



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE
MÉXICO**

**FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES
“ZARAGOZA”**

Libro electrónico de Virología Médica

T E S I S

Para obtener el título de:

Químico Farmacéutico Biólogo

P R E S E N T A:

Aviles Guzmán Alan

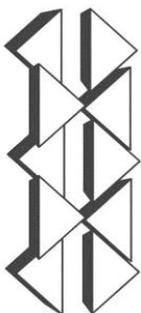
Director: Dr. José Luis Alfredo Mora Guevara

Asesor: M. en C. María José Marques Dos Santos

Opción de titulación: Apoyo a la docencia

México, D.F. Septiembre 2012

Este trabajo recibió el apoyo del proyecto PAPIME PE200210



AGRADECIMIENTOS

A DIOS

*Por acompañarme en cada momento
y permitirme llegar al lugar en el que
me encuentro y la persona que soy*

A LA FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ZARAGOZA

*Por cinco años de ser mi segundo
hogar, aprendizaje, conocimientos y
enseñanzas que me dio*

A LA M. EN C. MARÍA JOSÉ MARQUES DOS SANTOS

*Por su comprensión, apoyo, dedicación
y su buen consejo*

A LA UNAM

*Por brindarme la oportunidad de
estudiar y realizarme profesional
mente en esta gran casa de estudios*

AL DR. JOSÉ LUIS ALFREDO MORA GUEVARA

*Por su apoyo, dedicación y haberme
guiado a lo largo de este gran
proyecto*

A MIS SINODALES

MTRA. YOLANDA FLORES CABRERA

Q.F.B. CAROLINA JIMÉNEZ LÓPEZ

Q.F.B MA. ELENA FLORES PONCE

*Por sus conocimientos, asertividad,
apoyo, ética y profesionalismo*

A MI MAMÁ

Por acompañarme durante cada uno de los días de mi vida y ser mi incondicional, por tu apoyo en todo momento y siempre tener un consejo hasta en los instantes más difíciles, gracias mamá por todo y hacer posible este gran logro que también es tuyo, te amo mamá

A MI ABUELITA IRENE

Por que fuiste una persona muy importante en mi vida, gran apoyo, comprensión, dedicación, por todo tu amor, parte de este logro es para tí

A MI FAMILIA

Por siempre creer en mí, apoyarme en todo momento y tener un buen consejo, este logro es también para ustedes

*A ITALIA ABIGAIL MORALES
CEDILLO*

Por que también es parte de este proyecto

A MI PAPÁ

Por creer en mis metas, su apoyo y comprensión

A JOSE JAIME VELASCO REYNA

Por compartir este logro en mi vida profesional y por apoyarme incondicionalmente a lo largo de este proyecto

A TANIA ANAID PÉREZ TABOADA

Por brindarme tu amistad y compartir conmigo anhelos y logros a lo largo de esta carrera, gracias por esos grandes e inolvidables momentos, mas que una amiga eres como una hermana

A MIS AMIGOS

Adriana, Alejandra, Abel, Daniel, Imelda, Marlene, por que son parte importante de mi vida y compartieron experiencias y momentos memorables, gracias por su compañía y apoyo en esta etapa

TABLA DE CONTENIDO

| | | |
|--------|---|----|
| 1. | RESUMEN | 1 |
| 2. | INTRODUCCIÓN | 2 |
| 3. | MARCO TEÓRICO | 4 |
| 3.1. | Virología | 4 |
| 3.2. | Antecedentes históricos de la virología | 5 |
| 3.3. | Estructura y clasificación de virus | 7 |
| 3.4. | Morfología general | 10 |
| 3.5. | Composición química de los virus | 12 |
| 3.6. | Inactivación viral por agentes físicos y químicos | 13 |
| 3.7. | Replicación de los virus | 16 |
| 3.7.1. | Etapas generales en el ciclo de replicación viral | 19 |
| 3.8. | Virus que causan daño en órganos, sistemas y tejidos del ser humano | 20 |
| 3.9. | Educación, enseñanza y aprendizaje | 21 |
| 3.10. | Libro electrónico | 24 |
| 4. | PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA | 29 |
| 5. | OBJETIVOS | 30 |
| 6. | MÉTODO | 31 |
| 7. | RESULTADOS | 32 |
| 8. | DISCUSIÓN DE RESULTADOS | 38 |
| 9. | CONCLUSIÓN | 39 |
| 10. | REFERENCIAS | 40 |
| 11. | REFERENCIAS IMÁGENES | 42 |

1. RESUMEN

Hoy en día los estudiantes tienen facilidades para acercarse a la tecnología y beneficiarse de ella, por lo cual es indispensable que las técnicas conocidas para su aprendizaje se desarrollen a la par en que avanza el conjunto de medios que se emplean para este fin. En la Carrera de Química Farmacéutico Biológica, en el módulo de Microbiología General II se abordan temas de Virología que tienen importancia médica, es trascendental que el QFB tenga el conocimiento y las herramientas necesarias para su posible desarrollo en esta rama de la microbiología ya que son parte de su formación como un profesional en el área de la salud; sin embargo, estos temas no son estudiados ampliamente, debido a su vasto contenido y al tiempo destinado para la asignatura. Por esto y aprovechando la aceptación y los avances en la tecnología para la formación del alumno se elaboró El libro electrónico de Virología Médica que es una herramienta de apoyo a la enseñanza y aprendizaje, siendo éste un medio atractivo, actual y de interés para el alumno, apegándose a la vanguardia de la tecnología.

2. INTRODUCCIÓN

En la actualidad la tendencia del aprendizaje está dirigida a la complementación de la teoría con la práctica y con el material didáctico, existen varios métodos para este fin, como lo son: carteles, diapositivas, diagramas de flujo, ilustraciones, películas, exposiciones, etc., los cuales están dentro del conjunto de métodos audiovisuales, que todavía son los más referidos.

Sin embargo, la utilización y la vanguardia de la tecnología, ha traído nuevas posibilidades para el apoyo a la docencia con material didáctico, como es el empleo de los multimedia, que aportan grandes ventajas. La tecnología se usa como fuente para obtener información de cualquier área, científica, cultural, ilustrativa, etc., lo que ha traído grandes mejoras educativas; multimedia es la fusión de diversos medios de comunicación como el texto, el arte, los gráficos, sonido, animación y video, que puede estar soportado por diversos programas de cómputo (software) y medios de comunicación como internet, que de manera combinada o simultánea sirven para dar a conocer ideas o conceptos como medio de difusión.

Por otro lado la virología médica estudia los virus que infectan los sistemas del cuerpo humano, mecanismos de infección, síntomas, patogenia, cuadro clínico de la enfermedad, el tratamiento que se puede seguir y prevenciones para evitar la infección. Es importante que el estudiante de la Carrera de Química Farmacéutico Biológica tenga el conocimiento y las herramientas para su posible desarrollo en esta rama de la microbiología que es parte de su formación como un profesional de la salud; sin embargo, en el módulo de Microbiología General II se abordan temas de Virología de importancia médica que no son estudiados con profundidad, debido a su amplio contenido y al tiempo destinado al mismo.

Por lo anterior y aprovechando que hoy en día los estudiantes tienen facilidades para acercarse a la tecnología, es indispensable que las técnicas conocidas para su aprendizaje se desarrollen a la par en que avanza el conjunto de medios que se

emplean para este fin, por ello se elaboró un Libro electrónico de Virología Médica en el cual se conjunta información actual y organizada, además de gran cantidad de imágenes, que de un forma integrada ayudarán a la comprensión de la información para el alumno y personas interesadas en la temática.

3. MARCO TEÓRICO

3.1. Virología

Los virus son agentes infecciosos (varían de 20-300 nm de diámetro aproximadamente) para poder ser observados se requiere de un microscopio óptico y no se pueden cultivar fuera de una célula, en consecuencia los virus en sí, no pudieron ser estudiados hasta el siglo XX, en 1886 el Químico Holandés Adolf Mayer demostró que la enfermedad del mosaico del tabaco (EMT) se transmitía de una planta enferma a una sana; en 1892, el bacteriólogo ruso Dimitri Ivanowski trató de aislar la causa de la enfermedad, para ello filtró la savia de las plantas enfermas a través de un filtro de porcelana diseñado para retener bacterias; sin embargo, descubrió que el agente infeccioso había atravesado los diminutos poros del filtro, posteriormente Ivanowski infectó plantas sanas con el líquido filtrado, en consecuencia éstas contrajeron EMT (Figura 1). De manera similar el virus de la fiebre amarilla fue la primera enfermedad asociada con un agente filtrable.

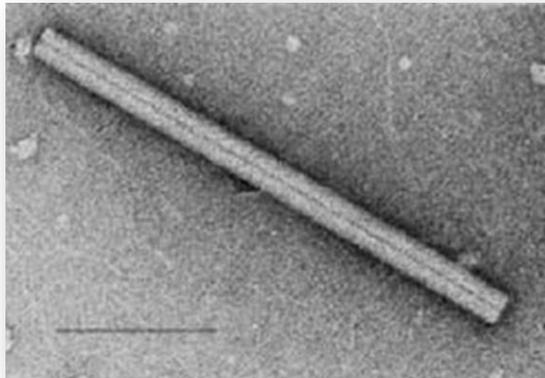


Figura 1. Esquema y micrografía electrónica del virus del mosaico del tabaco.

Hacia la década de 1930 estos agentes recibieron el nombre de "virus filtrables" y más tarde, se les denominó simplemente virus (en latín "veneno"). No obstante la naturaleza de los virus permaneció oculta hasta 1935 cuando el científico estadounidense Wendell Stanley aisló el virus del mosaico del tabaco, lo que permitió por primera vez, que se pudieran realizar estudios químicos y estructurales en un virus purificado. Casi al mismo tiempo la invención del microscopio electrónico permitió visualizar al virus.

Los adelantos logrados en las técnicas de biología molecular en las décadas de 1980 y 1990 permitieron reconocer varios virus humanos nuevos, el virus de la inmunodeficiencia humana, VIH, el virus de la hepatitis C, el coronavirus asociado con el síndrome respiratorio agudo grave (SARS) son algunos ejemplos ¹.

La virología es el estudio de los virus como agentes: su estructura, clasificación y evolución, sus formas de infectar y explotación de las células para la reproducción del mismo, las enfermedades que causan, las técnicas para aislar y cultivar, y su uso en la investigación y la terapia. La virología médica se encarga del estudio de los virus que infectan los sistemas del cuerpo humano, mecanismos de infección, síntomas, patogenia, el cuadro clínico que se presenta al desarrollar la enfermedad, así como el tratamiento que se puede seguir y la prevención para evitar la infección. Por esto es importante que el QFB tenga el conocimiento y las herramientas necesarias para su posible desarrollo en esta rama de la microbiología que son parte de su formación como un profesional en el área de la salud ².

3.2. Antecedentes históricos de la virología

1892.- Se establece la existencia de los virus por el científico ruso Dimitri I. Ivanowski quien investiga sobre la enfermedad del mosaico del tabaco y demostró que la enfermedad se transmite por un filtrado libre de bacterias y concluyó que la causa podría ser una toxina; aunque existe otra explicación igualmente aceptable: "la bacteria de la planta del tabaco pasa a través de los poros del filtro de Chamberland"

1898.- Löffler y Frosch (Figura 2), en un meticuloso trabajo sobre el agente causal de la glosopeda (fiebre aftosa del ganado) demuestran el carácter transmisible de la enfermedad, la filtrabilidad del agente causal y la imposibilidad de que se tratara de una toxina, estableciendo la existencia de un parásito demasiado pequeño para ser observado al microscopio. Se Sugiere también que otras enfermedades como la viruela humana o el sarampión sean causadas por este tipo de agente ³.

1899.- Martinus W. Beijerinck, investigó también sobre la enfermedad del mosaico del tabaco y, al parecer desconoció los trabajos de Ivanovsky, concluye acertadamente que "el agente infeccioso se incorpora al protoplasma de la célula huésped" y denomina virus a estas partículas infecciosas. Pocos años más tarde, se descubrieron virus que crecían en bacterias, a los que se denominó bacteriófagos.



Figura 2. Friederich Loffler y Paul Frosch

1915.- El investigador inglés Frederick W. Twort (Figura 3), publica sus estudios sobre un virus ultramicroscópico que parasita a las bacterias (Bacteriófago).



Figura 3. Frederick W. Twort

1917.- El científico franco-canadiense Félix H. D'Hérelle, de forma independiente, realiza el mismo trabajo.

1935.- El bioquímico norteamericano Wendell Meredith Stanley consigue cristalizar el virus del mosaico del tabaco y publica en la revista Science los resultados de su trabajo. El sugerente título "Isolation of a crystalline protein possessing the properties of tobacco mosaic virus" ("Aislamiento de una proteína cristalina que posee las propiedades del virus del mosaico del tabaco") invita a meditar sobre la situación de los virus en la misma línea divisoria entre lo vivo y lo inanimado ya que la cristalización era una propiedad física atribuida únicamente a estructuras no vivas.

1940.- En esta década, el desarrollo del microscopio electrónico permite por primera vez la visualización de los virus; años después, el desarrollo de centrífugas de alta velocidad permite concentrarlos y purificarlos.

1950.- En esta década alcanza su punto álgido el estudio de los virus animales con el desarrollo de los métodos de cultivo en células, que permiten la replicación viral en laboratorio.

1960-1970.- Se descubren y estudian numerosos virus y se analizan sus características físicas y químicas ³.

3.3. Estructura y clasificación de virus

¿Qué es un virus?

El interrogante de si los virus son organismos vivos tiene una respuesta ambigua depende de cómo se defina la vida, ésta puede definirse como un complejo conjunto de procesos resultantes de la acción de proteínas especificadas por los ácidos nucleicos, estos ácidos de las células vivas están siempre en actividad; dado que una partícula de virus aislada es una estructura estática totalmente estable e incapaz de cambiar o de sustituir sus partes, sólo cuando está asociado con su célula huésped el virus adquiere algunos de los atributos de un sistema vivo, en este sentido no se le consideran organismos vivos.

Sin embargo, una vez que los virus ingresan en la célula huésped sus ácidos nucleicos se activan y se produce la multiplicación viral, en este sentido los virus están activos cuando se multiplican en las células huésped que infectan.

Desde el punto de vista clínico se pueden considerar vivos porque causan infecciones y enfermedades, al igual que las bacterias, los hongos y los protozoos. Según el punto de vista microbiológico un virus se puede considerar un cúmulo excepcionalmente complejo de compuestos químicos sin vida o un microorganismo vivo excepcionalmente simple; por todo lo anterior un virus es un parásito intracelular obligado ^{1,3,4}.

Características generales de los virus

- Contienen un solo tipo de ácido nucleico, sea DNA o RNA.
- Contienen una cubierta proteica (a veces incluida en una envoltura de lípidos, proteínas e hidratos de carbono).
- Se multiplican dentro de las células vivas mediante el uso de la maquinaria de síntesis de la célula.
- Inducen la síntesis de estructuras especializadas capaces de transferir el ácido nucleico viral a otras células ^{5,6}.

Estructuras virales

- **Cápside:** cubierta proteínica o envoltura que encierra el genoma de ácido nucleico.
- **Capsómeros:** unidad morfológica que representan grupos de polipéptidos sobre la superficie de las partículas virales icosaédricas.
- **Envoltura:** membrana que contiene lípidos y rodea algunas partículas virales. Se forma durante la maduración viral mediante un proceso de gemación a través de una membrana celular (Figura 4).
- **Nucleocápside:** complejo proteína-ácido nucleico que representa la forma empaçada del genoma viral, este término se utiliza cuando la nucleocápside es una subestructura de una partícula viral más compleja ⁷.
- **Unidad de ensamblado:** Conjunto de subunidades o unidades estructurales, habitualmente simétrica, que constituyen un intermediario importante en la formación de estructuras de mayor extensión.

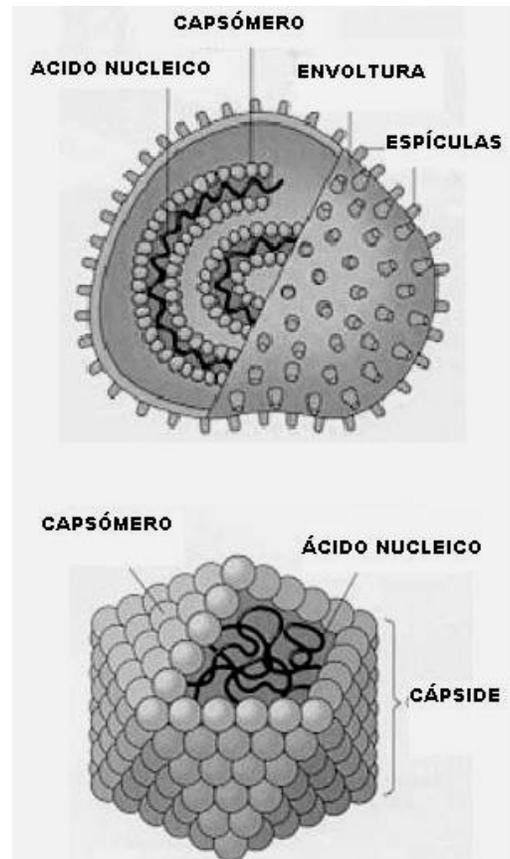


Figura 4. Virus envuelto (arriba), virus desnudo (abajo).

- **Unidades estructurales:** proteína de los elementos constitutivos básicos de la cubierta. También se le conoce como protómeros.
- **Virión:** partícula viral infecciosa completa, totalmente desarrollada compuesta por ácido nucleico y rodeada por una cubierta proteica que la protege del medio y que es un vehículo de transmisión de una célula huésped a otra (Figura 5).

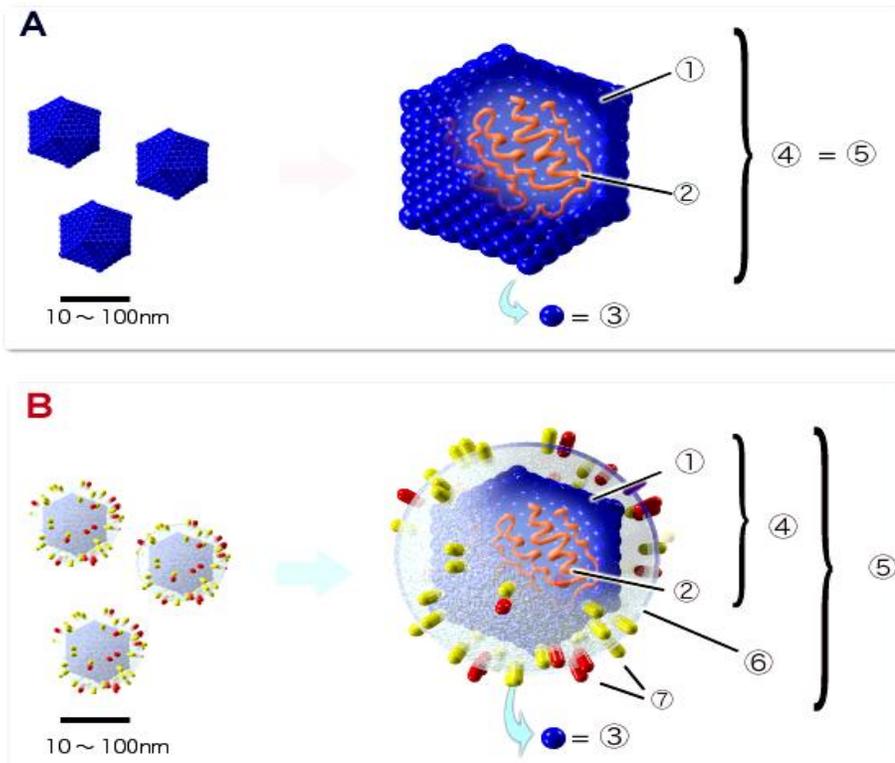


Figura 5. Comparación de los virus sin envoltura (A) y con envoltura (B):

- 1-Cápside,
- 2-Ácido nucleico,
- 3-Capsómero,
- 4-Nucleocápside,
- 5-Virión,
- 6-Envoltura,
- 7-Espículas.

Clasificación:

- Por tipo de ácido nucleico (DNA virus, RNA virus).
- Estructura de la cápside
- Número de capsómeros
- Susceptibles al éter o compuestos orgánicos
- Con envoltura o desnudos
- Tamaño del ácido nucleico
- Tipo específico de DNA si tiene una cadena o más.
- Clasificación de Baltimore (depende de cómo forma el RNA mensajero o DNA, monocatenario, bicatenario).
- Clasificación taxonómica (orden, familia, género, especie) ^{5,7}.

3.4. Morfología general

Virus helicoidales

En los virus cilíndricos o helicoidales, los capsómeros, que son de un solo tipo, se ajustan en una estructura helicoidal en torno a un eje central donde se encuentra una hélice simple de ácido nucleico.

Las subunidades de proteínas se unen de forma periódica al ácido nucleico viral, dando origen a una hélice, esta estructura se traduce en un virión con forma de varilla o filamentoso, se asemejan a largos bastones con gran diversidad, desde los muy cortos y rígidos, a los muy largos y flexible. El complejo filamentoso ácido nucleico-proteínas virales (nucleocápside) se desarrolla en el interior de una envoltura que contiene lípidos. Así, como no ocurre con estructuras icosaédricas, hay una interacción regular, periódica, entre las proteínas de la cápside y los ácidos nucleicos en virus con simetría helicoidal. No es posible que se formen partículas helicoides “vacías”. Todos los ejemplos conocidos de virus animales con simetría helicoidal contienen genoma de ARN y con excepción de los rabdovirus tienen nucleocápsides flexibles con envolturas en el interior de las cuales se forma un ovillo (por ejemplo, el virus de la rabia y la fiebre hemorrágica del Ébola, (Figura 6) ⁸.



Figura 6. Virus del ébola.

Virus poliédricos

La cápside de la mayoría de estos virus tiene la forma de un icosaedro, un poliedro regular con 20 caras triangulares y 12 ángulos, dejando un hueco central donde se sitúa el ácido nucleico fuertemente enrollado; algunos de estos forman poliedros con más caras que el icosaedro, y algunos presentan fibras proteicas que sobresalen de la cápside. El icosaedro es la estructura cuasiesférica más eficiente y robusta que se puede construir a partir del ensamblado de varias piezas, esta estructura se traduce en una apariencia esférica de los virus cuando se observan al microscopio (por ejemplo, adenovirus, poliovirus) ⁸.

Virus con envoltura

La cápside de algunos virus está cubierta por una envoltura. Los virus con envoltura son casi esféricos. Cuando los virus helicoidales o poliédricos están rodeados por una envoltura, se denominan virus helicoidales con envoltura o virus poliédricos con envoltura (por ejemplo, virus de la gripe, virus herpes simple).

Virus complejos

Algunos virus, en particular los virus bacterianos, tienen estructuras complicadas. Un ejemplo de virus complejo es un bacteriófago, algunos de éstos tienen cápsides a las que se adosan estructuras adicionales (Figura 7) ^{1,8}.

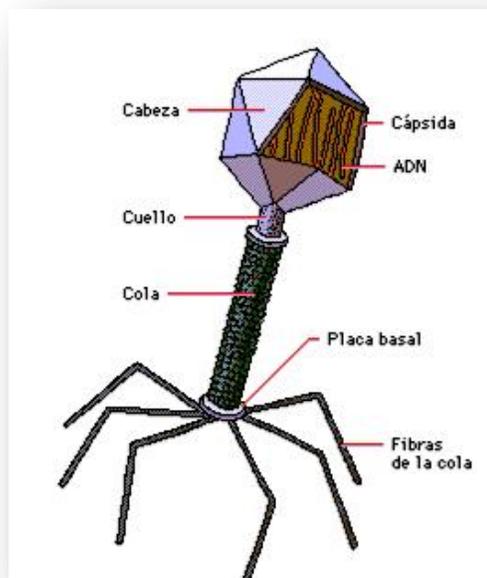


Figura 7. Bacteriófago.

3.5. Composición química de los virus

Proteínas virales: Determinan las características antigénicas del virus, algunas proteínas de superficie pueden mostrar actividades específicas, por ejemplo la hemaglutinina del virus de la influenza aglutina los eritrocitos. Estas proteínas tienen varias funciones importantes, su principal objetivo es facilitar la transferencia de ácidos nucleicos virales de una célula hospedera a otra, también sirven para proteger el genoma viral contra la inactivación por las nucleasas, participan en la unión de la partícula viral a las células susceptibles y proporcionan la simetría estructural de la partícula viral.

Las proteínas determinan las características antigénicas del virus. Los mecanismos de respuesta inmunitaria del hospedador se dirigen contra determinantes antigénicos de las proteínas o glucoproteínas expuestas en la superficie de la partícula viral, algunas proteínas de superficie pueden mostrar actividad específica, por ejemplo, la hemaglutinina del virus de la influenza produce la aglutinación de eritrocitos. Algunos virus portan enzimas (proteínas) en el interior de los viriones, tales enzimas se presentan en cantidades muy pequeñas y probablemente no son importantes en la estructura de las partículas virales; sin embargo, son esenciales para el inicio del ciclo de replicación viral cuando el virión entra en la célula del hospedador, algunos ejemplos incluyen la polimerasa de ARN que portan los virus con genomas ARN de sentido negativo (como *ortomixovirus*, *rabdovirus*) y que es necesaria para copiar el primer ARNm así como la transcriptasa inversa una enzima presente en los retrovirus que producen una copia de ADN, a partir del ARN viral, un paso esencial en la replicación y transformación.

La principal función de la proteína viral es facilitar la transferencia del ácido nucleico viral de una célula huésped a otra.

- Protegen el genoma viral contra la inactivación por nucleasas.
- Participan en la adhesión de la partícula viral a una célula susceptible.

Confieren simetría estructural a la partícula del virus^{9,10}.

Ácido nucleico viral: Al tener un solo tipo de ácido nucleico sea DNA o RNA, que codifica la información genética necesaria para su replicación. El genoma puede ser de cadena sencilla, doble, circular, lineal o segmentada.

Envoltura lipídica de los virus: Algunos virus diferentes contienen envolturas lipídicas como parte de su estructura (por ejemplo, virus Sinbis), la nucleocápside viral adquiere los lípidos cuando sufre gemación a través de una membrana celular en el curso de su maduración. La gemación sólo ocurre en sitios donde se ha introducido proteínas

específicas del virus en la membrana de la célula huésped, el proceso de gemación varía notablemente según la estrategia de multiplicación del virus y la estructura de la nucleocápside¹⁰.

Glucoproteínas virales: Las envolturas virales contienen glucoproteínas, a diferencia de los lípidos de las membranas virales, derivados de la célula huésped, las glucoproteínas de la envoltura son codificadas por el virus; sin embargo, los azúcares añadidos a las glucoproteínas virales con frecuencia reflejan los puntos de unión a la célula huésped donde crece el virus.

- Las glucoproteínas de la superficie de la envoltura viral adhieren la partícula viral a una célula específica mediante la interacción con un receptor celular.
- Se les implica en la etapa de fusión con la membrana durante la infección.
- Son importantes antígenos virales.

Como consecuencia de su posición en la superficie externa del virión, casi siempre participan en la interacción de la partícula viral con el anticuerpo neutralizante^{5,11}.

3.6. Inactivación viral por agentes físicos y químicos

Calor y frío

Existe gran variabilidad en la termoestabilidad de los diferentes virus.

- Los *virus icosaédricos* tienden a ser estables y pierden grado de infectividad después de varias horas a 37° C.
- Los *virus cubiertos* son más termolábiles y su concentración decae con prontitud a 37° C.

La infectividad viral generalmente desaparece por calentamiento de 50-60° C durante 30 min, aunque existen algunas excepciones notables. Por ejemplo, virus de la Hepatitis B, *papovirus*, agente de la encefalitis espongiforme^{5,10}.

Los virus pueden conservarse almacenados a temperaturas inferiores a la congelación y algunos pueden resistir la liofilización y por tanto conservarse en estado seco a 4° C o incluso a temperatura ambiente, los virus que resisten la liofilización resisten temperaturas mayores cuando se calientan en estado seco.

Los virus envueltos tienden a perder su grado de infectividad luego del almacenamiento prolongado incluso a -90° C y son particularmente sensibles a congelación y descongelación repetidas.

Estabilización de los virus mediante sales

Muchos virus pueden estabilizarse con sales en concentración de 1 mol/L; es decir, los virus se inactivan incluso por calentamiento a 50° C durante una hora con estas sales.

Se utilizan ciertas sales para estabilizar virus y poder conservarlos:

- El MgCl₂, 1 mol/L, estabiliza *picornavirus* y *reovirus*.
- El MgSO₄, 1 mol/L, estabiliza *ortomixovirus* y *paramixovirus*.
- El NaSO₄, 1 mol/L, estabiliza herpes virus.

La estabilidad de los virus es importante en la preparación de vacunas, un ejemplo es la vacuna oral de la poliomielitis ordinaria no estabilizada que debe almacenarse a temperaturas de congelación para conservar su potencia; sin embargo, para estabilizar el virus con la adición de sales la potencia se conserva durante semanas a temperatura ambiente, incluso a altas temperaturas.

pH

Los virus generalmente son estables a valores de pH entre 5.0 y 9.0; los enterovirus resisten condiciones ácidas y todos se destruyen en condiciones alcalinas, en las reacciones de hemaglutinación, las variaciones menores de una unidad de pH pueden influir en el resultado.

Radiación

La radiación UV, rayos X y partículas de alta energía inactivan los virus, la dosis varía para diferentes virus.

La infectividad es la propiedad más radio-sensible puesto que la replicación requiere expresión de todo el contenido genético. Las partículas irradiadas incapaces de replicarse pueden aún expresar algunas funciones específicas en las células huésped^{4,9}.

Inactivación fotodinámica

Los virus pueden dejarse penetrar en grado variable por colorantes vitales, como azul de toluidina, rojo neutro y proflavina.

Estos colorantes se unen al ácido nucleico viral, y el virus adquiere susceptibilidad a la inactivación por la luz visible; comúnmente se utiliza el rojo neutro para teñir los análisis en placa, de modo que ésta puede observarse con mayor facilidad. Una vez añadido

deben protegerse las placas de la luz brillante; de otro modo existe el riesgo de que la progenie viral se inactive e interrumpa el desarrollo en la placa.

Susceptibilidad al éter

Con esto se puede distinguir un virus que posee cubierta del que no la posee, debido a la desnaturalización de la capa lipídica que envuelve al virus.

Detergentes

Los detergentes no iónicos, por ejemplo, Nonidet P40 y Tritón X-100, solubilizan el elemento lipídico de la membrana viral (Figura 8) liberan (desnaturalizan) las proteínas virales de la envoltura; los detergentes aniónicos, por ejemplo, el dodecilsulfato de sodio, también solubilizan la envoltura viral; además fragmentan las cápsides en polipéptidos separados ^{5,10,12}.

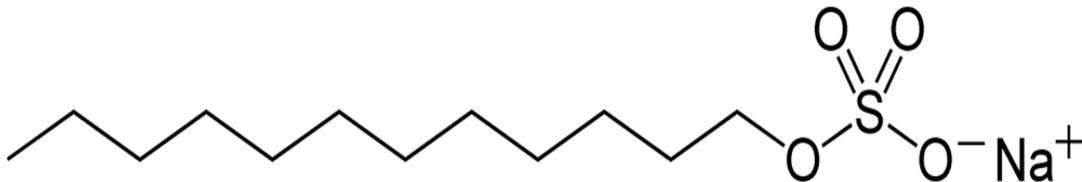


Figura 8. Nonidet p-40. Detergente no iónico, no desnaturalizante, usado para solubilizar proteínas.

Formaldehído

Los virus cuyo genoma contienen sólo una cadena se inactivan con mucha mayor facilidad en comparación con aquellos cuyo genoma contiene dos cadenas.

- Muestra efectos adversos mínimos contra la antigenicidad de las proteínas y, por lo tanto, se emplea con frecuencia en la producción de vacunas a base de virus inactivados.
- Suprime la infectividad del virus al reaccionar con el ácido nucleico.

Cloro

Para destruir virus se requieren concentraciones mayores de cloro que las necesarias para destruir bacterias, sobre todo en presencia de proteínas extrañas^{5, 10, 12}.

3.7. Replicación de los virus

Los virus se multiplican sólo en células vivas, la célula huésped debe proporcionar energía, mecanismos de síntesis, y precursores de bajo peso molecular para sintetizar proteínas y ácidos nucleico virales, el ácido nucleico viral contiene la especificidad de una manera muy organizada para codificar todas las macromoléculas específicas del virus.

Para que un virus se replique, las proteínas virales deben sintetizarse en la máquina celular huésped, por tanto, el virus debe producir un ARNm utilizable, la característica más peculiar de la multiplicación viral es que poco después de la interacción con una célula huésped, el virión infectante se fragmenta y pierde su infectividad cuantificable. Un único virión puede dar origen a varios o incluso a miles de virus similares en una sola célula huésped, este proceso puede modificar drásticamente la célula huésped y por lo general causa su muerte.

Se pueden multiplicar mediante dos mecanismo alternativos:

- a) **Ciclo lítico:** Culmina con la lisis y la muerte de la célula huésped.
- b) **Ciclo lisogénico:** La célula huésped infectada permanece viva.

Multiplicación de bacteriófagos

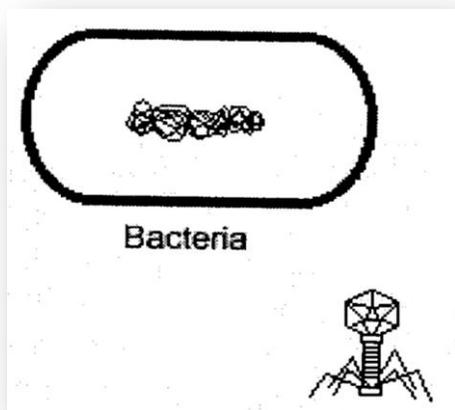


Figura 9. Etapa de adsorción

- **Ciclo lítico**

- 1ª etapa. Adsorción:

La cola del fago se fija a los receptores específicos de la pared bacteriana (intervienen en esa fijación los filamentos caudales y la placa basal) otros se fijan con los spikes (proteínas que tienen en su envoltura), ciertas enzimas situadas en la placa basal debilitan la pared de la bacteria (Figura 9).

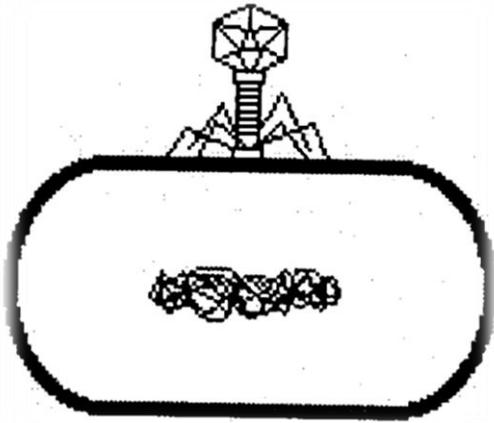


Figura 10. Etapa de inyección del ácido nucleico

2ª etapa. Inyección del ácido nucleico:

Se contrae la vaina caudal y el eje tubular atraviesa la pared, a partir de aquí la cápside inservible ya no sirve para nada (Figura 10).

3ª etapa. Eclipse:

Aparentemente no le pasa nada a la bacteria pero en realidad el virus interrumpe el metabolismo bacteriano. El ADN bacteriano es degradado y los genes virales se encargan de reconducir el metabolismo utilizando los componentes de la bacteria para realizar copia de los capsómeros y síntesis del ácido nucleico (Figura 11).

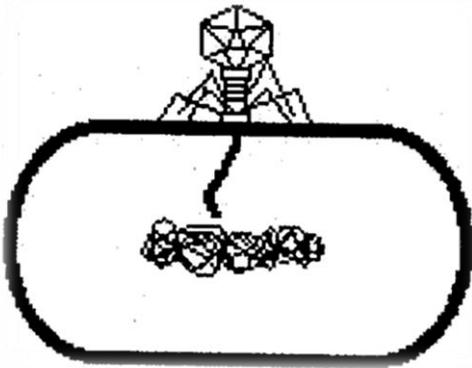


Figura 11. Etapa de eclipse.

4ª etapa. Ensamblaje:

Los capsómeros recién sintetizados se ensamblan alrededor de las moléculas del ADN ayudados por una proteína para formar nuevas partículas virales (Figura 12).

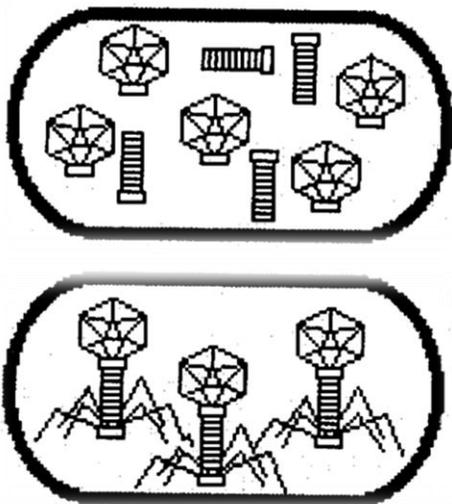


Figura 12. Etapa de ensamblaje

5ª etapa. Lisis y liberación:

Una enzima rompe la pared bacteriana y los virus son liberados (Figura 13)^{1,10,13}.

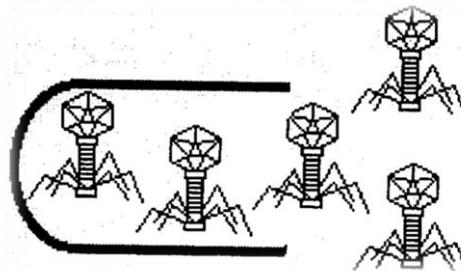


Figura 13. Etapa de lisis

- **Ciclo lisogénico**

Algunos virus no causan la lisis y la muerte de la célula huésped cuando se multiplican, estos fagos lisogénicos (atenuados, inactivos o atemperados) pueden llegar a desarrollar un ciclo lítico posteriormente por diversos factores. Las células huéspedes participantes se denominan células lisogénicas.

1. Penetración en la célula huésped.

2. El ADN del fago, originalmente lineal, forma un círculo.

3A. Este círculo puede ser multiplicado y transcrito.

3B. Como alternativa, el círculo se puede recombinar con el ADN circular de la bacteria y convertirse en parte del ciclo lisogénico, el ADN del fago pasa a llamarse profago, la mayor parte de los genes del profago están reprimidos por dos proteínas represoras producidas por el fago y éstas detienen la transcripción de todos los demás genes del fago al unirse a operadores. En consecuencia, los genes del fago que de otro modo dirigen la síntesis y la liberación de nuevos viriones se desactivan.

4. También se replica el ADN del profago, el profago permanece latente dentro de las células de la progenie.

5. Sin embargo, un evento espontáneo inusual o la acción de la luz UV o ciertos compuestos químicos pueden causar la liberación del ADN del fago e iniciar el ciclo lítico¹.

Con la lisogenia se logran tres resultados importantes:

- Las células lisogénicas son inmunes a la reinfección por el mismo fago, en cambio la célula huésped no es inmune a infecciones por otros tipos de fagos.
- Conversión por el fago, es decir que la célula huésped puede exhibir nuevas propiedades.
- Posibilita la transducción especializada (sólo se transfieren ciertos genes bacterianos). La transducción especializada es medida por un fago lisogénico, que empaqueta el ADN de la célula huésped junto con su propio ADN en la misma cápside, cuando se extrae el profago del cromosoma huésped los genes adyacentes de cada lado pueden permanecer adosados al ADN del fago.

3.7.1. Etapas generales en el ciclo de replicación viral

- **Adhesión**

El primer paso en la infección viral es la adhesión o interacción de un virión con un sitio receptor específico sobre la superficie de una célula, las moléculas receptoras difieren para cada virus, pero en general son glucoproteínas, en algunos casos el virus se enlaza a secuencias de proteínas (por ejemplo, *Picornavirus*), y en otros a oligosacáridos (por ejemplo, *Ortomixovirus* y *Paramixovirus*).

Se estima que el enlace al receptor refleja homologías configuracionales fortuitas entre una estructura de la superficie del virión y un componente de la superficie celular, por ejemplo, el virus de la inmunodeficiencia humana se une al receptor CD4 sobre las células del sistema inmunitario.

La presencia o ausencia de receptores desempeña una función determinante para el tropismo celular y la patogenia viral. En un huésped susceptible no todas las células expresan los receptores necesarios (por ejemplo, el poliovirus sólo puede atacar las células del SNC y del intestino de los primates), cada célula susceptible puede contener más de 100 mil sitios receptores para un determinado virus; la etapa de adhesión puede iniciar cambios estructurales irreversibles en el virión ^{1,12}.

- **Penetración**

Después de enlazarse la partícula viral pasa al interior de la célula, los virus entran a las células eucariontes por pinocitosis, un proceso celular activo por el cual se incorporan los nutrientes y otras moléculas a la célula, la membrana plasmática de una célula se pliega continuamente hacia adentro para formar vesículas que contienen elementos originados fuera de la célula y que se incorporan al interior celular para ser digeridos; si un virión se adosa a la membrana plasmática de una posible célula huésped esta incluirá al virión en un pliegue de la membrana plasmática y formará una vesícula. Los virus con envoltura pueden ingresar por un método alternativo denominado fusión, en el cual la envoltura viral se fusiona con la membrana plasmática y libera la cápside hacia el interior del citoplasma de la célula. Por ejemplo, el VIH penetra en las células por este método ^{1,13}.

- **Pérdida de la envoltura**

La pérdida de la envoltura ocurre de manera concomitante con la penetración o poco después. Es la separación física del ácido nucleico viral de su cubierta proteica una vez que se incluye el virión en la vesícula.

La cápside se digiere cuando la célula intenta digerir el contenido de la vesícula o la cápside sin la envoltura puede ser liberada al citoplasma de la célula huésped, este proceso varía con el tipo de virus, algunos virus animales logran la eliminación de la cubierta por la acción de las enzimas lisosómicas de la célula huésped, éstas degradan las proteínas de la cápside del virus. En el caso de otros virus la eliminación de la cubierta parece ser causada exclusivamente por las enzimas del citoplasma de la célula huésped.

Debido a que los virus son parásitos intracelulares obligados, en consecuencia los antivirales deben inhibir selectivamente las funciones virales sin dañar al huésped; uno de los desafíos en el desarrollo de agentes antivirales es la identificación de los pasos en la replicación viral y no forman parte de la función celular normal.

Entre los fenómenos virales únicos están la adhesión, penetración descubrimiento, síntesis de ADN dirigida por ARN (transcripción inversa), ensamblaje y liberación del virión intacto. Cada uno de estos pasos puede tener elementos complejos con posibilidad de inhibición, en algunos casos los antivirales no inhiben en forma selectiva un fenómeno único de replicación, sino que inhiben a la polimerasa del ADN^{1,10}.

3.8. Virus que causan daño en órganos, sistemas y tejidos del ser humano

Existen diversos virus que afectan el cuerpo humano, éstos causan desde daños mínimos, que si se detectan oportunamente se les da un tratamiento adecuado para su control, hasta grandes daños que pueden dejar órganos, sistemas y tejidos con un deterioro irremediable e incluso la muerte.

Cuadro 1: Virus de importancia médica que se abordan en el temario de MG II.

| Órgano, sistema o tejido afectado | Virus | Daño |
|-----------------------------------|--|--|
| Piel y músculo esquelético | Sarampión Rubéola Varicela-Herpes Zoster Herpes simple I y II | Exantema Ampollas Ulceras Llagas |
| Tracto entérico | Hepatitis viral Enterovirus Rotavirus | Inflamación Deshidratación Disenteria |
| Sistema respiratorio | Influenza viral Rinovirus Reovirus | Rinorrea Inflamación Infección secundaria (bacteriana) |
| Sistema nervioso central | Virus de la Rabia Poliovirus Dengue Fiebre Amarilla Ébola | Encefalitis Parálisis Hemorragia Convulsión |
| Oncovirus | Citomegalovirus Epstein-Barr Papilomavirus Virus de la Inmunodeficiencia Humana | Neoplasia Linfoma |

3.9. Educación, enseñanza y aprendizaje

La educación es el conjunto de conocimientos, ordenes y métodos por medio de los cuales se ayuda al individuo en el desarrollo y mejora de las facultades intelectuales, morales y físicas, la educación no crea facultades en el educando, sino que coopera en su desenvolvimiento y precisión, la educación reviste características especiales según sean los rasgos peculiares del individuo y de la sociedad. En la situación actual, de una mayor libertad del hombre y de una acumulación de posibilidades y riesgos en la sociedad, se deriva que la Educación debe ser exigente, desde el punto de vista que el sujeto debe poner más de su parte para aprender y desarrollar todo su potencial.

La enseñanza, es el proceso mediante el cual se comunican o transmiten conocimientos especiales o generales sobre una materia. Este concepto es más restringido que el de educación, ya que ésta tiene por objeto la formación integral de la persona humana, mientras que la enseñanza se limita a transmitir, por medios diversos, determinados conocimientos, en este sentido la educación comprende la enseñanza propiamente dicha.

El aprendizaje es parte de la estructura de la educación, por tanto, la educación comprende el sistema de aprendizaje, este es la acción de instruirse y el tiempo que dicha acción demora, también, es el proceso por el cual una persona es entrenada para dar una solución a situaciones; tal mecanismo va desde la adquisición de datos hasta la forma más compleja de recopilar y organizar la información. Durante los primeros años de vida, el aprendizaje es un proceso automático con poca participación de la voluntad, después el componente voluntario adquiere mayor importancia (aprender a leer, aprender conceptos, etc.), dándose un reflejo condicionado, es decir, una relación asociativa entre respuesta y estímulo. A veces, el aprendizaje es la consecuencia de pruebas y errores, hasta el logro de una solución válida; el aprendizaje se produce también, por intuición, a través del repentino descubrimiento de la manera de resolver problemas.

En el aprendizaje influyen factores, los cuales se pueden dividir en dos grupos: los que dependen del sujeto que aprende (la inteligencia, la motivación, la participación activa, la edad y las experiencias previas) y los inherentes a las modalidades de presentación de los estímulos, es decir, se tienen modalidades favorables para el aprendizaje cuando la respuesta al estímulo va seguida de una recompensa o sanción, y los medios (materiales) empleados en esta actividad.

Medios didácticos y recursos educativos

Según como se utilicen en los procesos de enseñanza y aprendizaje, los medios didácticos y los recursos educativos en general pueden realizar diversas funciones, entre ellas destacan las siguientes:

- **Proporcionar información.** Prácticamente todos los medios didácticos proporcionan explícitamente información (libros, vídeos, programas informáticos).
- **Guiar el aprendizaje** de los estudiantes, instruir. Ayudan a organizar la información, a relacionar conocimientos, a crear nuevos conocimientos y aplicarlos. Es lo que hace un libro de texto por ejemplo.

- **Ejercitar habilidades**, entrenar. Por ejemplo un programa informático que exige una determinada respuesta psicomotriz a sus usuarios.
- **Motivar**, despertar y mantener el interés. Un buen material didáctico siempre debe resultar motivador para los estudiantes.
- **Evaluar** los conocimientos y las habilidades que se tienen, como lo hacen las preguntas de los libros de texto o los programas informáticos.
- **La corrección de los errores** de los estudiantes a veces se realiza de manera explícita y en otros casos resulta implícita ya que es el propio estudiante quien se da cuenta de sus errores.
- **Proporcionar simulaciones** que ofrecen entornos para la observación, exploración y la experimentación. Por ejemplo un simulador de vuelo informático, que ayuda a entender cómo se pilota un avión.
- **Proporcionar entornos para la expresión** y creación.

Tipologías de los medios didácticos.

A partir de la consideración de la plataforma tecnológica en la que se sustenten, los medios didácticos, y por ende los recursos educativos en general, se suelen clasificar en tres grandes grupos, cada uno de los cuales incluye diversos subgrupos:

- **Materiales convencionales:**

Impresos (textos): libros, fotocopias, periódicos, documentos.

Tableros didácticos: pizarra.

Materiales manipulativos: recortables, cartulinas.

Juegos: arquitecturas, juegos de sobremesa.

Materiales de laboratorio.

- **Materiales audiovisuales:**

Imágenes fijas proyectables (fotos): diapositivas, fotografías.

Materiales sonoros (audio): casetes, discos, programas de radio.

Materiales audiovisuales (vídeo): montajes audiovisuales, películas, vídeos, programas de televisión.

- **Nuevas tecnologías:**

Programas informáticos educativos (CD u *on-line*): videojuegos, lenguajes de autor, actividades de aprendizaje, presentaciones multimedia, enciclopedias, libros electrónicos, animaciones y simulaciones interactivas.

Servicios telemáticos: páginas web, *weblogs*, tours virtuales, *webquest*, correo electrónico, chats, foros, unidades didácticas y cursos *on-line*, TV y videos interactivos ^{14,15}.

3.10. Libro electrónico

Antecedentes

El libro electrónico tuvo su origen en 1971. Fue inventado por Michael Hart, fundador del Proyecto Gutenberg de la Universidad de Illinois, una biblioteca gratuita de libros digitales con una colección de más de dos mil ejemplares entre los que se encuentra un gran número de obras clásicas.

En 1981 se publicó en el mercado el primer libro electrónico con objetivos comerciales, un diccionario editado por Random House. Sin embargo, el desarrollo de los libros digitales se produciría veinte años después.

En 1998 se llevó a cabo la primera Feria del libro electrónico, en Gaithersburg Maryland, Estados Unidos. Ahí se presentó la Normativa: “Libro electrónico abierto”, una serie de regulaciones para homogeneizar el formato de las publicaciones electrónicas. Un año después se estableció la especificación llamada “Estructura de publicación del libro electrónico abierta”, en la que se creó como estándar de estos libros la plataforma HTML y XML.

El auge de los libros electrónicos se inició con la publicación exclusiva en Internet de *Riding the bullet* (Viaje a las tinieblas), una novela de Stephen King en el 2001. Poco tiempo después el presidente de Rusia, Vladimir Putin publicó sus memorias con este mismo formato.

Desde entonces han surgido muchas editoriales electrónicas y librerías virtuales con catálogos de textos digitales, actualmente en Internet no sólo se encuentran libros a la venta, sino también muchos ejemplares gratuitos, lo cual es un importante avance en la difusión cultural.

Libro electrónico

Los libros electrónicos pueden definirse como sistemas de información capaces de poner a disposición de sus usuarios una serie de páginas, conceptualmente organizadas del mismo modo que los de un libro de papel, con las que además se puede interactuar ¹⁴.

También conocido como libro digital o eBook, el libro electrónico es una publicación cuyo soporte no es el papel sino un archivo electrónico, su texto se presenta en formato digital y se almacena en diskette, CD-ROM o en Internet. El libro electrónico permite incorporar elementos multimedia como vídeo, audio, y en el caso del internet, posibilita enlaces a otras páginas de libros digitales de la red ¹⁵.

El libro electrónico puede "escribirse" empleando diversas herramientas software (v.g., herramientas de autor o de edición de material multimedia), puede almacenarse en diferentes formatos (v.g., PDF, Open eBook, HTML o XML) y puede publicarse utilizando distintas plataformas (v.g., páginas web, CD-ROM o DVD), dependiendo del tipo de libro que se quiera producir y de los recursos de que dispongan sus usuarios.

Principales características:

- Los libros electrónicos tienen herramientas para facilitar la lectura, éstas permiten buscar palabras, resaltar partes, hacer comentarios, encontrar significados en el diccionario y otras funciones. En los libros digitales muchas veces se articulan al texto elementos de multimedia, como el audio y el video, a través de Internet un texto puede tener vínculos a otros libros disponibles en la red.
- La estructura, el tamaño y el diseño de estos libros se deciden de forma tal que la visualización, el tiempo de descarga y el uso sean realmente prácticos.
- Para proteger los derechos de autor y de edición los libros electrónicos no pueden imprimirse ni copiarse, excepto expreso permiso del autor o editor. Un libro digital sólo puede abrirse en la computadora o en el dispositivo portátil en el que se realizó la descarga, así, no se puede reproducir ni copiar en otras computadoras, las descargas se realizan generalmente por Internet, mediante los servicios ofrecidos por las librerías especializadas en este tipo de textos.

Libro electrónico educativo

Un libro electrónico educativo deberá incluir información adecuada, completa, bien organizada y fácilmente localizable y accesible como ocurre en los libros de papel, además, deberá dar soporte a actividades formativas, distintas de la lectura secuencial, que refuercen el proceso de aprendizaje, tales como ejercicios que inviten al estudiante a utilizar sus conocimientos en situaciones concretas.

En general, un libro electrónico educativo deberá al menos ofrecer el material didáctico en formato digital, de manera que tanto el profesor pueda crearlo como el alumno utilizarlo. Además, sería conveniente que se diera el soporte adecuado para seguir los progresos realizados por el alumno, tanto por parte del profesor como del propio estudiante. El material didáctico, que ahora puede ser multimedia, hipertexto e interactivo, debe motivar al alumno, invitándole a abandonar actitudes pasivas y ofrecerle refuerzos positivos, estos tipos de interacción se señalan con las flechas 1 y 2 de la figura 14.

Finalmente, la comunicación directa entre alumno y profesor (flecha 3 de la figura 14) puede o no llevarse a cabo a través del medio electrónico (flechas 3.1 y 3.2, respectivamente) e, incluso, puede optarse por una solución mixta en la que se combinen medios tradicionales de comunicación con los soportados por el ordenador.

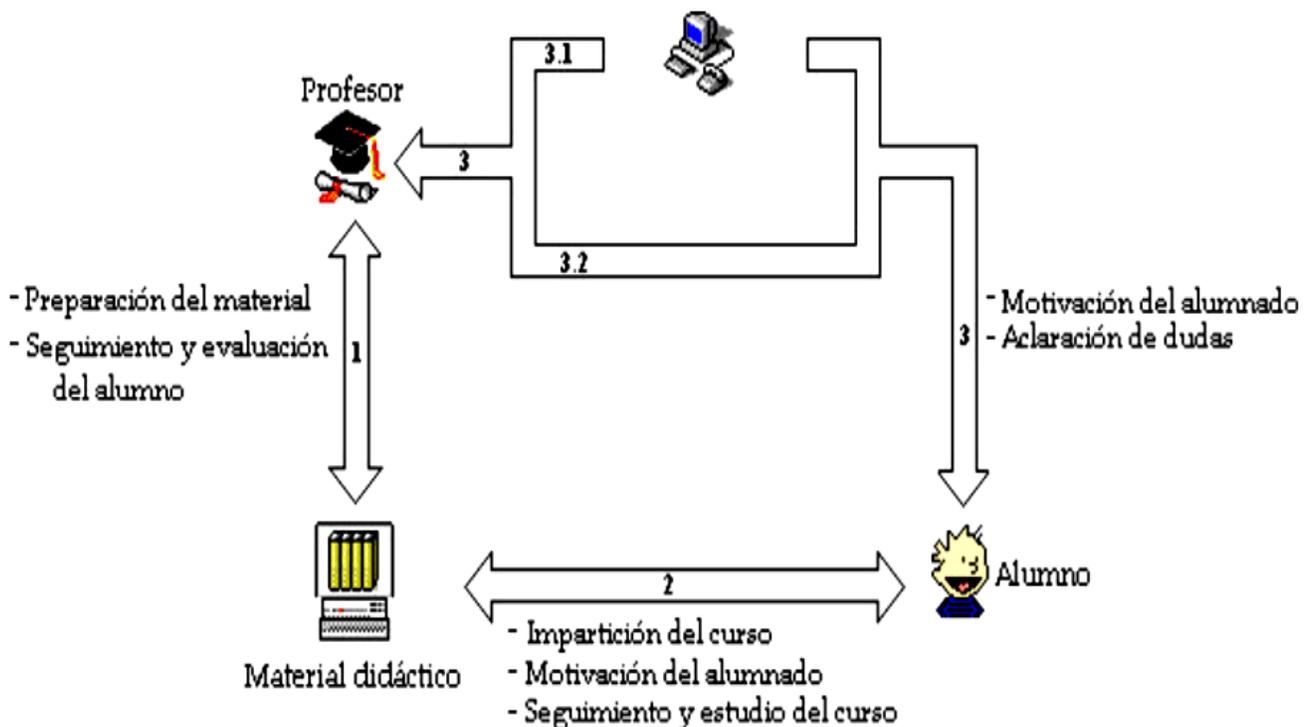


Figura 14. Proceso de interacción enseñanza aprendizaje. .

Ventajas

- Estos libros se descargan usualmente mediante Internet y, por lo tanto, se obtienen rápidamente, en cualquier momento y desde cualquier parte del mundo.
- Pueden descargarse en dispositivos portátiles, por ello, tienen portabilidad igual que los libros convencionales.
- Pueden formarse bibliotecas, es decir, guardarse muchos ejemplares en una computadora o en un dispositivo portátil, ya que estos libros ocupan poca memoria.
- El precio de los libros electrónicos es mucho menor que el de los libros impresos.
- Se pueden hacer anotaciones, incluir notas, subrayar partes del texto.
- El libro digital no ocupa espacio ni se deteriora con el transcurso del tiempo.
- Las publicaciones digitales tienen múltiples funciones, además de literarias, en las empresas e instituciones pueden funcionar como manuales de formación de personal, entre profesionales pueden ser de gran utilidad ya que permiten disponer de grandes cantidades de información (ideal en caso de médicos, abogados, químicos, etc.). También se pueden utilizar en centros industriales como manuales de uso y mantenimiento de maquinarias o en escuelas y bibliotecas, los libros electrónicos son también una excelente herramienta de promoción, ya que pueden entregarse ejemplares digitales con información sobre productos entre clientes potenciales.
- La distribución de una obra puede darse a nivel mundial, ya que un libro electrónico pueda llegar a todas partes gracias a Internet.
- Los derechos de autor están garantizados, ya que los libros digitales no pueden copiarse ni imprimirse.
- Un escritor con poca experiencia puede publicar más fácilmente en Internet, dado que aún no hay tanta demanda de parte de los editores hacia las editoriales electrónicas como sí sucede en el caso de las convencionales. Los costos de publicación, son más bajos.
- En un libro electrónico, la editorial digital ahorra en papel, impresión, almacenamiento, transporte, distribución e intermediarios, y de esta manera los precios de los libros electrónicos se reducen considerablemente.

- Al publicar libros electrónicos se evita la tala de árboles, el gasto de energía y la contaminación propios de la producción de papel. Así puede contribuirse con el cuidado del medio ambiente.

Desventajas

- No pueden copiarse ni imprimirse, de esta manera se protegen los derechos de autor.
- Si bien hay libros electrónicos de diferentes géneros, aún no hay una oferta digital tan amplia como en el caso de los libros impresos ^{15,16,17,18,19}.

4. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En el actual programa de estudios del módulo de Microbiología General II (séptimo semestre) de la Carrera de Química Farmacéutico Biológica, en la última unidad de éste, se abordan temas de Virología que son de importancia médica. Sin embargo, los temas no se abordan con la profundidad necesaria, debido al amplio contenido y el tiempo destinado a la asignatura. Los avances tecnológicos son una valiosa herramienta en la formación de los estudiantes. Por lo tanto, aprovechando la aceptación que se tiene en este rubro, se elaboró el libro electrónico de Virología Médica que servirá como apoyo al módulo de Microbiología General II, conteniendo información útil, actual y de interés para los alumnos inscritos en este módulo y personas que deseen consultarlo.

5. OBJETIVOS

General:

- Elaborar un libro electrónico de Virología Médica como apoyo a la docencia en Microbiología General II de la Carrera de Química Farmacéutico Biológica.

Específicos:

- Realizar una compilación de información relevante y actual sobre diferentes virus de importancia médica.
- Recopilar esquemas, imágenes y cuadros que ilustren la información compilada sobre los virus de importancia médica.
- Integrar la información junto con los esquemas, imágenes y cuadros, dando un formato lógico al libro electrónico de virología medica.
- Digitalizar el libro mediante el programa FlipAlbum.

6. MÉTODO

- I.** Se estableció el contenido del libro electrónico de Virología Médico, conforme al temario de la unidad de Virología del módulo de Microbiología General II (séptimo semestre) de la Carrera de Química Farmacéutico Biológica.
- II.** Se buscó y recopiló información conforme al contenido ya mencionado.
- III.** Captura de los datos seleccionados para la elaboración del Libro electrónico de Virología Médica.
- IV.** Búsqueda de fotos, esquemas y diagramas, que ilustren la información redactada.
- V.** Captura del Libro electrónico de Virología Médica empleando el procesador de textos Microsoft Word.
- VI.** Se integraron imágenes, fondos y color de fondos al documento de Microsoft Word.
- VII.** Revisión final del Libro electrónico de Virología Médica.
- VIII.** Conversión del documento del procesador Microsoft Word al formato de Adobe Acrobat (PDF).
- IX.** Conversión del documento PDF a imágenes con formato jpg.
- X.** Captura de las imágenes, de formato jpg al programa FlipAlbum.

7. RESULTADOS

Se elaboró un libro electrónico que contiene los temas de la Unidad de Virología Médica del módulo de Microbiología General II del plan de estudios del séptimo semestre de la carrera de Química Farmacéutico Biológica de la Facultad de Estudios Superiores Zaragoza, el libro contiene información útil y actual, además de contener gran cantidad de imágenes que ilustran la información y facilitan la comprensión del mismo.

El libro electrónico de Virología Médica contiene los siguientes capítulos:

Capítulo I. Generalidades de los virus.

Capítulo II. Virus que atacan piel y músculo esquelético.

Capítulo III. Virus que atacan el tracto entérico.

Capítulo IV. Virus que atacan el sistema respiratorio.

Capítulo V. Virus que atacan el sistema nervioso central.

Capítulo VI. Oncovirus.

En cada capítulo se encuentra información de diferentes virus organizada de la siguiente forma:

- **Generalidades del virus**
- **Epidemiología:**
- **Patogenia**
- **Cuadro clínico**
- **Diagnóstico**
- **Tratamiento**

A continuación se muestran un ejemplo de cómo se presentan los virus en el libro electrónico,

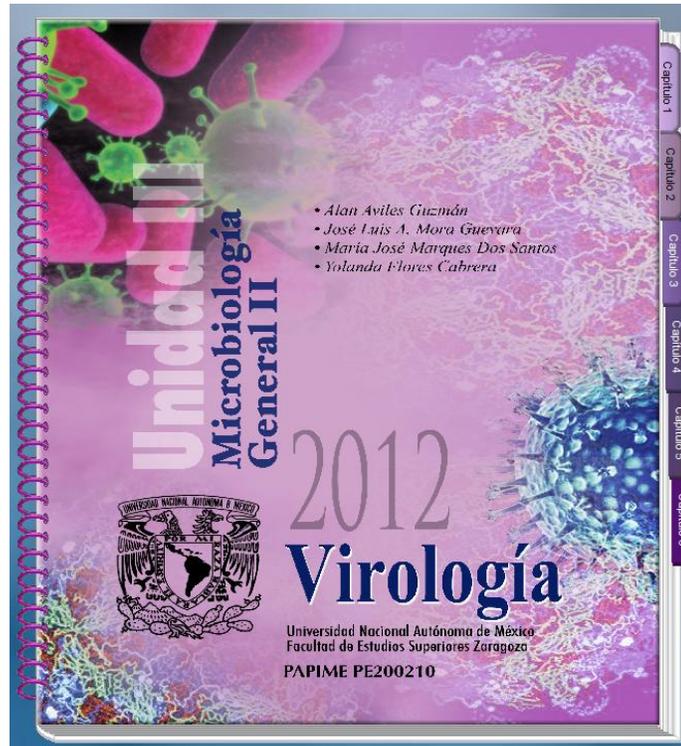


Figura 15. Portada del libro electrónico

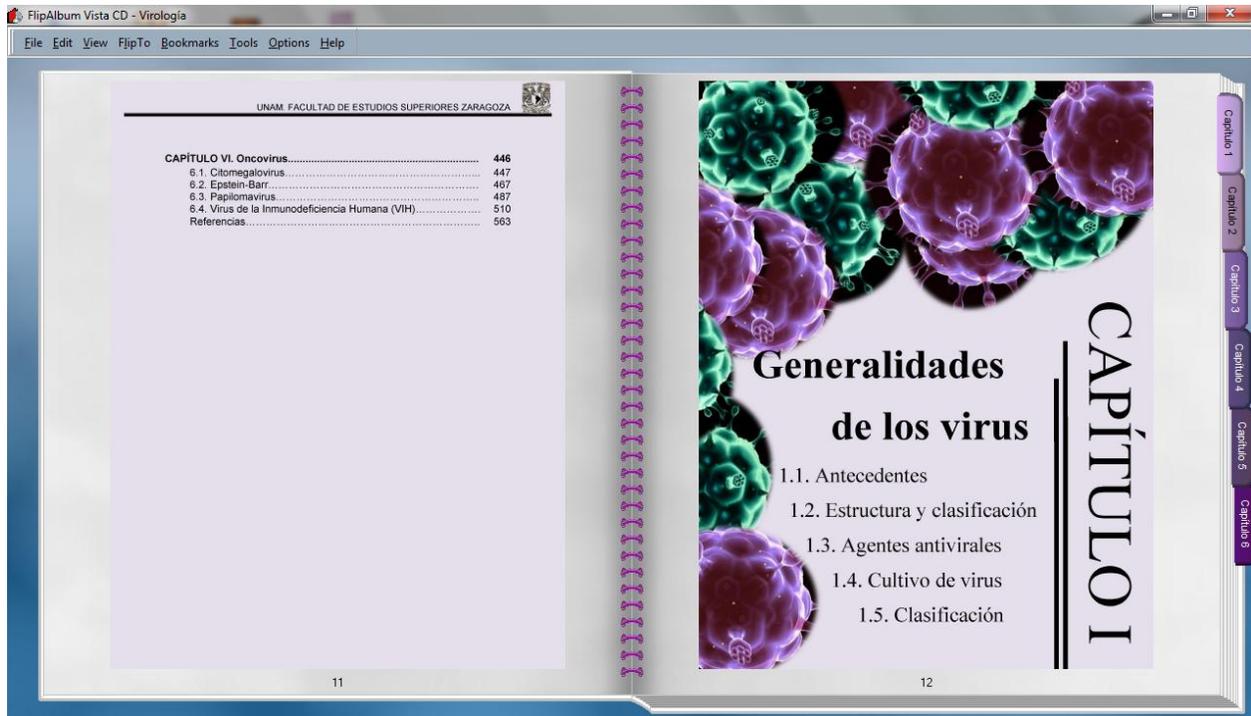


Figura 16. Carátula del capítulo 1

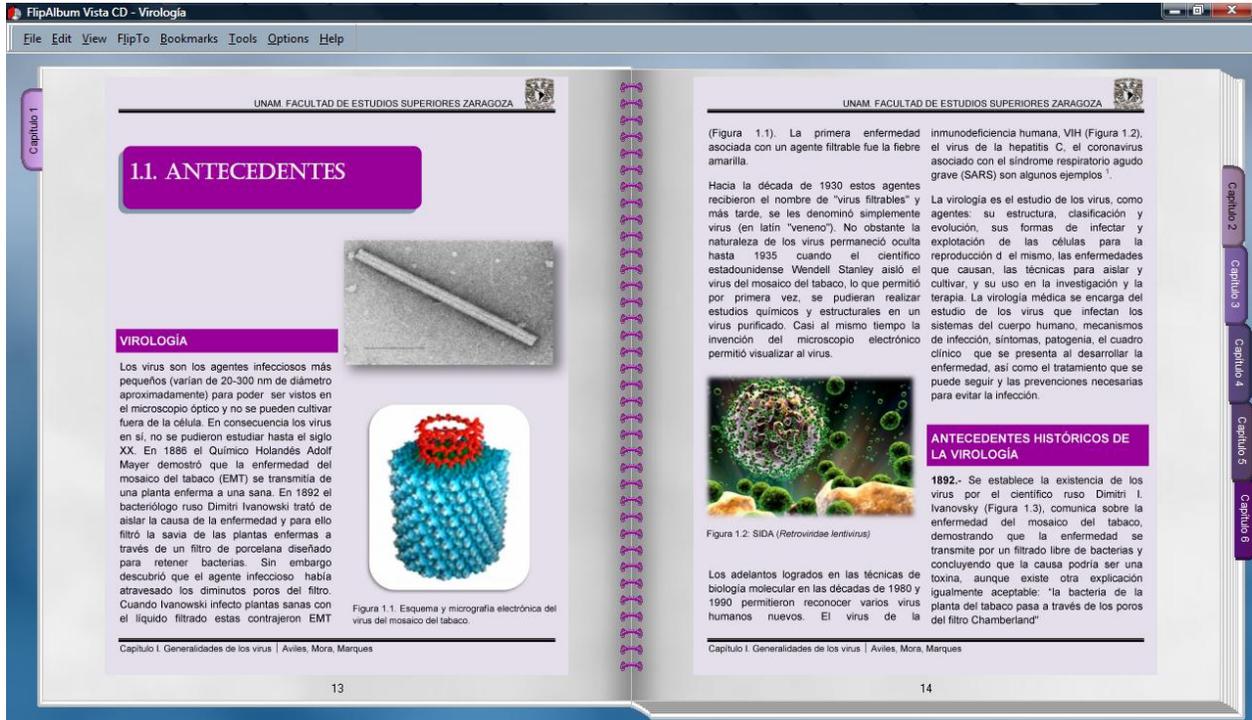


Figura 17. Vista de la sección 1.1

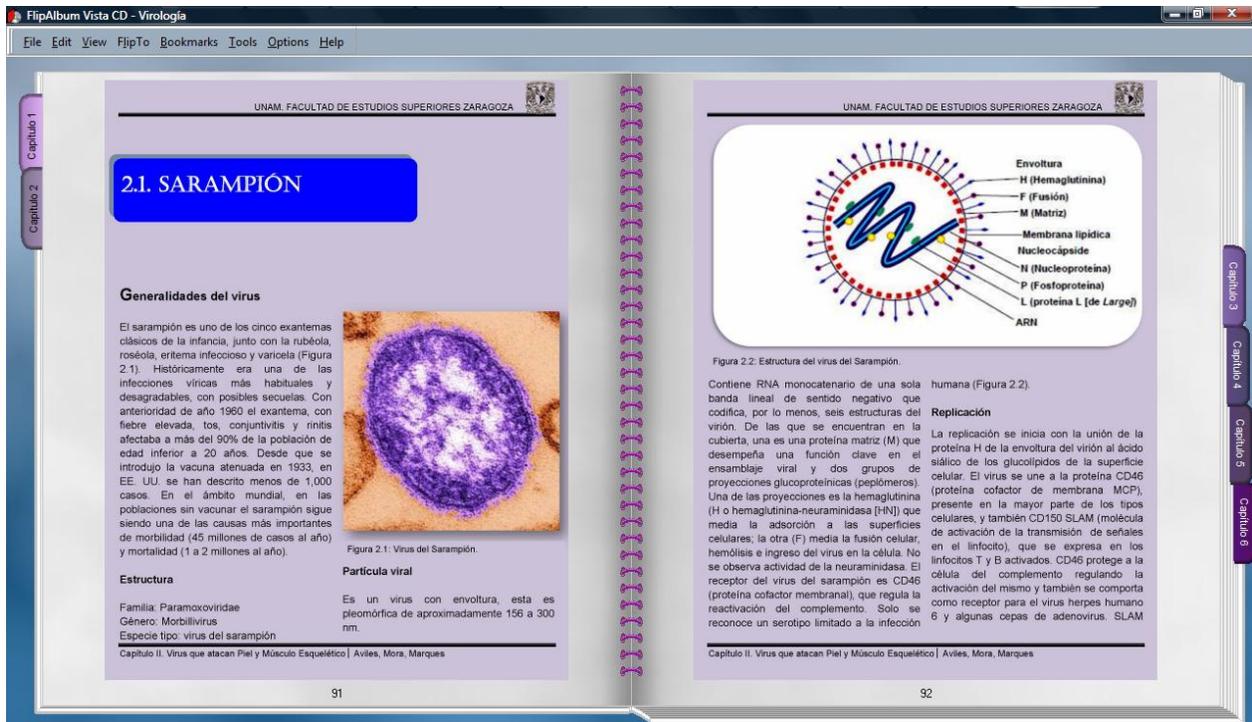


Figura 18. Vista de la sección 2.1

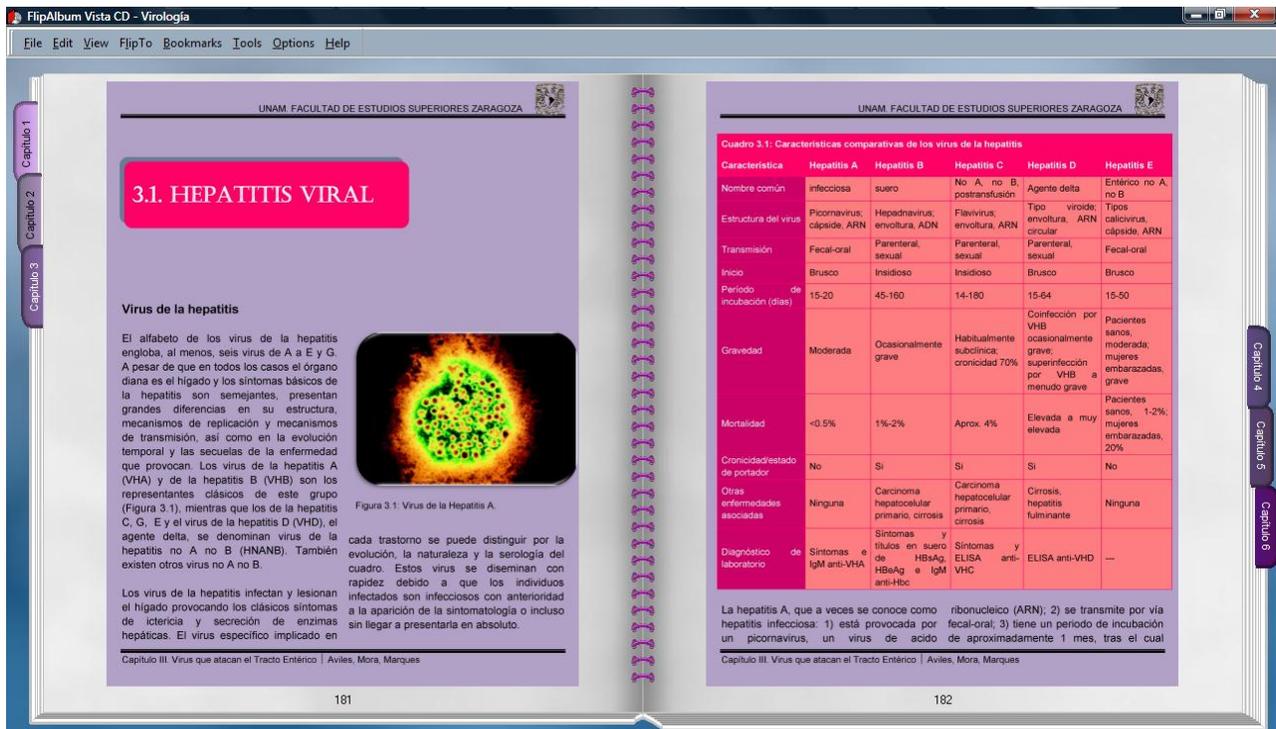


Figura 19. Vista de la sección 3.1

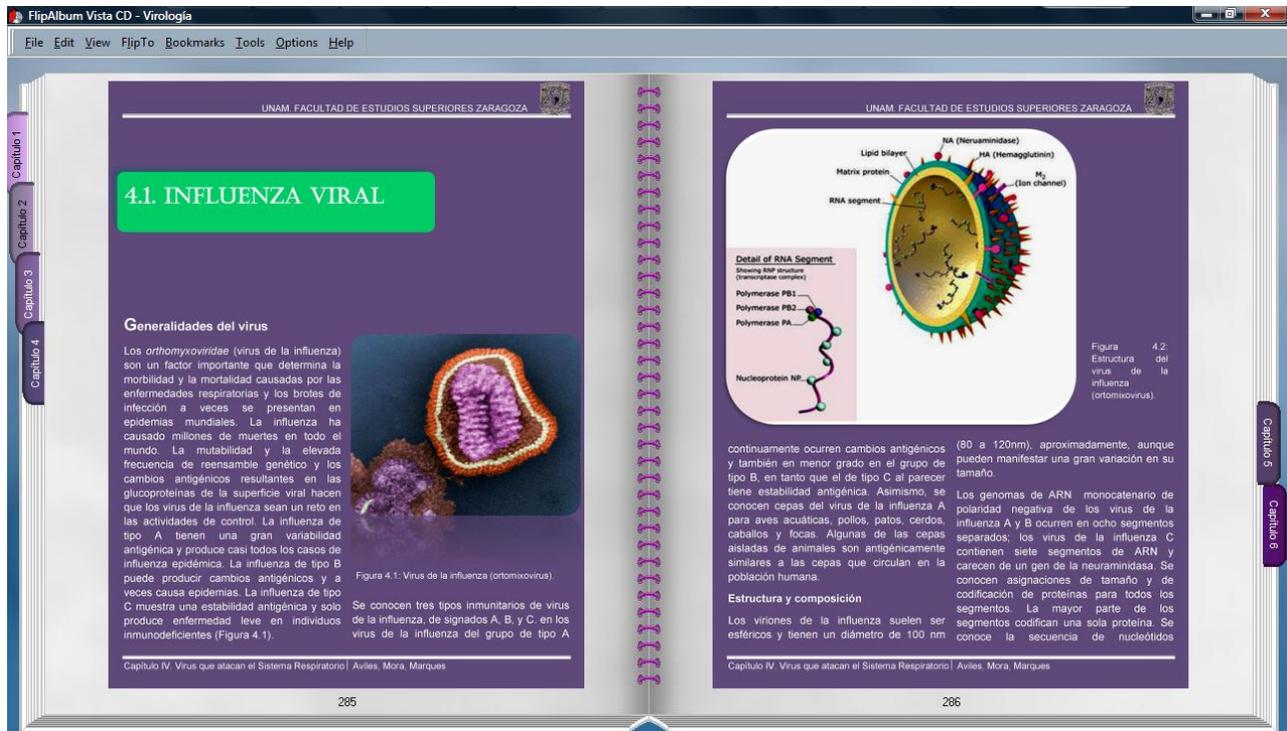


Figura 20. Vista de la sección 4.1

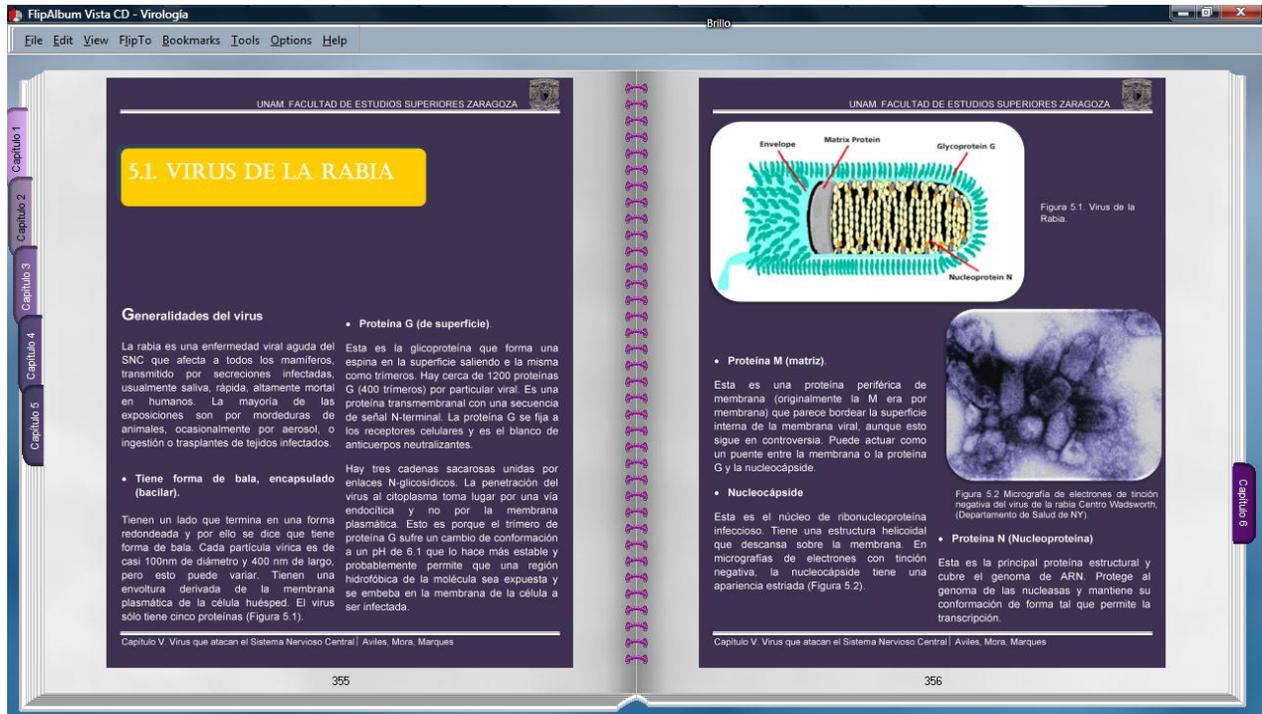


Figura 21. Vista de la sección 5.1

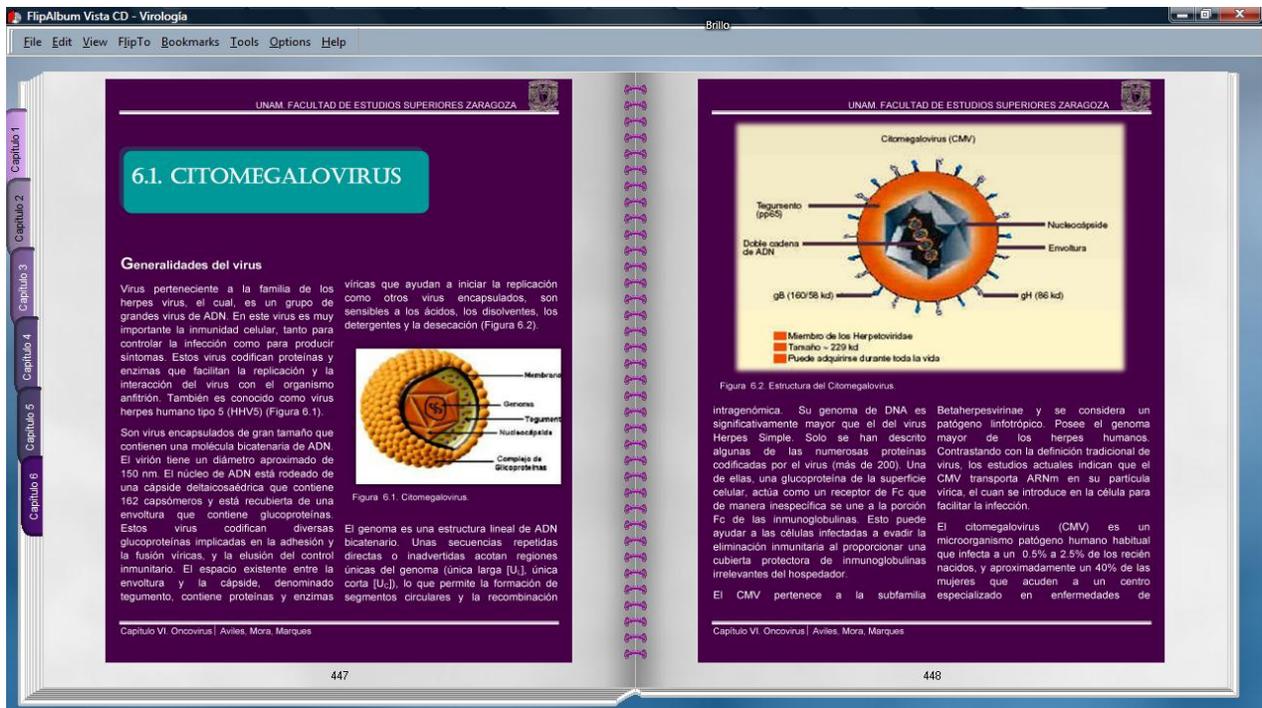


Figura 22. Vista de la sección 6.1

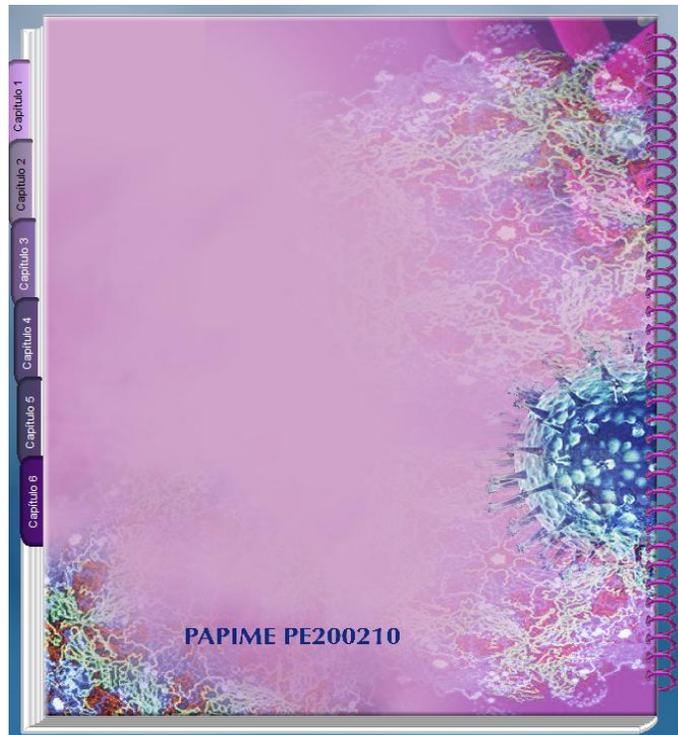


Figura 23. Contraportada del libro electrónico

8. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

El Libro electrónico de Virología Médica pone al alcance de los alumnos una fuente de información actual y confiable, que cuenta con imágenes y una organización del contenido que permiten adquirir una mejor comprensión de la información. Con la creación de este material, el alumno puede profundizar más en los temas que se imparten en la unidad de Virología Médica, ya que por falta de tiempo es imposible abundar en el tema; el alumno podrá consultar el material y tener una herramienta más en su aprendizaje, para así resolver sus dudas con apoyo del profesor.

Las imágenes que se observan en los resultados son una representación de como se presentan cada uno de los virus en su versión electrónica.

El libro electrónico es un material didáctico en la enseñanza, en la FES Zaragoza este material es una nueva propuesta para complementar la educación de los alumnos, en este caso, en el área de microbiología, el libro electrónico de Virología Médica es un recurso innovador para el aprendizaje de la materia, que presenta diversas cualidades entre las cuales destacan: el ser visualmente atractivo al lector por el diseño que éste muestra y la cantidad y calidad de imágenes; un manejo entendible, sencillo y dinámico; no se maltrata como los libros convencionales; es factible de actualizar y fácil de transportar.

9. CONCLUSIÓN

La elaboración del libro electrónico de Virología Médica como apoyo a la docencia en Microbiología General II y didáctica de la carrera de Química Farmacéutico Biológica, es una herramienta en el aprendizaje del alumno y personas interesadas en el tema, ya que su contenido ofrece información útil, organizada, gran cantidad imágenes y un diseño que lo hacen atractivo para el lector, haciéndolo un material innovador para el apoyo a la enseñanza de las nuevas generaciones.

El libro electrónico de Virología Médica permite complementar los conocimientos impartidos en el aula por el profesor, abundando más en el tema de una forma didáctica.

10. REFERENCIAS

1. Tortora GJ, Funke BR, Case CL. Introducción a la microbiología. 9a ed. Buenos aires: Panamericana; 2007, p.386-415.
2. Val D. Índice temático. Introducción a la virología [en internet]. España: danival.org; [2011]. [20-Nov-2011]; URL disponible en: <http://danival.org/600%20microbio/7400notasvir/virus/_madre_virus.html>
3. Ryan KJ, Ray CG. Sherris Microbiología médica, Una introducción a las enfermedades infecciosas. 4a ed. México: Mc Graw Hill; 2004, p. 537-687
4. Brooks GF, Butel JS, Morse SA. Microbiología médica de Jawetz, Melnick y Adelberg. 17ª ed. México: El manual moderno; 2002, p. 414,415.
5. Fraenkel-Conrat H, Kimball PC, Levy JA. Virology. 2ª ed. Reino Unido: Prentice hall; 1988, p. 1-94.
6. Willey JM, Sherwood LM, Woolverton CJ. Microbiología de Prescott, Harley y Klein. 7ª ed. Madrid: Mc Graw Hill; 2008, p. 407-444.
7. Sánchez JT, Tay J. Fundamentos de microbiología y parasitología médicas. 2ª ed. México: Méndez editores; 2011, p. 271-285.
8. Tay J, Gutiérrez M, Lara R, Velasco O. Parasitología médica de Tay. 8ª ed. México, D.F.: Méndez editores; 2010, p. 5-23
9. Fenner F, White DO. Virología Médica. 2ª ed. México: La prensa médica mexicana S.A.; 1981, p. 3-106.
10. Murray PR, Rosenthal KS, Pfaller MA. Microbiología Médica. 6ª ed. España: Elsevier; 2009, p. 467-667
11. University of South Carolina. Virología [en internet]. Estados Unidos: University of South Carolina; [05-May-2009]. [20-Nov-2011]; URL disponible en: <<http://pathmicro.med.sc.edu/spanish-virology/spanish-chapter1.htm>>
12. Biología de los virus:el VIH. Docentes aprendiendo en red. Sector de educación. [en internet]. Uruguay: UNESCO; [2008]. [20-Nov-2011]; URL disponible en: <<http://unesdoc.unesco.org/images/0016/001621/162164s.pdf>>
13. Edel R. El concepto de enseñanza-aprendizaje. [en internet]. México: RED científica; [2004]. [May/2012]; URL disponible en: <<http://www.redcientifica.com/doc/doc200402170600.html>>

14. Dr. Marqués P. Los medios didácticos y los recursos educativos [en internet]. España: DIM; [Ago/2011]. [May/2012]; URL disponible en : <<http://www.peremarques.net/medios.htm>>
15. Aedo I, Díaz P. Diseño de libros electrónicos educativos [en internet]. España: Departamento de informática; [2004]. [May/2012]; URL disponible en: <http://lsi.ugr.es/~mgea/workshops/interaccion2000/trabajos/articulos/articulos/Aedo_I.pdf>
16. e-Book. Libro electrónico [en internet]. México: MyEBookDesing.com; [2011]. [20-Nov-2011]; URL disponible en: <<http://www.myebookdesign.com/sp/disenolibroelectronico.htm>>
17. Camargo J. El libro electrónico. La industria editorial en el área de la revolución digital. [en internet]. México: El libro electrónico; [Oct-2007]. [20-Nov-2011]; URL disponible en: <<http://libroselectronicos.wordpress.com/2007/10/13/%C2%BFqueson-los-libros-electronicos/>>
18. Ciberhábitat, Ciudad de la informática. Libro electrónico. [en internet]. México: Ciberhábitat; [2003]. [20-Nov-2011]; URL disponible en: <<http://ciberhabitat.gob.mx/biblioteca/le/index.html>>.

11. REFERENCIAS DE LAS IMÁGENES

- Figura 1 Organización de las naciones unidas para la enseñanza de la ciencia y la cultura. Biología de los virus [en internet]. Uruguay: UNESCO; [2008]. [Nov/2011]; URL disponible en: <<http://unesdoc.unesco.org/images/0016/001621/162164s.pdf>>
- Figura 2 James Li. Discovery of viruses. Viruses [en internet]. Estados Unidos; [2004]. [Nov/2011]; URL disponible en: <http://www.odec.ca/projects/2004/lija4j0/public_html/history.htm>
- Figura 3 James Li. Discovery of viruses. Viruses [en internet]. Estados Unidos; [2004]. [Nov/2011]; URL disponible en: <http://www.odec.ca/projects/2004/lija4j0/public_html/history.htm>
- Figura 4 James Li. Discovery of viruses. Viruses [en internet]. Estados Unidos; [2004]. [Nov/2011]; URL disponible en: <http://www.odec.ca/projects/2004/lija4j0/public_html/history.htm>
- Figura 5 Brooks GF, Butel JS, Morse SA. Microbiología medica de Jawetz, Melnick y Adelberg. 17ª ed. México: El manual moderno; 2002, p. 414,415
- Figura 6 Mau S. Virología [en internet]. México: Blogger; [2007]. [Nov/2011]; URL disponible en: <<http://clasedevirologia.blogspot.com/>>
- Figura 7 Caudillo R. Estructura viral [en internet]. México; [2006]. [Nov/2011]; URL disponible en: <<http://ricardi.webcindario.com/biologia/biomol.htm>>
- Figura 8 Bio-world. Nonidet P-40 [en internet]. Estados Unidos: Bio-WORLD; [2011]. [23-Nov-2011]; URL disponible en: <http://www.bio-world.co/productinfo/4_847_58_426/4949/Nonidet-p-substite.html>
- Figura 9 Tortora GJ, Funke BR, Case CL. Introducción a la microbiología. 9a ed. Buenos aires: Panamericana; 2007, p.386-415
- Figura 10 Tortora GJ, Funke BR, Case CL. Introducción a la microbiología. 9a ed. Buenos aires: Panamericana; 2007, p.386-415
- Figura 11 Tortora GJ, Funke BR, Case CL. Introducción a la microbiología. 9a ed. Buenos aires: Panamericana; 2007, p.386-415
- Figura 12 Tortora GJ, Funke BR, Case CL. Introducción a la microbiología. 9a ed. Buenos aires: Panamericana; 2007, p.386-415

Figura 13 Tortora GJ, Funke BR, Case CL. Introducción a la microbiología. 9a ed. Buenos aires: Panamericana; 2007, p.386-415

Figura 14 Aedo I, Díaz P. Diseño de libros electrónicos educativos [en internet]. España: Departamento de informática; [2004]. [May/2012]; URL disponible en: <http://lsi.ugr.es/~mgea/workshops/interaccion2000/trabajos/articulos/articulos/Aedo_I.pdf>