas del “genotipo””. (Olby en Casanueva, 2003). También Mendel desconocía la mitosis y la meiosis (Casanueva, 2003).
- Mendel no menciona la teoría de la evolución de Darwin, y aunque estaba consciente de la teoría celular, no traza ninguna distinción clara entre el carácter y lo que le permite la reproducción de una generación a otra: el gen como se le llamó en 1909 (Morange y Blond 2000).
- Conviene aclarar que Mendel, por ser pionero, “carecía de los conocimientos actuales sobre la presencia de pares de alelos en los seres vivos y sobre el mecanismo de transmisión de los cromosomas...”<sup>75</sup>

---

<sup>75</sup>  
<http://www.arrakis.es/~lluengo/genemede.html#GlossConceptos>

Ahora deseo enfatizar que algo importante que derivó del entendimiento de la integración de las tres dimensiones fue, la posibilidad de revisar la propia disciplina, desde otras dimensiones distintas a ella, lo cual produce un efecto especial, la necesidad de volver a ella, de repensarla y reinterpretarla, a la luz de una óptica más integradora.

Finalmente e-portafolio puede representar una alternativa en el aprendizaje de la genética mendeliana, porque está tomando en cuenta al aprendizaje como un fenómeno multidimensional, donde como se planteó anteriormente intervienen distintos factores, y tiene diversas bondades como mostrar los esfuerzos que realiza el profesor por mejorar su actividad docente, contribuir a la formación docente del profesor, reflexionar sobre sus cursos, entre otros.

## REFERENCIAS

### Bibliografía:

Agosti, Maristella y Alan F Smeaton. 1996. Information retrieval and hipertext. Klumer Academic Publishing, London.

Audesirk Teresa and Gerard Audesirk. 1999. Biology, Life on earth. 5h edition. Prentice Hall. 890 pages.

Bernice, J. Bragstad and Sharyn Mueller. 1987. A guide book for teaching study skills and motivation. 2<sup>nd</sup> edition. Ed. Allyn & Bacon Inc. Boston USA, 364 pages.

Baker Jeffrey, J. W. y Jaime, F. G. C, Allen. 1970. Biología e investigación científica. Fondo Educativo Interamericano. 666pp.

Berk, Emily and Joseph Devlin, editors. 1991. Hypertext/hypermedia Handbook. Internet Publications. Mc Graw Hill. Publishing Co. Inc. San Diego Ca.

Bertalanffy, Ludwig von. 1976. Teoría general de los sistemas: fundamentos, desarrollo, aplicaciones. México, Fondo de Cultura Economía, 311 págs.

Bruner, Jerome. 1989. Acción, Pensamiento y lenguaje, Alianza Editorial, Madrid, España. 232 págs.

Casanueva, Mario. 2003. Mendeliana. UAM Iztapalapa/Miguel Porrúa Grupo Editorial, México.

Clegg, C. I. 2000. Introduction to advance biology. Editor John Murriay, London, UK, pages 436-457.

Díaz de León Ana Eugenia. 1988. Guía de comprensión de lectura de estos científicos y técnicos. SESIC/ANUIES, México. 141 págs.

González, González María P., Engracia Olivares Jiménez, Aurelio Santiestban Cimarro, Manuela Caballero Armenta, Elena Goded Rambaud y María Pilar Serrano Molina. 1996. Didáctica de las Leyes de Mendel. Universidad Nacional de Educación a Distancia. Madrid, España. 152 páginas.

Gimeno J. y Sacristán, Al. 1999. Comprender y transformar la enseñanza. Ediciones Morata, S. L., Madrid, España. 447 págs.

Gomiz Blanco, Alberto. 2000. El fundador de la Genética Mendel. Colección Científicos para la historia, No. 2. Editorial Nivola, Madrid, España.

Horton William, K. 1990. Designing and writing on line documentation help files to hypertext. John Wiley and Sons. NY, USA.

Inhelder, Barbel y Jean Piaget. 1985. De la lógica del niño a la lógica del adolescente. Ediciones Paidós, Barcelona, España, 294 páginas

Kellog, Orson y Vera Bhatnag. 2002. Authorware 6. Ediciones Anaya Multimedia. Madrid España.p-21

Klung, William S. And Michael R. Cummings. 1999. Essentials of Genetics. 3th Edition. Prentice Hall. New Jersey 567 pages.

León J. A. 1998. "La adquisición del conocimiento a través del material escrito: texto tradicional y sistemas de hipertexto". En Vizcarro y León, 1998. Nuevas tecnologías para el aprendizaje. Ediciones Pirámide, Madrid, España. 244 págs.

Mac Aleese Ray and Catherine Green. 1990. Hypertext state of the art. Intellect Oxford, England.

Mac Aleese, Ray. 1989. Hypertext Theory into practice. Ablex Publishing Corporation, Norwood New Jersey. 175 pages.

Manher y Mario Bunge. 2000. Fundamentos de Biofilosofía, Siglo XXI editores, México, 412 páginas.

Morin. Edgar .1994. Introducción al pensamiento complejo. Edición Española de Marcelo Pakman. Barcelona, España, Gedisa,.

Moro, Tomás, Tomaso Campanella y Francis Bacon. 1987. Utopías del renacimiento. FCE, México. 273 págs.

Nielsen Jacob. 1995. Multimedia and hypertext the internet and beyond, Cambridge USA, 480 pages Morin

Ruíz Velasco, Sánchez, E. 2003. Exploración y comunicación a través de la informática, Grupo editorial Iberoamérica, México, 310 pp.

Smidt, Diane, Davis, B, Elizabeth and Pamela Jacob. 2002.Using the biological literature: A practical guide. 3th Edition. Marcel Dekker Inc. N. Y.

Vizcarro, Carmen y José A. León. 1998. Nuevas tecnologías para el aprendizaje. Ediciones Pirámide, Madrid, España. 244 págs.

## **Manuscritos:**

Bernal, Carlota; Martínez, Norma; Morán, Adriana; Muñoz, Miriam y Sánchez Guadalupe. 2001. "Comunicación participativa en el aula". Trabajo colegiado de la ENP No. 5 "José Vasconcelos" de la UNAM.

Peruskia, Erika. 2005. E-portafolios más allá de una publicación de datos. Dirección de Tecnología educativa. Instituto Politecnico Nacional.

Ruíz Velasco, Sánchez, E. 2005. "El aprendizaje colaborativo en entornos virtuales: comunidades que aprenden en comunidad". CESU, UNAM. 15 páginas (ponencia).

## **Hemerografía:**

Alison, Thomas. Book Review. Introducing genetics: from Mendel to Molecule. In *Heredity*. Vol. 92, Issue 3, March 2004, page 271.

Allchim, Douglas. 2000. "Mending Mendelism". *The American Biology Teacher*. Vol 62, No.9, December.

Ayuso E., Banet, E. y Abellán T. 1996. "Introducción a la genética en la enseñanza secundaria y el bachillerato: II ¿Resolución de problemas o realización de ejercicios?". *Enseñanza de las ciencias*, Vol.14 No.2, 127-142.

Brill, Gilat, Hedda Falk, y Anat Yardeen. 2004. "The learning processes of two high school biology students when reading primary literature". *Int. J. Sci Educ*. 19, March, Vol. 26, No.4, 497-512.

Calvo, Manuel. 2002. "¿Popularización de la ciencia o alfabetización científica?". *Ciencias*, No. 66, Abril. Pág 100-105.

Chi, Yan Tsui y David, Treagust. 2004. "Motivational aspects of learning genetics with interactive multimedia". *The American Biology Teacher*. Vol 66, No. 4, April. Pages: 277- 285.

Collins, Angelo y James Stewart. 1989 "The Knowledge structure of Mendelian Genetics". *The American Biology Teacher*. Vol 51, No3, March. Pages: 143-149.

Holliday, William G., Larry, D. Yore y Donna E. Alvermann 1994. The reading science learning – writing connections breakthroughs, barriers and promises. *Journal of Research in Science Teaching*. Vol. 31. No. 9, pp 877-893.

Lewis, Jenny. "Traits, genes, particules and information: re-visiting students' understanding of genetics". *International Journal of Science education*. 6 february, Vol 26, No.2, 195-206. 2004.

Morange Michel y Oliver Blond. 2000. "Cultivar el jardín o la génesis de la genética (1866)". *Mundo Científico*, No. 210, Marzo p 70-73.

Norris, Stephen, P y Linda M. Phillips. 2003."How literacy in its fundamental sense is central to scientific literacy". *Science education*. 224-240

Simon, E J. 2001"Technology instead of textbook: alternatives for the introductory biology classroom", en Chi Y Treagust 2004.

Slack Jonhston Susie y Jim Stewart. "High school students' problems –solving performance on realistic genetics problems. Journal of Research in Science teaching. Vol 27, No. 1, p 55-67. 1990.

Vosniadou, Stella. "Capturing and modeling the process of conceptual change. Learning and instruction, Vol. 4, pp. 45 – 69, 1994

## Webgrafía:

<http://ideasprevias.cinstrum.unam.mx>  
página del CCADET de ideas previas

<http://www.scala.com/multimedia/multimedia-definition.html>  
Página del programa Scala.

<http://computing-dictionary.thefreedictionary.com/multimedia>  
Diccionario en línea.

[http://www.cs.jcu.edu.au/Subjects/cp1010/1999-2/LECTURES/Lect\\_1/Lect\\_1/tsld010.htm](http://www.cs.jcu.edu.au/Subjects/cp1010/1999-2/LECTURES/Lect_1/Lect_1/tsld010.htm)  
Página educativa de la Universidad de Australia.

<http://www.bsu.edu/web/JMSIMMONS2/trends.html>  
Página educativa de Jennifer Simmons.

<http://www.mendel-museum.org/eng/1online/experiment.htm>  
Página de Museo Checo de Brno, lugar de nacimiento de Gregorio Mendel.

<http://www.infoscience.fr/histoire/portrait/mendel.html> Imagen de mendel, del jardín, de los chícharos y de la hibridación

<http://www.arrakis.es/~lluengo/genemende.html#Gloss> Conceptos Primera ley de Mendel. Página consultada el día 27 de abril de 2005

<http://www.elementos.buap.mx/num39/hm/33.htm> Revista electrónica elementos, No.39, Vol 7, Septiembre – Noviembre 2000 ( página consultada el 14/10/2005).

[http://biologica.concord.webtest1/web\\_labs.htm](http://biologica.concord.webtest1/web_labs.htm) Página del programa BioLogica, del consorcio Concord, en la que se pueden hacer predicciones sobre el cruzamiento con chícharos y con dragones (consultada 2 de Enero de 2006).

<http://www.geneuex.unex.es/genetica/lugares.html>  
Aula Virtual donde se pueden realizar prácticas virtuales. En este sitio participan varias universidades españolas: Barcelona, Madrid y Sevilla (consultada el 21 de octubre de 2004).

<http://www.ucm.es/info/genetica/AVG/problemas/Mendelismo.htm>

Lugar de la red donde pueden encontrarse más de cien problemas de genética.

[http://www.ucm.es/info/genetica/AVG/problemas/sol\\_men\\_7\\_1.htm7](http://www.ucm.es/info/genetica/AVG/problemas/sol_men_7_1.htm7)

Soluciones a los cien problemas de genética.

<http://www.ucm.es/info/genetica/AVG/chic cuadrado/Tablachi.htm>

Página a cargo de los profesores: Manuel Diez, Araceli Gallego y César Benito. Del Proyecto de innovación educativa de la Universidad Complutense de Madrid, España. Ofrece la parte estadística de la Genética, ejemplo: el cálculo de la chi-cuadrada (consultada el 21 de octubre de 2004)..

<http://www.bib.uab.es/pub/educar/0211819Xn33p127.pdf>

Amparo Fernández March de la Universidad Politécnica de Madrid, El portafolio docente como estrategia formativa y de desarrollo profesional. Revista Educar, No. 33, 2004.

<http://www.biotik.dk/videns/asfnt1/kap2/links/?print=1>

Página de la sociedad alemana de genética y ética.

[http://www.biology.arizona.edu/mendelian\\_genetics/problem\\_sets/dihybrid\\_cros s.html](http://www.biology.arizona.edu/mendelian_genetics/problem_sets/dihybrid_cros s.html)

Página de la Universidad de Arizona que ofrece la posibilidad de cruzamientos teóricos con moscas del género *Drosophila*.

[http://www.javeriana.edu.co/Facultades/C\\_Sociales/Facultad/.../bibliografia.html](http://www.javeriana.edu.co/Facultades/C_Sociales/Facultad/.../bibliografia.html)

Consultada el 1 de noviembre de 2005.

Página que ofrece distintos artículos en varios idiomas, ciber ficción, historia, etc,... libros/imagenes/**historia**/#top. INFOTECH. The **history**, implications **and** context ... edad del **hipertexto**". En: Teoría del **hipertexto**. Barcelona: Paidós ... (**Hipertext** poetry **and** fiction) ...

<http://www.mendelweb.org/>

Página de la red de Mendel que ofrece conectarse a varias ligas de sitios virtuales educativos, además de contener un universo de información acerca del tema.

<http://www ldc.usb.ve/~abianc/hipertexto.html>

Página por *Adelaide Bianchini* . Depto. de Computación y Tecnología de la Información Universidad Simón Bolívar Caracas – Venezuela (Consultada el 1 de noviembre de 2005).

[http://www.ucm.es/info/multidoc/revist/num\\_/codina.htm](http://www.ucm.es/info/multidoc/revist/num_/codina.htm)

Página del Dr. Luis Codina de la Universidad de Pamper Fabra, España. Artículo H de Hipertext, o la teoría de los hipertextos revisitada.

<http://cent.uji.es/octeto/event/2003/07/13/table/flexinode-1>

Página del Centre d' Educació i Noves Tecnologies (CENT) de la Universidad Jaume I de Castelló en Poitiers Francia. Página consultada en Octubre de 2005.

[http://www.edb.utexas.edu/mmresearch/Student97/Rutledge/html/cognitive\\_flexibility.html](http://www.edb.utexas.edu/mmresearch/Student97/Rutledge/html/cognitive_flexibility.html)

Página de la Universidad de Texas sobre la Teoría de la flexibilidad cognitiva y la multimedia.

<http://www.eunoia.com.mx>

Trabajos de la profesora García Méndez, Julieta Valentina. En el (2000) sobre la Didáctica centrada en contenidos que incluye el concepto de la Estructura conceptual. Durante el (2005) específicamente sobre las estructuras conceptuales.

## Anexo 1

### INVESTIGACIÓN EDUCATIVA

#### COMUNICACIÓN PARTICIPATIVA EN EL AULA

Investigar en el campo de la educación es hoy una oportunidad para los profesores que estamos convencidos de que la crítica por sí misma, no se traduce en resolver los problemas que suelen presentarse en la realidad educativa. Es necesario, acceder a la complejidad de los problemas en el aula a través de un trabajo serio de investigación, en donde el profesor investigador llena el vacío entre la teoría y la práctica, entre la investigación y la acción. El profesor investigador de su propia práctica docente hace que esta se convierta en un espacio para la reflexión, la crítica y la formulación de propuestas fundamentadas teóricamente. Con esta actitud el profesor no solo está comprometido en una verdadera actividad de desarrollo profesional, sino también en un proceso más preciso y autónomo para la elaboración de criterios profesionales. Un grupo de profesores del Colegio de Biología del plantel 5 "José Vasconcelos" (Estrada, Martínez, Morán, Muñoz, y Sánchez) nos interesamos por realizar la investigación denominada: "Comunicación participativa en el aula", con la intención no sólo de compartir experiencias, sino con una base teórica transformar y perfeccionar nuestra práctica educativa. La investigación grupal se convierte a su vez en un proceso de comunicación participativa, en el que se comparte y elabora información. Nos propusimos realizar la investigación en dos etapas: en la primera (realizada en el año escolar 1999-2000) consistió en indagar como el alumno concibe al proceso de enseñanza-aprendizaje con el objeto de identificar actitudes, tanto en el profesor como en los alumnos, que no favorecen una comunicación participativa. En la segunda etapa (que se realizará durante el año escolar 2000-2001) tomando en cuenta los resultados de la primera etapa, se propondrán actividades de aprendizaje en algunos temas de la asignatura de Biología IV, con la finalidad de fomentar la comunicación participativa en el aula. La revisión de Planes y programas es una tarea primordial en nuestra Institución, sin embargo el análisis fundamentalmente se ha realizado en cuanto al enfoque y a sus contenidos, sin considerar la importancia que tiene la interacción comunicativa en el aula, que es lo que permitiría un verdadero cambio educativo.

El aula lo entendemos como un sistema complejo, en el que los sujetos construyen su conocimiento en una interacción comunicativa. El intercambio de información entre las personas, supone la aceptación mutua de un código convencional que posibilite el entendimiento. Así el aula por sus elementos y por sus relaciones puede caracterizarse como un sistema de comunicación. La comunicación es un proceso en el que entran en juego diversos elementos: los participantes, que son los que realizan la comunicación y que juegan el papel de emisor y receptor entre los que debe existir una constante retroalimentación. Para que la comunicación se realice se requiere de un medio o canal y de un código para transmitir mensajes. La enseñanza y el aprendizaje son un proceso comunicativo en sí mismo en donde el profesor y el alumno deben ser comunicadores competentes. Sin embargo en el aula tradicional, el profesor controla la dinámica del aula, es decir decide unilateralmente todos los elementos que inciden en los eventos comunicativos. Esto puede resolver ciertos problemas concretos de funcionamiento de la escuela, como el control de la interacción, pero también limita la actividad comunicativa.

A un problema que nos enfrentamos con cierta frecuencia los profesores, es que cuando les informamos algo a los alumnos, ellos escuchan algo enteramente distinto. Escuchar comprensivamente no se limita a oír, implica un complejo proceso de construcción de significados. No basta con recibir el mensaje sino que hay que procesarlo para rescatar su significado. Muchos mensajes no son percibidos por los alumnos por no poder ser relacionados con sus marcos de referencia, previamente conocidos, vividos y valorados.

Nuestra investigación partió del supuesto de que hay actitudes (de superioridad, sumisión, control etc.), tanto del profesor como de los alumnos, implícitas en un sistema educativo tradicional. Actitudes que no favorecen la interacción comunicativa en el proceso de enseñanza-aprendizaje. Es necesario transformar la dinámica del aula y buscar un aprendizaje participativo, en donde los miembros de un grupo se comprometan, se organicen y establezcan las reglas de interacción. Este modelo de trabajo requiere de una actitud hacia el trabajo

*... de los miembros del aula*

diferente a la tradicional. Requiere de un ambiente que propicie la comunicación y el aprendizaje, para que los alumnos se sientan seguros para desempeñar papeles activos.

El instrumento que se aplicó a 400 alumnos de diferentes grupos de Biología IV, consistió de 48 frases para completar por los alumnos. Un número de frases suficiente para poder indagar como el alumno concibe tanto el papel del profesor, como el suyo en el proceso educativo. Identificar también si en el aula existe un ambiente que propicie la comunicación. Ejemplos de algunas de las frases:

- Me gusta que mi profesor/a.....
  - Cuando el profesor/a explica un tema.....
  - No me gusta que mi profesor/a....
  - El profesor/a nunca debe.....
  - Pongo mucha atención cuando mi profesor/a.....
  - El modo seguro de aprender es.....
  - La actividad que mas contribuye con mi aprendizaje en biología.....
  - Cuando hago prácticas de laboratorio.....
  - Cuando expreso alguna idea o pensamiento a la clase.....
  - Los temas que me causaron mayor confusión son.....
  - A mi me gustaría que en la clase.....
  - En mi grupo.....
- 

Como en este espacio resulta exhaustivo presentar la sistematización de los datos obtenidos de todas las frases, se dará a continuación una síntesis de las respuestas de los alumnos que se consideran mas significativas, agrupadas en tres apartados: A) Rasgos de personalidad del profesor. B) Proceso de enseñanza y C) Proceso de aprendizaje.

**A) Rasgos y actitudes que debe tener el profesor(según los alumnos):**

- Buen humor.
- Ecuanimidad.
- Justicia.
- Amabilidad.
- Comprensión.
- Simpatía.
- Paciencia.
- Amistad.
- Flexibilidad:
- En sus palabras: "buena onda".

La mayoría de los alumnos identifican como habilidades para enseñar, los rasgos y actitudes del profesor antes señalados.

Los alumnos hacen énfasis en que el profesor nunca debe:

- Humillar, avergonzar, ridiculizar, insultar, gritar, faltar al respeto al alumno.
- Tener represalias contra el alumno, chantajear, imponer su decisión.
- Ser favoritista, desesperarse, ponerse al tu por tú con los alumnos.
- Dejarse llevar por sus sentimientos y emociones.
- Abusar de su autoridad.

Estas actitudes (negativas) del profesor ocasionan que en el aula no exista un ambiente que propicie la comunicación y el aprendizaje.

**B)En cuanto al proceso de enseñanza:**

El 70% de los alumnos consideran que el método de enseñanza mas adecuado es la exposición por el profesor .

- Exposición clara, precisa y amena del profesor.
- Dominio de los contenidos por parte del profesor.
- Mantenga en orden al grupo.
- Uso de ejemplos sencillos.
- Uso de cuestionarios y ejercicios relacionados con los exámenes.
- Uso de resúmenes y cuadros sinópticos.

- Que Haga practicas y deje tareas en equipo.
- Se apoye en material didáctico como videos y acetatos.
- Realice actividades variadas.
- Que aplique exámenes de opción múltiple

La mitad de los alumnos encuestados reflejaron una concepción de la enseñanza, tradicional, en donde el maestro enseña y el alumno aprende. Una cuarta parte se refiere únicamente a alguna técnica que le parece adecuada para que su maestro la ponga en práctica al impartir su clase tradicional. Sólo una cuarta parte sugieren el método activo, en donde el alumno es participante activo.

**B) En cuanto al proceso de aprendizaje:**

Según los alumnos lo que mas contribuye a su aprendizaje es:

- Comprender la clase impartida por el profesor.
- Tomar apuntes de la clase impartida por el profesor.
- Repasar, memorizar.
- Hacer tareas, cuestionarios, ejercicios.
- Leer y comprender.
- Resumir. Sintetizar.
- La investigación de temas.
- Exponer un tema.
- El material audiovisual.
- Hacer dibujos y esquemas.
- Participar en clase.
- Hacer cuadros sinópticos.
- Juegos interactivos.
- visitas a museos.

El 70% de los alumnos encuestados señalaron que el tomar notas, estudiarlas y memorizarlas es la actividad que más les ayuda a aprender. Se hace manifiesto el concepto que los alumnos tienen del proceso de enseñanza-aprendizaje. La enseñanza es de la exclusiva responsabilidad del profesor, en tanto que el aprendizaje depende de la enseñanza en una relación mecánica de causa - efecto: si me enseñan bien, escuchando aprendo, si no, no. El 30% de los

alumnos ya conciben una mayor variedad de actividades un poco más participativas. Encuentran un sentido positivo al trabajo en equipo, debido a que es un medio de socialización, lo que a su edad resulta de suma importancia.

Casi todos los alumnos consideran la clase de Biología interesante, amena, didáctica. Les gusta, la escuchan con atención y toman apuntes. Afirman que se planea el trabajo que se realiza. Dicen que les gusta trabajar y hacer varias actividades que les permite aprender mejor. Sólo una pequeña parte considera a la clase de Biología un poco aburrida, con demasiado contenido, pesada sobre todo cuando son dos horas seguidas y se la pasa hablando la profesora.

El modelo pedagógico tradicional refleja un sistema de pensamiento y de valores, concibe al hombre como un individuo adaptado a su sociedad, culto, eficiente y sometido. Educar en este sistema significa preparar a los individuos para ocupar un lugar en la sociedad, haciendo de él un buen ciudadano, un "hombre de orden" que se integre a la sociedad. Entendido como hombre de orden, aquel que se adhiere a las normas y valores establecidos en la sociedad por las clases dominantes. La enseñanza tradicional se caracteriza por una forma de organizar y transmitir el conocimiento, los programas que conforman el Plan de estudios son la guía y abarcan una gran cantidad de contenidos que reflejan su espíritu enciclopedista. En este tipo de educación todas las variables de la enseñanza giran alrededor del profesor (magistrocentrismo) el cual debe ser un experto tanto en su materia como en la dirección y control del acto educativo haciendo posible el desarrollo y cumplimiento del programa oficial. La transmisión de conocimientos es unidireccional, se apoya en la teoría del vertedor y el recipiente en el que el docente (vertedor) pone los conocimientos en el alumno (receptor pasivo). El profesor como experto en su materia, explica, decide y ordena; los alumnos escuchan, repiten, anotan y obedecen. En el aula, (recinto del saber) sólo se debe escuchar la voz del maestro en un ambiente de silencio y orden. En el escenario educativo solo hay un actor, el profesor, el cual se encuentra arriba en el estrado y está separado de los alumnos que están abajo, ya que son los espectadores que escuchan sus "verdades científicas". Todo esto está muy acorde tanto con el

concepto receptivista de aprendizaje, que entiende a éste como la capacidad de retener, repetir y acumular la información como con el planteamiento conductista que concibe al aprendizaje como la modificación de la conducta observable. Los grupos en la enseñanza tradicional tienen una gran cantidad de alumnos (mas de 40 ), lo que dificulta la tarea del profesor, incrementando el autoritarismo y la represión; es indispensable "el control" para un "buen funcionamiento" de este sistema escolar. Se fomenta el vínculo de la dependencia, los alumnos muy pocas veces pueden tomar decisiones, en éste sistema el "ideal de alumno" es precisamente el callado, obediente, cumplido, el que obtiene diez de calificación. el ideal de profesor es el autoritario, controlador, que dicta su clase y "cumple" formalmente lo que la institución le demanda. La evaluación se entiende como sinónimo de acreditación y está centrada fundamentalmente en los exámenes.

El modelo pedagógico que históricamente ha caracterizado a la Escuela Nacional Preparatoria es el tradicional, sin embargo desde hace no menos de 15 años los esfuerzos por cambiar ésta enseñanza no han sido en vano, en los propios programas del Plan de estudios propuestos para iniciarse en 1997 se sugieren implícitamente algunos cambios en los supuestos teóricos del modelo tradicional antes mencionado.

En nuestra investigación, el análisis e interpretación de los datos arrojados por la encuesta (de 45 frases a completar) aplicada a los 400 alumnos de Biología IV, del Plantel (5) "José Vasconcelos" nos lleva a concluir lo siguiente:

- El modelo tradicional está cambiando, aunque todavía prevalecen muchos de sus postulados (antes mencionados).
- El cambio educativo ha sido gradual , pero requiere de mayor esfuerzo, para lo cual es necesario trabajar activamente en el proceso de E-A . Tomando en cuenta las siguientes consideraciones:
  - Que la construcción del conocimiento se lleve a cabo mediante la comunicación participativa .
  - Que en aula exista un ambiente que propicie la comunicación y el aprendizaje.
  - El aprendizaje como un proceso de construcción de conocimientos y no de acumulación de información.

- Que en las actividades de aprendizaje los procesos sean tan importantes como los productos
- El alumno como sujeto activo en el proceso de construcción de su conocimiento.
- El alumno y el profesor, sujetos activos del proceso educativo, en un vínculo de cooperación y responsabilidad.
- Las variables de la enseñanza y del aprendizaje deben girar alrededor del alumno y no del maestro.
- Un aprendizaje sobre los intereses y necesidades de los alumnos.
- Se tenga en cuenta la diversidad existente en los individuos y en los grupos.
- Que los alumnos se sientan seguros para desempeñar papeles activos.

Considerar al profesor como:

- Dinamizador de la comunicación en el aula.
- Agente facilitador del aprendizaje.
- Profesional de la enseñanza.
- Innovador capaz de adaptarse a cada circunstancia concreta.
- Motivador capaz de despertar el interés por el conocimiento de la disciplina.

La comunicación participativa implica que los miembros del grupo se comprometan en tareas de organización del trabajo y en el establecimiento de reglas de interacción en el aula. Este modelo de trabajo requiere una actitud hacia el aprendizaje, por parte de todos los miembros del grupo, diferente de la tradicional; el sistema de enseñanza participativo promueve responsabilidad, motivación intrínseca para aprender, tolerancia a la frustración, iniciativa, capacidad de autocrítica, madurez, sentido de colaboración, respeto a los demás y aceptación de los diferentes estilos y ritmos de aprendizaje. En este modelo el alumno es responsable su propio proceso de aprendizaje, es decir se convierten en los constructores de su saber.

#### BIBLIOGRAFÍA

- Carr, W. Y Kemmis, S. (1988). *Teoría Crítica de la enseñanza. La investigación-acción en la formación del profesorado*. Barcelona. Martínez Roca.
- Lebrero Baena , T. (1987), *La comunicación en la educación*. En Compilación Teorías de la Educación. Temas actuales. Cuadernos de la UNED. Madrid
- Martín, T. (1984), *Educación y comunicación*. Estudios pedagógicos. UNED. Madrid.
- Mercer, N. (1997) *La construcción guiada del conocimiento: El habla de profesores y alumnos*, México, Paidós.
- Rodríguez Illera, J. L (1988) *Educación y comunicación*. Barcelona Paidós.

Resultados de la Encuesta de Investigación Educativa (Cont.)

38.- Los temas que me causaron mayor confusión son

<p>La célula 12                  Genética 11                  Los reinos 2                  ADN y ARN 3                  Proteínas, carbohidratos                  Protozoarios y eucariontes                  Vitaminas                  Herencia y leyes de Mendel                  Cromosomas                  Historia de la Biología                  Metabolismo 3                  Evolución por todas las teorías que hay al respecto 3                  Respiración celular                  Meiosis                  Ciclos Biogeoquímicos                  Especiación                  Origen de la Vida                  Unidad II</p>	<p>Yo creo que son fáciles si se les pone el empeño necesario                  No recuerdo                  Ninguno</p>
---	---

39.- Cuando la profesora se dirige a mí

<p>Es para preguntarme algo sobre el tema visto                  Me habla con amabilidad                  Lo hace cordial y respetuosamente 10                  Me siento bien                  Debo poner atención y responder                  Me da seguridad                  Le pongo atención 6                  la veo a los ojos                  Me escucha                  Me sonríe o saluda                  Si pregunta algo contesto si no me pongo más seria                  Me agrada platicar con ella                  Se aprende si se enseña correctamente                  Le contesto 3                  Me dirijo con respeto                  Me queda más claro lo que pregunté                  Lo hace como si fuera en plática</p>	<p>Me pongo nerviosa                  No sé para qué me querra                  Me callo                  Me regaña 3                  Se me olvidan las cosas                  Es porque cree que no entendi                  Lo hace con respeto pero tengo nervios                  No pasa nada</p>
--	---

## Anexo 2

### Matriz de la elección del tema

Unidad del Programa de Biología IV	Encuesta de 400 estudiantes Tema y # de respuestas	Núcleo de conocimientos y formación básicas que debe proporcionar el Bachillerato UNAM.	Tabla de Especificaciones Extraordinario	Página CCADET ideas previas
Unidad I La Biología como ciencia.	Ciencia e Historia 3		√	
Unidad II	Respiración ciclo de Krebs 15	√	√	√
	Biomoléculas 12	√	√	
	Metabolismo 10	√	√	√
	Fotosíntesis 6	√	√	√
	Célula 53	√	√	√
Unidad III	Leyes de Mendel 133	√	√	
	Reproducción mitosis y Meiosis 24	√	√	
	Ácidos nucleicos 9	√	√	
Unidad IV	Evolución homínidos 28		√	√
Unidad V	Diversidad 30	√	√	
Unidad VI	Ecología Biomas - Ciclos 10	√	√	√

De 400 estudiantes 133 respondieron que el tema que más confusión les causó fue Leyes de Mendel. Aproximadamente un 33.25% de los entrevistados.