



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**  
POSGRADO EN ARTES Y DISEÑO  
ESCUELA NACIONAL DE ARTES PLÁSTICAS

LA IMAGEN NARRATIVA EN EL DISEÑO.  
ELABORACIÓN DE SOFTWARE EDUCATIVO MULTIMEDIA SOBRE LAS PROTEÍNAS.

TESIS  
QUE PARA OPTAR POR EL GRADO DE:  
MAESTRO EN ARTES VISUALES

PRESENTA:  
MIGUEL ANGEL PORTILLO BOBADILLA

**DIRECTOR DE TESIS**  
MTRO. JULIÁN LÓPEZ HUERTA  
(ENAP)

**SINODALES**  
MTRO. LAURO GARFIAS CAMPOS  
(ENAP)  
MTRO. ADÁN ZAMARRIPA SALAS  
(ENAP)  
MTRO. MAURICIO DE JESÚS JUÁREZ SERVÍN  
(ENAP)  
DRA. TANIA DE LEÓN YONG  
(ENAP)

MÉXICO, D.F. AGOSTO DE 2013

**UNAM**  
**POSGRADO**  
Artes y Diseño 



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 mi director el Mtro. Julián López Huerta por aceptar dirigir mi tesis y que con sus acertados consejos y sugerencias me dio la confianza necesaria para concluir el presente proyecto.*

*Al Mtro. Lauro Garfias Campos por sus opiniones y experiencias compartidas en el campo de la educación y docencia. Gracias por su empeño en la revisión de mi trabajo.*

*Al Mtro. Adán Zamarripa Salas por sus útiles comentarios sobre el uso de las nuevas tecnologías.*

*Al Mtro. Mauricio de Jesús Juárez Servín y la Dra. Tania de León Yong por sus atinadas observaciones sobre el diseño digital y sus recomendaciones bibliográficas, que ayudaron a enriquecer este trabajo.*

*Al biólogo Tobías Portillo Bobadilla por acercar la ciencia a este proyecto y su valiosa aportación a la divulgación científica.*

*A mis padres, a mis hermanos por su inconmensurable apoyo.*

*A la ENAP por los conocimientos recibidos y el gran cariño que le tengo.*

*A la Universidad Nacional Autónoma de México, por ser mi alma máter a la que le debo mi profesión.*



# LA IMAGEN NARRATIVA EN EL DISEÑO

**Elaboración de software  
educativo multimedia sobre  
las proteínas**

agosto, 2013

*Miguel Angel Portillo Bobadilla*

*Director de Tesis: Mtro. Julián López Huerta*



## INTRODUCCIÓN 5

## ANTECEDENTES 12

17

### El diseño y la multimedia

El diseño y su marco de aplicación a la multimedia digital

La imagen narrativa en la comunicación multimedia

Elementos de la narrativa multimedia

Relaciones formales y objetuales

Relaciones espaciales y temporales

Figuras retóricas y estructuras narrativas

67

### El sistema educativo nacional

Logros y limitaciones de la educación en nuestro país

Enseñanza en la educación media superior y superior

Material didáctico en la multimedia digital

Multimedia para la ciencia

Visualización científica

89

### Estudio de caso: Software educativo para el estudio de las proteínas

Análisis de contenido

Diseño de propuesta

Producción

## CONCLUSIONES 115

## ANEXOS 131

## FUENTES DE INVESTIGACIÓN 155





# Introducción



La imagen narrativa constituye uno de los principales recursos de comunicación visual. Desde la prehistoria, hasta la actualidad el uso de imágenes para contar historias está presente. El arte y la historia de los pueblos se han escrito gracias a estos registros visuales. Las imágenes tienen esta capacidad inherente de relatar acontecimientos, escribir y presentar conceptos, situaciones o hechos. Su interpretación es parte de la historia.

La imagen narrativa en el diseño también tiene esa capacidad de contar historias. Hoy en día, la imagen narrativa constituye un recurso muy utilizado en el diseño y la comunicación: desde los comics y las historietas hasta la fotografía, el diseño y la publicidad. La imagen narrativa también se usa para dar a conocer una marca, una compañía o un producto comercial. Lo que te dice una imagen de sí, su concepto, es lo que nosotros hemos construido alrededor de la misma, es decir, su contexto.

A medida que la comunicación multimedia y el poder de las computadoras empezaron a cambiar nuestra aproximación a la literatura y a la narración de historias, fue necesario implementar nuevas estrategias de diseño para la creación de ficción interactiva. En otras palabras, lograr un equilibrio entre la explosión abrumadora de caminos narrativos que nos puede ofrecer la interactividad y el uso de nuevas tecnologías y; al mismo tiempo, mantener la narración como una unidad coherente, sólida y bien organizada.

Gran parte de los diseñadores no se involucran en este proceso de desarrollar guiones tomando en cuenta las posibilidades que el uso de narrativas puede ofrecer en el momento de estructurar mensajes dentro de un proyecto multimedia.

### **Objetivo general**

Este proyecto de investigación teórico-práctico pretende contribuir a la sistematización del lenguaje narrativo en multimedia, establecer



parámetros comparativos que ayuden a la comunidad de diseñadores y comunicadores visuales a identificar y articular mensajes narrativos en los sistemas multimedia digitales.

### **Objetivos particulares**

1) Hacer un análisis de los elementos narrativos que se pueden aplicar en la multimedia digital 2) ofrecer un software educativo sobre las proteínas que permita incentivar a los alumnos a su estudio por medio del mejoramiento de las experiencias del usuario apoyados en su propia idiosincrasia y realidad nacional 2) rediseñar la estructura de navegación, la narrativa y los contenidos 3) integrar los elementos narrativos multimedia en un sistema web.

En este contexto, dicho software se integrará como parte de los materiales educativos que hoy en día se utilizan para la enseñanza de las proteínas en la Facultad de Ciencias de la UNAM, y en la Facultad de Estudios Superiores de Iztacala, y así, incrementar su difusión entre la comunidad universitaria y media superior.

### **Estructura**

Este trabajo se divide en tres grandes capítulos: el primero consiste en analizar a partir del marco teórico del diseño y la multimedia digital, el papel que juega el diseñador frente a las nuevas tecnologías, cuál es su participación en los procesos de producción y su proyección en el mercado laboral.

Esto le permitirá al diseñador comprender los roles y actividades que puede desempeñar en cada una de las etapas del proceso creativo y definir con claridad su participación multidisciplinaria en el desarrollo de aplicaciones interactivas y proyectos multimedia para internet, dispositivos móviles, tabletas electrónicas, teléfonos inteligentes, y una gran variedad de productos tecnológicos que hoy en día, el mercado ofrece.

Se plantean, por lo tanto, algunos de los nuevos retos a los que se enfrenta el diseñador multimedia tales como su inclusión a las Tecnologías de la Información y la Comunicación comúnmente conocidas como TIC y lo que significa ser parte de un nuevo modelo narrativo caracterizado por la interactividad y no-linealidad de la información.

Para entender a profundidad los conceptos que giran en torno a la narrativa este capítulo plantea, a partir de la definición de los textos narrativos, un análisis comparativo entre la narrativa literaria, la narrativa visual y la narrativa multimedia: sus relaciones formales, espaciales y temporales que la distinguen.

El segundo capítulo contendrá temas relacionados con la educación y el aprendizaje, para hacer un análisis comparativo sobre la pedagogía, sus teorías y corrientes actuales que permitan comprender, de manera general el marco de referencia en el que se sustenta la elaboración de materiales educativos en ambientes virtuales y de apoyo digital, así como la relación del diseño multimedia con la ingeniería, el diseño de software y las diversas disciplinas que giran alrededor de su ejercicio profesional.

Por último, el tercer capítulo plantea una metodología específica para el diseño, producción y consecución del proyecto didáctico en base a los conceptos analizados y las especificaciones tecnológicas que permitan su distribución en internet tanto para computadoras de escritorio como para dispositivos móviles.

### **Metodología**

Basándose en el estándar ISO 13407 para el diseño centrado en el usuario, se definieron cuatro actividades principales al inicio del proyecto:

- a) Definir el contexto de uso;
- b) especificar los requerimientos del usuario;
- c) producir la solución de diseño y
- d) evaluar el diseño en base a los requisitos planteados.





# Antecedentes





Desde principios de la década de 1990 comenzó a crecer en la comunidad docente el interés por producir material didáctico en formato digital. Los recursos tecnológicos para la producción de programas interactivos se ampliaron y el incremento en el uso de las computadoras personales contribuyó a acelerar, entre profesores y estudiantes, la difusión de materiales cada vez más complejos y elaborados, pero al mismo tiempo de fácil acceso.

Los procesos de almacenamiento, transferencia, recuperación y tratamiento de la información digital cambiaron los esquemas tradicionales en el campo de la Educación. Y Este cambio, fue permanente. Se originaron nuevos lenguajes y códigos para estructurar mensajes y discursos audiovisuales que enriquecieron el entorno de la enseñanza.

La comunidad científica, investigadores y docentes se vieron también obligados a crear sus propios materiales para el cumplimiento de sus actividades y muchos de ellos recurrieron a especialistas que les facilitaran realizar dichas tareas.

Así que los diseñadores y los especialistas en comunicación visual y de medios digitales contribuyeron con sus propias habilidades y conocimiento en la producción de material didáctico digital para satisfacer una demanda de comunicación educativa.

Dentro del ámbito de la UNAM y de otras

instituciones educativas del país, existen una gran diversidad de proyectos y materiales didácticos en formato digital que son de gran calidad y utilidad, algunos de ellos han sido realizados por equipos de trabajo especializados, formados dentro de las mismas dependencias educativas. Tal es el caso, del Departamento Multimedia de la Dirección General de Cómputo y Tecnologías de Información y Comunicación DGTIC <sup>1</sup>, el Departamento de Bioquímica de la Facultad de Medicina o el Departamento de Programas Audiovisuales y Multimedia de la Facultad de Química.

En el año 2003, con el apoyo de la Facultad de Química se realizó el interactivo: Interacciones Macromoleculares Ver. 1.0. (Facultad de Ciencias, UNAM; DePA Facultad de Química, UNAM; Instituto de Investigaciones Biomédicas, UNAM) Dicho proyecto, resultado de una tesis profesional (**Portillo, 2003**) y dada su calidad, fue premiado y reconocido en el medio científico y docente tanto nacional como internacional. <sup>2</sup> Actualmente, se utiliza como material de apoyo para la enseñanza de la materia en la Facultad de Ciencias de la UNAM y en la Facultad de Estudios Superiores (FES) Campus Iztacala.

Instrumentos de evaluación aplicados a los alumnos sugieren que dicho material, si bien en su momento, cumplió con las expectativas que se propuso, hoy requiere de modificaciones y actualizaciones pertinentes.

<sup>1</sup> Identificada anteriormente como DGSCA de 1985 hasta 2010 (Dirección General de Servicios de Cómputo Académico) y antes de ella como PUC (Programa Universitario de Cómputo). Es la entidad líder en la UNAM en lo relacionado con las tecnologías de información y comunicación (TIC).

<sup>2</sup> 2007 Poster presentation. Gordon Research Conferences: Visualization in Science and Education. July 1-6. Bryant University, Rhode Island. USA.

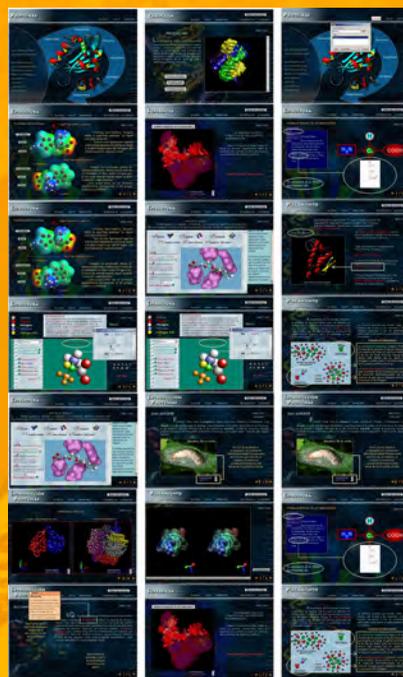
2005 XXIV Congreso Nacional de Educación Química. Poster: Evaluación del software educativo sobre proteínas: Interacciones Macromoleculares Ver. 1.0. septiembre, 25-29. Morelia, Michoacán. México.

2003 Finalista en el Certamen Nacional Juvenil de Ciencia y Tecnología 2003, Villahermosa, Tabasco, México. Tema: Proyectos multidisciplinarios (Ciencias Naturales, Sistemas computacionales e Informática)

2002 Mención Honorífica (2o lugar) en el Concurso del Mejor Software Multimedia en el Congreso Latinoamericano de Multimedia Universitarios (CLAMU), noviembre 13-15.



Interacciones Macromoleculares Ver. 1.0 (Facultad de Ciencias, UNAM; DePA Facultad de Química, UNAM, Instituto de Investigaciones Biomédicas, UNAM) 2003



La idea de actualizar dicho software multimedia sobre proteínas surge de esta necesidad por mantener vigente el material que se elaboró en el año 2003, así mismo, aprovechar los medios digitales actuales para incrementar la experiencia del usuario y hacer sencilla, entretenida y eficiente la enseñanza de temas científicos de complejidad aparente, como los relacionados con el estudio de la biología y la química.

- Interacciones Macromoleculares, Version 1.0, es un programa multimedia digital, y forma parte de una herramienta didáctica, que explica mediante imágenes y modelos tridimensionales cómo son las proteínas y de qué forman interactúan.

Sin embargo, dicho material se desarrolló para la plataforma Windows; esto limitó considerablemente su difusión entre la comunidad científica que incrementó el uso de la web como medio de comunicación e intercambio de conocimientos.

Se identificaron dos problemas fundamentales: el software no se puede distribuir en los nuevos sistemas operativos de Windows (Windows 8) por problemas de compatibilidad y; la herramienta de autoría que se utilizó para su realización (Authorware) dejó de producirse y dar soporte técnico, lo que a largo plazo, invariablemente afectará sus procesos de actualización y operación.

Por su parte, la interfaz gráfica requiere de un diseño diferente que permita que los elementos de

navegación sean más claros para los estudiantes y puedan acceder a los contenidos de manera más fácil, rápida e intuitiva.

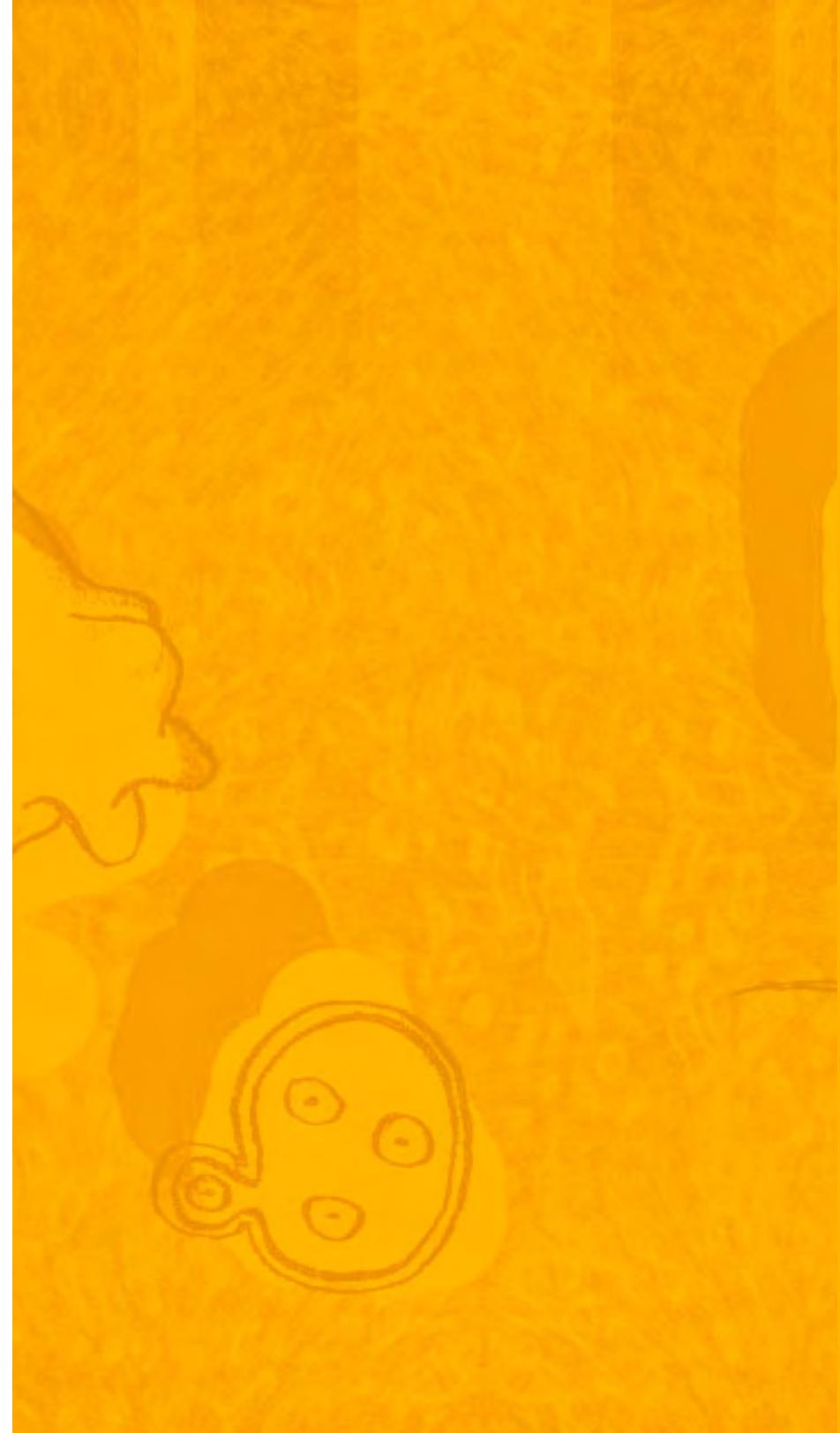
El presente proyecto está encaminado a solventar dichas deficiencias a partir del conocimiento y experiencia adquiridos en medios digitales como profesional del diseño y de la comunicación visual, y permitir que dicho programa siga siendo un material educativo útil y vigente que enriquezca y fomente el interés entre los estudiantes que lo utilizan.

La comunicación visual dentro de la multimedia digital tiene su aportación en el diseño de imagen (estilo visual), implementación de interfaces gráficas (elementos de navegación e interacción como botones, iconos, ventanas), animación, ilustración, fotografía, video. Para ello se emplean técnicas y estrategias visuales de configuración (figuras retóricas, narrativa visual, alfabetidad visual, composición de retículas, storyboards, guiones).

Estos recursos de comunicación visual permiten atraer, disuadir, seducir, cautivar y retener la atención e interés general. Recursos como la metáfora “simulación de espacios conocidos”, la narrativa audiovisual, el discurso y técnicas de creatividad argumental y comunicación persuasiva, son esenciales para la composición visual: encuadres, diagramación, simetría, planos cinematográficos, distribución de contenidos, jerarquías.

Este trabajo, por lo tanto, hace énfasis en el uso de narrativas visuales en la elaboración de materiales digitales para la enseñanza, en particular sobre el estudio de proteínas, que funcionen no sólo como estrategia docente sino como modelo para la planeación, diseño, desarrollo y actualización de elementos multimedia, y aporten con ello un sustento teórico de la sintaxis visual que contribuya a clarificar, expresar y definir ideas y conceptos.

Independientemente de argumentos pedagógicos y parámetros de calidad que van más allá de aspectos técnicos o de implementación, se busca generar contenidos visuales que se adapten a la idiosincrasia de nuestro sistema educativo con el desarrollo de materiales propios, dentro de un contexto social formativo basado en la cultura y el conocimiento de nuestra realidad.





## MAP TREND

Miguel A. Portillo Bobadilla  
miguel@arteyciencia.mx

DISEÑO Y COMUNICACIÓN VISUAL



# El diseño y la multimedia

*Diseño es tanto*

*una manifestación de cómo (pensamos)  
vivimos en el mundo*

*como*

*una proposición filosófica acerca de cómo  
deberíamos vivir.*

Si bien el concepto de diseño gráfico no ha cambiado desde sus orígenes, el quehacer cotidiano de esta disciplina sufre de constantes modificaciones en cuanto a sus métodos y herramientas, no sólo tecnológicas y metodológicas, sino los soportes y vehículos de comunicación difieren en la forma de transmitir imágenes, signos y señales ideológicos, sociales y culturales.

El diseño gráfico como herramienta de comunicación social conlleva en su ejercicio implicaciones económicas, políticas, culturales, sociales, técnicas, estéticas, éticas que pueden estar o no ligadas a la industria, el comercio, la economía, las ciencias humanas y las nuevas tecnologías y como sugiere Joan Costa en su libro *Diseñar para los ojos*, (2003)<sup>1</sup> esta disciplina es no sólo un privilegio sino un compromiso (para bien o para mal) que debe asumirse de forma **crítica y ética**.

Los roles actuales son muy diversos. Así como el concepto de arte y su práctica que prevaleció durante el renacimiento difiere con las necesidades artísticas de hoy en día,<sup>2</sup> el concepto del diseño y su ejercicio hoy se integran en una dinámica global mucho más amplia e incluyente.

Los orígenes del diseño gráfico como actividad moderna se remontan al origen de la imprenta que enmarcó el nacimiento y desarrollo de la tipografía.

La revolución francesa y la revolución industrial tuvieron su aporte para el desarrollo del comercio y de la actividad publicitaria. Así mismo, los movimientos artísticos de la segunda mitad del siglo XIX y primera mitad del siglo XX como los de Arts and Crafts y Willimans Morris y los carteles de Toulouse Lautrec.

La escuela de artes y oficios en Alemania, y la Escuela de la Bahaus, la más importante de su tiempo, a cargo de Walter Gropius estableció nuevas reglas para la enseñanza de las artes y oficios donde la técnica y el arte se unían para la producción de objetos.

Hoy en día lo “gráfico” como acepción que nace de las artes gráficas se abre paso a lo “visual” como un término menos restrictivo y que más fácil se aplica al diseño y la comunicación gráfica del siglo XXI.

“...el centro más general de las disciplinas de diseño será cada vez más la *dimensión visual*, es decir, su capacidad de comunicación o de información. Por medio de ella, la imagen, el texto, la forma, -regresa al hombre-, se funde de nuevo en él y se integra a su cultura personal.”  
**(Costa, 2003:47).**



<sup>1</sup> Joan Costa abarca en su libro múltiples enfoques sobre la filosofía, la ética y la práctica del diseño gráfico centrado en la mirada y el -ojo- como el sujeto de todas las acciones humanas vinculadas al conocimiento y como punto de partida a la reflexión del diseño y la comunicación.

<sup>2</sup> Confr. Tatarkiewicz Wladislaw. (1987). *El arte: historia de un concepto*, en *Historia de seis-ideas*. pp. 253-278 Madrid, Tecnos.

La comunicación visual de cierta forma intenta cubrir las necesidades actuales, sin embargo, también en un sentido más amplio, la comunicación visual tiene una historia más larga que se remonta con el desarrollo mismo de las civilizaciones. Incluso desde que el ser humano tuvo necesidad de comunicarse y de expresar sus necesidades de supervivencia. Cuando el hombre primitivo buscaba alimento y encontraba una huella de animal impresa en el lodo, en realidad estaba recibiendo un mensaje a través de un signo gráfico.

Definiciones como la de Philippe Apeloig, que por su parte, lo relacionan con el arte diciendo: “*El diseño gráfico es el punto exacto del cruce entre el arte y la comunicación*” (Sotera, 2007, **Una frase para destacar, ¶ 1**) permite apreciar que la disciplina se encuentra además estrechamente vinculada a manifestaciones estéticas y culturales. Factores externos como la demanda laboral y la vinculación tecnológica, también abren caminos diferentes y nuevos por los que el diseño incursiona.

Los conocimientos de esta disciplina son aplicados en distintas áreas entre las que podemos abarcar principalmente: diseño editorial, fotografía, ilustración, simbología, diseño en soportes tridimensionales, recursos audiovisuales y multimedia que en su conjunto son estudiados por el diseño y la comunicación visual. Es a partir de estas grandes ramas que se desprenden

especialidades tan diversas como la ilustración científica, fotografía forense, diseño de comic, diseño de interfaz gráfica, diseño de iconos y botones, animación tridimensional, diseño de identidad corporativa, diseño de cartel, por mencionar sólo algunas.

El diseño gráfico forma parte del área de conocimiento de la comunicación visual. A pesar de que sus orígenes proceden del diseño industrial, el arte, y la arquitectura, es claro que su objeto de estudio debe centrarse dentro de un proceso de **interacción social**. Si bien, es cierto, que en el diseño gráfico confluyen diversas disciplinas estéticas y tecnológicas, estas últimas fungen sólo como coadyuvantes del proceso comunicativo. Es precisamente esta característica la que permite que esta disciplina genere su propio lenguaje y que como tal, requiera de estrategias para implementar procesos y mecanismos para la generación de imágenes y signos ideológicos.

*“La conjunción de acciones y conceptos del diseño y la comunicación visual da como resultado concebir estas disciplinas como el conjunto de estrategias y productos visuales aplicados a la solución de problemas de interacción social. Implementando procesos y*

*mecanismos para la generación de imágenes de uso que transfieren conocimientos, mediante el análisis y proyectación de la información tanto en su representación como en su interpretación.” (ENAP, 1998:24) <sup>3</sup>*

El diseño gráfico, como carrera universitaria, es nombrado de diversas maneras según los planes de estudio de las instituciones educativas que imparten esta disciplina. En escuelas, centros educativos, institutos de enseñanza y universidades nacionales y extranjeras tanto públicas como privadas la carrera profesional de diseño gráfico también se conoce como: Diseño y Comunicación Visual, Diseño de la Comunicación, Diseño Digital, Comunicación Gráfica, Diseño de la Comunicación, Diseño Gráfico Electrónico, entre otros. En la mayoría de los casos convergen tanto los métodos proyectivos como aspectos comunicacionales materializados en el ámbito de la percepción visual.

El mercado laboral actual se interesa, a su vez, por profesionales capacitados en el uso de tecnologías digitales orientadas a resolver necesidades específicas de comunicación visual que no sólo se limiten a medios impresos o gráficos. Diseño web, diseño multimedia, diseño wap (tecnología móvil) son algunos ejemplos.

El uso de nuevas tecnologías y la revolución

cibernética, abren una nueva brecha de investigación en tecnologías de la información y la comunicación (TIC). Internet, con dos décadas de existencia, constituye un avance tecnológico sin precedentes. Las repercusiones en las relaciones humanas es incuestionable y rápidamente se ha convertido en una revolución cultural que rompe fronteras y cambia paradigmas. La forma en que nos comunicamos, transmitimos emociones, sensaciones, informaciones y conocimiento está en constante cambio, y por ende, nos vemos en la necesidad de construir un nuevo discurso, un nuevo lenguaje digital basado en el acceso a internet y redes sociales y al que coloquialmente identificamos con el prefijo **-e-** para hacer incapie de su exclusividad: **eBusiness, eCommerce, eDesign, eBook, eLearning, eMedia <sup>4</sup>**.

Este cambio ha incrementado la necesidad de reflexionar sobre conceptos -si bien ya conocidos- como tiempo, espacio, movimiento, interactividad. Su aplicación en nuevos procesos masivos de producción, difusión y distribución altamente personalizados los hacen adquirir características muy particulares -información interconectada, sociedades altamente comunicadas, comunidades virtuales colaborativas y participativas-.

La navegación interactiva mediante movimientos gestuales, en pantallas, móviles y táctiles, con sensores de gravedad, acelerómetros -por ejemplo- definen nuevos paradigmas para el diseño y la comunicación digital.

**3** Proyecto presentado al Consejo Técnico de la ENAP y aprobado en lo general el día 5 de marzo de 1997 y en lo particular el día 12 de mayo de 1997 para la fusión y modificación de los Planes de Estudios de las licenciaturas en Diseño Gráfico, y Comunicación Gráfica para crear la licenciatura en Diseño y Comunicación Visual.

**4** El término eDesign lo dio a conocer Joan Costa en el IX Congreso Chileno de Marketing, de mayo de 2002 para designar el diseño digital aplicado al eCommerce

El profesional del diseño es un especialista en comunicaciones visuales y su trabajo se relaciona con todos los pasos del proceso comunicacional, en cuyo contexto, la acción de crear un objeto visual es sólo un aspecto de ese proceso.

Aún así, a pesar de la diversidad tecnológica, existe un consenso generalizado en los términos del **diseño** como concepto de creatividad, de creación, de construcción, de análisis, de *signare-diseñar*, de preconfiguración; de la **comunicación** como concepto de interacción social, de conocimiento, de entorno mediático; y de lo **visual** como todo aquello llámese objeto o imagen percibido por el sentido de la vista. Hay que considerar también la existencia de imágenes auditivas, olfativas, táctiles, sinestésicas, etcétera que en el caso del diseño multimedia no pueden soslayarse. Tal es el caso de los medios

Miguel A. Portillo Bobadilla  
miguel@arteyciencia.mx



© 2013 Miguel A. Portillo Bobadilla.

<http://www.arteyciencia.mx>

audiovisuales donde los sonidos, al formar parte de un proceso cognitivo, se vinculan a la generación de imágenes mentales.

Para la conceptualización del diseño es importante diferenciar al diseño como resultado de un proceso y no sólo como objeto tangible. Cuando en la práctica profesional el cliente le dice al diseñador muéstrame tu diseño, éste le muestra una imagen, así entonces en la cotidianeidad el diseño se transforma en un objeto, sin embargo, este último, es resultado de un proceso, de un conjunto de acciones, estrategias y mecanismos para la generación de imágenes construidas a partir de una serie de códigos visuales estructurados que siguen una secuencia lógica llena de significados que son comunicados.

Si se trata de un cartel cumplirá con ciertos requerimientos de carácter, distinción, impacto, originalidad, belleza gráfica y expresividad. Si se trata de un manual de uso, sus requerimientos serán de claridad, sencillez, funcionalidad y usabilidad. Llámese cubierta de libro, llámese arte, díptico, manual, libro, folleto, catálogo. Cada uno contendrá esquemas morfológicos, cromáticos y tipográficos muy particulares ordenados y estructurados acordes con la información y el significado o concepto que requiere transmitir o comunicar.

El objetivo del diseño es generar objetos, el objetivo de estos es comunicar. El diseño como tal no comunica -es un proceso del que resulta un

objeto-, lo que comunica es el producto en tanto se inserta en un proceso de comunicación.

Si bien los objetos de diseño tienen un significado para el individuo, y significan algo o no -empíricamente interpretado-, los objetos de diseño son comunicados. “(...) es cuestión de dos polos humanos. Uno que concibe, codifica y emite un mensaje para que otro haga el mismo recorrido, pero a la inversa: lo recibe, lo decodifica y lo interpreta” **(Costa, 2003:53)**.

Porque comunicar es poner en común, compartir y si el significado como afirma Costa es “una producción relativamente autónoma del individuo ante los estímulos de su entorno visual” **(2003:53)** nuestra tarea es la construcción de mensajes prefabricados y cuidadosamente elaborados para evitar las contradicciones entre lo que se dice y cómo se dice, eliminar las ambigüedades y los ruidos visuales que se puedan generar en el proceso para conseguir su correcta transmisión e interpretación.

Lograr esto requiere de un gran esfuerzo. Su éxito radica en un proceso de **designación** (elección de elementos visuales) y **asignación**<sup>2</sup> (nombrar significados a los elementos elegidos). Este proceso convierte al diseño como un evento y comúnmente se le relaciona con el método (proceso de delimitación, creativo, proyectivo, de producción, de evaluación). Cotidianamente nos referimos a esto cuando decimos Diseño de

Cartel, Diseño ergonómico, Diseño ambiental, Diseño de imagen corporativa, Diseño web, Diseño multimedia.

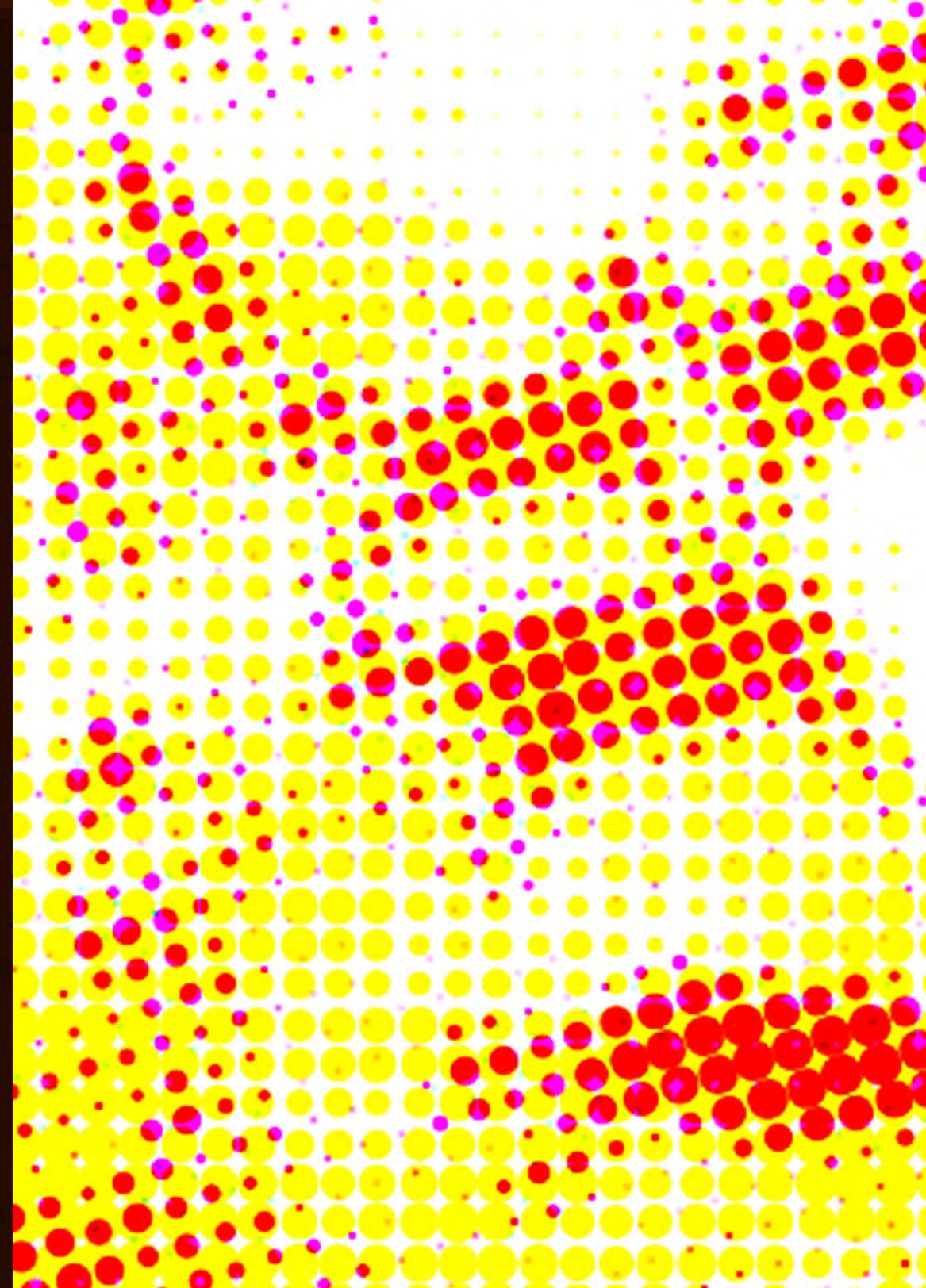
El diseño gráfico, a su vez, es una disciplina interdisciplinaria y multidisciplinaria, en ella convergen las artes visuales como pintura, grabado, fotografía, y otras disciplinas de las ciencias sociales y científicas como pedagogía, filosofía, ingeniería, informática, computación. Todas ellas nos ayudan a cumplir un objetivo: Solucionar problemas de interacción social mediante la creación de objetos de uso resultado de un proceso de análisis y evaluación de conceptos que demandan ser interpretados y representados mediante códigos visuales.

*“Diseño es un evento y a la vez un objeto que se integran en tanto que el Diseño en lo general es el estudio y aplicación de conceptos, procesos y mecanismos para la generación de objetos que satisfacen necesidades de uso y en el caso específico del Diseño Gráfico su actividad responde al proyectar y elegir los elementos de expresión plástica para interpretar y representar determinada información.”<sup>3</sup>*

<sup>2</sup> Véase Yves Zimmermann. Memorias. 5º Encuentro Nacional de Escuelas de Diseño Gráfico, Primer Encuentro Internacional. Universidad Continental, San Juan del Río, Querétaro. México, nov. 1994

<sup>3</sup> López Huerta, Julián. Apuntes. La investigación, el conocimiento y el marco metodológico del Diseño Gráfico.

1.1) El diseño y su marco de aplicación a la multimedia digital



Las obras de arte del paleolítico superior están estrechamente relacionadas con la magia de la caza, los lugares donde éstas se encuentran eran escenarios de celebración de rituales mágicos.

Los orígenes de la multimedia se basan fundamentalmente en los medios audiovisuales. En la historia contemporánea, el desarrollo del cine, la televisión, la radio, las telecomunicaciones y las ciencias computacionales llevaron a que entre 1945 y 1985 un gran número de investigadores, artistas, escritores e ingenieros trazaran las posibilidades de un singular *-medium-* que combinara todos los demás medios de tal manera que la gente pudiera tener el control de los mismos usando para ello el lenguaje, los gestos y extensiones del cuerpo.

Estas ideas encontraron su máxima expresión en proyectos visionarios: Memex (Vannevar Bush)<sup>4</sup>, sistema en línea NLS “Augmentation” (Douglas Engelbart) y conceptos como: Hipertexto, hipermedia (Ted Nelson)<sup>5</sup>, medios interactivos, sistemas hipertextuales, multimedia, entre otros.

Como bien lo expone Bob Cotton en su libro sobre hipermedia “*Understanding Hypermedia*”, constituyen el antecedente histórico que define este *nuevo medio* que afecta la manera en que nos comunicamos, trabajamos, jugamos, aprendemos y pensamos. (Cotton, 1997)

Cuántas connotaciones hemos escuchado acerca de la palabra multimedia, tantas como programas multimedia vemos. Si nos vamos rápidamente por aquel diccionario olvidado<sup>6</sup> en una de esas tantas repisas de nuestro librero podemos confirmar lo que seguramente todos dicen conocer: multi=muchos, media(plural)=medios,

es decir, muchos medios. El diccionario de la lengua española en su vigésima segunda edición lo refiere a todo aquello “que utiliza conjunta y simultáneamente diversos medios como imágenes, sonidos y textos en la transmisión de información”. (Real Academia Española, 2001) Sencillo, ¿no? Afortunadamente, el *Homo Sapiens* no lo es y mucho menos su pensamiento, así que estas definiciones plantean otras interrogantes.

El concepto es amplio y la comunicación multimedia puede incluir incluso la comunicación corporal y gestual. Nuestro cuerpo (sistema) se convierte en un configurador de multi-medios cuando nos expresamos en una conversación (sonido), escribimos (textos), observamos (video) y llevamos a cabo acciones en movimiento (animación) para expresar, comunicar o informar un acontecimiento.

El concepto de multimedia, sin embargo, es tan antiguo como la comunicación humana. El teatro (del griego θέατρον theatrón ‘lugar para contemplar’), rama del arte escénico que representa historias frente a una audiencia usando una combinación de discurso, gestos, escenografía, música, sonido y espectáculo para los griegos, es un ejemplo multimedia. Desde luego, la connotación es muy diferente a lo que hoy en día, dicho término representa; hemos incluido, los medios digitales a los físicos (no virtuales) y las aplicaciones o sistemas digitales son ahora el objeto y/o sujeto integrador de los media.

El teatro francés del siglo XVIII. A. Meunier: Paris, Comédie-Française, acuarela del siglo XVII 17.4 x 24 cm



<sup>4</sup> En 1945, Bush plantea por primera vez en su artículo “As we may think” el sistema Memex “Memory Extension” donde vislumbró un método de intercambio de información en un sistema de indexación asociativa y almacenamiento de datos por microfilm, reconocimiento de voz y caracteres.

<sup>5</sup> Ted Nelson en su publicación “No more Teacher’s Dirty Looks” acuñó la expresión “hipermedia” para describir un nuevo medio digital empleado para almacenar, recuperar y mostrar información en forma de imágenes, texto, animaciones y sonido.

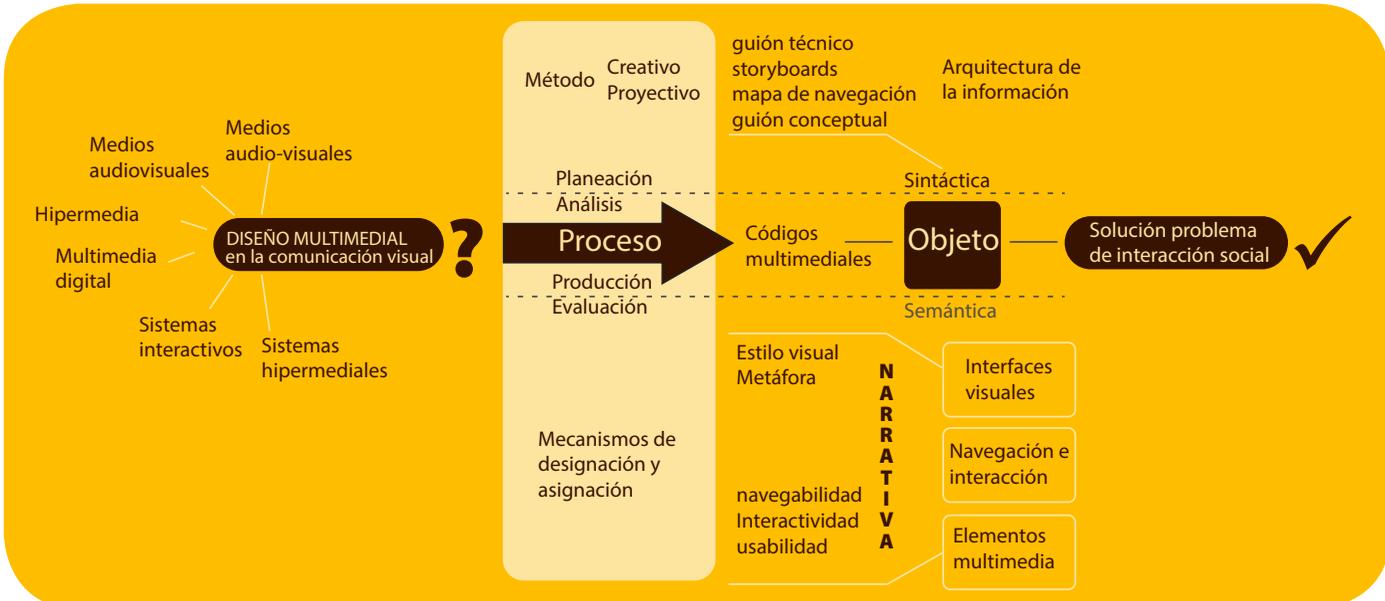
<sup>6</sup> García-Pelayo, Ramón. Diccionario Usual Larousse, Ed. Larousse, México. 1988

En la literatura moderna encontramos diversas definiciones de multimedia. Christine Hughes<sup>7</sup> lo define como la combinación de medios basados en el tiempo –voz, animación y video- junto con medios basados en el espacio -texto, gráficos e imágenes- Esta definición se centra básicamente en la producción multimedia: la combinación de medios basados en el tiempo y el espacio. Sin embargo, dicha definición quedaría apartada de la función comunicativa.

Bo Fibiger<sup>8</sup>, sí lo define como un sistema de comunicación interactiva con acceso a diferentes

Las habilidades del diseñador multimedia son similares al diseñador gráfico sin embargo, el primero requiere del dominio de métodos, códigos y mecanismos particulares para la generación de objetos multimediales.

Miguel A. Portillo Bobadilla  
miguel@arteciencia.mx



© 2013 Miguel A. Portillo Bobadilla.

<http://www.arteciencia.mx>

códigos relacionados entre sí y que mantienen una estrecha relación con la semántica de un sistema integral. Esta definición se inserta en un proceso de comunicación donde nos referimos también al uso de un lenguaje con una serie de códigos y convenciones comunes que permiten transmitir mensajes significativos. El lenguaje es visual, y por consiguiente, el uso de elementos como el video, la animación, la imagen fija o el texto representan objetos codificables, que como dice Bo Fibiger, al interactuar entre ellos mantienen una relación muy estrecha con la semántica del sistema en su conjunto. Esta relación, pierde su comprensión y efectividad si los códigos utilizados dejan de pertenecer al sistema o se interrumpe su relación entre ellos. Es importante saber cómo utilizar estos códigos, cuándo hacerlo y bajo qué circunstancias. Un video “espectacular” que por sí mismo cumple con su función comunicativa puede resultar ser un elemento de distracción para la semántica de un sistema multimedia.

Entender a la multimedia como un sistema de comunicación con estas características nos hace reflexionar que nuestra participación como comunicadores gráficos no puede darse solamente en la generación de estos códigos visuales por separado sino debe incluir la toma de decisiones al momento de establecer las relaciones con el sistema en su conjunto. Estas decisiones deben estar, así mismo, estrechamente vinculadas con las necesidades del usuario (**usabilidad**) y su grado de intervención con el sistema (**interactividad**).

Los modelos de comunicación de Shanon y Weaver **(1945)** establecen claramente las funciones del emisor, el receptor, el canal y el mensaje. No obstante, en la medida en que la tecnología cada vez forma parte de nuestra vida cotidiana, e intentan sustituir virtualmente los procesos tradicionales de comunicación interpersonal, la rápida generalización de los soportes digitales ha dado lugar al surgimiento de un nuevo modelo narrativo caracterizado por la **no-linealidad** de la información y la creciente participación del usuario como **-receptor-activo-** en el proceso de construcción de narrativas.

Los mensajes de retorno o “feed-back” son la condición necesaria para la **interactividad** del proceso comunicativo y en la era digital desarrollar mensajes interactivos se torna mucho mas complejo pero, al mismo tiempo, imperioso.

*El internauta, es antes que nada, operador (...) El gran cambio que ha traído internet -y que ya había anticipado la robótica de algún modo- es la interactividad. Ya no hay emisor y receptor pasivo: en todo caso, emisor y operador-activo (Costa, 2003:147).*

Es así, como el diseño de una interfaz entre el usuario y el emisor, el grado de interacción, la no-linealidad espacial y temporal, la hipertextualidad,

la retroalimentación del usuario o “feed-back” -mensaje de retorno- de los sistemas computacionales resultan de gran importancia para la comunicación multimedia y la construcción de objetos multimediales en formato digital.

### ● El diseño centrado en el usuario

El origen de la tecnología siempre esta ligado a procesos sociales, políticos y económicos. Es parte ineludible en la concreción de objetos o mensajes y desde su origen plantea dar soluciones a ciertos problemas. Al materializarse en un invento o producto modifican profundamente las costumbres y concepciones de una época. La tecnología digital ejemplifica sin duda este cambio. Es necesario dirigir el enfoque hacia la satisfacción de los usuarios con el objeto inventado, ya que dicho objeto se ha convertido en el instrumento esencial para la transmisión de informaciones y la comunicación entre individuos.

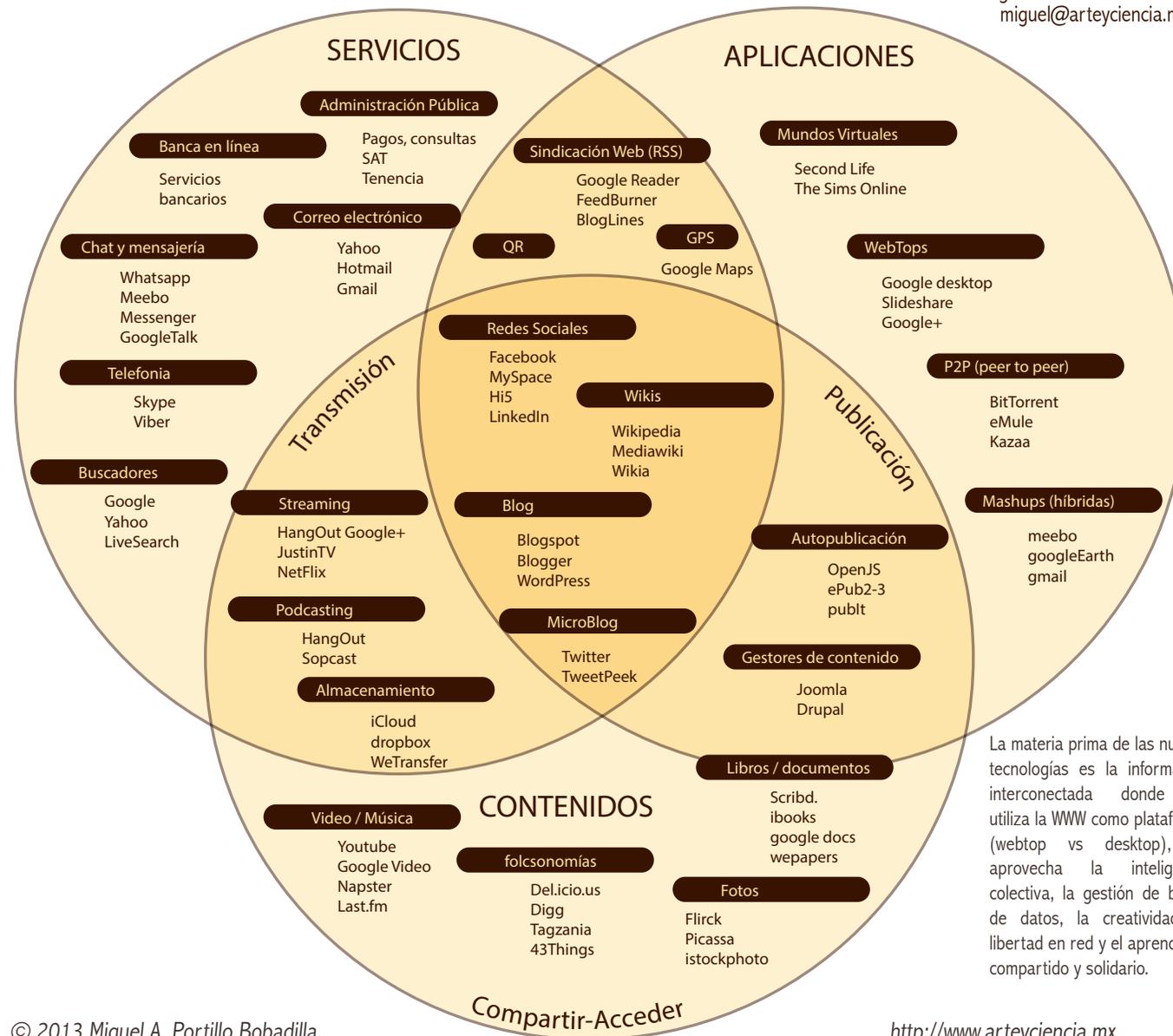
Crecimos en el siglo XXI y finales del siglo XX. Ahora la proliferación de objetos y dispositivos digitales requiere imaginar la forma de relacionarnos con ellos. La manipulación de los objetos con acciones de seleccionar, arrastrar y soltar, doble clic, etc., son un ejemplo de acciones pensadas inicialmente para un sistema que cuenta con el ratón como una extensión artificial del brazo y la mano, y que con la aparición de pantalla táctiles acciones de pinchar, acercar, alejar, rotar crean nuevos **paradigmas de navegación** que el usuario debe entender y manipular con la mayor soltura posible.

**7** The semiotics of multimedia. An Introduction to multimedia production. <http://imv.au.dk/>

**8** Bo Fibiger es colaborador junto con otros líderes investigadores y educadores de multimedia de diversas universidades de Dinamarca. Mayor información puede obtenerse en la página de internet de Aarhus University. <http://inv.au.dk/>

# MAP TREND TICs - RECURSOS WEB 2.0

Miguel A. Portillo Bobadilla  
miguel@arteciencia.mx



La materia prima de las nuevas tecnologías es la información interconectada donde se utiliza la WWW como plataforma (webtop vs desktop), se aprovecha la inteligencia colectiva, la gestión de bases de datos, la creatividad, la libertad en red y el aprendizaje compartido y solidario.

No podemos, por lo tanto, soslayar las tendencias actuales de las TICs (Tecnologías de la Información y la Comunicación), aquellas filosofías de diseño centradas en el usuario (DCU), así como la dinámica colectiva en las sociedades de la información, que buscan poner las nuevas tecnologías -fundamentalmente en lo que se refiere a la informática, internet y las telecomunicaciones- al servicio y al alcance del ser humano para el desarrollo de sus actividades cotidianas y, con ello, contribuir a reducir la brecha digital e incentivar la democratización de la sociedad.

El diseño centrado en el usuario (DCU o UCD del inglés *User-Centered Design*) es un concepto que en la práctica ha ganado popularidad en los últimos años debido a la gran cantidad de cosas y objetos con los que tenemos que interactuar. Donald Norman popularizó el concepto en su obra "The Design of Everyday Things" (**Norman; 2002**) originalmente titulada: "La Psicología de las cosas cotidianas" -traducido del inglés *The Psychology of Everyday Things*-.

Su principal objetivo es el diseño de productos que respondan a las necesidades e intereses reales de sus usuarios finales. Enfatiza la creación de productos fáciles de usar y entender. Si bien son aplicables en cualquier tipo de producto de consumo es en la ingeniería y el diseño de software donde más investigaciones se han hecho al respecto.

El Diseño Centrado en el Usuario (DCU) ha sido objeto de estudio de estándares internacionales **(ISO 13407:1999) (ISO 9241-210:2010)** que lo describen como una actividad multidisciplinaria que incorpora factores humanos y ergonómicos para incrementar la efectividad y productividad bajo condiciones apropiadas, que “disminuyan los efectos adversos en la salud, seguridad y rendimiento de los individuos.” **(Sánchez, 2011)**

El estándar ISO 13407 define cuatro actividades principales que deben iniciarse en las etapas más tempranas de un proyecto, y que deben realizarse de modo iterativo:

- Entender y especificar el **contexto** de uso.
- Especificar los **requisitos** de usuario y de la organización.
- Producir **soluciones de diseño**.
- **Evaluar** los diseños en base a los requisitos.

#### ● **Las nuevas tecnologías y su influencia en el diseño multimedia**

La multimedia, hoy en día, participa en mayor medida de las nuevas tecnologías. Una característica común que las define es que estas nuevas tecnologías giran de manera interactiva en torno a las telecomunicaciones, la informática, los audiovisuales y su combinación para realizar cosas nuevas y crear entornos claramente diferenciadores. El término “nuevo” significa

la existencia de algo anterior, y que proviene principalmente de los medios tradicionales que se conocen: el video, la televisión, la radio, el cine, los proyectores de diapositivas y retroproyectores. Estos son unidireccionales, si bien algunos de ellos, la relación de los individuos con estos es reactiva, no interactiva. Para evitar la caducidad del término *nuevo*, éstos descubrimientos y técnicas han conformado una filosofía de acción que se puede englobar en lo que llamamos como Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC).

Las TICs surgen como un conjunto de recursos necesarios para manipular información a través de **redes** (móviles, fijas, inalámbricas), **terminales** (consolas, computadores, reproductores) y **servicios** (de correo, de búsqueda, de comercio, de contenidos, de colaboración).

Las TICs, como entidades económicas y de mercado, han trasladado a partir del siglo XXI, la relación “*proveedor-cliente*” a una dimensión social de auto-configuración de los servicios, al grado de que la participación del usuario también forma parte ahora del ciclo de vida en el diseño de productos y servicios, y donde la materia prima es la información interconectada.

Con la aparición de internet y el crecimiento de las redes y su capacidad de almacenamiento y transferencia de datos, los recursos tecnológicos de las TICs, abrieron el campo del diseño y la multimedia a entornos más colaborativos y

de participación activa. El cambio radical del paradigma reactivo al paradigma interactivo, implica forzosamente un cambio en el modo de relación de los usuarios con los productos y servicios. El lenguaje utilizado a diferencia de los medios tradicionales, es bidireccional, personal, conversacional, dialogal; las informaciones progresivas, puestas al día, y a su medida, donde la eficiencia se logra por medio del mínimo esfuerzo en el menor tiempo, con la mayor facilidad y rapidez para obtener la mejor satisfacción. Pero como dice Costa sobre el lenguaje de internet **(2003:145)** “la facilidad y rapidez no son problemas exclusivamente técnicos ligados al manejo, son sobre todo, problemas de comunicación, de inteligibilidad, de información, de estructura técnicamente fácil y eficaz (...)”.

Y es aquí donde el diseño y la comunicación visual participa a su vez de estas nuevas tecnologías, de sus procesos, técnicas y metodologías de trabajo en la consecución de sus objetivos: el atractivo del medio, la inteligibilidad de la información, el interés de la oferta y los valores añadidos, la rapidez de las operaciones; la personalización del servicio y la accesibilidad en cualquier momento, es decir, del “eDesign como servicio”. **(Costa, 2003:145)**

● **¿Cuál es el papel que en la actualidad juega el diseño en la multimedia digital?**

Si partimos del diseño como objeto y como proceso podemos diferenciar dos etapas de

participación en la generación de contenidos visuales: por una parte, la proyectiva; que corresponde la **planeación, análisis de información** y desarrollo de **guiones técnicos, storyboards, mapas de navegación** y otra, la productiva; donde los conceptos formales del diseño, y técnicas de manipulación de medios, van configurando e implementando mecanismos de designación y asignación de significados a los objetos multimediales hasta su integración final.

El diseño dentro de la multimedia digital, tiene su aportación en el **diseño de imagen** (estilo visual), implementación de **interfaces gráficas**, elementos de **navegación e interacción** como botones, íconos, ventanas, menús desplegables, emoticonos, etc. y **producción de contenidos** (animación, ilustración, fotografía, video, tipografía).

En el área de internet, el diseño se cruza con el campo de la ingeniería, la programación y los sistemas digitales, así por ejemplo, el diseño web, parece dilucidarse entre herramientas tecnológicas y técnicas computacionales, como la **maquetación en HTML**, el diseño de **hojas de estilo CSS**, y el uso de lenguajes simples interpretados (javascript) para la navegación y diseño de interactividad y **animación programada**.

No sólo se abre más el ya amplio campo de acción del diseño sino que el concepto que se tiene de la disciplina está sujeto a nuevas interpretaciones.

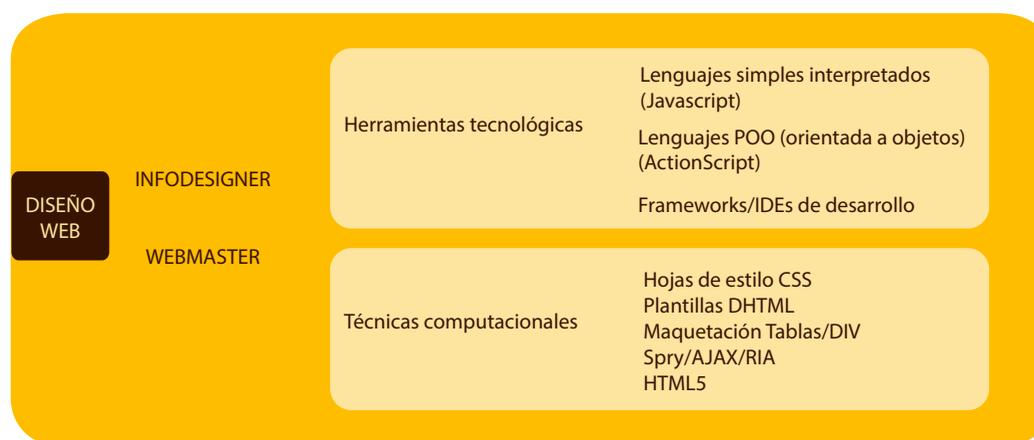
Términos como *infodesign* o infodiseñador, webmaster o diseñador digital se dan paso entre la comunidad de profesionistas en el campo laboral que si bien muchos de ellos tienen orígenes distintos todos trabajan con objetivos comunes. Al hablar de un comunicador visual, por ejemplo, pensamos también en un infodiseñador digital o comunicador multimedial especializado en el diseño de la información y la visualización del conocimiento.

En el área de los nuevos medios, podemos observar sobre todo un cambio que se refiere a la preocupación por la *forma* reemplazándola por la preocupación en la *estructura*. “Los diseñadores estructuran así los espacios de acción para los usuarios mediante sus intervenciones en los universos de la materialidad” (productos) “y la semiótica.” (signos) **(Bonsiepe, 1999: 174/5)**. Y donde la *interfase* es la preocupación troncal de las actividades del diseño.

Esta concepción del diseño a pesar de que en las esferas teóricas y trabajos académicos como los realizados por Gui Bonsiepe sobre el *Infodesign*, intentan revalorar el trabajo del diseño, en la práctica aún no se refleja del todo, esto debido a que: 1. El diseño es visto como un factor meramente cosmético que alcanza una intervención estética cuando ya se ha definido la relación con el usuario y 2. Falta de profundidad en estudios y especializaciones que mejoren el análisis teórico desde la práctica misma.

El propósito del presente trabajo, es fomentar la investigación y crear conciencia de donde estamos parados y hacia dónde se dirige nuestra disciplina, dejar entre ver la posición del profesional de la imagen, y su rol en la dinámica productiva en nuestra sociedad. Estar consciente de la disciplina y no guiarse por conceptos absolutos y prácticas preestablecidas que limiten la creatividad y productividad.

El diseño web en estrecho vínculo con los sistemas computacionales y tecnologías de la Información (TI)



Miguel A. Portillo Bobadilla  
miguel@arteciencia.mx

© 2013 Miguel A. Portillo Bobadilla.

<http://www.arteciencia.mx>

Este proyecto pertenece al estudio de los medios audiovisuales particularmente al diseño de sistemas multimedia digitales. Sin embargo, su enfoque es formalista-constructivista a partir del estudio de la forma y sus relaciones de interdependencia y codependencia para configurar contenidos estructurados con un significado y fin determinado. Plantea el análisis de la información para que a través del diseño exista un rol de “organizador autorial de la información” y el diseño sea una interfaz con un nuevo espacio de intervención y mediatización del conocimiento para que sea accesible, se pueda percibir, asimilar y experimentar.

En la literatura se pueden encontrar diversas clasificaciones de los medios audiovisuales pero para la presente investigación se señala la siguiente, misma que fue hecha con la intención de clarificar el marco espacial en el que se ubican.

**Medios audio-visuales:** Aquellas producciones en el que los elementos auditivos y visuales son independientes.

**Medios audiovisuales:** Cuando la transmisión final de los elementos auditivos y visuales se dan en forma integrada.

**Multimedia:** Cuando además de la imagen intervienen diferentes medios formando un sistema integral

**Multimedia digital:** Al procedimiento que emplea la tecnología digital como instrumento para enlazar distintos medios dentro de un

sistema integral.

### ● **Recursos humanos.**

El diseño multimedia es una disciplina que se caracteriza por ser multidisciplinaria, es decir, requiere de la colaboración de diversos especialistas, que aportan sus conocimientos para el desarrollo exitoso de un producto interactivo.

La *multimedia* como su nombre lo dice se compone de “muchos medios”, algunos de ellos, como el audio, el video o la animación requieren de gente especializada en dicha área, que tenga experiencia y capacidad para resolver problemas concretos.

La colaboración y participación activa de cada persona es fundamental. Cada especialista se vuelve pieza importante dentro del grupo de trabajo, por ello, es importante establecer acuerdos de trabajo, que permitan definir cuales son las actividades a realizar por cada miembro del equipo así como el orden temporal en el que se tienen que realizar dichas actividades.

La realización de un proyecto multimedial requiere que la conformación del equipo de trabajo sea multidisciplinario, conjugando así, la creatividad y el talento de varios especialistas. Es por ello que uno de los factores que hay que considerar para lograr el éxito de cualquier proyecto multimedia es el **factor humano**.

Podría pensarse que cualquier persona que cuente con los conocimientos técnicos necesarios, puede

hacer programas multimediales, sin embargo, esto no es necesariamente cierto, porque para lograr que una aplicación de este tipo cumpla con las expectativas en cuanto a ergonomía, diseño, usabilidad, programación, entre otros aspectos, se requiere de la experiencia de especialistas como diseñadores o comunicadores gráficos, artistas visuales, ingenieros en computación, informáticos, escritores o guionistas, pedagogos, etc., que cuenten con el respaldo de su formación profesional.

No hay un número ideal de integrantes. Cada proyecto define y conforma el equipo de trabajo. Si el proyecto es de grandes dimensiones y el presupuesto que se dispone es también alto, entonces se podrá realizar una mayor inversión en recursos humanos. Por otro lado, si el proyecto a realizar no es muy complejo y la cantidad de trabajo que habrá de realizarse es mínimo, entonces el equipo de trabajo se podría reducir considerablemente. Todo depende de la relación que se establezca entre las dimensiones del proyecto, el equipo de trabajo, el tiempo y los recursos materiales con que se cuente. El número de personas que conformarán el equipo de trabajo para cada proyecto, sólo puede ser determinado después de elaborar los prototipos y guiones multimedia. Es entonces cuando puede hacerse una estimación de la complejidad del programa y de la cantidad de trabajo que habrá que realizar para su desarrollo. Por lo tanto, es en la planeación de la producción, cuando se

define por quiénes estará conformado el equipo de trabajo que realizará el programa multimedia.

Tay Vaughan en su libro Todo el poder de multimedia advierte:

*“un experto de multimedia que trabaja solo, está en clara desventaja para competir con un equipo de expertos, y puede ser aplastado por la pujante cantidad de esfuerzos necesarios para construir un proyecto complejo”.* **(Vauhan, 1995:35)**

Aunque esto es muy cierto, por otro lado, existe una tendencia muy marcada de todo aquel que comienza a incursionar en esta disciplina a realizar sus propios proyectos con sus propios recursos, en una especie de hombre-orquesta similar a los grandes científicos o artistas de nuestro pasado que no sólo eran pintores o escultores, sino también anatomistas, ingenieros, físicos, matemáticos, escritores y filósofos, todo al mismo tiempo.

En la actualidad, empresas desarrolladoras de contenidos multimedia, que actualmente se componen de varios departamentos, cada uno de ellos albergando decenas de empleados, también surgieron a base del esfuerzo abrumador de un “hombre-orquesta”. Ogilvy Interactive Mexico,

# RECURSOS HUMANOS

Miguel A. Portillo Bobadilla  
miguel@arteyciencia.mx

ÁREA DE DESARROLLO	PROFESIOGRAFÍA	ETAPA DE INTERVENCIÓN	ACTIVIDAD ESPECÍFICA
Coordinadores de proyecto	Administradores Comunicadores Jefes de área	preproducción producción postproducción	gestión de recursos humanos gestión de recursos tecnológicos gestión administrativa y financiera
Especialistas en el tema del proyecto	cualquier área del conocimiento	preproducción producción postproducción	asesoría seguimiento
Especialistas en guión	guionistas diseñadores de contenido escritores	preproducción	diseño de guiones, story boards diseño de contenidos redacción de textos
Especialistas en la imagen y el sonido	diseñadores gráficos comunicadores visuales artistas visuales ilustradores fotógrafos animadores videoastas diseñadores de sonido músicos, sonidistas	producción	ilustración de personajes y ambientes retoque de fotografías e imágenes animación bidimensional animación tridimensional diseño de interfaces musicalización y creación de efectos sonoros edición de video digital
Especialistas en programación	ingenieros en computación informáticos matemáticos	producción postproducción	diseño de bases de datos programación de lógica de negocio programación del <i>front end</i> Administración de sistemas informáticos y redes
Especialistas en evaluación de software	ergonomistas evaluadores pedagogos psicólogos	postproducción	Pruebas de Evaluación del producto final Pruebas de usabilidad Validación de normas y estándares

por ejemplo, en la conferencia ¿Qué está pasando allá afuera? del Primer Coloquio Multimedia de la UNAM,<sup>10</sup> en palabras de su director Rafael Jiménez nos ratifica esta aseveración. Un solo hombre con una sola computadora, puede ser el comienzo, pero sólo eso: el comienzo, y si se comprende de esta manera, creo que se puede entender esta idea del hombre-orquesta en su justa dimensión. No se trata de hacer uno todo porque como lo dice Vaughan significaría una desventaja evidente, pero el aprender, conocer y haber participado dentro de todo el proceso de elaboración de multimedios nos ofrece mucho más ventajas que desventajas, no sólo nos ayuda a visualizar y comprender de mejor manera esta disciplina sino también ayuda a entender mejor la labor de uno mismo dentro del equipo de trabajo. Desarrollar distintas actividades que perecerían en una primera instancia fuera de nuestra competencia, no se convierte en un error. Muchas de estas actividades tienen una estrecha relación entre sí y como lo dije anteriormente la composición del equipo interdisciplinario puede variar dependiendo de la envergadura y complejidad del proyecto, es por esto, que las tareas asignadas pueden variar dependiendo de las necesidades y las capacidades o habilidades que cada miembro tenga.

¿Cuál es la actividad del diseñador en esta área de la multimedia digital?

La respuesta parecerá confusa al ver cómo esta disciplina tiende hacia la especialización; es fácil

encontrar diseñadores gráficos que inclinados por intereses propios, o circunstancias diversas se especializan en alguna área muy concreta como lo es la **ilustración de personajes**, el **retoque de fotografías**, la **animación bidimensional y tridimensional** o el diseño de interfaces gráficas. Sin embargo, no sólo se puede participar en el proceso de producción de medios, también existe la posibilidad de desarrollarse en el área de preproducción o planeación fungiendo como miembros del equipo especializado en el desarrollo de los guiones, en la planificación de storyboards, en el diseño de los contenidos o como **coordinadores de proyecto**, incluso dentro de la posproducción como **evaluadores** de programas. Todos ellos, tienen conocimiento de diseño, conocen fundamentos de comunicación y trabajan con imágenes y su aportación al proyecto es importante. La habilidad de cada uno e intereses personales es lo que muchas veces inclina la balanza hacia alguna de estas áreas.

Bajo la **Web 2.0** y sus entornos colaborativos podemos participar también en el diseño e implementación de muchas herramientas y aplicaciones basadas en las TICs tales como creación y diseño de **posts**, **wikis**, agregadores **RSS**, buscadores, aplicaciones y servicios híbridos (**mashups**), contenidos distribuidos bajo las redes sociales, **colaboratorios**, **blogs**, libros electrónicos (**ebooks**) y **ambientes virtuales** que medios de comunicación tan tradicionales como el periódico y las revistas

están incorporando paulatinamente en su *stock* de productos y servicios en línea.

A pesar de la gran diversidad de especialistas que pueden dedicarse a la multimedia es fácil determinar una serie de perfiles comunes con los que se debe contar y estos son:

Coordinadores de proyecto (administradores, comunicadores, jefes de área, etc.)

Especialistas en el tema del proyecto a realizar (cualquier área del conocimiento)

Especialistas en guión (guionistas, diseñadores de contenidos, etc.)

Especialistas en la imagen y el sonido (diseñador gráfico, ilustrador, fotógrafo, animador, videoasta, músico, sonidista, etc.)

Especialistas en programación (ingenieros en computación, informáticos, matemáticos, etc.)

Especialistas en evaluación de software (ergonomistas, evaluadores, pedagogos, psicólogos, etc.)

Un ejemplo de organización de los grupos de trabajo puede conformarse de la siguiente manera: **11**

**Coordinador general:** Es la persona que lleva a cabo la planeación de todo el proyecto. Es responsable de que el proyecto llegue a su fin, da solución a los problemas que se presenten

**10** Primer Coloquio Multimedia, Universum,

Cd. Universitaria, México D.F. 3/12/2000

**11** Basado en la asignación de responsabilidades de personal para la producción de software educativo “Lotería: Caja de sorpresas” desarrollado en el Departamento de Multimedia de la Dirección General de Servicios de Cómputo Académico de la UNAM, México, 2001.

## PROYECTOS MULTIMEDIA

### POR EL TIPO DE INFORMACIÓN

capacitación o entrenamiento educativos  
difusión y/o divulgación  
mercadotecnia o publicitarios  
informativos o de consulta  
entretenimiento

### POR SU MEDIO DE DISTRIBUCIÓN

libros electrónicos  
revistas electrónicas  
puntos de venta, kioskos, stands  
Medios masivos de almacenamiento CD, DVD, HDV  
páginas electrónicas y sitios de Internet

durante su desarrollo y establece los lazos de control y comunicación entre el cliente y el equipo de trabajo.

**Investigador:** Es el responsable de recopilar todo el material necesario para el desarrollo del programa multimedia (textos, imágenes, etc.). Esta persona puede ser externa o pertenecer al equipo de trabajo que producirá el programa.

**Guionista:** Es el encargado de elaborar toda la documentación que surge durante la etapa de preproducción, tales como: guiones (literario, conceptual, técnico) mapas (de navegación, de flujo de datos) listas maestras, storyboards.

**Coordinador de diseño:** Es la persona que coordina el diseño de la interfaz gráfica del programa multimedia. También es el responsable del procesamiento y tratamiento de los medios (imágenes, animaciones, videos y audios).

**Animador:** Es el encargado de producir todas las imágenes en movimiento. Responsable de digitalización y edición de medios en 2D y 3D.

**Coordinador de programación:** Es la persona que coordina la programación e integración de todos los medios que forman parte del programa. De igual forma, da solución a los problemas técnicos que pudieran surgir durante el desarrollo.

Como se puede observar el tamaño del equipo de trabajo depende en gran medida de las dimensiones de la propia empresa desarrolladora

de contenidos multimedia y de la cantidad de trabajo por realizar.

Empresas como Apple, Microsoft, firmas o casas productoras nacionales o extranjeras con altos capitales hacen uso de otros especialistas para que se dediquen a tareas organizativas, administrativas o de relaciones humanas como lo pueden ser profesionales en negocios (presidentes, directivos, encargados de oficina, consultores financieros, administradores de negocios, etc), profesionales en leyes (abogados con experiencia en propiedad intelectual, licencias y contratos, derechos de autor, etc.) y profesionales en mercadotecnia (mercadólogos, administradores de ventas). **(MBDG, 1994) 12**

Incluso dentro del equipo de desarrollo y producción la especialización y división del trabajo se hace más evidente: la función que realiza un coordinador de proyectos puede ser dividida en tres rubros más: la de un **productor ejecutivo**, la de un **administrador de proyecto** y la de un **director creativo. (1994:16-17)** Cada uno de ellos realizaría entonces una función muy concreta. Viendo el rol que juegan desde la perspectiva de la industria del cine, un productor ejecutivo es alguien que firma los contratos y ayuda en el arreglo de las finanzas; el administrador de proyecto sería el productor de cine, que se encarga de la logística, la gente y los recursos; y, el director creativo, sería el director de la película, responsable de la consistencia de diseño y de la consistencia del

modelo de interacción y todos aquellos aspectos creativos relacionados con el proyecto. Establece, además, los estándares y estilos del esfuerzo individual y del trabajo en equipo.

### ● El marco de acción

La multimedia realizada a través de medios digitales es un recurso muy versátil que se puede adecuar a distintas necesidades de comunicación. Desde apoyar y optimizar las labores propias de toda empresa o institución tanto en las áreas de capacitación o difusión hasta las relacionadas con la publicidad, la educación o el entretenimiento. De hecho, el marco de acción es tan amplio que no existe un área del conocimiento humano en el que NO se pueda hacer uso de este medio. Lo importante es entonces, saber cuando sí y cuando no es óptimo realizar un proyecto multimedia, y esto, sólo es posible si se conocen los requerimientos que la misma disciplina plantea. Para poder decidir la viabilidad de un proyecto es necesario no sólo considerar aspectos de diseño y de comunicación, hay que tener conocimiento del tema a tratar, de los costos que implica su desarrollo, de los recursos humanos, tecnológicos y económicos de que se dispone, así como el tiempo que se requiere para su conclusión.

Una de las primeras cosas que se tiene que tomar en cuenta cuando surge una propuesta de producción es que es muy probable que las personas que promueven la realización de un proyecto de estas características, no tengan una

noción clara de las posibilidades y limitaciones del medio, o que no sean del todo conscientes de lo que implica la producción de un programa multimedia. Es común encontrarse con propuestas cuyos objetivos no vayan de acuerdo con las posibilidades del medio o que sus exigencias, en cuanto a tiempo y costos de realización estén muy alejadas de los requerimientos reales.

Una vez analizadas las consideraciones anteriores es más fácil tomar la decisión final de aceptar o rechazar el desarrollo de un proyecto.

La mayoría de los proyectos que se realizan pueden agruparse en distintas categorías, algunos de estos proyectos se diferencian de los otros por el tipo de información que manejan o el medio de distribución o presentación del mismo, por el tipo de información podemos mencionar los de capacitación o entrenamiento, los educativos, los de difusión y/o divulgación, los de mercadotecnia o publicitarios, los informativos o de consulta y los de entretenimiento; por el medio de distribución se encuentran los libros electrónicos, las revistas electrónicas, los puntos de venta – kioskos- los medios masivos de almacenamiento de información CD-ROM, DVD, VCD, y las páginas electrónicas y sitios de internet.

**12** *Multimedia Demystified. A guide to the world of multimedia from Apple computer, Inc. Multimedia Business Development Group, New Media Division, Random House, 2th edition, New York, 1994, 285p.*

1.2) La imagen narrativa en la comunicación multimedia

*Saber escribir  
o encantar con imágenes es,  
para un comunicador,  
saber narrar.*

*Aprender a narrar es  
aprender a mirar al hombre.*



## Principios del texto narrativo

¿Por qué hablar del texto narrativo en un trabajo sobre comunicación visual en multimedia? Lo literario tiene cabida en el mundo de lo visual? o este último ha perdido su fuerza de expresión y pide ayuda a su contraparte. Se dice comúnmente que “una imagen vale más que mil palabras”. ¿Será cierto? Las imágenes a lo largo de la historia del hombre pueden ejemplificar esta afirmación. El hombre primitivo utilizaba las paredes de las cavernas para contar lo que acontecía. Las pinturas de Altamira o Lascaux hace 20 mil años son quizá un reflejo del poder de las imágenes, formadoras de opinión, que relatan hechos y acontecimientos, que construyen historias, crean conciencias, conmueven a las masas y ayudan a los grupos de poder a mantenerse vigentes. La imagen por sí misma es un elemento de poder. El ser humano ha hecho de la visión un recurso de comunicación muy eficaz. En la actualidad, se utilizan sofisticados medios visuales que con ayuda del desarrollo tecnológico intentan persuadir, y llamar la atención de los espectadores. Muchos comunicadores de la imagen se apropian de esta frase célebre como un texto sagrado, como si se retomara de alguna escritura bíblica de la comunicación visual. Será cierto, o cabe rectificar a “una palabra vale más que mil imágenes”. Muchas de las imágenes que se perciben no se analizan, ni se razonan del mismo modo como lo hace la lectura reflexiva y analítica de textos literarios. El lenguaje y la

palabra están estrechamente relacionadas con el pensamiento razonado proveniente del modo verbal de pensar, representado por el hemisferio izquierdo del cerebro el cual no es ni intuitivo ni holístico, por lo que la respuesta a los estímulos externos no es tan inmediata como lo pueden ser el pensamiento no verbal del hemisferio derecho del cerebro. **(Edwards, 1984)** ¿Cómo es entonces, que una palabra puede decir más que mil imágenes? Será porque la palabra esta relacionada con el modo lineal, lógico y analítico de la parte izquierda del cerebro y los conceptos que emanan de ella se les escapan a las imágenes visuales por falta de concreción semántica. ¿Hay una mayor ambigüedad en las imágenes, son poco analíticas y simbólicas o simplemente es el mal uso de los lenguajes? Las imágenes pueden necesitar del texto para clarificar y afianzar una idea o un discurso (mensajes publicitarios), pero también el texto puede ser fácilmente ejemplificado y acentuado con el apoyo de la imagen visual. **16** El texto es tan importante para el lenguaje verbal como para el lenguaje visual. Ambos, se complementan. Así como existen imágenes poco significativas del mismo modo hay palabras carentes de sentido. Sin embargo, volviendo al asunto que nos compete, y teniendo claro la importancia y el lugar que ocupan tanto las imágenes como la palabra en un proceso comunicativo, qué importancia tiene, entonces, el texto narrativo para la imagen y en concreto para la imagen narrativa en multimedia. Para

**16** Debido al amplio concepto de imagen se ha dividido a las imágenes en imágenes mentales e imágenes visuales. Las primeras generadas dentro del cerebro humano y las segundas que son producidas al recibir los estímulos externos con el sentido de la vista.

responder a ello, se necesita primero, definir bajo que parámetros entendemos los textos narrativos. A primera vista puede ser sencillo: cuentos, novelas, novelas cortas, cuentos infantiles, artículos de prensa, etc. Cualquiera podría estar de acuerdo con ello, pero que pasa por ejemplo con las viñetas, historietas o tebeos, donde algunos afirman que pertenecen

Miguel A. Portillo Bobadilla  
miguel@arteciencia.mx

también al corpus de textos narrativos, aunque otros lo niegan. La respuesta es sencilla, los que consideran a las viñetas y tebeos dentro de los textos narrativos están haciendo un uso del concepto texto en un sentido de interpretación que rebasa el ámbito de la lingüística. El texto no tiene por qué ser solo lingüístico. En las viñetas de los tebeos se usa otro sistema de signos, uno no lingüístico, a saber: la imagen. Quienes comparten una interpretación más restringida reservan el término texto sólo para los lingüísticos.

Mieke Bal, en su Teoría de la Narrativa, define al texto como “un todo finito y estructurado que se compone de signos lingüísticos” y al texto narrativo como “aquel en que un agente relate una narración” (Bal, 1990:13) Y además agrega:

*“un texto narrativo es una historia que se cuenta con lenguaje; esto es, que se convierte en signos lingüísticos”. (1990:15)*

En su definición Bal, señala al texto como un elemento lingüístico, sin embargo cuando habla del texto narrativo podemos percibir que lo narrativo es un término que puede separarse del texto y sustituirse por la imagen sin afectar el significado de la narración: “una historia que se cuenta con un lenguaje [visual]”, que se convierte en signos, ahora no-lingüísticos.

## LA NARRATIVA MUI TIMEDIA

	CARACTERÍSTICAS	COINCIDENCIAS	DIFERENCIAS	EJEMPLO
Narrativa literaria	Relato representado o relato narrado (exposición de hechos) Géneros literarios que emplean la técnica narrativa	Relato (exposición de hechos)  Estrategia discursiva relacionada con el acto de narrar  Espacio, tiempo, personaje y acontecimientos, narrador e historia	Texto narrativo Signo lingüístico Técnicas narrativas: epopeya, novela, cuento, fábula, leyenda, mito, reseñas	Cuento, novela
Narrativa Visual	Relato icónico (exposición de hechos) Elementos visuales que emplean la técnica narrativa		Técnicas narrativas: psicología cinética, energía potencial de los objetos en reposo.	Comic, Tebeos
Narrativa Sonora	Objetos musicales como parte de un relato (exposición de hechos) Elementos sonoros que emplean la técnica narrativa		Discurso radiofónico Técnicas narrativas: acústica (ruidos), música de fondo, voz de los actores	Radio, narrativa musical
Narrativa Multimedia	Relato icónico y audiovisual (exposición de hechos) Elementos audiovisuales que emplean la técnica narrativa		Técnicas narrativas: interfaces gráficas, paradigmas visuales, metáforas visuales, formas gestuales.	Teatro, Museo Virtual

El texto es puramente lingüístico, y si el texto narrativo relata una historia quiere decir que el texto no es la historia. Por lo tanto, puede existir una misma historia relatada en diferentes textos. Ello me permite afirmar que puedo contar una misma historia relatada con imágenes sin perder el carácter narrativo. Sólo existe un cambio en el lenguaje y su sistema de signos, pero no en la historia o el mensaje.

Es aquí donde el elemento narrativo cobra interés por ser el elemento común tanto para el lenguaje visual como el verbal.

### **La Narrativa Literaria**

La narrativa literaria es una estrategia de discurso relacionada con el acto de narrar. La narración en el lenguaje verbal sea escrito u oral, se le asocia comúnmente como parte de las diversas estrategias discursivas para la presentación de conceptos, situaciones o hechos. Generalmente puede referirse a textos pertenecientes a diversos géneros literarios donde se emplea la técnica narrativa: epopeya, novela, cuento, fábula, leyenda, mito y, asimismo, relaciones no literarias de sucesos, como las reseñas periodísticas y las informaciones históricas.

La existencia de la narración requiere la existencia de sucesos relatables y es a través del relato como la relación de eventos puede ofrecer la forma de narración como en un cuento o de representación como en el teatro (relatos narrados y relatos representados). **(Beristain, 2002)**

*“Si bien la narración es una exposición de hechos, es a través del relato como puede alternarse con otras estrategias discursivas como la descripción (de conceptos, lugares, objetos, animales, personas, épocas, etc.); el diálogo (aunque es característico y dominante en los relatos que son representaciones teatrales), que puede contener narraciones y monólogos; el monólogo que puede ser verbal (soliloquio) o pensado por un personaje (monólogo interior)”.*  
**(2002:352)**

La narrativa, en suma, se le asocia con el relato y con los géneros literarios donde se emplea la técnica narrativa (narración como opuesto a la representación y el diálogo). Es un discurso citado, o como dice Jakobson, un discurso de estructura doble, “un discurso acerca del discurso” donde es necesario un agente que lo relate, es decir, un narrador-relator o como dice Barthes, “un tipo de discurso que repite palabras atribuidas a un interlocutor”. **(2002:353)**

En la narrativa existen diversos elementos que lo caracterizan. Primero, debe existir algo que

narrar o contar. Segundo, debe existir alguien o algo que narre lo ocurrido. Esto es importante, ya que lo define de otras expresiones discursivas donde no existe un narrador y carece de una instancia narradora.

Tercero, lo ocurrido tiene que hacer referencia a un tiempo pasado, presente, futuro, hipotético, habitual o cualquier otro modo culturalmente relevante de pensar el tiempo. Y cuarto, debe existir un espacio que albergue lo ocurrido.

Aquello que se cuenta ha sido nombrado de distintas maneras según el teórico en cuestión. Relato, para el inglés E. M. Foster y los estructuralistas franceses; trama, para los formalistas rusos; fábula para M. Foucault; historia, en los términos de B. Tomachevski. Sin embargo, todos concuerdan en cierta forma en que ello (llámese como se llame) es un aparato al servicio de contar algo.

### **La Narrativa visual**

*“Las narraciones pueden producirse mediante modos de representación orales, escritos, cinéticos, pictóricos o musicales. Las narraciones orales y escritas son las más corrientes. Las representaciones dramáticas de acontecimientos por medio*

*de movimientos del cuerpo y expresiones faciales pueden ser un vehículo narrativo aún más básico, si se consideran la historia, la ubicuidad y el atractivo de la actuación (Aristóteles).” (Dijk, 2000)*

Si hablamos de la narrativa visual esta incluye cualquier manifestación que pueda ser percibida por el sentido de la vista; desde las formas gestuales del rostro humano, los movimientos físicos de las extremidades del cuerpo humano como brazos, piernas y manos, hasta los movimientos cinéticos y las fuerzas de tensión que la energía potencial de los objetos en reposo puedan sugerir como direccionalidad, tensión, predisposición de las fuerzas internas de los objetos en el espacio [kandinsky], psicología cinética de la forma y el movimiento [Arnheim].

Todas estas formas visuales no sólo se presentan ante nosotros como elementos perceptivos y de sensación. Son también formas susceptibles de significación que además de producir excedentes de sentido, pueden ser utilizados como elementos narrativos, que ayuden en la codificación de historias y relatos, siempre y cuando (y esto es fundamental) exista un elemento relator de los hechos acontecidos.

*“Los hechos no hablan por sí mismos. Les es necesario alguien que los narre y algo donde cristalizar esa narración. La imagen narrativa, no solo da cuenta de ambas funciones, sino que además, en su forma narrativa, atiende tanto a los hechos y acontecimientos ocurridos, en sí mismos considerados, como a la narración de los mismos”.* **(Peña, 2000:61)**

Entonces podemos decir que la narrativa visual, ya sea como discurso multimedia o audiovisual, se entiende sólo cuando se le considera como relato y haga referencia a la narración, con todas sus implicaciones.

### **Relato icónico y audiovisual**

La trama o historia del relato puede ser narrada por un personaje que participe directa o indirectamente en los acontecimientos (relatos representados y relatos narrados). En el primero se lleva a cabo un diálogo icónico-verbal entre uno o varios personajes del relato. Los personajes son de doble carácter, jueces y parte de los acontecimientos, ellos mismos establecen un diálogo que avanza a la par de los acontecimientos, en el segundo, la exposición de los hechos se da desde el exterior. Los personajes

no son parte relatora de los sucesos. Quien narra los acontecimientos no participa en ellos.

Cuentos interactivos donde los personajes te invitan a jugar y participar con ellos que permanecen en todo momento a tu lado, para ayudarte o sugerirte, son un claro ejemplo de historias relatadas en primera y segunda persona (yo, tu, nosotros, ustedes), donde se establece un diálogo entre personaje y usuario.

Un cuento, narrado de la manera tradicional “Erase una vez...” donde los personajes son vistos desde afuera, o las explicaciones orales de una voz en off, ejemplifican la forma indirecta de la narración, donde el sujeto o usuario no establece diálogo con los personajes.

El relato.

Se puede constatar que a lo largo de la historia de la humanidad, todas las culturas, sociedades, pueblos y comunidades, han existido relatos. El relato presenta un modelo homogéneo, narrativo, válido para transmitir mensajes. Las personas siempre lo hemos utilizado como herramienta para comunicar y dar noticias de las relaciones entre los pueblos. Roland Barthes decía que el relato es la forma más histórica de las formas narrativas. **(Barthes, 1985)**

Todo relato implica una mediación. Mediación implica la presencia, tanto explícita como implícita, de un relator. El hecho de que un agente (relator

o narrador) medie en un relato, implica la existencia de una narración, ésta a su vez implica la existencia de una masa argumental incrustada en un tipo concreto de materia, bien sea literaria: novela, fábula, cuento; o no literaria: histórica, noticiosa..., o audiovisual: cinematográfica, televisiva, biográfica.

Dentro de la imagen narrativa encontramos como antecedentes al relato icónico y al relato audiovisual.

El *relato icónico* (**Peña, 2000:64**), es un tipo de imagen secuencial fija, comprendida por una sucesión ordenada, articulada y significativa de imágenes aisladas, constituidas por:

Unidades (imágenes aisladas) aislables significativamente.

Cada imagen fija que forma la secuencia tiene significación comprensible como unidad de lectura.

La temporalidad viene marcada por el orden de la secuencia, pero el receptor puede imponer con su lectura, su propio tiempo real.

La lectura horizontal permite una segunda temporalización diferente a la del relato.

La viñeta o fotografía es unidad mínima de significación.

El relato audiovisual (**2000:65**) se caracteriza por la imagen secuencial en movimiento, constituido por las siguientes características:

Las imágenes fijas que forma del movimiento no son percibidas individualmente como tales, la percepción vendrá definida por la ilusión de movimiento.

Instantaneidad máxima en la percepción de la imagen.

Las imágenes aisladas que conforman la secuencia no serán unidades mínimas de significación.

La lectura vendrá temporalizada por el emisor (autor) del relato. El tiempo de lectura coincide con el del relato.

El ejemplo más claro de los relatos icónicos son las historietas o novelas gráficas. En el caso del relato audiovisual, el cine y el video lo ejemplifican claramente. En los sistemas interactivos digitales como la multimedia es posible conjuntar los dos modos de relato. Existen imágenes secuenciales fijas (diaporamas, fotografías secuenciadas, etc.) e imágenes secuenciales en movimiento. En el primero el movimiento se construye como proceso de decodificación del usuario, en el segundo el movimiento es parte constitutiva de las imágenes.

Se puede concebir en el relato tres formas esenciales:

**1. Relato lineal.** Una narración que respeta una cronología. Los eventos se suceden unos a otros en un orden cronológico, lineal, fluido.

**2. Relato por tramas.** El relato se desarrolla en muchos niveles independientes, que se

responden unos a otros y/o cruzan o entrelazan regularmente. Interrumpen su curso lineal, pero no por ello dejan de ser tramas narrativas.

**3. Relato por toques o pinceladas.** Es un mosaico de fragmentos de relato aparentemente sin vínculos, sin relación entre ellos.

Separadas tiene la apariencia de anécdotas desprovistas de significado, pero puestas en relación (confrontándolos) aparece una coherencia sólida y conforma el relato.

Ya sea un icónico o audiovisual, el relato se puede desarrollar de cualquiera de las tres formas antes mencionadas.

### La narrativa multimedia

¿Dónde encontramos los elementos narrativos de la comunicación multimedia? Un antecedente principal lo podemos encontrar en las interfaces gráficas basadas en metáforas gráficas y en los paradigmas configurados en ventanas, íconos y menús, que como elementos formales de la comunicación visual de la interfaz gestual son un acercamiento al discurso visual utilizado para presentar hechos o acontecimientos que simulan una realidad.

En la comunicación multimedia, sí es posible hablar de narrativa, lo permite porque en ella pueden coexistir espacio y tiempo, personajes y acontecimientos, narrador e historia. Sin embargo, poco se conoce sobre esta relación

con la tecnología cuando de hecho el acto de narrar acontecimientos, reales o ficticios, por parte de las personas, se encuentra muy ligado a las herramientas utilizadas para tal fin. El hombre primitivo utilizó las paredes de las cavernas para contar lo que le aconteció, en la actualidad, se utilizan sofisticados medios para contar historias. Muchos de ellos los vemos ahora en la comunicación multimedia. Cuando hablamos de la metáfora como simulación de espacios conocidos,<sup>28</sup> la metáfora del “museo” en un CD interactivo se convierte también en un elemento narrativo, viajar por el espacio en una nave espacial en busca de un conocimiento es también una forma de relato. Atravesar el Amazonas en busca de oro y cruzar el río Nilo en busca de la pirámide de Tutankamón, es una metáfora visual que bien puede ser un tema de discurso narrativo. Se puede hablar de narrativa cuando existe en ella una instancia relatora de hechos acontecidos.

*“Cualquier imagen, fija o dinámica, aislada o secuencial, es un hecho narrado, mediado, independientemente de cual sea su valor consitutivo, sea narrativa o descriptiva...u otra. Por lo tanto, lo que una “imagen” representa y narra es un hecho acontecido”*  
**(Peña, 2000:60)**

Psycho (1960) de A. Hitchcock, no es lo que vemos lo que nos asusta, sino lo que oímos: los chirridos de los violines. Son ellos los que nos dicen que la chica está siendo acuchillada violentamente y los que nos incitan a gritar de terror. Porque nos cuentan la historia. Son narrativa sonora.



**28** Paloma Díaz en su libro “De la multimedia a la hipermedia” enfatiza la importancia de la metáfora como una figura retórica que situa al usuario en un entorno de trabajo que se asemeja a una situación real ya conocida, lo que facilita la rápida integración del usuario con las herramientas y el sistema digital en su conjunto.

Un relato es un hecho narrativo en donde suceden acciones y acontecimientos a una serie de personajes en un espacio y un tiempo ubicado en una instancia narrativa.

Temporalidad y espacio son elementos esenciales de la narrativa y lo son también para el discurso multimedia.

La narrativa como género discursivo del lenguaje literario puede ser traducido al lenguaje visual como relato, y concretamente como relato audiovisual en los medios interactivos digitales como la multimedia. A medida que la comunicación multimedia y el poder de las computadoras empiezan a cambiar nuestra aproximación a la literatura y a la narración de historias, necesitamos implementar nuevas estrategias de diseño para la creación de ficción interactiva. Con las nuevas tecnologías, la mentalidad del usuario cambia: los nuevos medios proporcionan más y mejor información al individuo. Bien dice Peña Timón: “con nuevas tecnologías, más información, y a más información, nuevas mentalidades”. **(2000:85)**

La puerta está abierta, no basta sólo con el término *interacción* o *integración*. Hoy los sistemas multimedia comienzan a resurgir con el mismo poder del cine como para formar un nuevo octavo arte, muy posiblemente sea porque estos sistemas comienzan a llegar a las fibras sensibles del ser humano. Los juegos y las consolas interactivas

nos muestran quizá porque las empresas desarrolladoras de contenidos multimedia ante la presión comercial y la competencia intentan destacar gracias a un catálogo de productos que estimulan la imaginación humana. El mercado de los juegos, económicamente redituable es el ejemplo más claro de los beneficios de la narrativa en productos encaminados al entretenimiento de las personas.

Es la historia lo que importa, lo que se cuenta y cómo se cuenta. Lo que se vive. Y esta historia, es posible contarse con imágenes. Quizá solo así se podrá tener la posibilidad de crear un nuevo arte surgido del apretar botones y navegar en mundos virtuales. Matthew J. Costello en “¡No pulse ese botón!” **(Vilches, 1999)** habla de los siete pilares de la interacción o el Zen del multimedia como un acercamiento a las posibilidades interactivas para los diseñadores multimedia las cuales pueden ser una herramienta poderosa para atraer al espectador hacia una historia, hacia el mundo, para conmovir a la gente y hacerle sentir. Imaginen lo que sería lograr que alguien esté demasiado aterrorizado para pulsar el botón del ratón o deshecho en lágrimas por algo que hizo.

El cine en sus inicios, solo ofrecían efectos ingenuos como el paso del tren, el andar, el trotar del caballo, el movimiento de la gente. Al público le fascinaba esto, porque representaba un juguete nuevo, una novedad. Igual que los multimedia.

*“Es importante que los diseñadores desarrollen una filosofía de interacción, y esa filosofía debería basarse en la historia (o las historias) que el diseñador quiere que experimente el espectador/ jugador.” (1999:311)*

Tiene razón Costello al hablar de la posibilidad de combinar imagen e historia para crear emoción, para hacer reír a la gente, para hacerla llorar, para asustarla. Lo hizo D. W. Griffith, F. W. Murnau y Georges Méliès. Porque el poder artístico del cine se produjo por un cambio no de tecnología sino de visión. Si se desdeña la narrativa visual se desdeña también el contenido mismo de la imagen que representa.

Y cómo lograr esta integración, cómo hacerla sin perder el equilibrio entre la explosión abrumadora de caminos narrativos que nos puede ofrecer la interactividad y mantener al mismo tiempo la narración como una unidad coherente, sólida y bien organizada.

*“Un verdadero sistema de navegación hipermedia abierto para el consumo de un usuario se arriesga a la muerte por un shock producido por ramificaciones arteriales abiertas y pérdidas de presión en la historia, en las que las líneas del argumento se vuelven demasiado difusas y los usuarios se pierden en las trivialidades.” (Vaughan, 2002:385)*

## 1.2.1) Elementos de la narrativa multimedia

Los elementos multimedia digitales se pueden resumir en cinco grandes grupos que comprenden: texto, audio, imágenes fijas, imágenes en movimiento e hipertexto <sup>34</sup> lo que representa prácticamente cualquier medio digital que la computadora es capaz de procesar.

En el discurso multimedia es fundamental la adecuada elección de medios ya que significa que el usuario comprenda y asimile mejor la información que desea transmitir.

Para hacer una elección adecuada de medios, es conveniente tener en cuenta las ventajas y desventajas que cada medio proporciona y la cantidad de información que se desea desplegar con cada uno de ellos. Esto es fundamental,

ya que para elegir los medios no sólo basta la selección sino también determinar su relación con el mensaje y con los otros elementos de la narración, de ahí que el diseño de la interacción se convierta en etapa crucial en el discurso multimedia.

Cualquier elemento multimedia es susceptible de convertirse en elemento narrativo, siempre y cuando contribuya en la exposición de hechos o acontecimientos relatados. Ya sea un elemento de descripción o de representación, tiene que tomar parte y sentido en los acontecimientos, como parte relatora o elemento constitutivo de la narración. Un elemento sonoro como el sonido de un animal, puede ser crucial en la trama del discurso si éste tiene repercusiones posteriores en el desenlace o final de la historia. Es así como el signo auditivo se vuelve un elemento narrativo con elementos semánticos y de significación dentro de la narración.

En el desarrollo de programas interactivos a través de la tecnología digital es necesario participar en la generación de novedosas formas de articulación de mensajes. Su sintaxis, semántica y pragmática se ven inmersas junto con nuevas técnicas de manipulación de recursos. La narrativa como técnica discursiva es uno de ellos.

### Elementos formales de diseño.

Las bases teóricas que dan soporte al diseño gráfico tales como las leyes de la proporción,

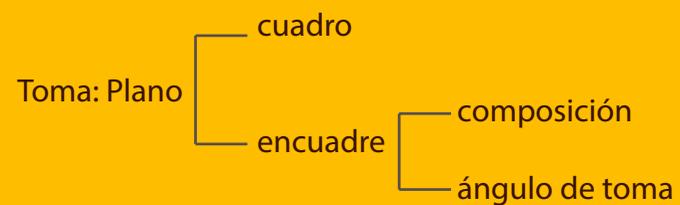
El siguiente esquema permite ver las relaciones existentes:

**Toma:** es el fragmento de película impresionada desde que se pone en marcha el motor de la cámara hasta que se detiene

**Plano:** la forma en que la toma es contenida definitivamente por la película.

**Cuadro:** los elementos diégeticos que han de ser tomados. Coincide con el concepto de campo, aunque puede distinguirse la relación de continente y contenido.

**Encuadre:** la forma de organizar la toma, que comprende la composición del cuadro y el ángulo de la toma.



los estudios sobre el color y su significación, las estructuras de configuración como las retículas y redes, el análisis de la forma, el diseño tipográfico y la simbología e iconografía forman parte de nuestra formación profesional como diseñadores y comunicadores visuales y nos ayudan a configurar los elementos visuales y sus relaciones entre si.

### **Elementos primarios de la comunicación visual:**

Los elementos básicos de la comunicación visual son la materia prima con la que los manipuladores de la imagen se valen para la creación de imágenes visuales significativas.

Todo lo que se diseñe ya sea desde simples bocetos, guiones, storyboards hasta grandes pinturas y obras de arte utilizan estos elementos para crear ciertos significados.

Estos elementos o propiedades inherentes de las formas visuales son: el punto, la línea, el contorno, la dirección, la textura, el tono, el color, la dimensión, la escala y el movimiento.

### **Componentes de la imagen en movimiento**

- A. El plano (general, medio, etc.)
- B. La composición (vertical, horizontal, diagonal, cíclica, quebrada, mixta).
- C. El encuadre.

El **plano** o campo caracterizan la importancia del tema tomado en relación con los elementos

presentes en la imagen. Su tamaño está determinado por la distancia entre la cámara y el sujeto. Es probablemente el elemento más importante y, por tanto, aquel a que con mayor frecuencia se hace referencia. Determina el tiempo de lectura de la imagen (es necesario dejarle al espectador tiempo material para percibir el contenido del plano) así como algunos efectos psicológicos sobre el observador. **(Díaz, 1982)**

Planos cortos se centran en el sujeto de la acción y profundiza en la psicología del personaje, sus pensamientos o conflictos. Planos largos ofrecen el contexto que rodea al sujeto de la acción. Puede servir para expresar valores como soledad, impotencia, desorientación.

*“La mayor parte de los tipos de planos no tienen otra razón que la comodidad de la percepción y la claridad de la narración” **(Díaz, 1982:69)***

La **composición** es el elemento que permite al ojo recorrer las imágenes según un evento o esquema y descubrir sucesivamente sus partes esenciales valorando su importancia. La composición es un recurso casi tan antiguo como las artes visuales. Comenzó en las civilizaciones clásicas (Grecia y Roma) y su estudio se perfeccionó en el Renacimiento.

**34** *Hipertexto nos referimos a un medio informático que relaciona información digital tanto verbal como no verbal que se enlaza mediante nodos y vínculos a otros contenidos de forma no-secuencial. Si bien Ted Nelson diferenció hipermedia para los elementos no textuales, el hipertexto no es ni mas ni menos que un método de presentación y organización de la información donde determinadas palabras o imágenes en el documento que estamos visualizando, pueden ser expandidas para obtener información adicional referente a esa palabra o imagen dentro del mismo documento o fuera de él (por ejemplo, en Internet). Vease. (Landow, 1995:15)*

## 1.2.2) Relaciones formales y objetuales

La composición tiene dos objetivos principales: Distribuir los elementos de la imagen siguiendo reglas de configuración visual y guiar la vista del espectador, bien a través de la imagen o hacia el motivo o motivos de la misma. El encuadre nos ayudará a ajustar el formato de la imagen para conseguir este objetivo.

El **encuadre**. Con el término encuadre se indica tanto el recuadro, es decir, la posición del sujeto con respecto a los márgenes de la imagen, como la elección del punto de vista, o sea, la elección de la posición de la máquina con respecto al sujeto, cosa que determina el ángulo de la toma. Según la distancia, la situación y la inclinación de la cámara, se pueden conseguir diferentes expresiones de la realidad. (*full shot, close up, Big closed up, Tight shot, Medium shot, Fade in/out*) y los movimientos de cámara (*Tilt up, split, Pull in, Pull back, Zoom in, Zoom out*).

La elección de estos elementos y su manipulación nos permite lograr un determinado efecto no sólo a nivel forma y perceptivo sino también significativo y expresivo.

### Interacción e integración

Se ha considerado en consecuencia estudiar los dos conceptos más característicos que inciden directamente sobre los elementos multimedia en esta disciplina: la interacción (niveles de participación del usuario con el sistema) y la integración (unión de elementos conectados entre

sí), y el efecto que produce el establecimiento de una estructura narrativa.

### El diseño de la interacción

El diseño de la interacción se refiere a establecer los controles con los que el usuario contará durante su navegación por el programa multimedia.

Las ideas que se generan en cuanto a los tipos de interacción, varían de una aplicación multimedia a otra. Cuanto más control interactivo se le proporcione al usuario, más complejo será desarrollar el producto. Sin embargo, el éxito va a depender en gran medida, de seguir los principios básicos del diseño de la interacción: claridad, sencillez y facilidad de uso.

El diseño de la interacción parte de la estructura que se tiene en el mapa de navegación y se trabaja conjuntamente con el diseño de la interfaz gráfica. El objetivo es formar las rutas de acceso a los diferentes niveles de información y decidir lo que sucederá en cada pantalla, permitiendo que el usuario se sienta a gusto navegando libremente y manteniendo el control de las acciones que realiza.

Los elementos de interacción se puede clasificar de dos maneras, por su forma y por su función.

#### Por su forma:

**Boton:** tiene forma de botón y pueden tener o no un texto sobre ellos.

**Texto sensible:** es una palabra o frase que al tocar sobre ella se ejecuta alguna acción

**Objeto sensible:** puede ser un ícono o algún otro elemento que al tocar sobre él se ejecuta una acción

**Zona sensible:** es un área de la pantalla que al tocarla se ejecuta una acción.

**Por su función:**

**Elementos de navegación:** sirven para dirigirse de una pantalla a otra, y pueden ser de ruta relativa o absoluta.

a) de ruta relativa: son los que dependiendo del lugar donde se esté ubicado, nos llevan a otra pantalla, por ejemplo: continuar, regresar, ir al principio de la sección, etc.

b) de ruta absoluta: son los que independientemente del lugar donde esté ubicado, nos llevan a una pantalla específica. Estos elementos se dividen a su vez en:

Generales. Se encuentran en repetidas ocasiones a lo largo del programa, por ejemplo: menú principal, inicio, salida, glosario, etc.

Particulares. Aparecen en pantallas específicas como opciones para dirigirse a subtemas

**Controles de despliegue:** Sirven para tener el control sobre los despliegues de medios que se llevan a cabo en las diferentes pantallas, y

pueden ser disparadores de medios, herramientas de control de medios o herramientas de configuración.

**Disparadores de medios:** son los elementos que sirven para activar un video, audio, texto, etc, dentro de la pantalla (en el caso de las palabras sensibles se les conoce como hipermedios).

**Herramientas de control de medios:** son los elementos que permiten manejar los medios, por ejemplo: las barras deslizables para recorrer un texto; los controles para ejecutar una animación, detenerla o hacer una pausa; los elementos en pantalla que se pueden desplazar de un lugar a otro, etc.

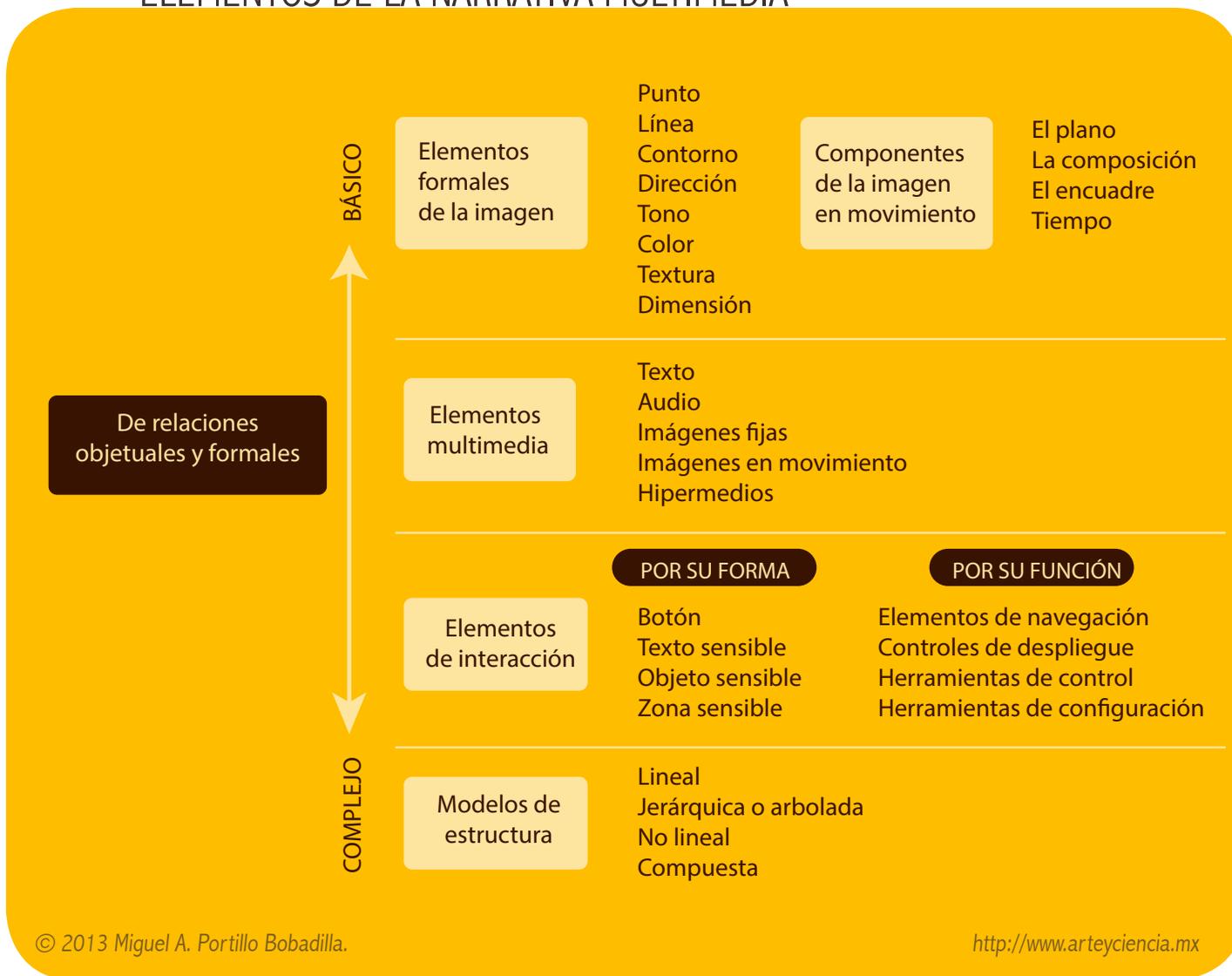
**Herramientas de configuración:** son los elementos que permiten modificar una característica de despliegue a lo largo del programa, por ejemplo: el idioma en el que van a estar los despliegues de texto y locución.

La interactividad es un recurso importante dentro de los medios digitales y como tal tiene la función no sólo de reforzar el mensaje sino establecer una relación de comunicación participativa entre el usuario multimedia, receptor y emisor, sin embargo, la interactividad por sí sola no es garantía de nada (incluso puede convertirse en un impedimento).

Tener un medio de comunicación que me permite conjuntar distintos códigos al mismo tiempo y en el mismo espacio no implica tampoco una mejora

# ELEMENTOS DE LA NARRATIVA MULTIMEDIA

Miguel A. Portillo Bobadilla  
miguel@arteyciencia.mx



en la decodificación del mensaje. La calidad del sistema se mide en términos de su eficacia para transmitir mensajes no la diversidad de medios que logré transmitir en un determinado momento, de ahí que los mejores diseñadores multimedia son aquellos extremadamente organizados y capaces de diseñar un discurso coherente y bien estructurado.

En el cine, por ejemplo, cuántas veces no vemos producciones espectaculares pero que carecen del más mínimo sentido. Su línea argumental es pobre y recurrente y por lo tanto carece de interés. Cuando se piensa que por el hecho de transmitir un mensaje por un medio electrónico o darle salida con los mejores recursos tecnológicos se garantiza la calidad de los contenidos y su efectividad, se está muy lejos de comprender lo que es comunicar.

Existen varias formas de organizar la información. La forma y el estilo del relato que se presente dependen en gran medida del modelo estructural que se defina. En la multimedia digital, estos modelos se determinan por las conexiones y vínculos entre distintas unidades de información. Tay Vahuan, en su libro: *Todo el poder de multimedia (1995)* las presenta como partes de un sistema de navegación donde se especifican las rutas posibles con que cuenta el usuario. Así mismo, clasifica estas estructuras en:

- **Lineal:** la navegación es de manera secuencial, poniendo énfasis en la secuencia de un proceso

o suceso, por ejemplo, cuando se habla de un acontecimiento histórico.

- **Jerárquica o arbolada:** el acceso es desde un punto principal de entrada, a cada una de las áreas temáticas. Para ir de un área temática a otra, es necesario regresar al punto principal. Esta estructura es adecuada cuando se desea navegar de los temas más generales a los más particulares, por ejemplo, el folleto interactivo de una compañía.

- **No lineal:** la navegación que el usuario tiene es libre a través de las diferentes secciones del programa. No presenta limitaciones durante el recorrido, el usuario decide dónde iniciar y terminar, por ejemplo, los juegos.

- **Compuesta:** Este tipo de estructura es una combinación entre las anteriores. El usuario puede navegar libremente, pero bajo ciertas limitaciones, como puede ser una presentación lineal y jerárquica. Ejemplo de esta estructura es una enciclopedia.

Esta clasificación es comúnmente conocida como mapa de navegación o flujo de información usado con fines prácticos dentro del proceso de producción permitiendo al equipo de trabajo poner en común las posibles trayectorias que contiene el programa y facilitar la producción de medios. Sin embargo, este aspecto pragmático de direccionalidad de las acciones y grados de interactividad también tienen su contraparte

semántica, donde los vínculos se determinan por la semantización de la estructura y la organización de los contenidos.

El **hipertexto (Asmar, 1997:61)** introduce a la práctica de la narración innovaciones como:

**La no linealidad.** No existe una trama completamente definida que exija el seguimiento por parte del lector, de una secuencia fija predeterminada, en su totalidad por el texto.

**La apertura.** El texto no se presenta acabado, sino en continua elaboración, de acuerdo con los objetivos de “construcción de sentido” de los usuarios

**La intertextualidad.** Se pueden realizar “montajes” en la construcción de los textos, tales como mezclas con otros lenguajes (gráficas, imágenes en movimiento) o anexión de citas, comentarios, glosas, explicaciones alrededor de un documento dado.

**La jerarquización.** Los hipertextos están constituidos por textos conectados entre sí, que carecen de un eje primario de organización. El “usuario” señala George Landow hace de sus intereses propios el criterio organizador.



### 1.2.3) Relaciones espaciales y temporales

#### Temporalidad y espacio en la narración multimedia

Si hay en el mundo de las ideas dos conceptos que han ocupado el esfuerzo y la atención de los grandes pensadores, como problemas inquietantes y abiertos para explicar el origen del hombre en el mundo, son el espacio y el tiempo. Espacio y tiempo son conceptos ordenadores de la realidad.

Platón decía que el espacio es materia y, en cuanto tal, pura ilusión. Fuera del mundo de las ideas (que para él es el único mundo real), el espacio era una quimera. Aristóteles en cambio, pensaba que el espacio era el hábitat natural de todos los cuerpos materiales, seres humanos que habitan y objetos que constituyen el mundo. Si no existe espacio vacío es porque todo está llena de cuerpos. El único modo posible de imaginar al espacio es, por tanto, como límite del cuerpo envolvente respecto al cuerpo envuelto. El espacio es una propiedad o límite del contacto de los cuerpos materiales. Kant, por su parte, decía que el espacio no era nada si se desligaba de nuestra experiencia sensible.

La multimedia es una forma de comunicación caracterizada por el tiempo y el espacio. La comunicación de los sistemas digitales multimedia se da de manera fragmentada. La información que se presenta es gradual; de ahí que la navegación sea una característica fundamental. El usuario

navega gracias a los vínculos y las ligas que se establecen en la estructura del programa. Así, el usuario puede pasar de una pantalla a otra, de un vídeo a otro, de una animación a un cuadro, un esquema, un dibujo o cualquier otro medio visual o auditivo. Los botones, los menús, los hipertextos, son elementos que nos sirven para tal propósito.

Los mensajes y los contenidos del programa son también afectados por el factor tiempo. Se fragmentan, se organizan en bloques, se esquematizan, se ordenan y clasifican para su fácil comprensión.

En la narrativa de la imagen intervienen diversas nociones de tiempo, que resultan pertinentes para el análisis de la narrativa multimedia. **(García, 1995)**

**Tiempo referente.** Aquél, en el que han acaecido o pueden acaecer los acontecimientos, con independencia de que sean o no sometidos a esa convención abstractiva, que denominamos historia narrativa. El tiempo referente de una narración biográfica son los 80 años que ha vivido el protagonista. El referente es tiempo objetivo cronológico.

**Tiempo narrado o tiempo de la historia.** Es el que resulta de esa operación del montaje, con la que, en expresión de Pasolini, el cine “pesca en la vida”. Es el tiempo regido por la economía de la mente; un tiempo elíptico y convencional.

Tiempo discontinuo, en el que se disimulan los vacíos, arbitrando relaciones convencionales, que vinculan los pocos momentos significativos y privilegiados que representa la imagen. El tiempo narrado no es el referente, sino el significado de la imagen narrativa. Es un tiempo arbitrariamente estructurado.

**Tiempo de la enunciación o tiempo de discurso.** Por ser de naturaleza lingüística y retórica, afecta al modo de contar la historia y de convertirla en relato.

**Tiempo objetivo o tiempo de relato.** Equivale a la duración cronológica de la proyección, difusión o visionado normal de la obra narrativa.

**Tiempo pragmático.** Hace relación a la naturaleza comunicacional o comunicativa del acto narrativo. Es el tiempo de lectura, el tiempo variable que cada sujeto emplea en la decodificación del mensaje narrativo en razón de su doble competencia lingüística y textual. El tiempo pragmático es inversamente proporcional a la cultura del sujeto. El tiempo del relato es uno y el mismo para todos, pero el de la lectura varía en cada sujeto "lector".

**Tiempo psicológico o interior.** No es cronológico como referente, ni objetivo como el tiempo del relato, ni depende directamente de la competencia como el tiempo pragmático, sino de la conciencia individual en la que el tiempo se siente y es vivido.

Para que el relato adquiriera su configuración y su sentido ha de asociar al tiempo matemático, al tiempo cronológico, al tiempo objetivo los modos particulares en que los receptores del mensaje narrativo lo interpretan y vivencia, es decir, el tiempo psicológico o tiempo interior. El tiempo en el relato no es sólo un marco cronológico de referencia.

## ESPACIO

El espacio se asocia a la acción, los personajes y el tiempo, para conformar el contenido de la historia.

La definición del espacio narrativo requiere la especificación de conceptos afines: campo, escenario, ámbito y entorno. **(García, 1995:312)**

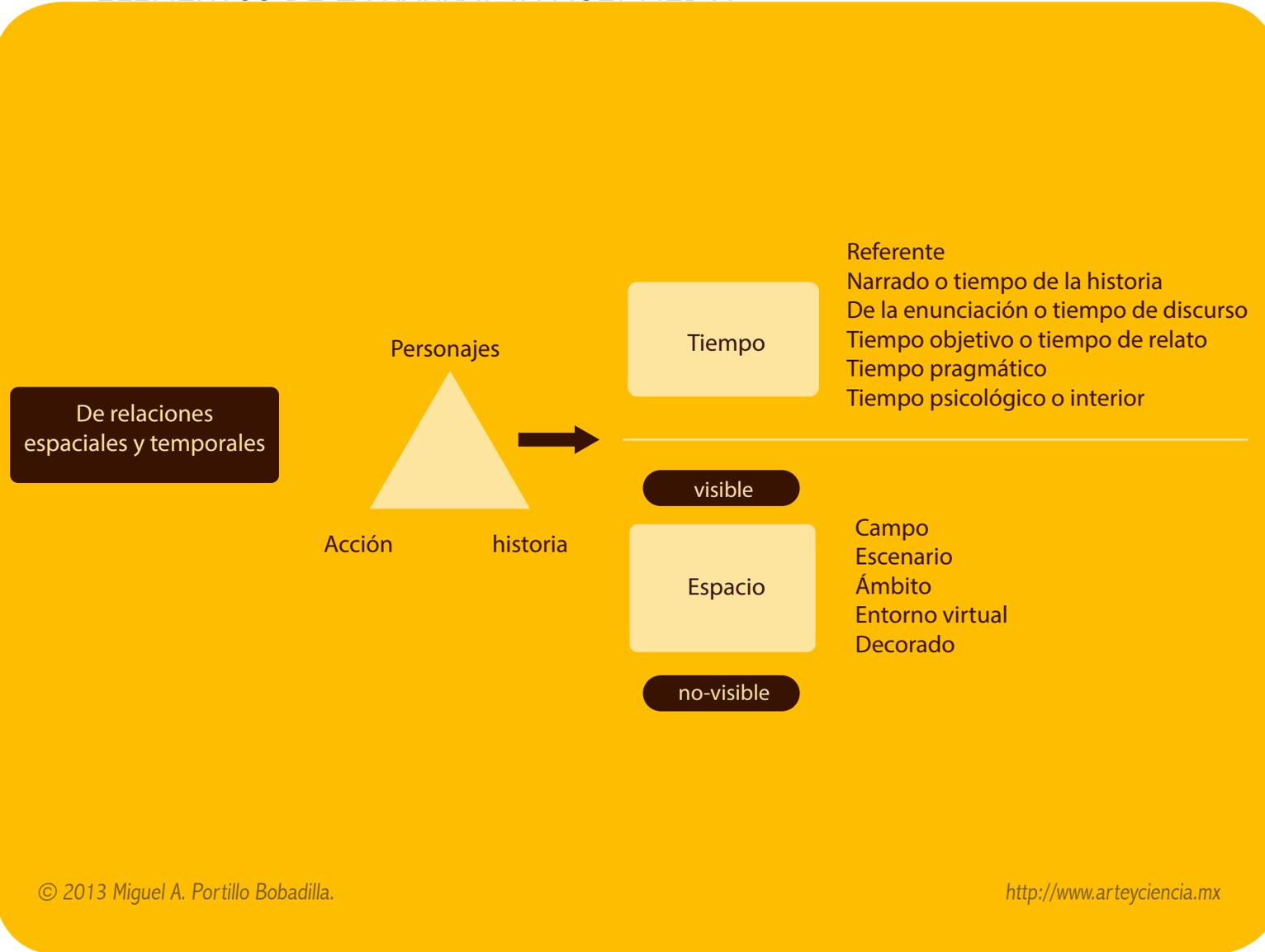
**Campo.** El campo es el espacio representado. Es el resultado de una representación icónica.

**Escenario.** El escenario se relaciona con la puesta en escena. Es escenografía: un espacio construido para la representación y para la acción. Su función no consiste propiamente significar sino representar.

**Ámbito.** El ámbito es el espacio concebido como campo de encuentro humano. Connota esos plexos riquísimos de relaciones metafísicas de proximidad y distancias conceptuales, éticos, ideológicos, etc., que definen la vida humana

# ELEMENTOS DE LA NARRATIVA MULTIMEDIA

Miguel A. Portillo Bobadilla  
miguel@arteyciencia.mx



como juego de libertad. El ámbito es un espacio simbólico. Prescindir del concepto ambital del espacio en el análisis narrativo es impedir al discurso su función esencial: la construcción del sentido.

**Entorno virtual.** En el lenguaje informático el entorno es la relación de todos los registros de memoria y demás elementos que condicionan el funcionamiento del sistema. El entorno visual relaciona cinco propiedades del sistema: la digitalización, la sintetización, la tridimensionalidad, la simulación y la interactividad.

**Decorado.** El decorado denota la voluntad de conferir al espacio una dimensión estética.

El espacio dentro de la narración cobra importancia porque en él se desarrollan los personajes, tiene lugar el hecho acontecido, y se define el objeto narrado dentro de un contexto (cultural, social, espacial, temporal). Con ello, el espacio se convierte en un medio de encuentro, de relación entre las partes que conforman un todo, un espacio global con sentido y significación. El espacio es delimitante, cerrado, pero no totalizador, el espacio de una interfaz digital no delimita el espacio narrado. Este no tiene límites ni conoce fronteras. La imagen visual tiene una función legible más allá de su función visible. El fuera de campo existe y remite a lo que no se oye ni se ve, pero que sin embargo está perfectamente presente. Gilles Deleuze en

*La imagen en movimiento* **(1994)** habla de esta dualidad de espacio y acción que exceden siempre los límites del encuadre y que en ciertas circunstancias este espacio ficticio o imaginario (por no ser visible) cobra mayor importancia que el espacio delimitado por el encuadre.

El espacio visible, sin embargo, es el lugar donde suceden los acontecimientos, los hechos y las acciones por lo que se le asocia comúnmente con la acción, con el movimiento y con el tiempo transcurrido.



## 1.2.4) Figuras retóricas y estructuras narrativas

### Metáforas y metonimias: figuras retóricas en la narración multimedia

Uno de los recursos más importantes en la narración multimedia son las figuras retóricas que enfatizan el sentido de lo expresado.

Estas técnicas también se utilizan para encontrar soluciones originales para resolver problemas de diseño tal como énfasis o reducción de la información, o para demostrar un viejo concepto de nueva manera.

Las figuras retóricas en la narración multimedia las encontramos en diversos elementos de la interfaz gráfica: (íconos, botones, menús, barras) y como parte de la simulación de espacios virtuales: ambientes y realidades virtuales.

La Metáfora, como simulación de espacios virtuales, facilita al usuario entender y experimentar una forma de interacción en términos de otra más familiar. Usar metáforas basadas en la experiencia del mundo real facilitan la integración del usuario con el sistema computacional. Es importante construir un mundo estable y consistente para la metáfora. Estructurar las interfaces gráficas en metáforas clarifica la interacción. Presentar un mapa de la ciudad para presentar información de lugares de interés o representar la metáfora de una excavación arqueológica, con mapas, guías,

o herramientas de excavación y búsqueda en un programa sobre habilidades de investigación, incrementan y enfatizan el sentido del mensaje.

Organizar la interacción alrededor de la metáfora solo puede ser útil si la metáfora es reconocible, estable, y consistente.

La metáfora deriva de la comparación, reemplaza un elemento por otro que tiende a enfatizarlo por analogía o semejanza tanto lingüística como visualmente. Pertenece a las figuras retóricas de sustitución.

Cuando una persona lee un texto crea representaciones mentales que se asemejan a la estructura de un documento de papel, en términos de organización y localización espacial. Estas representaciones, o modelos, se derivan de años de experiencia; de lecturas de distintos tipos de textos. La misma conclusión se puede extrapolar para otros contextos, deduciéndose que cuando el usuario se encuentra en una situación conocida se comporta con los papeles adquiridos en su pasado. La utilización de metáforas en el interfaz de usuario explota modelos ya asimilados, situando al usuario en un entorno de trabajo que se asemeja a una situación real.<sup>39</sup>

El empleo de metáforas en el diseño de la interfaz ayuda a clarificar la naturaleza de los elementos de información que contiene el sistema, y

consigue que el usuario capte la manera en la que están relacionados. Además al usuario se le facilitará el acceso a las herramientas que ya son conocidas, y que le permitirán fácilmente situarse en el entorno de trabajo.

Utilizando metáforas se pueden cubrir varios aspectos de un sistema multimedia: la presentación (cómo aparecen, suenan e incluso se sienten los objetos y los espacios de información), la estructura (cuáles son las relaciones entre los diferentes espacios) y la interactividad (cómo interactúa el usuario con la información y el sistema). Es importante que no se produzcan inconsistencias entre estos aspectos.

Algunos ejemplos de las metáforas en los sistemas multimedia son: la historia, el viaje, el museo y el libro.

Las historias representan un mecanismo duradero y atrayente para la comunicación de la información, especialmente en un contexto educacional.

El empleo de historias proporcionan una estructura de información reconocible y familiar, reducen la carga cognitiva de la navegación, gracias a la riqueza de información; y pueden ayudar a convertir la interactividad inherente al sistema en una participación activa y creativa

mediante el uso de los elementos involucrados en la historia.

Otras figuras retóricas utilizadas en el diseño multimedia son: **40**

**Metonimia.** Consisten en designar una cosa con el nombre de otra, puede estar en relaciones de causa-efecto, como en el resultado obtenido después de la aplicación de un tratamiento hidratante sobre una piel seca. Muestra las causas a través de sus efectos. Un icono de ayuda para la brocha de pintura mostrando un signo de interrogación (por ayuda) en una gota de pintura, es una buena ilustración de esta figura, la gota de pintura está siendo asociada con la acción de pintar.

**Sinécdoque.** Poner énfasis en una de las partes. Forma de elipsis que consiste en presentar el todo a través de una de sus partes, generalmente aquella que enfatiza más el sentido. Por ejemplo, el lenguaje musical representado por una nota. En el caso de la interfaz gráfica, la sinécdoque resulta útil cuando el objeto a representar es extremadamente grande o complejo para ser reducido a un ícono o botón, y se requiere de seleccionar la parte más significativa: una chimenea por una fábrica, una llanta por un automóvil, una tecla por un teclado, una llave por una caja de seguridad, etc.

**39** Ver "Simulación de espacios conocidos: la metáfora" de Paloma Díaz en *De la multimedia a la hipermedia*,

**40** Ver: "Representing Macbeth: A case study in visual rethoric" en *Design Discourse*, de Victor Margolin, The University of Chicago Press, USA, 1989

"Rethorics and visualization" de Claire Dormain en *The semiotics in multimedia. An introduction to multimedia production*. Aarhus University, Denmark, 1999

**Hipérbole.** Exageración visual. Usada para hacer un objeto más prominente. Esta técnica adquiere valor cuando se quiere hacer distinción entre objetos o conceptos similares. Exagerar el tamaño de un objeto es la forma más común de esta figura. Dos formas específicas de esta figura son la exageración y la anticipación. Exageración consiste en enfatizar un objeto o amplificar una emoción o reacción. Anticipación, es usado en animación como una manera de exagerar una acción previa que permita dar al espectador una clave de la acción que le continúa. Exagerar la postura del cuerpo de un corredor en un punto previo a la acción del correr.

### **Estructuras narrativas**

Existen varias formas de organizar la información. Su estilo y su forma de presentación dependen en gran medida del modelo estructural que se defina. Dependiendo del modelo es el tipo de experiencia que se obtiene.

### **Estructura lineal**

Una de las estructuras más sencillas es la estructura lineal (Lopuck,1996) en donde los medios son presentados más o menos en forma secuencial. Mientras este tipo de estructura parece ser opuesta a lo que pensamos debe ser un interactivo, el proceso de navegación

hacia delante y hacia atrás y la inclusión de viñetas manipuladas por el usuario hacen de las estructuras lineales tan interactivas como otros modelos estructurales.

Los títulos con estructuras lineales siguen un curso predeterminado de acciones pero ofrecen interacciones localizadas a lo largo del camino. Adquieren su dinamismo gracias a la inclusión de animaciones, diálogos o videos que apoyan y enriquecen la misma experiencia. No es posible explorar el contenido desde diversos ángulos ni construir su propio curso de acciones pero son muy útiles para narrar cuentos, historias o relatos. Muy común en los libros que son traducidos al lenguaje multimedia con la música, las narraciones orales y la animación de personajes que pueden comunicarse entre ellos o incluso con el usuario.

El cuento de caperucita roja tan conocido y “trillado” traducido al lenguaje multimedia puede ofrecer una experiencia totalmente diferente, igualmente interesante y atractiva.

### **Estructura multilineal**

Lisa Loupock en el libro *Designing multimedia (1996)* (*Diseñando multimedia*) propone algunas estructuras basadas en proyectos reales. Una estructura derivada de la estructura lineal es la **estructura multi-lineal** que, como su

nombre lo dice, presenta más de una estructura lineal donde el usuario puede decidir en cualquier momento cual de ellas seguir, brincar de una a otra sin ningún problema o navegar simultáneamente permitiendo el despliegue simultáneo de medios sincronizados. Este tipo de estructura también puede ser utilizado cuando se presentan diversos niveles de información, una más profunda que la otra o cuando la información se presenta desde diversas perspectivas y el interés principal es confrontarlas entre sí.

### **Estructura modular**

La estructura modular, por su parte, se basa en el principio de desarrollar múltiples objetos independientes entre sí, y que pueden a su vez, tener o no interacción con los demás medios, de tal forma que al actuar en conjunto representen diferentes experiencias únicas y personales. Se pueden combinar, unir, juntar y separar de ambientes comunes o preestablecidos. “Plug and Play” o mejor dicho poner y usar es la idea principal de esta estructura. Objetos modulares pueden ser insertados en distintas aplicaciones multimedia. Hay muchas ventajas en este tipo de diseño de estructuras modulares. La primera de ellas es su flexibilidad al crear su propia experiencia basado en sus intereses y necesidades. Segundo, títulos de esta naturaleza pueden continuamente

expandirse porque los nuevos medios o elementos pueden ser desarrollados posteriormente. Un factor a considerar, sin embargo, es que este tipo de estructuras requieren de mayor tiempo de planeación. Así mismo, todos los objetos modulares que conforman un sistema de este tipo deben seguir ciertos protocolos que les permite “saber” como unirse entre ellos para crear una experiencia multimedia única.

### **Estructura arbolada**

La estructura arbolada o de historias alternativas (*branching stories*). Retomada de los libros clásicos de “construye tu propia historia” donde el final de la aventura es el resultado de una serie de decisiones hechas en el transcurso de la lectura. El escritor presenta en determinado momento una serie de opciones posibles para continuar con la historia y es el usuario quien decide que rumbo tomar. Aunque este tipo de estructuras por lo general son muy atractivas e interesantes son muy costosas y requieren mucho tiempo de producción ya que se necesitan crear un gran repertorio de posibilidades que requieren a su vez de distintos ambientes, objetos, personajes y elementos gráficos.



### **Estructura lineal arbolada**

La estructura lineal arbolada a diferencia de la anterior se presenta con un único final, pero con la posibilidad de viajar a través de distintas facetas de la misma. Programas de esta naturaleza generalmente empiezan con una pequeña secuencia lineal, que establece el escenario, introduce a los personajes y provee información acerca de la aventura que le espera al usuario. Una vez que termina esta secuencia lineal se deja al usuario explorar un sin fin de lugares, donde puede coleccionar llaves, objetos, y conocer más personajes. Al llegar a cierto punto, como cuando resuelve un crucigrama o acertijo entonces el programa asume que está listo para otra secuencia lineal con nuevos personajes y ambientes y que permitirán al usuario ir avanzando poco a poco hasta llegar al final de la historia. Este recurso es muy utilizado en los videojuegos (*Zelda, Doom*).

### **Estructura de espacios virtuales**

Otro modelo más es el que utiliza la estructura de espacios virtuales que consiste en presentar espacios multidimensionales reconocibles como un cuarto o inclusive un libro por donde el usuario puede fácilmente navegar. Usar ambientes virtuales reconocibles ayuda al usuario en su experiencia interactiva, sin embargo, el uso de

herramientas de navegación tridimensionales en un espacio bidimensional como la pantalla de monitor puede ser tediosa. Este tipo de estructuras requieren así mismo de animaciones 3D de alta calidad, que requieren en algunos casos de la ayuda de lenguajes de programación mucho más sofisticados para su realización como programación de bajo nivel con C, pascal, Visual Basic que ha diferencia de los ya conocidos Director, Hypercard o Authorware, son mucho más apropiados para mundos virtuales en 3D debido a su gran rendimiento durante la navegación.

### **Estructura de simulación**

La estructura de simulación resulta un excelente medio para emular sistemas de la vida real como formas de vida, pueblos, y mundos. En un multimedia de simulación los objetos individuales como animales, fábricas, máquinas están diseñadas con una serie de **comportamientos** que responden a la condiciones establecidas por el usuario. Estas acciones pueden conducir a otra cadena de eventos y así sucesivamente a través del tiempo. Ejemplos de esto son los juegos en los que se simula la navegación de un barco o un avión donde el usuario tiene una serie de controles a su disposición y dependiendo de cómo utilice estas herramientas es como va a simular ambientes reales. Otros ejemplos son aquellos juegos donde

se manejan **variables** como la velocidad, el tiempo, la tasa de crecimiento, natalidad, etc.

### **Estructura abierta**

El Internet y la comunicación electrónica son un claro ejemplo de este tipo de estructura. El flujo de información no está definida, es totalmente abierta y libre a través de una red de conexiones y nodos o bien de vínculos, ligas e hipertexto. Tiene tantas ramificaciones como el usuario se lo permite. Estas a su vez con miles de bifurcaciones que pueden albergar millones de páginas alrededor del mundo. Los usuarios comienzan a formar parte en la construcción de sus contenidos (ejem. redes sociales) Este flujo de información incide obviamente en la estructura narrativa y son los mismos usuarios los que generan sus nodos de interconexión.

Este último elemento característico permite establecer relaciones no lineales, estructuras de navegación que difícilmente se darían en otros medios más convencionales que no tienen ese juego y esa movilidad. Es así como en el caso del multimedia esta se ve enriquecida. En este sentido, Gui Bonsiepe deja ver claramente la función que desempeña el diseñador en esta etapa de comunicación al referirse a éste como un *info designer* o “diseñador de información”

especializado en proporcionar técnicas de navegación internacional altamente complejas.

Todos estos modelos estructurales nos ayudan a desarrollar experiencias distintas de navegación que influyen en gran parte en el discurso y la narrativa del mensaje que se quiere transmitir. Cada uno de ellos tiene características propias para su elaboración por lo que definir desde un principio cual de ellos se utilizará determina en gran medida la carga de trabajo a realizar, el tipo de elementos a elaborar y la manera de estructurar la navegación y de programar los elementos en un solo sistema.

Mantener la atención sostenida, es decir, conseguir que el receptor mantenga una actitud continua de expectación ante la aplicación no es sencillo. Para ello Bouza expone, de entrada, dos factores que ayudan a conseguirla: “la naturaleza y la apariencia de la aplicación. A la generada por el primer factor la identificamos con la atención cognitiva y a la generada por el segundo, con la atención afectiva.” **(Bouza, 2003:99)**

Para conseguir la atención cognitiva es necesario que la información sea relevante y esté bien organizada; para conseguir la atención afectiva es necesario establecer un lazo emotivo entre el usuario y la aplicación. Un recurso que



## ELEMENTOS DE LA NARRATIVA MULTIMEDIA

Miguel A. Portillo Bobadilla  
miguel@arteyciencia.mx

De relaciones  
semánticas

Figuras  
retóricas

Metáforas  
Metonimias  
Sinécdoque  
Hipérbole

Estructuras  
narrativas

Lineal  
Multilineal  
Modular  
Arbolada  
Lineal arbolada  
De espacios virtuales  
De simulación

© 2013 Miguel A. Portillo Bobadilla.

<http://www.arteyciencia.mx>

contribuirá siempre a conseguir la atención afectiva es el desenlace literario. El cual consiste en que si se comienza a contar una historia se está sembrando en el receptor una inquietud por conocer el final. Lo mismo sucede cuando vemos la televisión o una película: se está pendiente de conocer el desenlace. Enfocar la aplicación como una narración ayuda a establecer esta atención afectiva. Esta debe por ello, contar con la presencia de tres componentes: “coherencia argumental, dramatización e incorporación de recursos técnicos.” (2003:105).

En el cine, por ejemplo, existen tres elementos claramente identificados dentro del ámbito del guión cinematográfico: el discurso, la dramatización y el mensaje.

La **coherencia argumental (2003:93)** implica un buen discurso, es decir, que la información que se quiere transmitir se realice de forma ordenada, lógica y coherente. Vigilar la coherencia argumental significa cuidar que los sucesos estén bien enlazados y se justifiquen en que unos nos lleven a otros. Por ello, un discurso multimedia no solo implica definir los elementos que aparecen en la pantalla sino también la forma y el orden secuencial en que aparecen. Todos y cada uno de los elementos a utilizar, llámense imágenes, textos, videos, animación, audio, etc., deberán

corresponder al esquema lógico de sucesos de nuestro discurso. Hay que estructurar discursos coherentes y significativos.

La **dramatización** puede reducirse a la inclusión de toda una serie de elementos que servirán de enlace entre las pantallas y contextualizarán los contenidos. Se trata, pues, de añadir toda suerte de imprevistos que no rompan la idea inicial, pero que le den un toque de armonía y ritmo.

Bouza, en *El guión multimedia (2003)* señala que la dramatización como “una necesidad de agregar un componente dramático” conduce en mayor medida hacia un proceso de análisis y reflexión.

Introducir elementos dramáticos en la exposición de contenidos significa agregar elementos de significación a nuestro programa.

Tanto el discurso, como la dramatización y el mensaje constituyen elementos importantes de toda estructura narrativa: *logos* (discurso), *pathos* (drama) y *ethos* (mensaje moral) **(2003:105)**.







**El sistema  
educativo nacional**

*Rescatemos  
la ideología, la utopía y la fe  
en una educación  
formadora y recuperadora de la libertad.*

**E**l Sistema Educativo Nacional, de acuerdo con el artículo 10 de la Ley General de Educación, esta constituido por:

- I. Los educandos y educadores;
- II. Las autoridades educativas
- III. Los planes, programas, métodos y materiales educativos;
- IV. Las instituciones educativas del Estado y sus organismos descentralizados;
- V. Las instituciones de los particulares con autorización o con reconocimiento de validez oficial de estudios, y
- VI. Las instituciones de educación superior a las que la ley otorga autonomía.

El Sistema Educativo Nacional está compuesto por los tipos: básico, medio superior y superior, en las modalidades escolar, no escolarizada y mixta. El tipo básico se compone de los niveles preescolar primaria y secundaria. El nivel medio superior comprende los estudios de bachillerato y de técnico profesional. La educación de tipo superior comprende licenciatura, especialización, maestría y doctorado.

También incluye la formación para el trabajo y tres clases de educación específica: inicial, especial y para adultos.

Los servicios educativos, por el régimen de las instituciones que ofrecen, se clasifican de acuerdo con su control administrativo y pueden ser públicos (federales, estatales, autónomos) y particulares.<sup>45</sup>

**45** El Sistema Educativo Nacional. Subsecretaría de Educación Media Superior (SEMS)-Coordinación Sectorial de Desarrollo Académico (CoSDAc). Coordinación de Estadística. Descripción de Servicios Educativos. pdf p.1



2.1) Logros y limitaciones de la educación en nuestro país

*México registra uno de los niveles más bajos en cobertura educativa por debajo de países con menor desarrollo.*

*Apenas cubre el 27% de los jóvenes en edad de ir a una universidad.*

### Datos Nacionales. Referencia Histórica.

Uno de los retos más importantes del sistema educativo nacional es la cobertura y eficiencia educativa, la desigualdad de las entidades federativas que se incrementa de forma considerable en el acceso a la educación Superior y los rezagos a nivel internacional.

Mientras que en el Distrito Federal por cada mil alumnos que ingresaron a primaria en el ciclo escolar 1990-1991, 348 alumnos egresaron de licenciatura en 2006-2007, es decir, sólo el 35%. En el estado de Oaxaca, esta cifra se reduce a 63 alumnos, lo que se traduce en el 6.3%. **(CENEVAL, 2009) 46**

La ANUIES plantea la necesidad de reforzar el crecimiento de la educación superior en un fuerte énfasis en la igualación de oportunidades educativas. Con esta orientación, se considera necesario que para el año 2012 la cobertura nacional en educación superior sea cuando menos de 30% del grupo de edad correspondiente y ninguna entidad federativa tenga una cobertura inferior a 20%. Hoy la tasa de cobertura nacional se aproxima al 22%. **47**

El país, apenas cubre el 27% de los jóvenes en edad de ir a una universidad. Estas cifras resultan precarias e insuficientes a nivel internacional. México registra uno de los niveles más bajos en cobertura educativa, incluso por debajo de países

con menor desarrollo y lejos de naciones como Brasil que invierte tres veces más en este rubro, como lo advierte el rector de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), José Narro Robles. **(Mora, 2010) 48**

En su visita Oficial de once días por México, desarrollada del 8 al 18 de febrero de 2010, Vernor Muñoz Villalobos, relator especial sobre el Derecho a la Educación de la ONU, dijo que la simbiosis atípica que hay entre la Secretaría de Educación Pública (SEP) y el Sindicato Nacional de Trabajadores de la Educación (SNTE), en donde ambos mantienen una subordinación recíproca de funciones, agrega una gran complejidad al panorama educativo.

En sus recomendaciones al gobierno federal, el relator propuso la eliminación de cualquier tipo de cuotas escolares, ya que la educación es gratuita, “y si estas cuotas se dan, es porque el presupuesto para educación es inadecuado”, considero. Así mismo, no culpar y proyectar una mala imagen de los maestros, en las pruebas (PISA, ENLACE y EXCALE) haciendo creer que los problemas de negligencia escolar son achacables exclusivamente a ellos y no a un “sistema educativo que ha resultado moroso en las políticas públicas consistentes”. **(Rodríguez R., 2010) 49**

Para el relator de la ONU, las comunidades indígenas y rurales son los sectores más

**46** Indicadores y estadísticas obtenidas del portal web del Centro Nacional de Evaluación para la Educación Superior, A.C. CENEVAL. Tarjeta Informativa del estado de Oaxaca y Tarjeta Informativa del Distrito Federal. <http://www.ceneval.edu.mx/ceneval-web/content.do?page=1691>

**47** Centro de Enseñanza Técnica y Superior. Mexicali, Tijuana, Ensenada, B.C. (2006) La Educación Superior en México. (n.d)

**48** México, de los peores en cobertura educativa: Narro. El Universal. Dinorath Mora. Corresponsal. Pachuca, martes 16 de marzo de 2010. <http://www.eluniversal.com.mx/notas/666347.html>

**49** ONU: SEP y SNTE frenan la educación. Ruth Rodríguez. El Universal. Viernes 19 de febrero de 2010. <http://www.eluniversal.com.mx/nacion/175759.html>

afectados del rezago y exclusión educativa, así como también aquella que se observa entre las escuelas públicas y privadas del país, entre las zonas urbanas y rurales.

El entorno social, económico y político, eleva las exigencias de la sociedad hacia la educación superior, reclamando respuestas que sobrepasan las capacidades actuales, por lo que se requieren mayor flexibilidad y adaptabilidad para responder a las circunstancias. Entre los principales problemas se identifican:

- a) La existencia de Instituciones de Educación Superior con niveles desiguales de calidad y pertinencia académica.
- b) La desarticulación del sistema de educación Superior con los niveles educativos previos, particularmente el medio superior.
- c) La rigidez del sistema para posibilitar la movilidad de estudiantes y profesores.
- d) El limitado financiamiento público de la educación superior y la carencia de criterios idóneos para su distribución y ejercicio.
- e) La insuficiencia de las políticas para impulsar la investigación científica y tecnológica y articularla con el desarrollo del país.





### **Sistemas de evaluación. Estadísticas.**

Uno de los instrumentos del gobierno federal que rigen los objetivos y líneas de acción para consolidar las metas y la visión estratégica del país hacia el siglo XXI, lo constituye el Plan Nacional de Desarrollo. Entre sus prioridades educativas se encuentra ofrecer a niños, jóvenes y adultos más opciones educativas, con independencia de su condición económica, social, ideológica, de género, étnica o religión.

Con ese fin, se promueve el diseño de instrumentos de evaluación e implementación de acciones y programas que permitan reafirmar y extender logros, así como corregir deficiencias y limitaciones.



## 2.2) Material didáctico en la multimedia digital

*La finalidad de la educación es conseguir que*

*el individuo se convierta en una persona humana, autónoma,*

*capaz de ser lo que es y de elegir su rumbo.*

Si bien el estudio de la educación y sus procesos de enseñanza, sus reflexiones sobre su esencia y funcionamiento así como el análisis crítico de sus técnicas y métodos educativos pertenecen al estudio de la pedagogía, la psicología educativa, la filosofía e incluso la sociología, es pertinente establecer las corrientes pedagógicas y autores que sustentan los contenidos y materiales elaborados en este proyecto.

Hablar de materiales educativos y didácticos, tanto para su diseño, elaboración y puesta en práctica dentro de las aulas significa aplicar adecuadamente las herramientas pedagógicas más propicias para el tipo de aprendizaje que se pretende conseguir.

Existen muchas teorías pedagógicas y corrientes de pensamiento en torno al proceso educativo. Muchas de ellas parten del concepto de educación para determinar un enfoque pedagógico determinado. Así, la educación es vista en gran medida como **procesos socializantes** cuya finalidad central es que los individuos logren desempeñar sus roles futuros dentro de un sistema cultural que actúe sobre la preservación de su existencia y su desarrollo en su ámbito social, todo ello bajo normas y valores que rigen el universo laboral **[Parsons]. 50**

Otros, en cambio hacen, por ejemplo, una crítica al cumplimiento de dichos modelos socializantes,

como puede suponer la Teoría de la resistencia, donde revisten especial importancia sobre las concepciones personales a partir de la resistencia a aceptar los valores que la sociedad dominante pretende imponer sobre quienes participan en el proceso educativo. **[Giroux] [Rockwell]. 51**

En la teoría del capital humano, en cambio, la educación se plantea desde la perspectiva económica como productos de inversión vinculadas al empleo y el desarrollo económico de las naciones. **[Schultz] 52**

Este proyecto tiene un enfoque pedagógico plural, que se basa en la formación individual y social del alumno, en síntesis, plantea proporcionar los recursos necesarios que le permitan al estudiante ubicarse en una posición autónoma y crítica, reflexiva y propositiva dentro del grupo social al que pertenece con capacidad de actuar sobre los fenómenos naturales y sociales. Para ello nos apoyamos en las corrientes pedagógicas más vigentes como la pedagogía constructivista, y sus principales postulados.

Los procesos de enseñanza han tenido que adaptarse al uso de tecnologías informáticas y medios electrónicos que invariablemente forman parte de nuestra cultura. Si bien, heredamos muchas de las corrientes modernas como la **tecnología educativa (Rico, 2005) 53** que fuertemente tuvo su influencia en la educación

**50** Talcott Parsons. Sociólogo estadounidense. Uno de los mayores exponentes del funcionalismo estructuralista en sociología

**51** Henry Giroux. Crítico cultural estadounidense y uno de los teóricos fundadores de la pedagogía crítica en dicho país.

Elsie Rockwell. Antropóloga mexicana. Una de las figuras más destacadas de la etnografía educativa, con la realización de investigaciones fundamentalmente en la escuela primaria y contando con el apoyo del CINESTAV del IPN.

**52** Theodore William Schultz. Economista norteamericano que recibió el Premio Nobel de Economía de 1979 junto a Arthur Lewis por sus investigaciones sobre economía agraria. Teoría del Capital Humano tiene su auge a mediados de los años sesenta del siglo XX

**53** Pablo Rico Gallegos en "Elementos teóricos y metodológicos para la investigación educativa" Unidad 164 de la Universidad Pedagógica Nacional, Zitácuaro, Michoacán, México, 2005, pp. 18-20 <http://www.monografias.com/trabajos35/teorias-pedagogicas/teorias-pedagogicas.shtml>

## TEORÍAS Y CORRIENTES PEDAGÓGICAS CONTEMPORÁNEAS

	CARACTERÍSTICAS	CONCEPTOS	EJEMPLO	AUTORES
Teoría del Capital Humano	<b>Enfoque económico</b> <b>Modelo capitalista - Inversión</b>	Inversión Capital humano	La educación es un forma de inversión que afecta positivamente variables como el ingreso, el empleo, el crecimiento económico y la equidad social	Theodore Schultz,
Teoría de la Resistencia	<b>Enfoque cultural y psicosocial</b> <b>Modelo socializante - crítico</b>	Conciencia social Resistencia Lucha de clases	Las escuelas no solamente reproducen, sino que mantienen una serie de elementos culturales de una clase dominante, es por ende el espacio para la transformación	Henry Giroux, Elsie Rockwell, David Barkin
Tecnología Educativa	<b>Enfoque científico y sistémico</b> <b>Modelo tecnológico - productivo</b>	Eficiencia Pragmatismo Empirismo Técnica didáctica	Programación de la enseñanza, sus bases teóricas y procedimientos se enmarcan en el ámbito de la tecnologías de la información y la comunicación	Winslow Taylor, Hull, Cols y Skinner
Pedagogía Crítica	<b>Enfoque sociológico y participativo</b> <b>Modelo analítico - autoreflexivo</b>	Actitud crítica Investigación analítica Conciencia	Los estudiantes cuestionan y desafían las creencias y prácticas que se les imparten y se les alienta para modificar la realidad social.	Paulo Freire, Henry Giroux, Peter McLaren
Pedagogía Constructivista	<b>Enfoque genético y psicológico</b> <b>Modelo dialéctico - activo</b>	Competencia cognitiva Adaptación activa Asimilación-Acomodación	El alumno es constructor y único responsable de su propio conocimiento, en tanto que el papel del docente es el de coordinar y guiar ese proceso constructivo.	Jean Piaget, Barbel Inhelder, Jerome S. Bruner
Pedagogía de las emociones	<b>Enfoque psicológico y emocional</b> <b>Modelo preventivo - motivacional</b>	Desarrollo afectivo Manejo de emociones Transtorno Personalidad	Una educación cuyo objetivo central sea la formación de la personalidad integral del educando debe considerar necesariamente dos grandes aspectos: el cognitivo y el emotivo.	Pablo Rico Gallegos
Pedagogía Institucional	<b>Enfoque psicológico y terapéutico</b> <b>Modelo no-directivo antiautoritario</b>	Autogestión Autonomía Autorealización Confianza	El alumno tiene la capacidad de comprenderse a sí mismo y resolver sus problemas de modo suficiente para lograr la satisfacción y eficacia. Aprender a ser para cambiar.	Michel Lobrot, Georges Lapassade, Carl Rogers, Célestin Freinet
Pedagogía Tradicionalista	<b>Enfoque magistro-logocéntrico</b> <b>Modelo memorístico - evaluatorio</b>	Disciplina Autoridad Pasividad	Enseñanza asociada con una serie de prácticas pedagógicas negativas y que se oponen a cualquier intento innovador: horarios rutinarios, espacios cerrados, aprendizaje mecánico, docencia autoritaria.	

científica y tecnológica para medir e incrementar la productividad y la economía de una nación, existen hoy en día influencias mucho menos rígidas, pragmáticas e individualizantes que buscan soluciones mucho más integrales y críticas con su entorno y su repercusión en el individuo. Tal es el caso de la **pedagogía constructivista**, la **pedagogía crítica**, o la **pedagogía emotiva**, donde la construcción del conocimiento es parte esencial del individuo pero también paralelamente la habilidad para el manejo de las emociones como estimulante en este proceso.

En nuestro tiempo, es demasiado frecuente que algunas situaciones ya cotidianas, provoquen estados depresivos, disminución de la autoestima y otras secuelas manifestadas en la salud física y psíquica de los individuos. Tales son los casos del desempleo, la competencia profesional, el consumo de drogas y la degradación del entorno social.

No sólo se trata de estructuras, procesos y estrategias para ser más productivo, también de conocimiento para aprender a pensar, construir y modificar el presente, de la autogestión, de la educación institucional. Así mismo, no soslayar el desarrollo emocional, las habilidades, la personalidad y las actitudes individuales para incentivar este proceso creativo en la solución de problemas.

Es por eso que saber explicar y enseñar adecuadamente requiere de habilidades

compartidas entre alumno y docente. Comprende una serie acciones, estrategias, técnicas y actividades planificadas, organizadas que posibiliten el aprendizaje de los estudiantes.

La **didáctica** como rama de la Pedagogía se encarga de buscar los métodos y técnicas más pertinentes para mejorar la enseñanza definiendo pautas para conseguir que los conocimientos lleguen de manera eficaz.

Como disciplina científico-pedagógica se focaliza en cada una de las etapas del aprendizaje, permite abordar, analizar y diseñar los esquemas y planes destinados a plasmar las bases de cada teoría pedagógica.

*La didáctica (del griego didaskein, “enseñar, instruir, explicar”) es la disciplina científico-pedagógica que tiene como objeto de estudio los procesos y elementos existentes en la enseñanza y el aprendizaje. Es, por tanto, la parte de la pedagogía que se ocupa de las técnicas y métodos de enseñanza, destinados a plasmar en la realidad las pautas de las teorías pedagógicas.*

Con la incorporación de distintas tecnologías en educación, fue necesario pensar en estrategias

de enseñanza y formas de uso adecuado que posibiliten mejores vínculos con el conocimiento.

Los **materiales didácticos** elaborados con medios digitales tienen su origen desde la década de los 80's. Sin embargo, es a principios de los 90's cuando creció, paralelamente al desarrollo acelerado de las computadoras personales, el interés por producir material educativo en formato digital. Escuelas y universidades incrementaron exposiciones y presentaciones docentes que hacían uso de la computadora. Con el paso del tiempo las posibilidades para el diseño de programas multimedia se ampliaron. Existió un considerable aumento en la capacidad de procesamiento de datos, memoria, almacenamiento, resolución de video, etc. Fue posible que instituciones educativas desarrollaran cursos completos con la finalidad de apoyar materias particulares de la currícula académica. Por otro lado, el internet (como un sistema de información y comunicación global) consolida un nuevo paradigma en donde las clases, las videoconferencias, los temarios, los exámenes, y muchos otros recursos docentes se incorporan a nuevos **entornos virtuales de aprendizaje (EVA) (Marquès, 1999)** <sup>54</sup> cursos integrados generalmente por diversas asignaturas que se desarrollan a través de las funcionalidades de un entorno tipo *campus virtual*. Los *campus* virtuales, con los que se pueden impartir tipo de cursos, son plataformas tecnológicas *on-line* a través de las cuales se

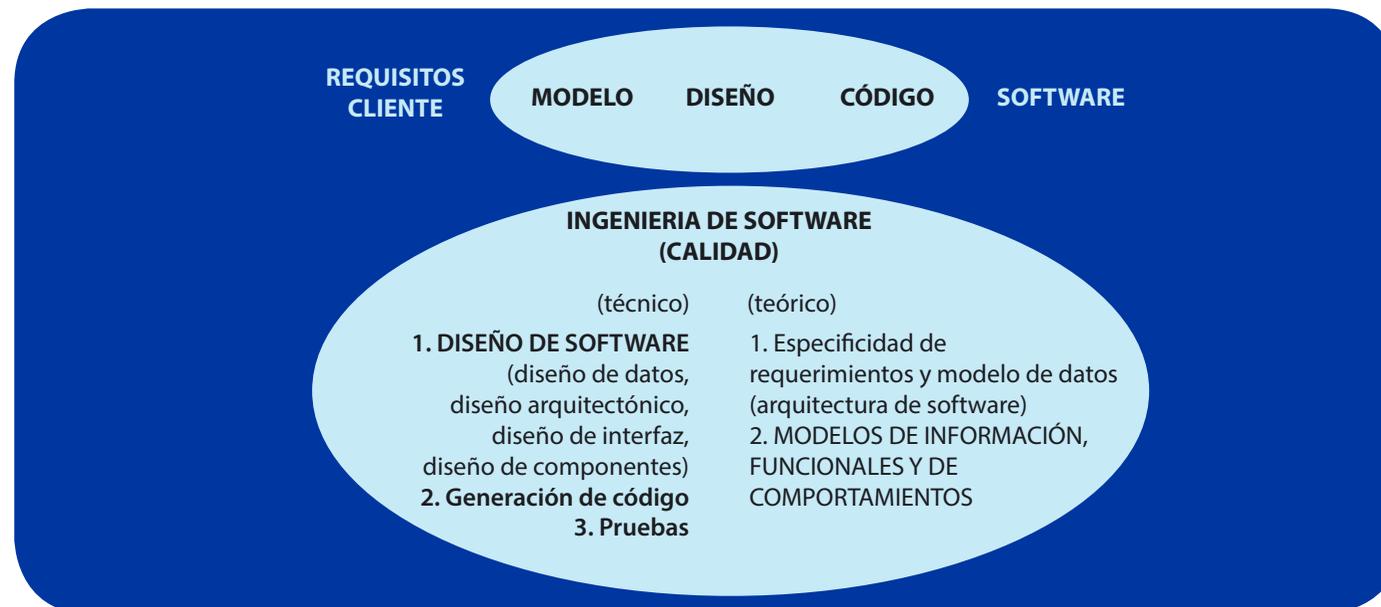
**54** Pere Marquès Graells, *Entornos formativos multimedia: elementos, plantillas de evaluación/criterios de calidad*. Departamento de Pedagogía aplicada, Facultad de Educación, Universidad Autónoma de Barcelona, 1999. <http://peremarques.pangea.org/calidad.htm>

ofrecen unos contenidos formativos y la asistencia de un equipo de profesores, consultores, tutores, coordinadores, técnicos... Por ejemplo, los cursos en línea del Bachillerato a Distancia de la Secretaría de Educación del Distrito Federal o el sistema de Universidad Abierta y Educación a Distancia de la UNAM.

Dentro del grupo de materiales multimedia que integran diferentes elementos textuales (secuenciales e hipertextuales) y audiovisuales (gráficos, sonido, video, animaciones...), están los **materiales multimedia educativos** que

El diseño de software es la primera etapa técnica del proceso de la Ingeniería de Software y consiste en producir un modelo o representación técnica del software a desarrollar y es una guía para los programadores que construyen el código y quienes mantienen el software.

Miguel A. Portillo Bobadilla  
miguel@arteyciencia.mx



© 2013 Miguel A. Portillo Bobadilla.

<http://www.arteyciencia.mx>

son los materiales multimedia que se utilizan con una finalidad educativa, es decir, tienen la intención de facilitar los procesos de enseñanza y aprendizaje, por ejemplo, un programa que permita hacer ejercicios sobre la estructura gramatical de un idioma extranjero.

### Software educativo

Podemos definir la palabra “software” como el conjunto de componentes lógicos necesarios para realizar una o varias tareas específicas de un sistema informático. Originalmente se utilizó en contraparte al hardware referida como la parte física o tangible de sus componentes eléctricos, electrónicos, electromecánicos, o mecánicos (cpu, memoria, disco duro, impresora).

Al hablar de software educativo básicamente nos referimos a aquellas aplicaciones o programas informáticos destinados a la enseñanza y el aprendizaje autónomo. Esto incluye programas como sistemas operativos completos destinados a la educación.

Su evolución va desde la Instrucción Asistida por Computadora (**CAI-Computer Assited Instruction**) como tutoriales o módulos de enseñanza y métodos de evaluación automática, instruccional, con preguntas cerradas, hasta sistemas más complejos como los Entornos Virtuales de Aprendizaje (**EVA**) y el Software Educativo Abierto (**SEA**), enfatizando más el aprendizaje creativo que la enseñanza. Este

último, no presenta una secuencia de contenidos para ser aprendidos, sino un ambiente de exploración y construcción virtual, conocido como micromundo. Tal es el caso del presente proyecto que busca no solo exponer material interesante sino abierto a poder participar, poder ser autor, ensamblador y adecuador de su propio material educativo. Si el maestro (y sus estudiantes) son capaces de ajustar el material, entonces se despierta el entusiasmo creativo, la investigación, la competencia y el gusto **(Rivera) 55**.

*“...los ambientes de aprendizaje basados en uso del computador no deberían involucrar tanto el conocimiento y la inteligencia en la dirección y estructura de los procesos de aprendizaje, sino más bien deberían crear situaciones y ofrecer herramientas para estimular a los aprendices a hacer el máximo uso de su propio potencial cognitivo”*  
*(Scardamalia et al.; 1989) 56*

Para todo aquel que tiene experiencia en la elaboración de este tipo de material queda claro que implica un gran esfuerzo y tiempo. Y sin embargo, todavía está en discusión las ventajas y desventajas que este nuevo medio ofrece comparado con la docencia tradicional. En términos

generales, si bien los materiales didácticos en la multimedia son alentadores en el ámbito de la motivación y aceptación, no siempre reflejan ser un instrumento que mejore significativamente el desempeño ya que todo depende del diseño del programa o software, del tema y del estudiante y como lo dijimos anteriormente, de su entorno.

En los trabajos citados sobre la eficiencia pedagógica se observa que el desempeño del alumno frente a estas nuevas tecnologías, se ve afectado en cierto grado, por el contacto previo que haya tenido con estos medios tecnológicos, pero por otro lado, la aceptación (del estudiante) va en aumento en la medida que se hacen mejores programas, se familiariza al estudiante, y se utiliza como un apoyo docente. De ahí la importancia, de generar contenidos más cercanos y apegados a su contexto, que estrechen lazos con su entorno, apegados a su cultura e idiosincrasia que contribuyan a cerrar esta brecha tecnológica.

#### **Diseño e ingeniería de software**

Si hablamos del diseño de un producto de aprendizaje desde la perspectiva del software, entraríamos en el terreno del diseño e ingeniería de software, en tanto, la complejidad y envergadura del proyecto requiera de eficiencia en los procesos, métodos y técnicas específicos para la implementación de código que resulten en calidad del producto terminado. El objetivo principal de la ingeniería de software es producir

**55** Dr. Eduardo Rivera Porto, (n.d.) Material Educativo Abierto, Última fecha de consulta: 17-nov-2012 <http://neoparaiso.com/logo/software-educativo.html>

**56** De Corte, E. (1996). Aprendizaje apoyado en el computador: una perspectiva a partir de investigación acerca del aprendizaje y la instrucción. In G. Barón Sierra, O. Marino, H. Escobar Melo (Eds.), Memorias, III Congreso Iberoamericano de informática educativa, red Iberoamericana de informática educativa RIBIE, Barranquilla, Colombia, 8-11 July 1996. Sena, Colombia. <https://perswww.kuleuven.be/~u0004455/index.htm>

# DISEÑO DE SOFTWARE Y DISEÑO GRÁFICO

Miguel A. Portillo Bobadilla  
miguel@arteyciencia.mx

## DE SOFTWARE

Centrado en el **VALOR** al cliente con **CALIDAD** y precio

**Control de especificaciones:**  
Detección-rectificación de errores

**Solventar problemas de calidad:**  
Estadísticas, análisis de procesos, estándares de calidad

**Definición de requerimientos:**  
Funcionales (qué) y no funcionales (cómo)

### METODOLOGÍAS

**Diseño de datos:**  
(objetos de datos - diagrama relación-entidad - diccionario de datos)

**Diseño arquitectónico:**  
(patrones de diseño - elementos estructurales) define las relaciones entre los elementos estructurales

**Diseño de interfaz:**  
(interoperabilidad - diagramas de flujo de datos y/o control) como se comunica el software consigo mismo y su entorno

**Diseño de componentes/procedimental:**  
se transforman los elementos estructurales de nuestro programa en una descripción procedimental de los componentes

Analistas de negocio

(requerimientos)

Desarrolladores

(implementación)

## DISEÑO

**COMO INNOVACIÓN**  
clientes - necesidades  
(dirige todas las actividades del negocio para mejorar)

**COMO PROCESO**  
requisitos - estrategias  
(mejora la eficiencia de los productos y servicios)



**COMO ESTILO/FORMA**  
usabilidad - interfaz  
funcionalidad - interacción  
(incrementa la experiencia visual del usuario)

Info-Diseñador

(requerimientos)

Creativos

(implementación)

## GRAFICO

centrado en el **VALOR** al cliente por medio del uso de **OBJETOS** y la configuración de **SIGNIFICADOS**

**Control de especificaciones:**  
objetivos, antecedentes, perfil demográfico, psicográfico

**Calidad gráfica:**  
Composición, Jerarquía, Funcionalidad, Materiales Implementación, Evaluación impacto social

**Definición de requerimientos:**  
funcionales (qué) y formales (cómo)

### METODOLOGÍAS

**Información e investigación:**  
(acopio y ordenamiento del material)

**Análisis:**  
(descomposición del sistema contextual en demandas, requerimientos o condiciones)

**Síntesis:**  
(respuesta forma del problema en un todo estructurado y coherente)

**Evaluación:**  
(sustentación de la respuesta formal a la contrastación con la realidad)

**CALIDAD:** Consistente conformidad de las expectativas del cliente

software de calidad. Esto es la adecuación del software a los requisitos exigidos. El camino para obtener software de calidad es mediante un planteamiento riguroso del problema.

*“El proceso de desarrollo de software es aquel en el que las necesidades del usuario son traducidas en requisitos de software, estos transformados en diseño y el diseño implementado en código.”*

57

El proceso de desarrollo de software requiere por un lado un conjunto de conceptos, una metodología y un lenguaje propio. A este proceso también se le denomina ciclo de vida del software.

Analisis > Diseño

Implementación > Instalación

> Mantenimiento **58**

El diseño del software se puede describir con una sola palabra -calidad-. El diseño es la única forma de convertir exactamente los requisitos de un cliente en un producto o sistema de software

finalizado. El diseño de software sirve como fundamento para todos los pasos siguientes del soporte de software y de la ingeniería del software. Este proceso requiere aplicar distintas técnicas y principios con el propósito de definir un producto con los suficientes detalles para su realización física. La primera etapa técnica del proceso de Ingeniería del Software consiste en producir un modelo o representación técnica del software a desarrollar. Debe por lo tanto, ser una guía que puedan leer y entender los que construyan el código y los que evalúan y mantienen el software.

Los principios generales del diseño son aplicables a todas las disciplinas, y por supuesto, al software.

Tanto el diseño de software como el diseño multimedia está rodeado de procesos, métodos y estrategias encaminadas a satisfacer las necesidades de un cliente.

*“Diseñar es conocer a tus clientes y sus necesidades, hacer test, crear prototipos, definir requisitos, tomar decisiones sobre estrategia de empresa, información o procesos”.*  
**(Lacalle) 59**

Su complejidad radica en factores (internos y externos) que deben ser manipulados e incorporados para que cumplan con los objetivos

que se establecen. Estos objetivos buscan generar como toda empresa un **VALOR** centrado en el CLIENTE / USUARIO.

Por ello, uno de los pilares fundamentales en el diseño de software, como estrategia de negocio para el éxito en términos económicos y comerciales de un producto, es el valor percibido por el usuario. Este valor se mide en términos de calidad y precio. Los clientes evalúan la **CALIDAD** según las necesidades de uso (tangibles) y estima (intangibles). El diseño de software se ocupa de las necesidades tangibles o de USO y es por lo tanto un trabajo enfocado a la eficacia (proporcionar los atributos demandados por los clientes) y eficiencia (minimizar los costos de producción) en el desarrollo de software, con el menor número de errores, en el menor tiempo posible. Esto se traduce económicamente en reducción de costos y aumento de utilidades y satisfacción-beneficio en el cliente/usuario.

El éxito de un software también depende de:

- a) facilidad de uso
- b) Una buena interfaz de usuario
- c) Sus funcionalidades.
- d) Contenidos adecuados.

**57** Capítulo 1. El diseño de software. Diseño y P00. Ingeniería Técnica de Informática de Sistemas y de Gestión Optativa (6 créditos) Escuela Superior de Informática de Albacete. Universidad de Castilla - La Mancha <http://www.slideshare.net/simonaparicio/diseo-de-software-2593855>

**58** El mantenimiento implica evaluar su funcionamiento, corregir, actualizar y aumentar su funcionalidad con el tiempo dado nuevas exigencias frente a los usuarios destino.

**59** Alberto Lacalle. Sitio personal. Última fecha de consulta: 17-nov-2012 <http://albertolacalle.com/diseño.htm>

## 2.3) Multimedia para la ciencia



### **La ciencia en México. Recursos multimedia. Instituciones.**

La educación científica en México es insuficiente. Las academias del mundo han recomendado a los países en desarrollo que inviertan en el sector al menos uno por ciento de su producto interno bruto (PIB), e incluso Europa ha planteado que en 2020 todas sus naciones deben dedicar al menos 3 por ciento.

En la región latinoamericana, sólo Brasil destina uno por ciento del PIB, cuando en México apenas rebasamos 0.3 o 0.34 por ciento. **(León, 2006) 59**

Es necesario impulsar el desarrollo de proyectos de divulgación y enseñanza para jóvenes. En el medio impreso existen publicaciones tan importantes como La serie La Ciencia para Todos, del Fondo de Cultura Económica (FCE), con más de 20 años y 200 libros en su haber. **(Cerón, 2007). 60** Sin embargo, son insuficientes, pocos y escasos los materiales impresos y electrónicos desarrollados en el país, más aun cuando se trata de multimedia o sistemas interactivos.

El problema de la educación de la ciencia en México es tan grande y complejo que se deben sumar esfuerzos. Si bien existen organismos e instituciones como la Academia Mexicana de Ciencias (AMC), Innovación en la Enseñanza de la Ciencia (Innovec), que buscan impulsar y mejorar

la enseñanza de la ciencia en el país, las graves deficiencias educativas y el poco interés para crear una verdadera política de estado, hacen la tarea aun más difícil. Todavía no se ha tomado la decisión de ver a la ciencia y la tecnología como algo indispensable para lograr cambios en la educación en México. Así lo exponen, científicos mexicanos, como Juan Pedro Laclette, presidente de la AMC, Mario Molina, Premio Nobel de Química 1995, Pablo Rudomín, investigador del Centro de Investigación y de Estudios Avanzados (Cinvestav) del Instituto Politécnico Nacional. **(Torres, 2007) 61**

En general, se coincide en que hoy en día se vive en una sociedad del conocimiento donde hay una competencia feroz sobre éste, porque otorga ventajas sociales y económicas a quienes lo poseen. Sin embargo, se piensa erróneamente que la ciencia es un problema de la comunidad científica y no un problema social que responsabiliza a todos, ya que para lograr soluciones adecuadas a los problemas internos del país y para competir y generar empleos de calidad, es importante la formación científica de niños y jóvenes.

*México no ha tenido nunca una etapa dorada de su historia en cuanto al impulso de estas áreas del conocimiento se refiere, "ni*

**59** Gabriel León Zaragoza, Ingresó Howard Alper a la AMC. Periódico La Jornada, Martes 20 de abril de 2010, p.2

**60** Deficiente, educación científica en México. Ricardo Cerón, EL UNIVERSAL en línea. Jueves 13 de septiembre de 2007 <http://www.eluniversal.com.mx/cultura/54036.html>

**61** Analizan enseñanza de la ciencia en México. Lourdes Torres Camargo, Academia Mexicana de Ciencias AMC, Noticia AMC/06/07 México, D.F. miércoles 28 de mayo de 2007 <http://www.comunicacion.amc.edu.mx/noticias/analizan-ensenanza-de-la-ciencia-en-mexico/>

*siquiera de cobre oxidado” y si la hubo, ésta ocurrió hace 40 años, cuando se creó el Consejo Nacional para la Ciencia y Tecnología (Conacyt), cuando México entonces, “abrigaba una perspectiva más de desarrollo” (2010) <sup>62</sup>*

Al respecto, Mario Molina, Premio Nobel de Química 1995, comenta que la educación debe estar al alcance de toda la población y no solamente al de los futuros científicos, porque en las sociedades modernas la ciencia ya forma parte de la cultura. Por ello, es importante un cambio de actitud y toma de conciencia que debe transmitirse a alumnos y profesores.

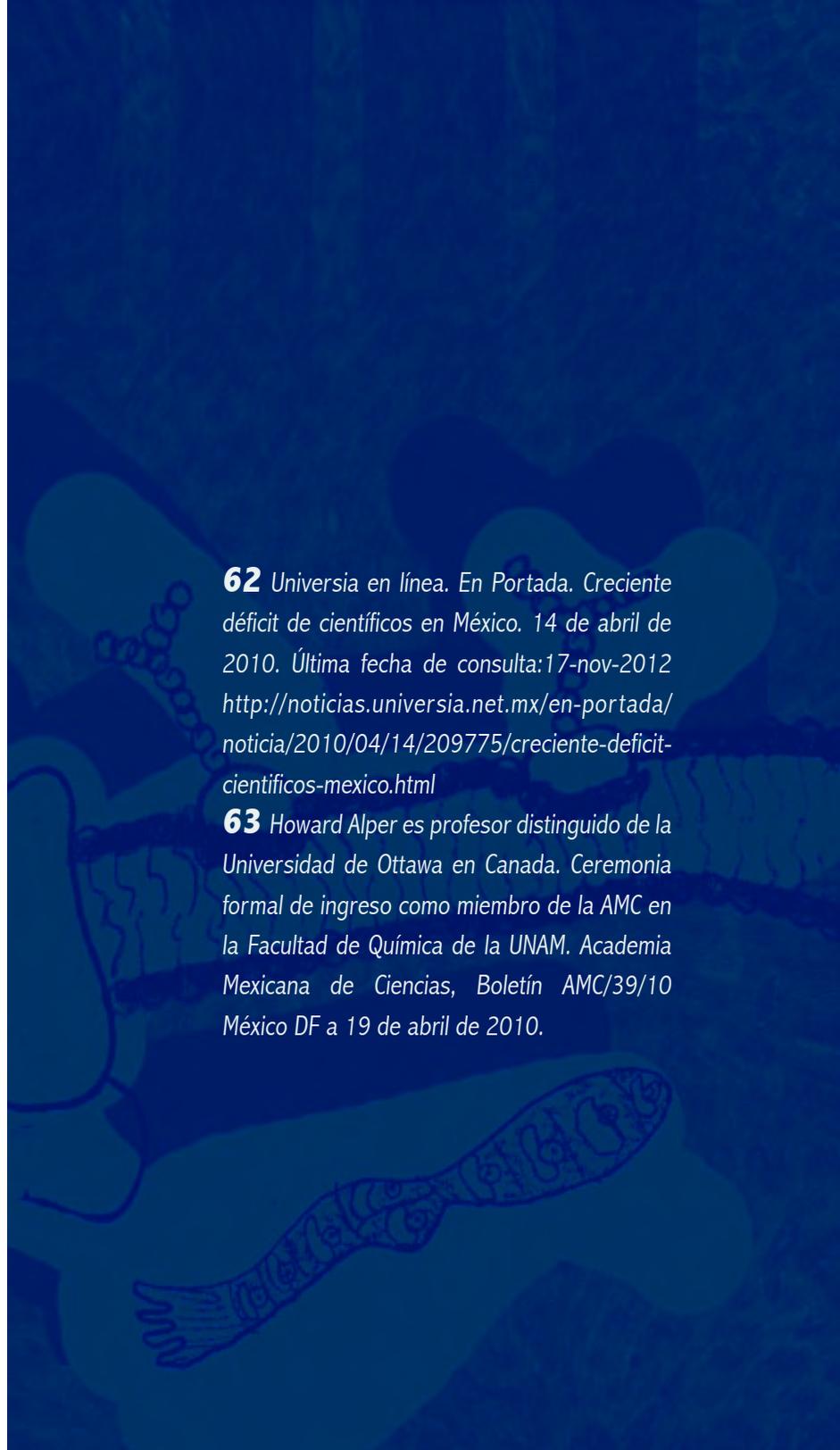
*“Los jóvenes científicos, como futuros líderes, tienen la responsabilidad de entender las políticas científicas de su país y de convencer a sus gobiernos de la importancia de la ciencia”. (Alper, 2010) <sup>63</sup>*

En nuestro país, la ciencia no ha tenido un lugar especial en el pensamiento político de nuestros gobernantes. La falta de reconocimiento e impulso se ratifica en el bajo presupuesto que el gobierno

de la República aporta para el desarrollo de la investigación científica y tecnológica, que ocupa en la actualidad, en forma increíble, los últimos lugares de América latina, y representa menos del 0.4% del producto interno bruto, cifra muy baja comparada con el 4% de los países escandinavos o el 2.8% de los Estados Unidos de Norteamérica.

Esta situación nos coloca en una posición incierta en el rumbo del desarrollo económico y social del México contemporáneo ya que mientras niños y alumnos de secundaria en los países nórdicos tienen el 33% de aprendizaje en aquellos que documentan su alta calidad en el área de las matemáticas, nuestro país tiene sólo el 0.5% de alumnos con aptitud de excelencia en esta importante rama.

Lo expresado aquí justifica nuestro interés por producir materiales y recursos que nos ayuden a aprovechar el enorme potencial de los jóvenes, futuros líderes, científicos mexicanos.

The background of the right side of the page is a dark blue gradient. It features faint, stylized line drawings of a microscope on the left and a fish on the right, both rendered in a lighter blue color. The microscope is shown from a side profile, and the fish is depicted in a simple, cartoonish style.

**62** *Universia en línea. En Portada. Creciente déficit de científicos en México. 14 de abril de 2010. Última fecha de consulta:17-nov-2012 <http://noticias.universia.net.mx/en-portada/noticia/2010/04/14/209775/creciente-deficit-cientificos-mexico.html>*

**63** *Howard Alper es profesor distinguido de la Universidad de Ottawa en Canada. Ceremonia formal de ingreso como miembro de la AMC en la Facultad de Química de la UNAM. Academia Mexicana de Ciencias, Boletín AMC/39/10 México DF a 19 de abril de 2010.*

## 2.4) Visualización científica



### **Definición. Actualidad.**

La visualización científica forma parte de la computación científica. Su principal objetivo es presentar gráficamente información que se obtiene, principalmente, de simulaciones por computadora y bases de datos científicas. La representación gráfica de datos facilita al usuario entender el fenómeno que se está estudiando en formas que antes no era posible. El tipo de gráficas por computadoras que se escoge para la presentación de un dato depende de la naturaleza del dato y del tipo de dispositivo en el cual se desplegará.

Entre sus ventajas, está el poder representar datos de varias dimensiones o variables, lográndose por algunos métodos representar cuatro o más variables al mismo tiempo. Por ejemplo, el plano cartesiano puede mostrar dos variables, si agregamos otro plano, podremos ver 3 variables o dimensiones, si agregamos colores, tendremos 4 variables, si se hace alguna animación de la gráfica podremos apreciar una quinta variable.





The background features a detailed illustration of a cell. At the top, a magnifying glass is positioned over a nucleus, which is depicted with a nucleolus and chromatin. Below the nucleus, the cytoplasm is filled with various organelles, including mitochondria with visible internal folds (cristae), a Golgi apparatus, and a network of endoplasmic reticulum. The cell membrane is shown as a wavy boundary. The entire illustration is rendered in a light, sketchy style against a dark, textured background.

**Estudio de  
caso: Software  
educativo sobre  
el estudio de las  
proteínas**



## Antecedentes

Interacciones Macromoleculares Ver. 1.0 es un multimedia didáctico sobre las proteínas producido por Tobías Portillo Bobadilla, estudiante de la Facultad de Ciencias con el apoyo de dos académicos del Instituto de Investigaciones Biomédicas y de la Facultad de Química durante 2002. Obtuvo un 2º lugar y mención honorífica en el concurso a la mejor aplicación multimedia del Congreso Latinoamericano de Multimedieros Universitarios CLAMU 2002 y ha tenido una aceptación favorable entre profesores y alumnos.

Este software reúne información general sobre la estructura de las proteínas, y enfatiza cómo sus interacciones moleculares dirigen y controlan procesos de gran importancia biológica. Se resalta el enfoque estructural, funcional y evolutivo. Una de las estrategias en la elaboración del software fue incorporar modelos tridimensionales que hacen uso de las estructuras macromoleculares resueltas por cristalografía de rayos-X y resonancia magnética nuclear. Dichas estructuras se depositan en formato PDB y son del dominio público a través de internet. Los modelos tridimensionales se integran gracias al programa (plug-in) Chime de MDL, visualmente atractivo además de permitir la programación de animaciones interactivas con las moléculas.

Su contenido se basa en una revisión de artículos especializados en cada uno de los temas tratados

y está dirigido a estudiantes de bachillerato y licenciatura abarcando tópicos básicos para profundizar en el estudio de las proteínas.

Un aspecto notable es que permite la visualización y manipulación de estructuras moleculares reales dentro de un entorno didáctico dirigido. El usuario puede rotar y acercarse a las partes de la molécula, explorar los aminoácidos, generar superficies moleculares y visualizar sus respectivos potenciales electrostáticos o hidrofílicos, entre otras opciones.

Entre las mayores ventajas y virtudes del software se encuentran:

- 1.** Su enfoque teórico-práctico sobre la estructura de las proteínas, se apoya en la incorporación de visualizadores tridimensionales.
- 2.** Los modelos moleculares son integrados en una plataforma de desarrollo cerrada (Authorware).
- 3.** Cubre un vacío en la visualización didáctica de las proteínas en los estudiantes de bachillerato y licenciatura de las áreas químico-biológicas.
- 4.** Cohesión en los contenidos y profundidad en los temas.
- 5.** Sencillez y emotividad del software.



### 3.1) Análisis

*El éxito de un software depende de:*

- a) facilidad de uso*
- b) Una buena interfaz de usuario*
- c) Sus funcionalidades*
- d) Contenidos adecuados*

## **Análisis y Evaluación.**

Actualmente no existe ningún material multimedia didáctico sobre la estructura e importancia biológica de las proteínas que ofrezca dichas ventajas y virtudes. La relevancia es mayor si consideramos que no se ha desarrollado en nuestro país algo similar que nos introduzca a las interacciones macromoleculares. Esto permite que el programa a pesar de tratar temas avanzados que se enseñan en posgrado, sea atractivo para un público más abierto que tenga interés en las proteínas.

Con el propósito de contribuir al desarrollo de este material y encontrar virtudes y deficiencias se decidió tomar en cuenta las evaluaciones hechas con los alumnos y profesores para detectar qué aspectos requieren especial atención para mejorar el producto.

Se evaluó el software Interacciones Macromoleculares Ver. 1.0 en cursos de química orgánica, biomoléculas y evolución de la Facultad de Ciencias y FES-Iztacala (UNAM) durante los semestres 2003-I al 2005-II de la carrera de biología.

1. Se contrastó el uso digital versus impreso al responder un cuestionario sobre los temas tratados en el software y se logró evaluar la auto regulación, interactividad, profundidad, calidad, amigabilidad, didáctica y motivación que aporta el software.

2. El cuestionario, con reactivos abiertos y cerrados, sirvió para evaluar el contenido y al programa mismo en cuanto a la aceptación y motivación.

## **Resultados**

PROGRAMA. Para el 77% de los usuarios las cualidades del programa son principalmente la motivación, luego la interactividad y por último la amigabilidad; desaprobando (con mayor opinión en contra que a favor, 10.5%) la amigabilidad (ergonomía) del programa.

CONTENIDOS. Los comentarios sobre los contenidos fueron casi tres veces más abundantes que al programa, teniendo una aceptación superior al 75%. Jerarquizando en primer lugar sus cualidades didácticas 43%, así como la claridad y profundidad de sus contenidos.

## **Virtudes detectadas:**

- Aceptación de más del 75% tanto en contenido como del programa.
- Autoregulación (del aprendizaje) en el tiempo dedicado y decidido por el usuario.
- El programa digital es mas eficiente en tiempo y en calificación que el impreso al usarse por primera vez.
- Mejores resultados en el uso simultáneo de los recursos impresos y digitales.

- Mejora en el desarrollo de habilidades de búsqueda, navegación y visualización 3D

**Problemas detectados:**

-Amigabilidad (ergonomía) del programa.

-Programa no abierto a la modificación continua en base al resultado en el aula.

-Problemas de instalación y de compatibilidad con nuevos sistemas operativos.

-El programa no es multiplataforma ni multiusuario.

**Facilidad de Uso.** Los instrumentos de evaluación aplicados a los alumnos sugieren que dicho material requiere de una mejor **interfaz gráfica** que contribuya a que los elementos de navegación sean más claros para los estudiantes y puedan acceder a los contenidos de manera más fácil, rápida e intuitiva.

**Divulgación.** El software fue desarrollado para la plataforma Windows, limitando su difusión entre la comunidad científica, que ha incrementado el uso de la web, como medio de comunicación e intercambio de conocimientos. En ese sentido, es necesario maximizar su difusión por medio de internet como **software abierto**.

**Compatibilidad.** El programa presenta dos problemas adicionales: tiene problemas de instalación en los nuevos sistemas operativos de windows (windows 8) por problemas de

compatibilidad y; la herramienta de autoría (Authorware) ha dejado de producirse y dar soporte técnico, lo que a largo plazo, invariablemente afectará en procesos de actualización e incluso de operación.

**Evaluación.** Para facilitar la comprensión y autoevaluación de los contenidos se requiere instrumentos automatizados que permitan etiquetar de manera automática las deficiencias de aprendizaje de cada uno de los temas tratados e incrementar la **experiencia del usuario** por apartados y secciones.



### 3.2) Diseño de propuesta

Metodología propuesta para mejorar la experiencia del usuario:

1. Definir contenidos claros y precisos
2. Diseñar la metáfora visual de la interfaz
3. Crear elementos de navegación simples
4. Implementar la Plataforma web

Para solventar dichas necesidades se plantea la siguiente propuesta.

### **Nombre del producto**

Interacciones Macromoleculares

### **Objetivo principal**

Desarrollar una herramienta didáctica sobre la enseñanza de las proteínas y sus interacciones macromoleculares accesible a un amplio público.

### **Objetivos particulares**

1. Rediseñar la plataforma de desarrollo e implementación bajo un ambiente web modificando la estructura de navegación, la narrativa y los contenidos para mejorar la ergonomía y experiencia general del programa.
2. Conservar las características estructurales y temáticas desde la perspectiva de la realidad nacional y su importancia biológica.

### **Descripción del programa**

Consistirá en un software multimedia en línea que servirá como complemento a la versión CD-ROM que se instala en computadoras que carecen de conexión a internet.

El programa tendrá varios niveles o etapas de aprendizaje en cada una de las cuales se piensa la participación interactiva de modelos visuales y/o simulaciones y animaciones. El usuario, en

el sentido de darle una secuencia informativa a todo el programa deberá recorrer totalmente cada nivel para poder ingresar al siguiente y así sucesivamente hasta llegar al final del programa, en donde se realizarán tests de evaluación de los conocimientos planteados a lo largo del recorrido. Aquí se demostrará la capacidad del programa para exponer los temas más fundamentales respecto a las interacciones macromoleculares.

En este punto cabe señalar que existe un compromiso entre el nivel de excitación o interés por parte del usuario y el detalle de la información, de manera que para solucionarlo y no perder el valor didáctico se plantean dos niveles de información. El primero es concreto y sencillo y el segundo más detallado pero opcional. Contendrá, por ello, un nivel básico (**información de primer nivel**) donde siempre existirá la posibilidad de acceder a vínculos especiales que mostrarán información más técnica y detallada para profundizar en la comprensión de los temas (**información de segundo nivel**). En este sentido se trabajará de forma importante en la organización y presentación jerárquica de la información.

### **Público al que va dirigido**

El proyecto está dirigido a estudiantes de bachillerato y de licenciatura de las materias de Química Orgánica y Biología molecular, se incluyen dentro de las áreas físico-matemáticas y las ingenierías así como ciencias biológicas y de

la salud a nivel medio superior, y las carreras de Biología y Química a nivel profesional, sin embargo, cualquier persona realmente interesada en el tema puede utilizarlo.

### **Alcance Didáctico que pretende resolver el programa**

El tema de las interacciones macromoleculares es muy amplio. Todas las funciones y procesos biológicos a nivel celular dependen de la interacción entre complejos moleculares. El saber los factores que determinan y hacen posible la formación de estos complejos, es fundamental para entender a los seres vivos. Por ello se busca que el usuario tenga a la mano los conceptos necesarios para comprender de forma amplia y sencilla, en muchos casos con cierto detalle, a través de ejemplos, el funcionamiento de un organismo vivo desde adentro, su importancia biológica, ecológica y evolutiva que merece.

Esta herramienta permitirá visualizar con modelos tridimensionales el micro ambiente molecular y cómo se da la interacción entre macromoléculas, participando en simulaciones de condiciones hipotéticas y razonar interactuando con el programa. Podrá ver las consecuencias de modificar diversas variables en un sistema fisicoquímico-biológico, si acaso ficticio pero útil para esclarecer conceptos que finalmente el estudiante enfrenta en las clases de física, fisicoquímica, biología molecular, fisiología entre otras materias.

De este modo, el programa recoge varios puntos y los enfoca o ejemplifica en un sólo fenómeno: las interacciones macromoleculares.

El **mensaje didáctico** resumido en 5 puntos comprende:

- 1.** Las proteínas son macromoléculas que controlan la estructura y el funcionamiento de los seres vivos a través de sus interacciones.
- 2.** La estructura de una proteína es fundamental para que pueda desarrollar su función biológica.
- 3.** La estructura de una proteína y en consecuencia su función(es) puede(n) ser alterada(s) por las condiciones fisicoquímicas del medio en el que se encuentran.
- 4.** Las proteínas trabajan interactuando físicamente con otras moléculas o macromoléculas y lo logran a través del reconocimiento de sus superficies formando complejos permanentes o transitorios en respuesta a ciertas condiciones del medio ambiente o determinada condición fisiológica.
- 5.** Las proteínas son responsables de la estructura y funcionamiento de todo ser vivo que actualmente existe en nuestro planeta, pero así como han cambiado y evolucionado las especies también las proteínas han evolucionado y nos enseñan sobre los mecanismos y las tendencias adaptativas y evolutivas que se dan a nivel molecular.

## Guión Literario

El programa es una invitación a conocer las proteínas, la importancia biológica que tiene y el cómo desempeñan su trabajo. Comienza con una introducción y un vistazo rápido de su formación y plegamiento, para después explorar las estructuras, las superficies moleculares y los fundamentos de la interacción con otras macromoléculas.

El recurso narrativo consiste en una historia en donde hay que salvar al maíz del mal de la planaridad ocasionado por la ausencia de interacciones macromoleculares en sus proteínas y reconstituir sus propiedades de sabor, color, aroma y biodiversidad biológica.

A lo largo del recorrido se plantearán cuestionamientos y el alumno manipulará modelos. Esto servirá para que el estudiante no pierda de vista los conceptos más importantes. También habrá vínculos a información extra más completa y avanzada (información de segundo nivel) para profundizar en el tema o esclarecer puntos. Habrá un glosario y referencias útiles.

El repaso y la evaluación de sus conocimientos se irán dando de forma simultánea conforme avanza. Al final se felicitará por el éxito obtenido y se concientizará sobre la conservación de nuestros recursos biológicos.

## ARGUMENTO

Ingresamos al mundo nanocósmico de los seres vivos y nos encontramos con las macromoléculas que rigen la vida. Allí todo se mueve a gran velocidad, en tan sólo fracciones de segundo se dan eventos muy importantes. Paulatinamente nos encogemos más de un millón de veces, el tiempo se va alargando para nosotros, y somos capaces de presenciar moléculas reaccionando, chocando, moviéndose, brincando y transformándose.

Surge la necesidad de detener tanto movimiento manipulando variables como la TEMPERATURA, el pH, y la FUERZA IÓNICA. Ahora somos capaces de controlar la dinámica del sistema. Los valores de éstos parámetros fisicoquímicos, y termodinámicos, dependen de cada organismo o tipo de célula, bien sea un mesófilo, termófilo o extremófilo.

Para poder navegar e investigar el nanocosmos es preciso congelar el sistema (pausar su dinámica interna), ajustar el pH y la fuerza iónica. Ya puede entonces darse cuenta de los movimientos como son los acercamientos de superficies de contacto y los plegamientos, de los cambios en los campos electrostáticos y en la estructura tridimensional de las proteínas cuando desarrollan su función.

Entonces nos cuenta de que en nuestro grano de MAÍZ las proteínas han perdido su tridimensionalidad. El terrible Mal de la Planaridad se disemina por todas las células. El antídoto al problema está en conocer perfectamente cómo se pueden plegar las proteínas, cuáles son sus unidades estructurales que las componen (los

residuos de aminoácidos) y cuáles son los átomos que permiten los giros del plegamiento y hasta dónde se permiten estas torciones, y de qué dependen los choques o impedimentos estéricos (giros de Ramachandran). Hay que descubrir por qué tienen movilidad las proteínas, por qué su esqueleto puede enrollarse o plegarse para poder formar la estructura tridimensional y en consecuencia poder erradicar la enfermedad. Se usan los giros de rotación y ángulos de torción ( $\phi$ ,  $\psi$ ) para reestablecer la tridimensional de las proteínas.

Todo parece funcionar muy bien, sin embargo, nuestro MAÍZ parece desfallecer. ¿Qué es lo que ha pasado? Algo no está funcionando y después de acercarnos a una de las proteínas nos damos cuenta de que no tienen superficies o interfaces de contacto. No pueden reconocerse entre unas y otras, no hay especificidad y así no pueden desempeñar su función.

El último desafío es construir una superficie para las proteínas. Para lograrlo debemos saber que son y que propiedades tiene las interfaces. En primer lugar con ayuda de las moléculas de agua se definirá que tan abrupto y escarpado será el relieve porque finalmente son las moléculas de agua las que predominantemente envuelven a las proteínas. Descubriremos la importancia de la superficie para permitir que diversas moléculas entren a las cavidades y entrañas de las proteínas, así como las restricciones geométricas y electrostáticas en la interacción entre proteínas y otras moléculas debidas por las propias características de los residuos de aminoácidos, del esqueleto de la proteína y de su conformación.

Finalmente, cuando logramos que exista complementariedad geométrica y electrostática ya podemos ver cómo interactúan dos proteínas y son capaces de realizar su función biológica. La célula se recupera y entonces salimos de la célula y regresamos a nuestro mundo mesocósmico. El MAÍZ ahora conserva todas sus propiedades de sabor, color, textura y biodiversidad biológica.

## Medio de distribución

Internet

## Requerimientos del sistema

Para el servidor de internet

- Servidor WEB (Apache).
- Conexión a base de datos (MySQL y PHP)

Para el cliente

- Computadora personal o portátil PC o MAC con conexión a internet.
- Sistema operativo Windows XP o superior, Mac OS 10.5 o superior.
- Navegador WEB que cumpla con los estándares de Html 5, CSS 3.
- Firefox 4.0 o superior, Explorer 9.0 o superior, Chrome 11.0 o superior y Safari 5.0 o superior
- Máquina Virtual de JAVA (JMV).

## Requerimientos del usuario

- Conocimientos básicos de computación
- Manejo de internet

## Diseño de los contenidos

Como se puede observar en el mapa temático (gráfica de la página siguiente) los contenidos se han dividido en 7 grandes bloques que siguen una secuencia lógica de conceptos generales que aumentan en complejidad conforme se avanza.

Estos bloques son:

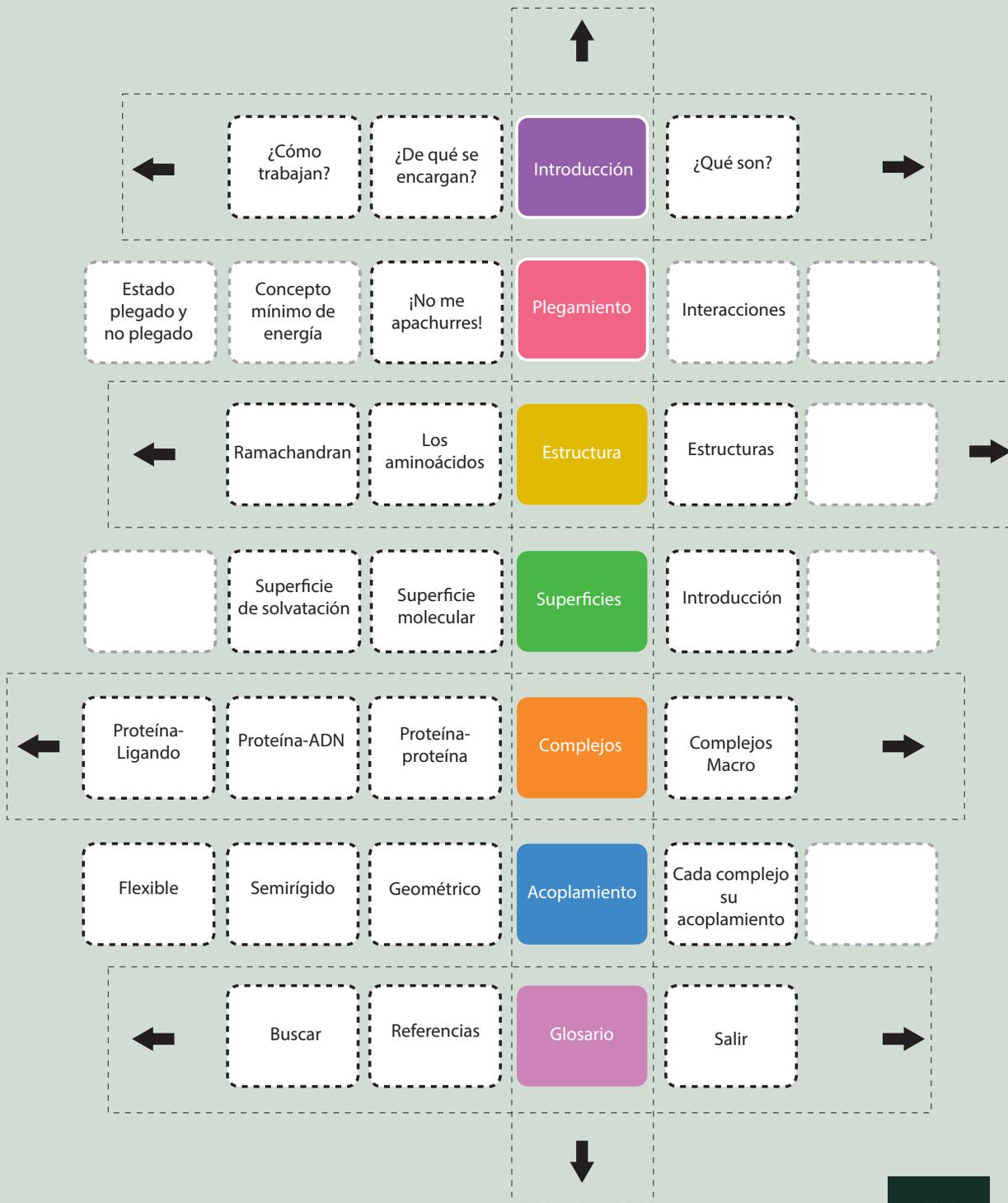
- Introducción
- Plegamiento
- Estructura
- Superficies
- Complejos
- Acoplamiento

Cada bloque se conforma a su vez de subtemas que son explicados de manera general y particular, donde se muestran ejemplos de cada uno de ellos. Todos los bloques comienzan señalando sus objetivos temáticos particulares.

La organización de la información contenida en cada uno de los bloques requirió de la segmentación de los contenidos para ajustarla a la cantidad de información que cada pantalla puede contener sin saturar el espacio y al mismo tiempo evitar fragmentar los textos de tal manera que pierdan su coherencia argumentativa y narrativa.

En el **Anexo A** se incluye la documentación que define los contenidos que se incluyeron durante todo el programa, cada tema y su contenido dividido por pantalla señalando los elementos multimedia que llevan: si se trata de una imagen, un video, una animación o un elemento de visualización tridimensional con los que el usuario interacciona.

Cada bloque de información se seccionó por pantalla y contiene en síntesis, el número de



## Mapa Temático

Estructura de navegación: **Compuesta**. Es una combinación de una estructura **lineal** (cada tema corresponde a una ilustración ordenada secuencialmente de manera horizontal, **jerárquica**; (su profundidad temática va de lo general a lo particular y de arriba hacia abajo y, **no lineal** (navegación libre a través de las diferentes secciones del programa por medio de *widgets*\* y un menu fijo)

\*Widget. Del término windows (ventana) y gadget (artilugio, aparato) En el contexto de la programación de aplicaciones visuales, los widgets tienen un significado más amplio como componente o control visual, ejemplo: calculadora, reloj, notas, etc.

módulo o bloque al que corresponde, el título de la pantalla o subtema, un texto o contenido, los elementos multimedia gráficos o audiovisuales que lo complementan y en su caso, los hipertextos que sirven de nodos para los hipervínculos al vocabulario u a otra sección y/o pantalla. Las ligas se señalan con un color distinto para su fácil ubicación.

### **Estructura de navegación**

La estructura de navegación utilizada es compuesta. Es una combinación de una estructura lineal (cada tema corresponde a una ilustración ordenada secuencialmente de manera horizontal), jerárquica (su profundidad temática va de lo general a lo particular y de arriba hacia abajo y, no lineal (navegación libre a través de las diferentes secciones del programa por medio de *widgets* y un menú fijo)

### **Especificaciones funcionales**

Para la realización de la aplicación web se describe detalladamente las especificaciones técnicas necesarias para satisfacer las necesidades del usuario e incrementar la experiencia del usuario tanto en dispositivos fijos como móviles.

### **Directrices de diseño Web**

1. El diseño se regirá por tres premisas
  - a. Diseño de retícula autoajustable (fluid grids)
  - b. Selección de diferentes resoluciones (media queries)

c. Imágenes flexibles (flexible images)

Estos conforman los tres ingredientes técnicos para el diseño web que responde a diferentes contextos de visualización y dispositivos específicos.

### **Directrices de implementación Web**

1. Compatible con los estándares CSS3, JavaScript
2. Compatible con el estándar de validación W3C (World Wide Web Consortium)
3. Compatible con HTML 5

### **Fundamentos de diseño aplicados al diseño web**

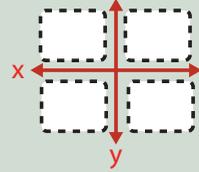
1. Regla de los tercios
2. Divina proporción
2. Sistema de los 960

### **Estructura narrativa**

1. El tratamiento visual serán ambientes virtuales realizados por ilustración digital
2. A cada tema le corresponderá un escenario diferente (plano)
3. Síntesis de textos narrativos y creación de nexos y trayectorias de lectura (hipertextos)
4. En cada tema existirá un antes y después que refuerce el mensaje principal (caricatura-cómico)
5. El personaje principal: el maíz
6. La historia: salvar al maíz del Mal de la Planaridad
7. El narrador: Guía de campo.

# Directrices para el diseño de los elementos de navegación y la arquitectura de la información

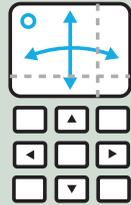
1. Navegación puntos cardinales o sistema de coordenadas en un plano



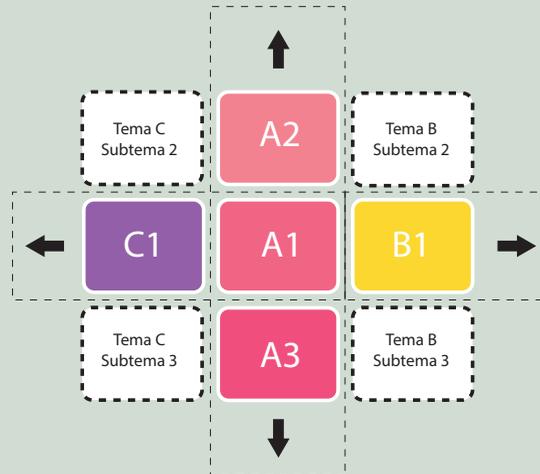
2. El usuario visualiza un segmento del plano



3. Metafora Visual es la de navegación por celular.



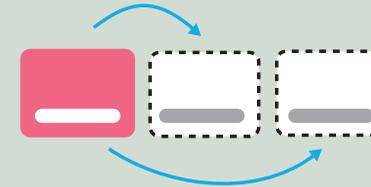
4. Cada segmento contiene un bloque de información.



5. Un menú fijo siempre visible que aplique para todos los segmentos



6. El menú fijo te lleva a cualquier segmento del plano



7. Integración de widgets en cada uno de los segmentos



8. Cada widget es un elemento multimedia.



9. La interfaz con el usuario es web.

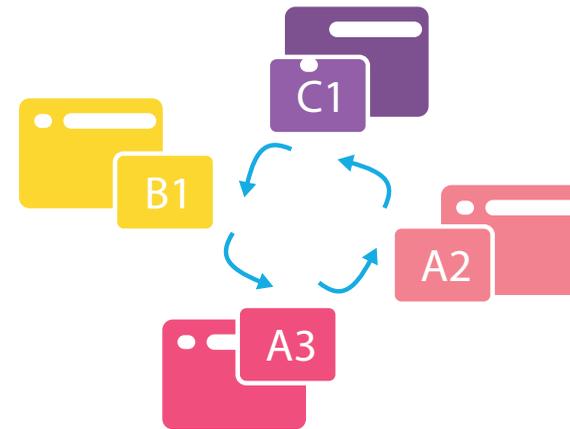


## Instrumentos de evaluación de contenido

1. Un cuestionario que consiste en preguntas globales aleatorias.

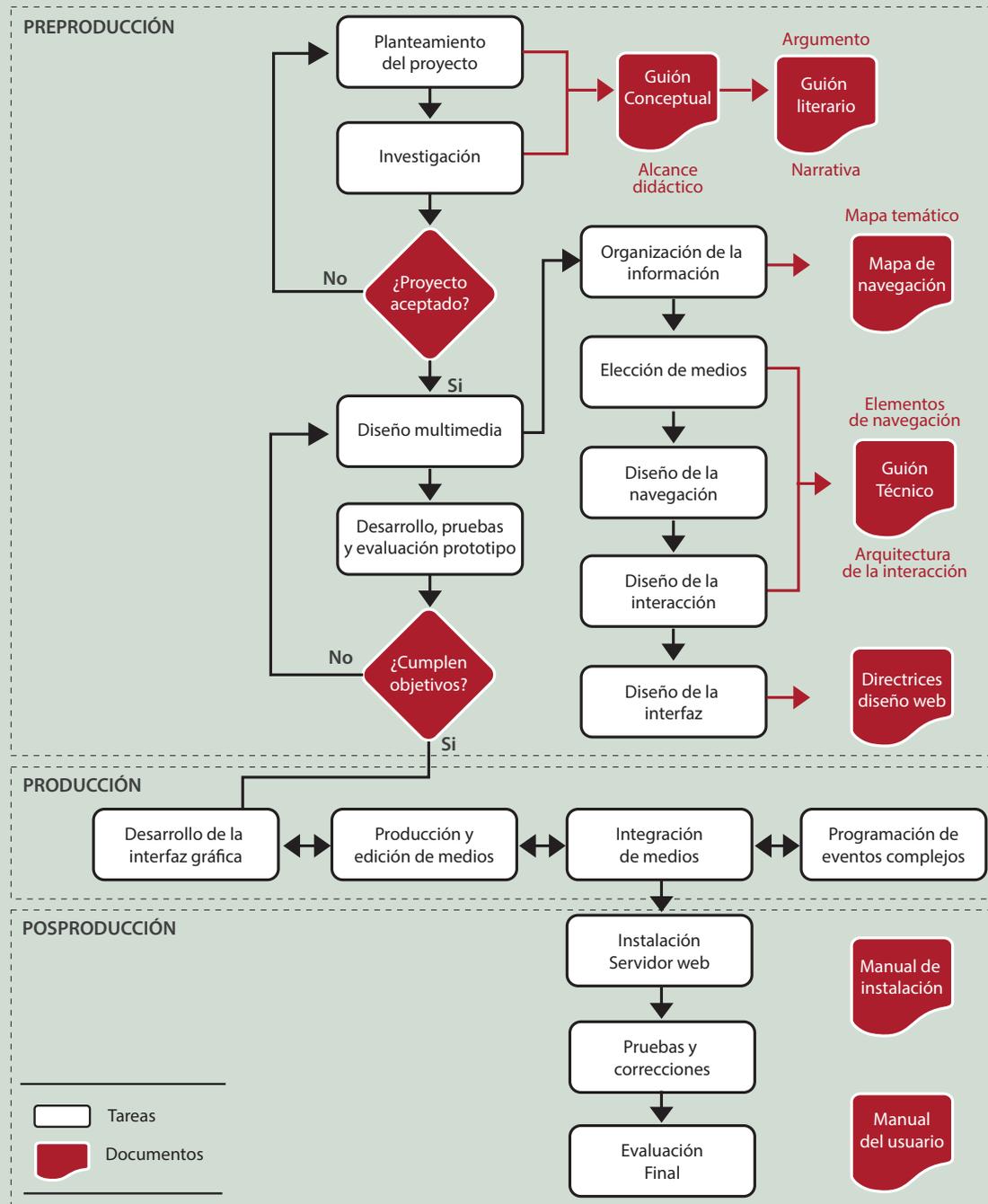


2. Cada pregunta es etiquetada de acuerdo al segmento al que pertenecen lo que permiten al usuario ir directamente a los segmentos con deficiencias de aprendizaje.



3. El acceso al cuestionario se encuentra en el menú fijo.





## Metodología

La metodología propuesta integra a su ciclo de vida a los tres actores principales: expertos en el tema (profesores), desarrolladores multimedia y a los usuarios (alumnos). En este orden de aparición se resuelven tres aspectos: a) la calidad en los contenidos b) el buen funcionamiento del sistema (usabilidad) c) elementos de motivación para el aprendizaje y la autoevaluación de los alumnos.

### 3.3) Producción

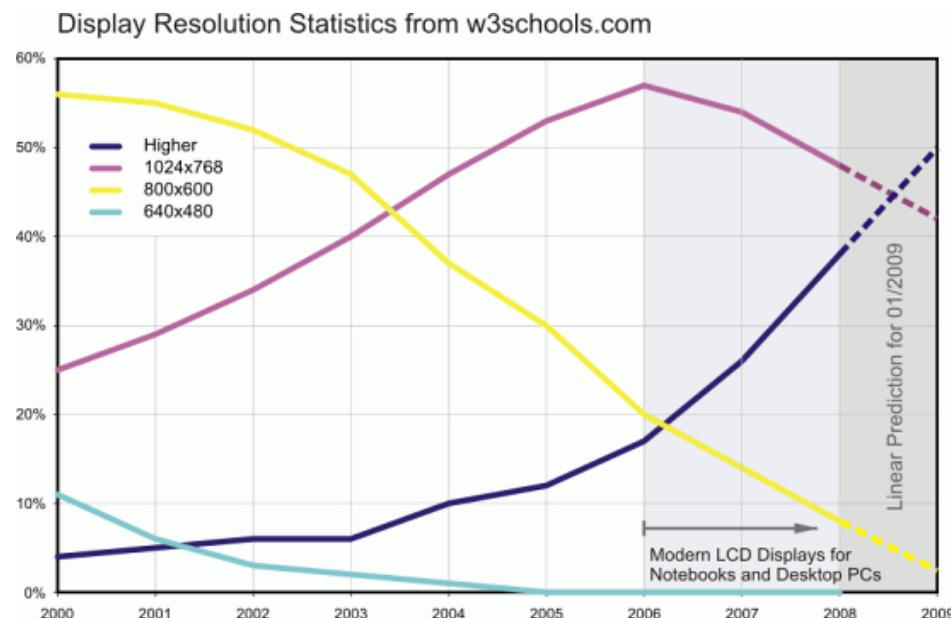


Uno de los objetivos del cliente era desarrollar el programa bajo una plataforma HTML. Cada vez el acceso a internet y la visita de páginas web se realiza desde diversos dispositivos con diferentes resoluciones de pantalla. Esto nos llevó a proponer un diseño ajustable que permitiera ser visto sin problemas desde diversas computadoras sin importar el tamaño de los monitores y pantallas. Así podríamos garantizar su permanencia y viabilidad en el futuro próximo.

Durante la investigación encontramos que existen una gran cantidad de retículas para internet y otros soportes digitales para organizar los elementos visuales como animaciones, tipografías, barras de navegación. (götz, 2002) (Lynch, 2009) La mayoría de ellas basadas en un formato horizontal o apaisado donde la mayoría guarda una proporción de 4:3 (1.333) que se asemeja a los formatos de televisión o monitores de video: 640 (ancho) x 480 (alto) pixeles, 800x600, 1024x768, 960x720, 1024x768.

Uno de los sistemas de retículas mas conocidos para el diseño web es el denominado *960 grid systems* creado por Nathan Smith en 2008 basado en el trabajo de diseñadores como Khoi Vinh y Mark Boulton. Este sistema es muy utilizado dada

su versatilidad y flexibilidad y probablemente sea el más popular en la actualidad y el que tiene más sitios y plantillas desarrolladas bajo este sistema. Consiste en dividir la pantalla a partir de un ancho de 960 pixeles, en 12 columnas de 60 pixeles cada una con un espacio de 10 pixeles como medianil. Todos los monitores que se venden hoy en día soportan al menos una resolución de 1024 x 768 pixeles y 960 es divisible por 2, 3, 4, 5, 6, 8, 10, 12, 15, 16, 20, 24, 30, 32, 40, 48, 60, 64, 80, 96, 120, 160, 192, 240, 320 y 480.

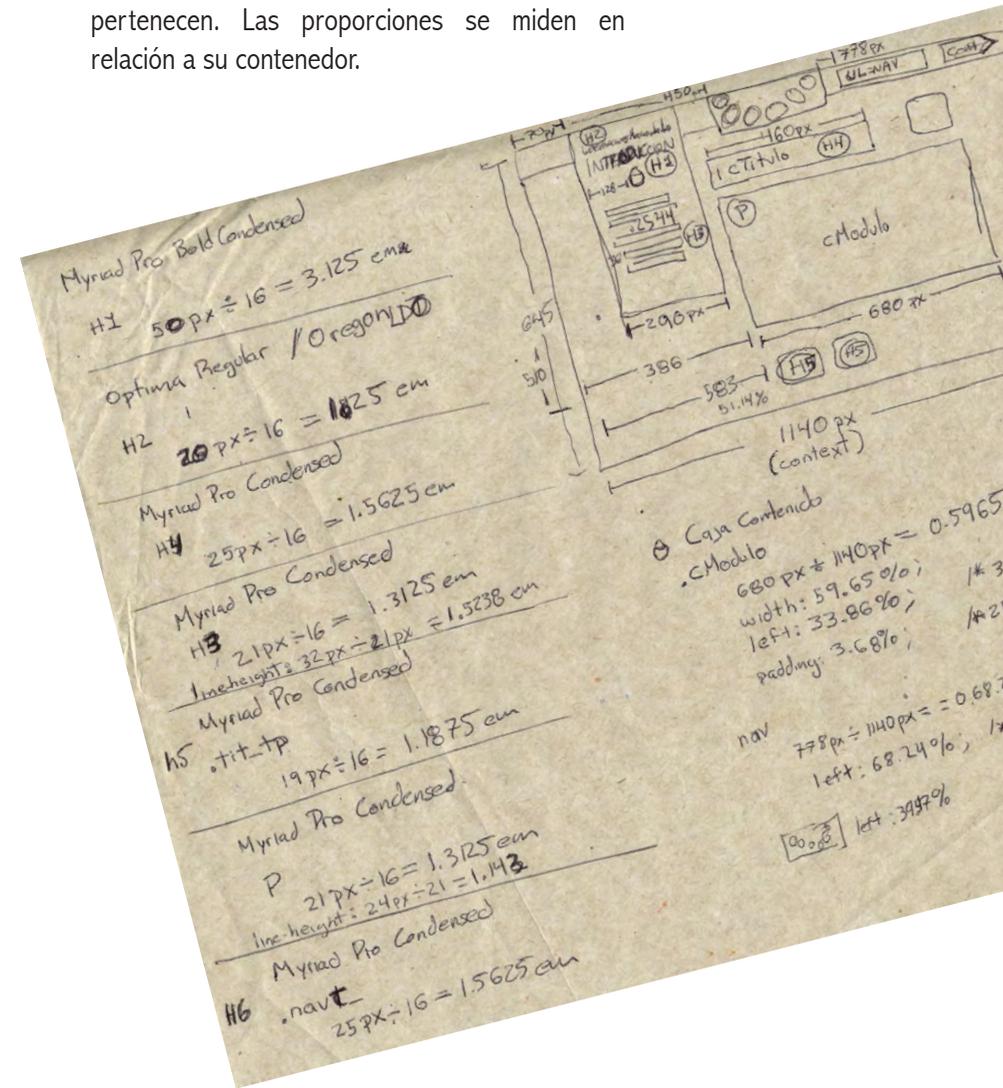
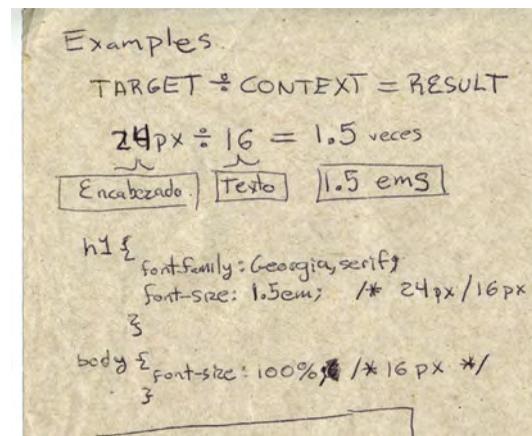


La tendencia en el uso de monitores de mayores resoluciones sigue creciendo como se puede apreciar en la gráfica por lo que este sistema resulta hoy muy pequeño y no siempre cubre las necesidades actuales.

Si tomamos en cuenta que ahora existen monitores que se pueden rotar verticalmente, y poco a poco va creciendo el uso de dispositivos móviles como tabletas electrónicas y teléfonos inteligentes que pueden cambiar su orientación y alcanzar resoluciones superiores con pantallas de alta resolución y una densidad de pixeles 2x a 144dpi (pantallas retina y AMOLED) que pueden alcanzar en el caso de los ipads y iphones una resolución de 2048x1536 pixeles.

Se planteó entonces realizar una retícula que recoga todos aquellos factores que influyen con la continuidad, identificación y orientación del usuario durante su uso. Se propuso por una parte una retícula funcional y jerárquica de los elementos funcionales como la barra de navegación, el menú principal y los contenidos. Esta se apoyaría principalmente en una retícula cromática en función de los temas, y una retícula autoajutable para la estructura del layout. Se extrapoló el sistema 960 a una estructura de 1140 pixeles guardando la relación 4:3 para 1140 pixeles de ancho x 855 pixeles basado en una retícula flexible mediante la fórmula TARGET/CONTEXT = RESULT donde el target es el elemento

que estamos usando, y contexto el espacio en el que se encuentra (habitualmente la ventana del navegador) para obtener tamaños y medidas relativas al espacio en el que se contienen o pertenecen. Las proporciones se miden en relación a su contenedor.



## Pantalla Principal: LAS PROTEÍNAS

Indicador de la Sección

The screenshot shows the main interface of an educational application. At the top, there is a navigation bar with letters A through K. Below this, the title 'Interacciones Macromoleculares' is followed by 'INTRODUCCIÓN'. A list of questions is provided: '¿Qué son las proteínas?', '¿De qué se encargan?', and '¿Cómo trabajan?'. A central panel titled 'Protegen a las células contra el estrés' contains text about proteins like HSP90, HSP70, HSP60, and GroEL. The background features colorful protein models and a corn cob.

Botones generales

Contenido del tema

## Explicación de términos mediante ligas de hipertexto

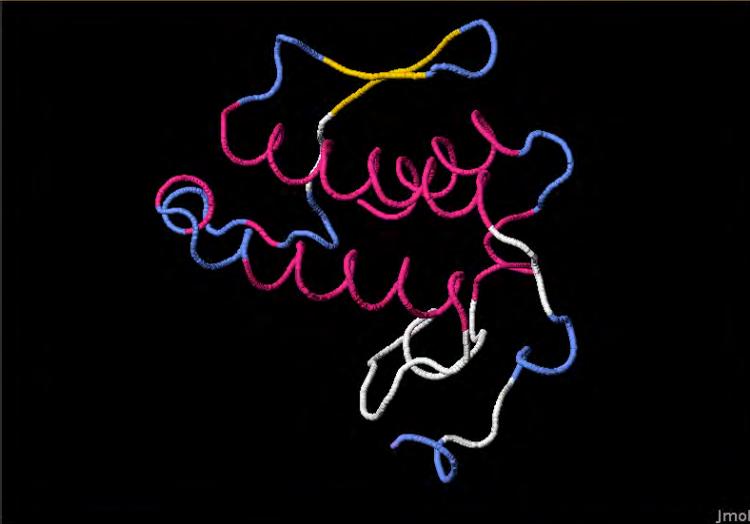
This screenshot illustrates a hyperlinked term definition. A text box titled 'Algunas preguntas:' contains the question '¿Qué son las proteínas?'. A tooltip window titled 'Aminoácidos' is displayed over the text, providing a definition: 'Los aminoácidos son las unidades estructurales básicas que forman a las proteínas. Las proteínas que encontramos en la naturaleza están constituidas sólo de L-aminoácidos (estereoisómero L) y son 20 distintos aminoácidos.' The background shows a corn cob and colorful protein models.

cerrar molécula

## Fosfolipasa A

Podemos observar 4 estructuras **hélice** bien definidas (una de ellas muy pequeña). Dos **hebras** antiparalelas, una junto a la otra, y seis **giros**, que si observas con cuidado te darás cuenta que conectan distintas estructuras secundarias, y además, tienden a ubicarse hacia el exterior del plegamiento. Rota el modelo con ayuda del ratón.

2012. *Interacciones Macromoleculares*



Jmol

cerrar molécula

## Regiones asa y giros

Las **regiones giro** se consideran estructuras secundarias regulares.

En muchas ocasiones debido a la flexibilidad de las **regiones asa**, éstas no aparecen en la determinación por cristalografía de rayos-X o estudios de resonancia magnética. Los residuos involucrados se están moviendo tanto que no aparecen en la fotografía.



regiones de giro

regiones de giro

regiones de giro detener rotar hacia abajo

2009. *Interacciones Macromoleculares Ver. 1.0*

## Actividades de aprendizaje

Cerrar Actividad

Seleccionar tu cadena lateral haciendo click en la imagen:

CADENA LATERAL:

ÁCIDA BÁSICA HIDROFÓBICA POLAR

Four chemical structures of side chains are shown in boxes: 1. Amino acid with a side chain of  $\text{CH}_2$  attached to the  $\alpha$ -carbon. 2. Amino acid with a side chain of  $\text{CH}_2\text{CH}_2$  attached to the  $\alpha$ -carbon. 3. Amino acid with a side chain of  $\text{CH}_2\text{OH}$  attached to the  $\alpha$ -carbon. 4. Amino acid with a side chain of a benzene ring attached to the  $\alpha$ -carbon.

2012. Interacciones Macromoleculares

Tu aminoácido es:

Chemical structure diagram of an amino acid showing the  $\alpha$ -carbon (green) bonded to a hydrogen atom (H, blue), an amino group ( $\text{H}_2\text{N}$ , blue), a carboxyl group ( $\text{COOH}$ , red), and a variable side chain (R, purple).

Estructura química de los aminoácidos

(se aprecian los radicales  $\text{NH}_2$ , H,  $\text{COOH}$  y grupo R). Actividad que refuerza el aprendizaje de los 20 aminoácidos

Seleccionar 1 de 20 distintos aminoácidos

Cerrar molécula

### VISUALIZADOR DE AMINOÁCIDOS

Puedes manipular y explorar los distintos aminoácidos. ¡Adelante!

C = Carbon  
H = Hydrogen  
O = Oxygen  
N = Nitrogen  
P = Phosphorus  
S = Sulfur  
Fe = Iron

2012. Interacciones Macromoleculares

alanina arginina asparagina aspártico cisteína fenilalanina glicina glutámico glutamina histidina isoleucina leucina lisina metionina prolina serina tirosina treonina triptófano valina

A un pH = 7 el grupo amino gana un protón ( $\text{H}^+$ )  y a el grupo carboxilo pierde otro   
Carbono alfa  Grupo amonio  Grupo carboxilato  Cadena lateral  Hidrógeno alfa

2012. Interacciones Macromoleculares

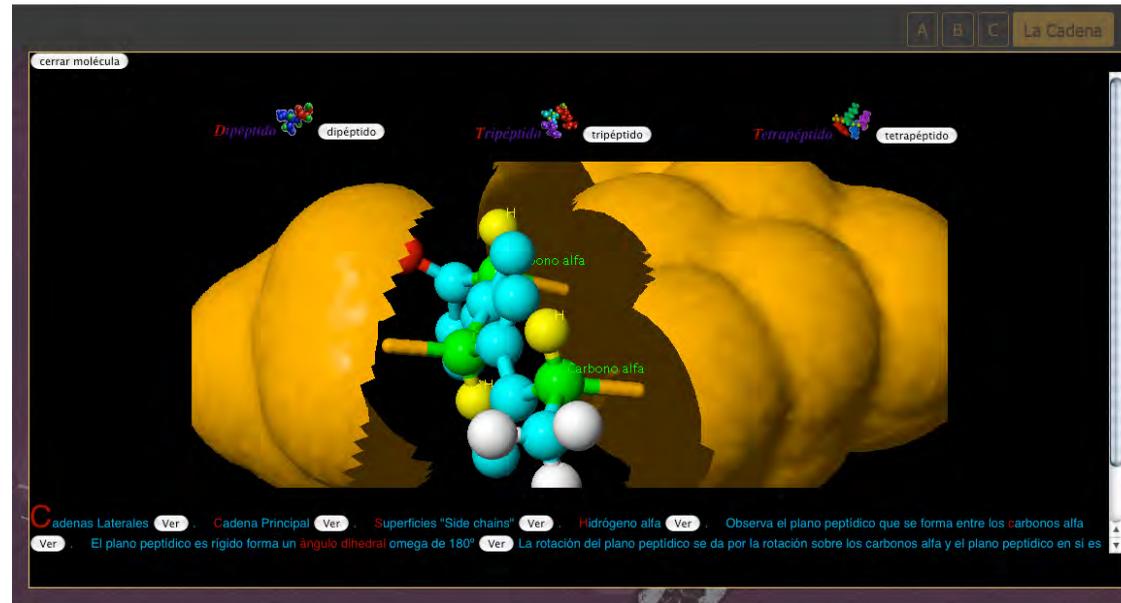
3D ball-and-stick model of an amino acid with a semi-transparent electron density surface.

Modelo del aminoácido

Actividad que hace uso de los modelos moleculares tridimensionales (JMol)

Acciones sobre el modelo

Actividad sobre la estructura de la cadena peptídica. Actividad que hace uso de los modelos tridimensionales (JMol)



## Animaciones y ejemplos

cerrar animación

Hidrofóbico Desnaturalización

### Desnaturalización

El número de moléculas de agua (H<sub>2</sub>O) alrededor de la proteína disminuye en el estado plegado. Esto minimiza, bajo ciertas condiciones, la energía del sistema, aunque si existe mucha energía, las moléculas se moverán tanto que comenzará a penetrar agua al interior de la proteína.

Muchas interacciones intramoleculares (que mantienen la cohesión de la estructura interna) se desestabilizan y la proteína pierde gran parte de su **conformación tridimensional**.

En el momento en el que la proteína pierde su función se dice que se ha desnaturalizado.

2012. *Interacciones Macromoleculares*

ESTADO NO PLEGADO (desordenado)

ESTADO PLEGADO (ordenado)

H<sub>2</sub>O

Hidrofílico

VDW

Hidrofóbico

Algunas proteínas se pliegan a condiciones extremas de salinidad o temperatura y otras en cambio se desnaturalizan.

A B Cuestionario

Animación

hacemos rodar una esfera que representa a las moléculas de agua. El centro de nuestra esfera irá trazando la superficie de solvatación.

Superficie de Solvatación

SUPERFICIE SOLVATACIÓN

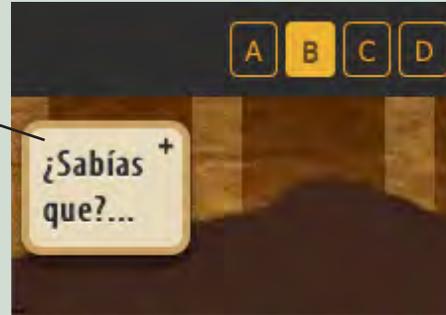
---

## Tips y notas curiosas

---



Información complementaria en forma de widgets



---

## Autoevaluación

---



Cada Unidad es evaluada con un cuestionario de 5 preguntas aleatorias de un pool de 58 preguntas en total. Se incluye una evaluación final en la Unidad 6.





# Conclusiones



El diseño y la comunicación visual es una disciplina que si bien tiene sus orígenes en el diseño gráfico y se remonta a los orígenes de la imprenta y el desarrollo industrial y económico del siglo XX, hoy en día, la actividad del diseño se abre paso a lo visual para abarcar no sólo las técnicas gráficas tradicionales de la imprenta y el diseño editorial con el surgimiento de la tipografía como actividad moderna sino también aquellas herramientas y tecnologías informáticas como HTML, javascript y lenguajes de programación para el diseño web y la multimedia digital.

Elaborar proyectos multimedia es sin duda una actividad multidisciplinaria. Si bien el profesional del diseño centra su trabajo en el proceso comunicacional ya sea como productores de contenido, diseñadores de la información o evaluadores de posproducción, el éxito de su trabajo dependerá en gran medida en el grado de aportación de sus conocimientos para el desarrollo del producto. Si bien nuestras actividades son diversas de acuerdo a la labor encomendada, es indispensable, a su vez, conocer las tareas y responsabilidades que nos corresponden para cada caso. La colaboración y participación coordinada entre profesionales, se vuelve pieza fundamental en el engranaje para cumplir con las expectativas planteadas en cuanto a ergonomía, diseño, programación, usabilidad y funcionalidad.

Si hablamos de software educativo para la enseñanza, conocimientos en docencia y didáctica resultan, además, necesarios. En este caso educadores, pedagogos, psicólogos e investigadores son de gran ayuda para conseguir un producto de calidad.



No existe el proyecto ideal, pero se debe optimizar los recursos con los que se cuenta, tanto humanos, económicos y tecnológicos con los que se dispone y tratar de conseguir el mayor aporte interdisciplinario posible aún si se dispone de pocos recursos.

La participación del diseñador es muy común durante la etapa de producción. Si decidimos participar en la producción de contenidos es imperante conocer las herramientas y técnicas digitales con las que se cuenta para cumplir con la especificidad del medio y los requerimientos del cliente. Cuando dominas tus herramientas, tu creatividad se multiplica. Los editores de audio, video e imagen nos ayudan a la creación y edición de los elementos multimedia como puede ser un video, una animación, una fotografía, una ilustración, un botón, un menú o un elemento de navegación, y la colaboración se puede llevar estrechamente con músicos, ilustradores, artistas, programadores o ingenieros en sistemas.

En la etapa de planeación, nos encontramos con expertos en el tema del proyecto, que pueden abarcar en definitiva cualquier área del conocimiento; expertos en logística y gestión, administradores, coordinadores de recursos humanos, financieros, especialistas en guiones y diseñadores de contenido.

La participación del diseñador y de cualquier miembro del equipo, es relevante sólo si se hace de forma coordinada. Esto implica comunicar al equipo de trabajo las necesidades y requerimientos particulares que desde nuestra perspectiva son esenciales para que el producto final sea exitoso

y cumpla con las expectativas del usuario final. Nuestra colaboración se enfoca en desarrollar guiones, storyboards, definir mapas de navegación y estructurar contenidos multimedia junto con las personas que llevan la investigación del proyecto, y especialistas en el tema que generan la información necesaria que debe ser presentada.

Parece sencillo, pero llevarlo a la práctica resulta un reto. Si el ambiente de trabajo no es el propicio por vicios o dinámicas que se establecen en el entorno laboral, realizar o proponer cambios constituyen un gran desafío. En ocasiones, esto representa una tarea ardua y complicada sobre todo si el proyecto implica la coordinación no solo entre personas del mismo equipo de trabajo sino entre departamentos, áreas o dependencias e instituciones externas de las que se depende. Los recursos humanos, partidas económicas, estrategias comerciales o cambios en las políticas de las empresas, o de los propios clientes también pueden cambiar drásticamente el desarrollo de un proyecto ocasionando que éste deba enfrentarse a cambios externos no previstos que pueden conducir en el peor de los escenarios al fracaso o término del proyecto de manera abrupta.

Si bien se elaboró un proyecto web, éste no se enfocó en ofrecer una receta mágica de cómo se hacen las cosas, ni constituye por tanto un manual de software, de diseño web, ni de ambientes de desarrollo o *frameworks*, por ello, no se dieron soluciones técnicas a detalle de problemas comunes en el desarrollo de aplicaciones multimedia para internet, tales como realizar menús desplegables con hojas de estilo, importar video en HTML5,



transmitir podcasts de audio en *streaming* o por ejemplo, implementar código javascript para mostrar y animar etiquetas <div> mediante jQuery o DHTML.

La manera en cómo se construyen estas páginas web, cambian con tanta rapidez y velocidad que resulta entonces poco práctico proporcionar un manual que en poco tiempo podría dejar de ser útil. Las técnicas dependen en gran medida de las tecnologías que van surgiendo y este trabajo no pretende sustituir los manuales y documentación que se elaboran para dicho propósito y que son abundantes y fáciles de encontrar en internet. No con ello subestimo la importancia del conocimiento técnico que debe tenerse, sobretodo porque hoy en día ese conocimiento resulta de gran valor para las empresas y las ofertas del mercado laboral así lo reflejan. Por tanto, este proyecto no excluye las premisas tecnológicas que se utilizaron para la implementación del proyecto web que se elaboró tales como el uso de *media queries* para el diseño aplicado a distintos soportes y plataformas digitales, el uso de complementos o *plugins* de JAVA para la visualización científica en ambientes tridimensionales 3D y jQuery para realizar las animaciones de ventanas y menús despleables.

Lo que si encontramos, y que para mi forma de ver, constituye tema de reflexión y debate, es poner sobre la mesa cada uno de los elementos a considerar en la producción multimedia, esto implica, mostrar a detalle el mapa completo en torno al diseño multimedia y su ejercicio profesional, el uso de la narrativa en las imagenes diseñadas, la repercusión que las nuevas tecnologías de la información y la comunicación (TIC) tiene en la

manera de comunicarnos, sus posibles implicaciones para el diseñador y sus procesos creativos en la producción de contenidos, para que desde una perspectiva amplia se puedan dirigir proyectos, conociendo así la gran variedad de opciones que se le presentan, emplear y escoger los ingredientes más pertinentes para cada caso.

Es de interés personal dar el panorama multidisciplinario que hay en torno a la tecnología, las tendencias del diseño, y el conocimiento de las herramientas y estrategias existentes y futuras que se vislumbran para realizar nuestro trabajo. Un trabajo enfocado en la comunicación y las relaciones entre las personas y que incluye porque no a la docencia y la enseñanza de temas tan diversos como lo es el estudio de la ciencia.

Esto significa colocar a la tecnología no como un fin sino como el medio que nos ayuda a comunicarnos. Creo firmemente que no existen recetas absolutas y las que actualmente se usan son fácilmente modificables con el tiempo. Este trabajo pudiera ser una más de ellas y ser debatible. Para mi, debiera serlo, solo así se constituye y funciona como un elemento más de crítica y reflexión para cambiar nuestro entorno en propuestas novedosas y originales.

Frente a este panorama, lo que nunca ha dejado de existir, es esa necesidad de contar cosas, de relatar acontecimientos, el arte de narrar es una forma de comunicar que tiene gran poder de convencimiento, de informar, de transmitir información y generar conocimiento. La tecnología ha venido a cambiar las formas de hacerlo, seguiremos relatando, narrando



historias pero ahora las haremos de un modo diferente. La multimedia resulta un medio idóneo para el uso de narrativas y la tecnología nos muestra rutas diferentes, con un alto grado de participación e interacción con los usuarios, por lo que entenderla adecuadamente podrá enriquecer el arte de narrar.

Esta tarea, no es exclusiva del diseñador pero mucho menos excluyente y creo firmemente que la mejor manera de lograrlo es construyendo un diálogo con el usuario, abierto, dinámico, que no únicamente sea visual, que para hacerlo interactivo requiere colaboración con especialistas no sólo de las imágenes sino de otras áreas del conocimiento para que el trabajo final resulte altamente enriquecedor.

El uso de las nuevas tecnologías sin duda repercute directamente sobre la sociedad y todas las áreas del conocimiento. El diseño y la comunicación visual por ello deben beneficiarse de los recursos y herramientas que se ponen a la disposición de los diseñadores, creativos y desarrolladores de contenidos. Para la enseñanza y la docencia estas tecnologías de la información y la comunicación (TICs) resultan de gran apoyo en la elaboración de materiales educativos y didácticos en formato digital. Debemos entender que, así mismo, surgen nuevas formas de aprendizaje colaborativo basados en grupos de estudiantes y profesores que trabajan en colaboración con los recursos en línea de la Web 2.0 y de metodologías pedagógicas en el uso de entornos formativos multimedia y procesos lúdicos de enseñanza (Cobo, 2007, Marques, 2000, Gamboa, 2001) que nos demuestran cómo el uso de internet abre innumerables posibilidades en el campo de la enseñanza basados en dos acciones sustantivas del

proceso de aprendizaje: generar contenidos y compartirlos. El acceso, el intercambio de información, y la generación colectiva de materiales acumulativos que pueden ser transferidos en distintas plataformas y dispositivos convierten, por tanto, el acceso a internet en no únicamente una *interfaz* o “superficie de contacto” entre el usuario y las tecnologías Web 2.0 sino se transforma en un espacio de intercambios de conocimiento como una *extensión* de nuestra mente.

Este modelo vasto en herramientas, recursos y pedagógicamente más participativo se convierte así en lo que algunos autores ya catalogan como Aprendizaje 2.0, como la conformación de un ciberespacio de intercreatividad (Cobo, 2007) que contribuye, sin duda, a la creación de un entorno de aprendizaje beneficiado con la irrupción de las nuevas tecnologías.

Si bien, como se expuso durante la presente investigación, han surgido innumerables teorías pedagógicas y corrientes de pensamiento [Parsons, Giroux, Rockwell, Schultz, Piaget, Rico] que sustentan el cuerpo teórico de la enseñanza, hoy tomamos parte de ellas, aquellas que promueven la construcción y conformación del conocimiento de manera colectiva y participativa, abierta, dinámica y con un pensamiento crítico socialmente responsable con el entorno, entre alumnos, docentes y sociedad en su conjunto. Esta idea de compartir información, conocimiento y experiencias agrega a la tipología del aprendizaje definida por Johnson (1992), una más que ejemplifica el uso de la Web 2.0 en la enseñanza: el intercambio colectivo. (*learning-by-sharing*. Ludvall, 2002).

Así es como podemos aplicar esta taxonomía al diseño y producción de contenidos en colaboración con los estudiantes y profesores, sin temor a aprender durante el camino.

*Aprender haciendo* que bajo el principio de ensayo-error el estudiante construye presentaciones en línea de video, audio y texto con el apoyo de herramientas digitales para la lectura-escritura como son Google docs, slideshare, entre otras apps y software online.

*Aprender interactuando* donde gracias a las plataformas de gestión de contenidos con capacidades de intercambio de datos hacen posible que los alumnos y profesores intercambien ideas con el resto de los usuarios agregando posts en blogs, wikis, hablar por VoIP, enviar mensajes de voz o voice mail, y realizar actividades tan comunes como conversar en un chat o mandar correos electrónicos.

*Aprender buscando* que hoy constituye una necesidad indispensable para la calidad de la información ya que ante la abrumadora cantidad de datos, la búsqueda de fuentes fiables debe ser más selectiva, cumplir con estándares y normas que permitan obtener información adecuada para la escritura de un paper, trabajo, ensayo o ejercicio en un proceso de investigación, selección y adaptación como por ejemplo los que encontramos en traductores especializados, bibliotecas digitales, libros electrónicos o ePubs, catálogos, revistas digitales, periódicos y tecnologías de sindicación web que facilitan la clasificación y categorización de la información mediante agregadores RSS, acceso a bases de datos y archivos XML para la actualización periódica de los contenidos.

*Aprender compartiendo* finalmente promueve el aprendizaje colaborativo mediante el intercambio de objetos de aprendizaje. Así es como debe valorarse el presente material docente que se desarrolló durante el transcurso de esta investigación.

Las posibilidades son inmensas y nuestra tarea como comunicadores visuales no solo será tener una participación importante en la construcción de dichos materiales, sino hacerlos propios y acorde con nuestra idiosincracia y pensamiento que le den valor e identidad a nuestro trabajo.

Los procesos de almacenamiento, transferencia, recuperación y tratamiento de la información están cambiando los esquemas tradicionales en el campo de la educación y la enseñanza. Si bien existen muchas metodologías para el diseño y producción de aplicaciones multimedia para la comunidad docente (Marques, 1999, Rivera, 2012), el éxito de que un sistema sea bueno o malo, eficiente o efectivo no sólo depende de cómo se ha diseñado, depende de que los contenidos sean buenos, de la planificación de los objetivos programáticos, de que la secuenciación sea la más idónea y adecuada, de que los formadores que están detrás tengan contacto continuo con las personas que están formando, que estén bien capacitados y hagan bien su trabajo; por lo tanto la calidad depende de lo bien que se haya diseñado y de lo bien que se difunda como material de apoyo. Porque un buen sistema de formación presencial hoy en día, necesariamente tiene que utilizar apoyos de nuevas tecnologías y contemplar las herramientas TIC, que acrecienten su valor didáctico. Construir materiales didácticos con las nuevas tecnologías es una tarea pendiente que no debe soslayarse en futuras investigaciones. Diseñadores



y docentes requieren afianzar conocimientos para la capacitación y mejoramiento de la labor académica bajo el uso de las TIC.

Las nuevas tecnologías de la Información y la Comunicación TICs han cambiado la forma de hacer las cosas, y si el diseño está en constante cambio, debemos afrontar los retos que la tecnología nos impone no sólo como productores sino también como consumidores.

El acceso a internet se incrementa a un ritmo acelerado, la apertura en la información y el aumento en la transmisión de datos nos convierte en una sociedad altamente interconectada. Las redes sociales y sus comunidades permiten compartir conocimiento e información. Los usuarios dejan de ser sujetos pasivos para convertirse en individuos activos, dinámicos y en constante cambio, son selectivos y participan activamente en la elaboración de sus propios contenidos. Ante este panorama, el diseñador, no pierde terreno sino se convierte en colaborador y participante. La labor es conjunta y puede asesorar y guiar los procesos iterativos de asimilación de conocimientos y formar parte del ciclo de vida del diseño de productos y servicios bajo el Diseño Centrado en el Usuario. Las investigaciones en torno al DCU (Sánchez, 2011) juegan un papel preponderante en el diseño actual, y por ende quedan abiertas muchas líneas de investigación en torno a temas de usabilidad, interactividad y participación colectiva en el diseño multimedia que pueden abordarse en proyectos específicos con la profundidad que se merecen pues rebasan el objeto de estudio del presente trabajo. Queda la puerta abierta entonces, para posteriores investigaciones.

Es claro observar que la tecnología es un instrumento para lograr nuestro objetivo de comunicación. Si la tecnología cambia, también lo harán sus técnicas y procedimientos. Esto es un hecho, pero el acto de comunicar y compartir información permanece. Es una necesidad inherente al ser humano que lo constituye como entidad social. Pero existe un elemento que ha perdurado a través del tiempo y lo acompaña a lo largo de la historia. Y este es el acto de narrar. En la antigüedad el hombre primitivo se valía de registros visuales para comunicarse y relatar lo que le acontecía, una huella, una pintura representaban una realidad que se relataba y constituía una forma de transmitir el conocimiento. Hoy las tecnologías se convierten en el vehículo de transmisión de ese conocimiento y, como en la antigüedad, el acto de narrar perdura, pero se mezcla con relatos no lineales, metáforas y discursos fragmentados, atemporales, hipervinculados, masivos y altamente personalizados, donde no sólo cobra relevancia el qué sino el cómo se cuenta, cómo se informa y cómo se comunica.

Hacer énfasis en el uso de la imagen narrativa, como estrategia para el desarrollo y actualización de los elementos multimedia, para expresar ideas y clarificar conceptos es una perspectiva diferente de valorar el diseño y la comunicación multimedia. Estos recursos permiten atraer, disuadir, seducir, cautivar y retener la atención y colaboran en la transmisión de conocimientos.

La comunicación multimedia en soportes digitales conlleva una estrecha relación con el discurso narrativo, y es posible establecer parámetros



comparativos que sustentan su sintaxis visual. Saber diseñar significa también saber narrar, porque aprender a narrar es aprender a mirar al hombre. Mirar al hombre es entender sus necesidades, de comunicación, de información. Porque en el acto de narrar configuramos metáforas visuales, establecemos paradigmas visuales para presentar hechos o acontecimientos que simulan la realidad. Porque en el acto de narrar coexisten tiempo y espacio, personajes y acontecimientos y la multimedia constituye una forma de comunicación determinada por el tiempo y el espacio. Temporalidad y espacio son elementos esenciales de la narrativa y lo son también para el discurso multimedia.

Si bien los objetivos han sido cumplidos queda mucho por hacer. El camino continúa, la puerta está abierta, los ingredientes están puestos en la mesa.

Este proyecto tuvo la colaboración de Tobías Portillo Bobadilla con la programación en JavaMol de las estructuras moleculares, y el desarrollo del software, la implementación de la base de datos y del servidor web, Gilberto González Villanueva como enlace de recursos humanos y desarrollo de instrumentos de evaluación del software con grupos piloto, de Nayelli Gómez Álvarez y Liliana Rojas Velázquez como apoyo en la implementación en HTML.

Uno de los principales retos al que se enfrentó fue implementar un software libre para HTML y ambientes web ya que el software original estaba hecho para una plataforma de escritorio con licencias comerciales y se tuvo que diseñar y reprogramar de distinta forma, como por ejemplo,

incrustar con javascript las animaciones de los menús y el diseño de los ejercicios interactivos sobre los aminoácidos. El glosario en la aplicación de escritorio estaba programada con una herramienta del paquete de autoría y había que integrarlo en un ambiente web. Se decidió crear una base de datos, para guardar la información de los cuestionarios.

Las animaciones del ambiente de interfaz gráfica tuvieron que realizarse con programación jQuery, así como integrar a la navegación algunos ejercicios.

Se espera en el corto plazo evaluar el software en diferentes escuelas, enseñar el funcionamiento del programa, invitar a los estudiantes a que lo usen y hacer una evaluación para ver como se desempeña la herramienta en su aprendizaje, ponerlo al alcance de universidades y bachilleratos y contribuir, con ello, a la enseñanza y retroalimentación para la mejora del software. Se planea hacer un control de usuarios mediante un registro en línea para evaluar el comportamiento del usuario, saber cuántos acceden al programa, cuánto tiempo permanecen en él, y tener estadísticas mediante *google analytics* que permitan mejor la interacción y el aprendizaje.







# Anexo Contenidos



## INTERACCIONES MACROMOLECULARES

Actualmente el área de las interacciones macromoleculares es resultado del trabajo científico en distintas disciplinas como son la bioquímica, la biofísica, las ciencias de la computación y la biología.

Con estas herramientas hoy en día es posible modelar con gran detalle la estructura tridimensional de los complejos proteínicos. Y asimismo, entender el control fino de la fisiología de los seres vivos y de sus adaptaciones moleculares.

A fin de cuentas, la capacidad de las macromoléculas para reconocerse y asociarse ha posibilitado múltiples formas de expresión biológica. Todo ello bajo el escrutinio de procesos evolutivos que no dejan de considerar aspectos estructurales y termodinámicos a un nivel de organización muy elemental.

## INTRODUCCIÓN

Sabías que?...

(I.1) Las especies evolucionan experimentando cambios en su morfología, fisiología y/o conducta.

(I.2) Una premisa para la diversificación biológica es el cambio en el material genético y en las proteínas que éste codifica.

(I.3) Importantes pasos evolutivos se deben a cambios en la estructura-función de las proteínas.

(I.4) Las proteínas se sintetizan a partir de la información contenida en los genes.

(I.5) El pasado común de las especies es una restricción histórica de la evolución.

(I.6) Los elementos genéticos y proteínicos suelen sujetarse a las restricciones históricas en la evolución de las especies.

(I.7) Pequeñas diferencias de unas cuantas kcal/mol en la energía de interacción podrían significar cambios en el crecimiento y desarrollo.

(I.8) Pequeños cambios en las proteínas han permitido la adaptación a condiciones muy específicas (por ejemplo, de temperatura, salinidad o concentración de oxígeno).

Para comenzar...

Las proteínas son unas de las **macromoléculas** biológicas más importantes e interesantes que existen. Es bien sabido que ellas están en todos los alimentos que consumimos y sobretodo en los de origen animal, sin embargo, si bien son importantes en la nutrición, también reconocemos en ellas una gran relevancia biológica. Al estudiarlas, aprendemos sobre el funcionamiento de las células, y esto nos permite incidir favorablemente sobre las enfermedades haciendo uso del desarrollo biotecnológico de proteínas. Por otro lado, al conocer la estructura de las proteínas aprendemos aspectos evolutivos importantes.

Los cambios morfológicos, fisiológicos y conductuales que se han dado en las especies en gran medida son resultado de los cambios en el ser y actuar de las proteínas.

## Algunas preguntas...

¿Qué son las proteínas? ¿Son simplemente moléculas constituidas por decenas o centenas de **aminoácidos**? En efecto se componen de cientos o miles de átomos, de ahí que nos refiramos a ellas como macromoléculas, pero la relevancia de éstas tiene numerosas implicaciones que van más allá de la mera conjunción de moléculas orgánicas sencillas.

Las proteínas presentan **propiedades emergentes** como resultado de la estructura tridimensional que adquieren con el **plegamiento**. Siendo así, entonces contestemos algunas preguntas básicas a lo largo de este programa: ¿Cómo están arregladas espacialmente las proteínas? ¿Qué funciones desempeñan? ¿Y qué propiedades tienen a partir de una estructuración compleja?

-----

Mucho se ha dicho que las proteínas son responsables de la ESTRUCTURA y del FUNCIONAMIENTO de los organismos. ¿Cómo se da esto? ¿Cuáles son los principios generales? ¿De qué manera una proteína lleva a cabo su labor dentro de la célula? Estas son preguntas básicas e importantes y por su extensión podrían convertirse en filosóficas pues lo biológico suele ser muy contingente (dependiente de muchos factores). Sin embargo, gracias a estudios minuciosos, que poco a poco disectan la naturaleza, empezamos a comprender el funcionamiento de los seres vivos.

Una célula es capaz de mantenerse, de regular finamente sus procesos internos. Para ello, las proteínas trabajan eficientemente, y no es de extrañar porque las proteínas son resultado de un largo proceso evolutivo de adaptación. Pero, ¿qué es la evolución a un nivel macromolecular, existen **restricciones evolutivas** a este nivel?

-----

### **Diálogo con el entorno.**

Por todo esto es difícil llegar a la comprensión cabal de cuáles son y cómo se comportan todos los elementos clave de la fisiología celular. Sin embargo, queda mencionar que ya sean genes, proteínas, individuos o poblaciones, el resultado de los procesos depende

de un equilibrio que se establece entre lo que pasa adentro y lo que pasa afuera del sistema. Es decir, las entidades responden de acuerdo al entorno físico y/o biológico que se establece permanentemente a distintos **niveles de la organización biológica**. ¿Y cuál es el entorno y los factores que determinan las interacciones entre proteínas?

**Mas información...**

### **----MAS INFO----**

¿Qué tienen las proteínas que no tengan otras moléculas orgánicas?

Las proteínas junto con el ADN son quizá las moléculas más estudiadas dentro de los seres vivos. No nos sorprende tal situación considerando que del peso promedio de una célula el 70% es agua y casi el 20% es proteína (Alberts B., et. al., 1994). Si quitamos el agua la mayoría de nuestros constituyentes son proteínas. Pero al agua no podemos ignorarla en nuestra comprensión de las proteínas. El agua tiene un papel relevante en las interacciones entre macromoléculas. La estructura del agua es sencilla; la molécula es polar y presenta características relevantes que por ahora no abordaremos a detalle, por lo mientras sólo considérese que constituye un disolvente que por su alta constante dieléctrica influye en las interacciones electrostáticas y que las proteínas en vista de sus potenciales electrostáticos constantemente interactúan con éstas. El papel del disolvente será tratado en este programa más adelante en nuestro estudio de las interacciones.

Uno de los puntos más interesantes es la complejidad de las proteínas. Los arreglos que tienen son sumamente complejos. Actualmente, la estructura es un tema de estudio en vista de la diversidad de formas y modos

de interactuar. Durante mucho tiempo se ha hablado de la complejidad de información y de la complejidad estructural. La complejidad de información se refiere a la secuencia informativa de las unidades estructurales básicas que se ordenan linealmente y que ofrecen un marco de lectura, un mensaje. Considérese esto como un lenguaje de aminoácidos o de nucleótidos. El ADN es una secuencia de nucleótidos o tripletes (codones) a partir de la cual haciendo uso del código genético podemos obtener la secuencia de una proteína. El proceso inverso de la traducción puede hacerse en nuestra mesa de trabajo para inferir a partir de una proteína la secuencia genética, o más llanamente, una parte importante (la región traducida) del material hereditario. En la naturaleza vemos que el código genético sirve para pasar del lenguaje del ADN al lenguaje de los aminoácidos, y haciendo esto, pasamos de 4 distintos nucleótidos (bases) complementarios a 20 distintos aminoácidos, de tal modo que la información se enriquece pues existen mayores posibilidades combinatorias. Pero lo importante al hablar de estas secuencias ya traducidas es que surge otro tipo de lectura, no lineal, sino espacial, en tres dimensiones y que se asocia desde luego con una secuencia. En el caso de las proteínas, esta lectura espacial nos aporta otro nivel de información sumamente compleja y que es relevante comprender para entender las interacciones macromoleculares. Debemos pensar entonces en acomodos tridimensionales, en ciertas estructuras bien definidas que caracterizan el interior de las proteínas, y en estructuras funcionales dedicadas a un fin preciso (unirse al surco mayor del ADN por ejemplo) o del mismo modo pensar en superficies complementarias que pueden acoplarse pues se reconocen entre sí.

En conclusión, las proteínas tienen a diferencia de muchas otras moléculas, una riquísima información espacial y complejidad estructural. Además de que cambia y se adapta.

#### ----MAS INFO 2----

¿La era de los genes y de las proteínas?

En definitiva este siglo es el de la biotecnología y bioinformática, se tienen las herramientas y la teoría necesaria para la manipulación de la información biológica. Los modernos avances de la biología permiten hacer muchas cosas antes sólo imaginadas y se avanza en la descripción y ubicación detallada de los genes de muchas especies. Uno de los propósitos de los científicos es llegar a conocer todos los genes de un organismo, es decir el genoma de la especie. Con la biotecnológica hablamos de secuencias de ADN pero también hablamos de PROTEÍNAS.

Así, es una necesidad conocer cuáles son las proteínas que esos genomas pueden producir, y junto a la genética se desarrolla vertiginosamente una ciencia que se aboca al descubrimiento e identificación de secuencias de proteínas; la ciencia proteómica. Pero, ¿qué pasa con esas proteínas o secuencias traducidas? ¿cómo podemos hacer uso racional de sus propiedades?

Es imperativo, entonces, comprender y manejar la nueva información estructural que surge con ello, entender que las proteínas han de plegarse, adquirir estructuras tridimensionales muy particulares, y además, interactuar de manera específica al encontrarse necesariamente unas con otras. Ellas se asocian dinámicamente durante los procesos celulares. Estas asociaciones y disociaciones macromoleculares las podemos entender más

ampliamente --acercándonos a las sutilezas de la interacción-- gracias a los estudios termodinámicos y fisicoquímicos del acercamiento y unión de dos o más moléculas.

#### ----MAS INFO 3----

¿Por qué son importantes las interacciones macromoleculares?

De las interacciones macromoleculares entre proteínas, ADN, y otros, dependen los procesos celulares. Estos pueden ser intervenidos puntualmente. Sólo por mencionar algunos procesos tenemos que: permiten la comunicación celular, la replicación, la traducción o la recombinación genética, la formación de una matriz extracelular, de un citoesqueleto, de una pared celular en las plantas.

Finalmente, no estaría de más comentar que el trabajo de las proteínas se da dentro y fuera de la célula, incluso hacia el exterior del mismo individuo, por ejemplo, en la digestión extracelular que se da en los hongos, arañas y algunos otros organismos. La coagulación de la sangre es otro ejemplo de procesos mediados por proteínas ubicadas fuera de la célula. Las interacciones se dan durante todo el desarrollo ontológico de los individuos.

#### EJEMPLOS DE INTERACCIONES:

- 1) La respiración en los vertebrados se logra gracias a una proteína capaz de interactuar con el oxígeno y el bióxido de carbono; la hemoglobina. En ciertas circunstancias entrega oxígeno a las células y en otras acarrea CO<sub>2</sub> para liberarlo en los pulmones, en las branquias o a través de la piel como en los anfibios.
- 2) La respuesta inmunológica frente a enfermedades o agentes extraños está mediada por distintas



macromoléculas que reconocen y responden eficientemente frente a los agentes extraños. Así, dan aviso a los macrófagos de quiénes son y en dónde están esas sustancias para que puedan ser atrapadas, digeridas y eventualmente expulsadas del cuerpo.

3) Al consumir un alimento empieza el trabajo de muchas proteínas que intervienen en la digestión (enzimas que cortan y degradan sustancias) y se permite de este modo la asimilación de los nutrientes que han de ser incorporados a las células.

#### Breve definición.

(I.9) Los hilos de seda están hechos de una proteína fibrosa: LA FIBROÍNA.

(CHIME) Proteína fibrosa {html/proteina fibrosa.htm}

1. LAS PROTEÍNAS SON MACROMOLÉCULAS constituidas por residuos de **aminoácidos**.

¿Quieres saber qué tan grande es la proteína de tu derecha? De tu teclado presiona la tecla que tiene una flecha hacia arriba ( ), manténla presionada al mismo tiempo que mueves la proteína hacia arriba con el ratón.

2. Sí, se hizo pequeña y grande con el zoom. Al mover el ratón hacia abajo te acercas. Observa que cada residuo (de distinto color) tiene una pequeña ramificación. Esa es la cadena lateral. Las cadenas laterales son muy importantes para la función de las proteínas.

La cadena principal está representada por un tubo más grueso. También se dice que constituye el esqueleto de la proteína.

3. Los residuos están unidos por enlaces peptídicos.

Por esta razón, a la secuencia también se le conoce como polipéptido.

La proteína de tu derecha tiene tres cadenas. Las cuales, son tres polipéptidos distintos, que juntos forman una proteína fibrosa. Las proteínas pueden ser GLOBULARES y FIBROSAS.

#### Proteína globular

(I.10) Las enzimas suelen ser proteínas globulares: ATPasa de bovino (fosforilasa)

(CHIME) Proteína globular {html/proteina globular2.htm}

Si observamos la estructura de las proteínas vemos que el **polipéptido** se tuerce y enrolla para adquirir lo que se conoce como **estructura tridimensional**, la cual es propia de cada proteína. Sin embargo, el plegamiento visto como un patrón espacio-estructural puede ser común (similar) en aquellas proteínas no emparentadas (no homólogas) que ejercen una función semejante.

(I.11) Cada aminoácido está representado con un color distinto. Este modelo resalta el plegamiento del esqueleto de la proteína (la cadena principal)

(CHIME) [Ver animación](#) {html/lighting up by parts.htm}

#### ¿Cuál es la función de las proteínas?

Las proteínas desempeñan distintas funciones según la proteína que se trate. Las fibrosas, por ejemplo, generalmente sirven de soporte. En cambio, muchas de las proteínas que se hallan embebidas en las membranas

son sensoras de mensajeros o transportadoras. Otras más son enzimas o reguladoras de la expresión del material genético. Como en un concierto cada proteína es muy importante y tiene su partitura bien definida.

**Dan soporte** - **Transportan moléculas** - **Son reservas** - **Son mensajes** - **Generan el movimiento** - **Nos protegen** - **Reciben los mensajes** - **Ayudan contra el estrés** - **Regulan los genes** - **Favorecen las reacciones**

#### Dan soporte

Formando fibras como la colágena en tejidos conjuntivos, fibrosos y cartilaginosos; y la elastina en tejido elástico propio de tendones y vasos sanguíneos. En el cabello, en los cuernos, en las plumas, en las escamas y en otros derivados de la piel encontramos queratina. También se encuentran múltiples proteínas fibrosas en el citoesqueleto, en la matriz extracelular y en la pared celular.

(I.12) El citoesqueleto (la red de fibras que le dan soporte a la célula) se compone de distintas proteínas fibrosas: la actina, la vimentina, la tubulina y la queratina.

(IMG) Vimentina {vimentina.bmp}

(IMG) Queratina {keratina.bmp}

(IMG) Actina {actina.bmp}

(IMG) Fibroína de la seda {gusano.bmp}

(IMG) Tubulina {tubulina.bmp}

#### Son Reservas

Le sirven al organismo como un almacén de aminoácidos o elementos químicos importantes.

La ovoalbúmina de la clara de huevo es una fuente de reserva de aminoácidos para el embrión. La caseína o proteína de la leche es otra fuente de aminoácidos para los bebés y las crías de los mamíferos.

En el reino vegetal también existen las proteínas de reserva, por ejemplo, en semillas como el maíz (zeína), en el grano de trigo (gladina, glutenina), en el arroz (orizanina), en la cebada (hordeína), entre otras.

(I.13) La ferritina atrapa el hierro (en rojo) y es almacenada en el hígado. Cuando la célula requiere del hierro, este es liberado de la ferritina.

(IMG) Ferritina {Ferritina.gif}

### Transportan moléculas o iones

La **hemoglobina** o proteína de la sangre lleva el oxígeno y recoge el CO<sub>2</sub> de todas las partes del cuerpo. En la comunicación celular las proteínas de membrana trasladan moléculas, **osmolitos orgánicos** o iones del interior al exterior o viceversa.

La porina es un ejemplo de proteína de tipo b. Constituye una especie de barril con estructuras hojas b (hebras verdes) antiparalelas.

[En el apartado de “Estructuras” se explican las estructuras tipo b]

(I.14) En las proteínas de membrana se encuentran transportadores, porinas y canales de Na<sup>+</sup> Ca<sup>++</sup> y K<sup>+</sup>

(IMG) Porina {Porina2.gif}

### Son mensajeros químicos

Dan señales a distancia (sistema endócrino) para iniciar o detener distintos procesos biológicos. En

los animales muchas de las hormonas que activan procesos fisiológicos (reproducción, crecimiento, desarrollo) son proteínas mensajeras.

Los mensajeros químicos interactúan con receptores ubicados hacia el exterior de la membrana de las células blanco.

Generalmente la unión con el receptor activa una cascada señales intracelulares que amplifican la señal inicial.

La insulina es un mensajero químico que estimula la toma de glucosa por parte de nuestras células. Esta proteína mensajera es producida por las células b-pancreáticas, las cuales a su vez tienen receptores a otras hormonas entre las que está la somatostatina que inhibe la secreción de insulina. Es decir hay otras células que les dicen a las b-pancreáticas “dejen de producir insulina”.

La prolactina (PRL) es otra hormona de naturaleza proteínica. Esta se sintetiza en el lóbulo anterior de la glándula pituitaria y estimula la producción y secreción de leche en las mujeres.

(IMG) --

### Responsables del movimiento

Las proteínas como la actina y la miosina forman estructuras mecánicas responsables de la contracción muscular. En muchos organismos unicelulares también se encuentran proteínas mecánicas, por ejemplo, para mover los cilios o flagelos.

(I.15) El complejo actina-miosina de las fibras musculares.

(IMG) actina-miosina.jpg

(IMG) actina-miosina.png

(IMG) actina-miosina1.gif

(IMG) actina-miosina2.gif

(IMG) actina-miosina3.gif

(IMG) actina-miosina4.gif

(IMG) actina-miosina5.gif

-----

### **Nos protegen de los agentes extraños**

Las inmunoglobulinas reconocen sustancias extrañas (antígenos) dentro de nuestro organismo. De este modo, los macrófagos y otras células del sistema inmunológico pueden identificar y deshacerse de las moléculas o células intrusas.

(I.16) Las flechas indican los sitios por donde las inmunoglobulinas se unen a los antígenos. La inmunoglobulina funciona como un identificador y delator de la sustancia extraña. Los macrófagos encuentran los anticuerpos unidos al antígeno y los engullen. Posteriormente destruyen la sustancia.

Las inmunoglobulinas IgG (anticuerpos)

(IMG) IGG.gif

-----

### **Favorecen las reacciones químicas del metabolismo**

Todas las enzimas regulan la bioquímica de las células acelerando, y facilitando así, las reacciones útiles que de otro modo no podrían darse en tiempos cortos. Las enzimas son fundamentales para el metabolismo y también se les conoce como biocatalizadores.

(I.17) Las proteasas juegan un papel esencial en la regulación de la síntesis, plegamiento, mantenimiento y función de las proteínas

(IMG) proteasa.jpg

-----

### **Regulan la expresión de los genes**

Existen proteínas que actúan directamente sobre el ADN y controlan así, la expresión de los genes. Es decir, se encargan de activar o inhibir (represores) la síntesis (producción) de proteínas en un determinado momento.

(I.18) La doble hélice de enmedio es un fragmento del ADN de una bacteria. La bacteria se llama Escherichia coli y las dos proteínas que se han unido al ADN son factores de transcripción (proteínas que intervienen en la lectura de la información genética)

(IMG) Factor-Transcripcion2.gif

-----

### **Protegen a las células contra el estrés**

Cuando los seres vivos están frente a condiciones ambientales extremas (frío, calor, salinidad, pH, toxinas, metales pesados, padecimientos) se sintetizan proteínas (HSP90, HSP70, HSP60, GroEL) que son asistentes de plegamiento que evitan la desnaturalización de las proteínas.

(I.19) GroEL es una proteína multimérica compuesta por 14 subunidades (dos anillos de 7 subunidades) que forman un hueco en el que puede entrar una proteína globular de 90 kDaltons. Una vez adentro la proteína se encuentra aislada del medio por lo que de esta manera GroEL contribuye a que la proteína entrante (en rojo) se pliegue correctamente, evitando así agregados inespecíficos. GroEL consume 14 moléculas de ATP por ciclo. En la figura cada puntito rojo es un ATP (uno por subunidad).

(IMG) GroEL.png

El asistente de plegamiento GroEL en Escherichia coli

-----

### **Reciben los mensajes del exterior**

Existen proteínas de membrana encargadas de recibir los mensajes del exterior (receptores) para luego hacer que el mensaje sea traducido hacia el interior (con segundos mensajeros) y así la célula interprete y responda a los estímulos de su entorno.

Los mensajeros (sustancias químicas) pueden ser interpretados por una glándula para liberar otra sustancia o por una fibra nerviosa para continuar o detener un impulso eléctrico. En algunas bacterias quimiotácticas se ha demostrado que responden al estímulo químico gracias a una proteína de membrana receptora .

En otros casos, por ejemplo, durante la fecundación, el óvulo reconoce al espermatozoide de su especie y lo deja entrar gracias al reconocimiento de las proteínas de la superficie. Este es sólo un ejemplo de reconocimiento e interpretación de mensajes químicos.

(I.20) Los receptores tienen dos funciones: reconocen al modulador químico y activan los efectores celulares

(IMG) --

-----

### **¿Cómo trabajan? - Breve definición**

Las proteínas funcionan interactuando de forma específica. Es decir, formando complejos específicos. Lo específico significa que las proteínas son capaces de reconocer las moléculas pequeñas (glucosa, ATP, etc) y otras macromoléculas sin equivocarse. Esto se logra discriminando con qué sustrato o macromolécula

debe unirse, escogiendo de los muchos compuestos que se le presentan. Desde luego la especificidad puede cambiar conforme evolucionan los seres vivos. Y este cambio se explica también si cambia el entorno en el que se desenvuelve la proteína.

El reconocimiento se da a través de sitios muy precisos en la proteína. Sitios de unión o de contacto. Este reconocimiento depende de [interacciones químicas no covalentes](#).

Estas son:

- a) Puentes de hidrógeno
- b) Puentes salinos
- c) Interacciones hidrofóbicas
- d) Interacciones mediadas por el disolvente

Las interacciones no covalentes son débiles por naturaleza, pero son múltiples por lo que suficientes para unir dos macromoléculas. Con el estudio de las interacciones macromoleculares sabemos el cómo y el por qué se unen las macromoléculas, cuál es la dinámica y de qué factores depende.

El fin último que se persigue es comprender la función biológica, la cual es posible por la formación de [complejos](#).

(I.21) La temperatura, el pH y la fuerza iónica son factores fisicoquímicos del entorno que inciden sobre la estructura y las interacciones de las proteínas

#### **Breve definición - Formación de complejos**

Dimérico (dos proteínas se unen)

Multimérico (más de dos)

(IMG) Dimero1-2PAB.jpg

(IMG) Dimero2-2PAB.jpg

(IMG) dodecamero1.jpg

(IMG) dodecamero2.jpg

#### **Breve definición**

Es importante recordar que la unión entre proteínas puede ser desde muy fuerte hasta sumamente débil. Cada complejo es distinto.

En la formación de todo complejo existe una dinámica de asociación y disociación que alcanza un equilibrio. El equilibrio responde a un determinado momento fisiológico o fisicoquímico. Si hay afinidad se favorece un estado asociado. Si la unión se da por un tiempo breve se dice que es un [complejo transitorio](#), que se asocia sólo por fracciones de segundo. Y justo en ese momento activa o inhibe algún proceso bioquímico.

Por otro lado, están los complejos que interaccionan fuertemente. Estos prácticamente están unidos todo el tiempo y les llamamos [complejos perennes](#). La función biológica que estos complejos llevan a cabo depende precisamente de una asociación que raras veces se disocia. Tal es el caso de grandes complejos como los ribosomas, los nucleosomas, las fibras de colágena o las hemoglobinas en su conformación tetramérica.

#### **Breve definición**

Durante estos eventos de interacción, al momento de unirse o separarse, las proteínas presentan ciertos cambios en su forma, en su arreglo interno --a veces de gran magnitud y que son necesarios para ejercer la función. Estos son cambios en su acomodo espacial son denominados más propiamente como [cambios conformacionales](#)<sup>1</sup>.

Así, en el metabolismo o desarrollo de un organismo

se pueden establecer cascadas de interacción muy complejas en donde son muchas y diversas las proteínas involucradas, y distintos los modos de interactuar.

(I.22) 'Haz clic en la imagen y verás distintos movimientos de dominios. Cada dominio ejerce una función.

(CHIME) {html/conformaciones1.htm}

## MODULO II PLEGAMIENTO

### Objetivos

En este sitio se verá el plegamiento de una proteína. Si la proteína (o dominio) no se ha plegado adecuadamente no podrá realizar su función. Y no podrían existir los seres vivos. Las proteínas se sintetizan en los ribosomas y deben plegarse. El plegamiento presenta diversas estructuras que alcanzan una conformación funcional estable.

¡Adelante!

### Plegamiento - Estructuras

(P.1) Aquí aparecerá la imagen... Escoge alguna estructura que quieras ver. TEXTOS EN ROJO A TU DERECHA --->

¡Qué bueno que estás despierto! Vamos a revisar qué es eso del plegamiento. Al plegamiento lo podemos visualizar como un proceso jerárquico que ordena

tridimensionalmente la **ESTRUCTURA PRIMARIA**:

Las **ESTRUCTURAS SECUNDARIAS** son las estructuras básicas y que de inicio se forman. Tenemos giros, hélices y hebras b.

Luego, éstas empiezan a empaquetarse en estructuras más complejas como:

### MOTIVOS Y DOMINIOS.

Los motivos y dominios de una sola secuencia peptídica se acomodan para constituir una **ESTRUCTURA TERCIARIA**.

Y si la proteína está formada por dos o más subunidades. Entonces hablamos de una **ESTRUCTURA CUATERNARIA** o multimérica (formada por muchas subunidades).

(IMG) Estructura secundaria

(IMG) Motivos

(IMG) Dominios

(IMG) Estructura terciaria

(IMG) Estructura cuaternaria

### Mínimo de energía

El plegamiento de una proteína responde a un equilibrio de distintas fuerzas; estas van llevando a la proteína hacia su conformación tridimensional que se conoce como el ESTADO PLEGADO. Este es un **mínimo de energía** (más estable) y se mantiene bajo ciertas condiciones de temperatura, pH y fuerza iónica. La estabilidad de cada proteína es variable.

(IMG) Estado plegado

### Caricatura de interacciones

Algunas proteínas se pliegan a condiciones extremas

de salinidad o temperatura y otras en cambio se desnaturalizan. Mencionemos algunas fuerzas -interacciones- que intervienen en el plegamiento.

(IMG) {Flash\plegamiento.swf}

### Interacciones en el estado PLEGADO/NO PLEGADO:

1. Una de las interacciones inespecíficas más importantes es el **EFEECTO HIDROFÓBICO**.

En el estado desordenado las moléculas de agua están en contacto con grupos hidrofílicos e hidrofóbicos. Los grupos hidrofóbicos (no afines al agua) se juntan y forman núcleos compactos en el estado ordenado.

El centro de los **dominios** es compacto e hidrofóbico. Dentro de este núcleo quedan excluidas (se expulsan) las moléculas de agua.

A todo este proceso se le llama **nucleación**.

2. Los **PUNTES DE HIDRÓGENO** son interacciones específicas (enlaces) muy comunes, débiles, y que en conjunto, estabilizan las **estructuras secundarias** y los **motivos estructurales**. Más que dirigir el plegamiento los puentes de hidrógeno actúan como fuerzas estabilizadoras.

(IMG) {Flash\plegamiento.swf}

3. El número de moléculas de agua (H<sub>2</sub>O) alrededor de la proteína disminuye en el estado plegado. Esto minimiza, bajo ciertas condiciones, la energía del sistema, aunque si existe mucha energía, las moléculas se moverán tanto que comenzará a penetrar agua al interior de la proteína.

Muchas interacciones intramoleculares (que mantienen la cohesión de la estructura interna) se desestabilizan

y la proteína pierde gran parte de su [conformación tridimensional](#).

En el momento en el que la proteína pierde su función se dice que se ha desnaturizado.

(IMG) {Flash\plegamiento.swf}

-----

### Ejemplos de plegamientos

(CHIME) {lighting up by parts2.htm}

Podemos observar 4 estructuras hélice bien definidas (una de ellas muy pequeña). Dos hebras antiparalelas, una junto a la otra, y seis giros, que si observas con cuidado te darás cuenta que conectan distintas estructuras secundarias, y además, tienden a ubicarse hacia el exterior del plegamiento. Rota el modelo con ayuda del ratón.

(CHIME) {StereoWeb5.html}

Animación estereo: En esta dinámica se desnaturaliza un péptido de polialanina. Inicialmente forma una estructura en  $\alpha$ -hélice que poco a poco se pierde. Las macromoléculas son estructuras dinámicas alterables pero que se conservan con cierta preferencia bajo un estado promedio. Dicho estado es termodinámicamente el más estable.

[Versión grande](#) {videos/Stereo Mol-1MB.mov}

[Más información...](#)

#### -INFO EXTRA-

Un poco de historia sobre las fuerzas que dirigen el plegamiento de las proteínas (1)

Una de las preguntas que se habían tratado de responder es si el plegamiento responde 1) a las fuerzas de van der Waals, 2) a las fuerzas que ejerce

el disolvente, o 3) a las interacciones electrostáticas como son puentes de hidrógeno y 4) puentes salinos.

Actualmente, al observar las estructuras secundarias en los modelos cristalográficos de las proteínas identificamos un número importante de puentes de hidrógeno. La conclusión a la que llegamos con esta simple observación es que los puentes de hidrógeno tienen un papel importante para mantener la estructura. Sin embargo, con tal observación no podemos asegurar que los puentes de hidrógeno representen una fuerza motriz que sea responsable del plegamiento. De hecho, los grupos polares sobre la cadena principal de un polipéptido ( $>N-H$  y  $>C=O$  del enlace peptídico) podrían formar puentes de hidrógeno más bien con las moléculas de agua (preferentemente) y de este modo evitar el plegamiento. La proteína en vez de estar plegada formaría puentes intermoleculares con el disolvente. Por esta razón, más que una fuerza que dirige el plegamiento, los puentes de hidrógeno son vistos como estabilizadores de las estructuras secundarias hélices, hojas y giros, una vez que ya se alcanzó el plegamiento. ¿Pero, entonces qué fuerzas son importantes para que se de un plegamiento?

En los años 60's Kauzman introdujo la noción del EFECTO HIDROFÓBICO como un componente importante en la energía del plegamiento. Esto nos habla de que existe un colapso de los grupos no polares (se juntan) y se da la consolidación de núcleos de naturaleza hidrofóbica. Cronológicamente, primero se le había atribuido mucha importancia a los puentes de hidrógeno, luego al efecto hidrofóbico, y entonces incluso se dijo que el aporte de los puentes de hidrógeno como fuerza del plegamiento era nula (se les considero fuerzas neutras). En la década de

los 80's diversos autores dan énfasis en el hecho de que los puentes de hidrógeno son importantes ESTABILIZADORES de la estructura. El equilibrio de una estructura plegada no sólo depende del efecto hidrofóbico; se requieren de interacciones específicas como son los puentes de hidrógeno que permitan la consolidación de la conformación nativa-funcional.

El hecho es que los núcleos proteínicos son hidrofóbicos, existe un empaquetamiento de la proteína comparable con los sólidos y cristales de moléculas orgánicas, y aunque el grado de condensación es variable de proteína a proteína, el interior típico contiene cadenas laterales que embonan y ajustan bien, con fuerte complementariedad cual piezas de un rompecabezas. Los estudios de evolución de proteínas aportan evidencias de que los núcleos presentan los residuos más conservados. Toda conformación se relaciona con el empaquetamiento y es el efecto hidrofóbico el responsable del colapso proteínico, además de que el interior macromolecular quede protegido (excluido) del contacto con el disolvente.

Artículo consultado:

1. Rose, G. D. y Wolfenden, R. 1993. Hydrogen bonding, hydrophobicity, packing, and protein folding. Annu. Rev. Biophys. Biomol. Struct. 22: 381-415.

### MODULO III ESTRUCTURA

#### Objetivos

En este sitio indagaremos en la estructura de una proteína. Comenzamos con la estructura de los aminoácidos y el enlace peptídico. Luego veremos las

estructuras ordenadas más elementales como son las hélices, las hojas y los giros. Terminaremos revisando las superestructuras y los dominios.

[Aminoácidos - La Cadena - Ramachandran - Estructuras](#)

#### Estructura de un aminoácido - Fórmula General de un aminoácido

[Propiedades - ácido - básico - hidrofóbico - polar](#)

(IMG) {Flash/tu aminoácido es.swf}

#### INSTRUCCIONES

Si te es difícil reconocer los 20 aminoácidos. Te invito a construir un aminoácido. ¡Mucho ojo! Lo primero es seleccionar qué propiedades quieres que tenga. La cadena lateral te lo dice. Al final sabrás de qué aminoácido se trata.

[Seleccionar](#) [Cambiar](#)

Tu aminoácido es el ÁCIDO ASPÁRTICO (D) (IMG)

Tu aminoácido es el ÁCIDO GLUTÁMICO (E) (IMG)

--

Tu aminoácido es la ARGININA (R) (IMG)

Tu aminoácido es la LISINA (K) (IMG)

--

Tu aminoácido es la ISOLEUCINA (I) (IMG)

Tu aminoácido es la METIONINA (M) (IMG)

Tu aminoácido es la FENILALANINA (F) (IMG)

Tu aminoácido es el TRIPTÓFANO (W) (IMG)

--

Tu aminoácido es la ASPARAGINA (N) (IMG)

Tu aminoácido es la GLUTAMINA (Q) (IMG)

Tu aminoácido es la SERINA (S) (IMG)

Tu aminoácido es la TIROSINA (Y) (IMG)

#### Potenciales Electrostáticos

El potencial electrostático nos dice en dónde se encuentran los electrones. Si la probabilidad de encontrarlos es mayor será mayor la densidad de carga negativa. En aquellos sitios en donde, por efectos de electronegatividad, es menor la probabilidad de encontrarlos, se produce una carga parcial positiva. Las cargas pueden ser formales (equivalente a un electrón de menos o de más) o bien cargas parciales producidas por efectos de polarización de la molécula.

Esta distribución asimétrica de los electrones resulta en un potencial electrostático. ¿Qué tan grande puede ser? Eso depende de la asimetría de las densidades electrónicas de una molécula.

[Histidina](#) - (IMG)

Esta es la histidina. Observa que se encuentra ionizada con cargas formales. El grupo funcional amino tiene un protón (H+) de más, y en cambio, a uno de los oxígenos del carboxilo le hace falta un hidrógeno.

[Malla](#) (IMG)

Malla de líneas isopotenciales. Observa en rojo las zonas en donde se acumulan los electrones (-). En azul están las regiones positivas (+).

[Sólido](#) (IMG)

Potencial electrostático dibujado sobre la superficie molecular. La región azul claro es neutra.

Tanto la región ligeramente negativa como la región ligeramente positiva se deben a la [electronegatividad](#) del Nitrogeno (N) ¿Podrías explicar cuál es la razón?

[Fenilalanina \(IMG\)](#)

[Malla \(IMG\)](#)

[Sólido \(IMG\)](#)

Compara los potenciales sólidos de ambos aminoácidos y observa que el anillo de la fenilalanina no tiene ningún nitrógeno por lo que no se observa ninguna región cargada ni positiva ni negativamente.

Las únicas zonas con un potencial electrostático corresponden a los grupos  $\alpha$ -amino y  $\alpha$ -carboxilo.

-----

### **Modelador de aminoácidos (ACTIVIDAD)**

Carbono

Oxígeno

Hidrógeno

Nitrógeno

Hidrógeno Alfa

Básicos

K, R, H

Ácidos

D, E

Polares sin carga

N, Q, S, T, Y

No polares

G, A, V, L, I, P, F, M, W

(CHIME) {E-320/global.htm}

(CHIME) {E-320/aminoacidos.htm}

[Ver Tabla...](#) (IMG)

-----

### **La Cadena**

Enlace peptídico - Formación del enlace peptídico

(IMG)

(CHIME) {E-330/unidad peptidica.htm}

-----

### **Ángulos dihedrales psi y fi**

#### 1. LA ROTACIÓN SE DA EN TORNO A LOS CARBONOS ALFA

La cadena principal tiene restringido su movimiento. Éste depende únicamente de la rotación de los enlaces que rodean al carbono alfa (Ca).

Así, la conformación de una proteína está determinada cuando se conocen los ángulos de rotación sobre  $\phi$  (f) y  $\psi$  (y) para cada aminoácido. Estos ángulos se llaman dihedrales y determinan la conformación.

En la imagen hay tres residuos, tres carbonos alfa y sólo uno de ellos con el grupo R (cadena lateral).

(IMG) {Flash/angulos psi y fi.swf}

#### 2. LOS IMPEDIMENTOS ESTÉRICOS (CHOQUES)

La mayoría de las combinaciones de los ángulos  $\phi$  y  $\psi$  para un tripéptido generan choques de las nubes electrónicas o radios de van der Waals. Los átomos no pueden acercarse más allá de lo permitido por sus propios radios atómicos. Se restringe las posibilidades en su conformación. A esto se le conoce como impedimento estérico. La mayoría de las combinaciones en los ángulos  $\phi$  y  $\psi$  en una secuencia de residuos de aminoácidos no están permitidas debido a que las cadenas laterales y los átomos de la cadena principal se estorban.

(IMG) {Flash/angulos choques.swf}

-----

## Visualizador Sculpt

Explora el modelo:

Podrás manipular un dipéptido, un tripéptido, y un tetrapéptido, identificar al carbono alfa y las posibilidades de rotación de los ángulos dihedrales. También podrás observar los impedimentos estéricos.

PASOS A SEGUIR:

La primera molécula es con fines estéticos se trata de un furbuleno sintético con ojos y boca.

1. Selecciona el dipéptido.
2. Haz clic nuevamente para obtener una vista de esferas.

Estos son dos residuos. ¿Puedes identificarlos?

Una pista: identifica primero la cadena lateral de cada uno. ¿ya estuvo?

Muy bien. La cadena lateral parte del carbono alfa (en verde). Incluso también puedes resaltar la cadena principal (usa los botones).

3. Observa el plano peptídico. ¿Puedes identificar los átomos que intervienen en el enlace peptídico?

Lo interesante de éste, es el momento dipolar del plano, lo que significa que hacia el oxígeno (en rojo, C=O) existe una carga parcial negativa y hacia el hidrógeno (NH) una carga parcial positiva. Esto facilita la formación de puentes de hidrógeno para formar las estructuras secundarias de las proteínas.

4. El ángulo dihedral omega ( $\omega$ ) de  $180^\circ$  significa que el enlace peptídico está en conformación trans (apuntando en dirección contraria) que es la conformación más relajada.

5. El último botón activa una simulación que te permite rotar los enlaces del péptido Al rotar los enlaces

observa los posibles choques de las nubes electrónicas (impedimentos estéricos).

Sigue las instrucciones del video.

(IMG) {E-330/Sculpt/SCULPT.HTM}

-----

## Gráficas de Ramachandran

Los tripéptidos ocupan de manera preferencial regiones discretas de las gráficas de Ramachandran que están en función de los impedimentos estéricos o choques de las nubes electrónicas (Wolfenden, R. y Rose, G. D., 1993).

Al graficar los ángulos  $\phi$  y  $\psi$  se obtienen los diagramas que el biofísico G. N. Ramachandran calculó para cada uno de los aminoácidos y que reciben el nombre de gráficas de Ramachandran. Las regiones permitidas más importantes definen aproximadamente las estructuras secundarias: hebras  $\beta$ , hélices  $\alpha$  y hélices de giro a la izquierda (L).

-----

## EL CASO DE LA GLICINA

De todos los residuos la Gly puede adoptar un rango muy amplio de conformaciones debido a que su cadena lateral es sólo un hidrógeno que genera pocos impedimentos. Juega un papel importante en las posibilidades de plegamiento de la cadena peptídica como son los giros o asas.

(CHIME) {E-340/glicinas.htm}

-----

## Estructuras secundarias

(HTML) {E-350/estr-sec.htm}

-----

## Hélices

Hélice  $\alpha$

Descrita por Linus Pauling

3.6 residuos por vuelta

con puentes de hidrógeno entre C'=O del residuo  $n$  y el grupo NH del residuo  $n+4$ . De este modo todos los grupos polares de la cadena principal NH y C'O se encuentran unidos mediante puentes de hidrógeno.

Hélice  $\pi$

Rara en la naturaleza y sólo en los extremos de las hélices  $\alpha$

Está más relajada con puentes de hidrógeno cada  $n+5$

No son favorables energéticamente, son extremadamente abiertas.

Hélices  $3_{10}$

Está más apretada con puentes de H cada  $n+3$

3 residuos por vuelta y contiene 10 átomos entre el donador y aceptor del puente H

El tamaño promedio de las hélices es de 10 residuos lo que corresponde a 3 vueltas. Un residuo abarca 1.5 Amstrongs a lo largo de la hélice de modo que una hélice promedio tiene de largo 15 Amst.

Las cadenas laterales de los aminoácidos se proyectan hacia el exterior de la hélice y pueden generar una región hidrofóbica y otra polar a lo largo de la hélice, con la cual pueden unirse con otras estructuras similares mediante interacciones no polares.

(E.1) [Animación de una hélice- \$\alpha\$  en donde se observan los puentes de hidrógeno.](#)

(CHIME) {E-350/helices.htm}

-----

## Hojas

Están formadas por las regiones de una secuencia que se juntan formando una especie de lámina plegada. Se unen dos hebras adyacentes formando puentes de H y quedan alineadas. Las hebras tienen de 5 a 10 residuos en promedio.

Las cadenas laterales se proyectan hacia fuera de la hoja siguiendo el patrón de la lámina plegada.

De acuerdo al sentido de las hebras tomando en cuenta el extremo amino (N) y el extremo carboxilo (C) de las mismas tenemos 1) hojas antiparalelas y 2) hojas paralelas.

Las hebras forman todos los puentes de H posibles al estar junto a otra hebra. También existe la combinación de hojas, compuestas de hebras en paralelo y antiparalelas, aunque sólo el 20% de las hebras dentro de una hoja de las proteínas conocidas son paralelas y antiparalelas.

En las proteínas estas estructuras de hojas se dan generalmente dando giros o torciéndose.

(CHIME) {E-350\hojas.htm}

## Regiones Asa o Giro

Son regiones que conectan estructuras secundarias hélice y hebras. Varían en tamaño y son irregulares, generalmente presentan alta movilidad, grupos hidrofílicos polares y se ubican hacia la superficie de la proteína permitiendo interactuar con las moléculas de agua a través de puentes de hidrógeno.

Las regiones asa expuestas al disolvente son ricas en residuos cargados y polares. Al comparar secuencias homólogas se ha encontrado que las inserciones

o deleciones de residuos se dan mayormente en las regiones asa. Durante la evolución las regiones centrales del núcleo proteínico son más conservadas. Las restricciones geométricas que en mucho comprometen la estabilidad de una proteína tienden a ubicarse hacia el núcleo pues en las regiones libres o asas existe mayor plasticidad.

Otras regiones en donde se imponen restricciones evolutivas (por su función) son los sitios activos o de unión. Por su plasticidad podíamos decir que los sitios de unión al antígeno en el anticuerpo se han seleccionado como elementos importantes de la función inmunológica. Estos sitios se componen de 6 regiones asa.

Existe un tipo de región asa que une 2 hebras b y forma una especie de pinza o pasador a la que se le ha llamado "hairpin loop" o giros b "reverse turns".

Las regiones de vuelta o asa libres son fácilmente atacadas por enzimas proteolíticas por lo que son sitios en principio degradados y en algunas proteínas estabilizados por la unión de iones metálicos como el  $Ca^{++}$ . Frecuentemente participan en la función de la proteína.

Las regiones giro se consideran estructura secundarias regulares.

En muchas ocasiones debido a la flexibilidad de las regiones asa, éstas no aparecen en la determinación por cristalografía de rayos-X o estudios de resonancia magnética. Los residuos involucrados se están moviendo tanto que no aparecen en la fotografía.

Existen dos tipos de giros b: tipo I y tipo II

(CHIME) {E-350\asas.htm}

-----

### Motivos estructurales

Una vez constituidas las estructuras secundarias, éstas se pueden empaquetar una sobre la otra. Por ejemplo, una hélice sobre otra hélice a, una hoja b junto a otra hoja b, o indistintamente estructuras a con b dependiendo el tipo de proteína. Así se va llegando a estructuras más complejas denominados motivos estructurales. Estos son arreglos geométricos que se componen de hélices, giros b o asas y hebras. Las combinaciones posibles son muy variadas, muchos de estos motivos, también llamados estructuras supersecundarias, tienen un papel importante en ciertas funciones como puede ser la unión con el ADN o con metales importantes como el Ca<sup>++</sup>.

Presentamos los motivos estructurales que más se repiten en muchas proteínas y forman parte de la estructura de arreglos más grandes, como los dominios.

(IMG) Hélice-giro-Hélice

(IMG) El pasador B-B

(IMG) Hebra B-hélice-Hebra B

(IMG) La llave griega

-----

### Helice - Vuelta - Hélice

¿Puedes reconocer qué estructuras supersecundarias son?

Encontrado inicialmente por Robert Kretsinger, de la Universidad de Virginia en 1973. Este es el motivo más sencillo que está involucrado en una función. Está formado por dos hélices unidas por una región asa.

### EL PASADOR

Es el motivo más sencillo compuesto de estructuras hebra . Son dos hebras adyacentes unidas por una asa que forzosamente quedan en posición antiparalela. También es una de las estructuras supersecundarias más comunes, presente en la mayoría de las proteínas con estructuras antiparalelas.

No existe una función específica asociada a esta estructura salvo que forma parte de hojas más grandes o láminas. Ejemplos: inhibidor de tripsina de bovino; erabutoxina del veneno de serpiente.

### LA LLAVE GRIEGA

Similar al patrón de la ornamentación utilizada en Grecia antigua. Se compone de 4 hebras antiparalelas adyacentes. No tiene una función específica pero es frecuente en la estructura de las proteínas, tal vez por su facilidad de formación a partir de una larga estructura antiparalela que se pliega mediante dos regiones asa ubicadas a la mitad. Ejemplo: nucleasa de Staphylococcus (enzima que degrada ADN).

b-a-b

Mediante estas estructuras se pueden conectar dos hebras de forma paralela. Existen 2 regiones asa; una que une la primera hebra con la hélice y otra que conecta a ésta con la segunda hebra .

Se encuentran en prácticamente todas las proteínas que tienen hojas paralelas. El eje de la hélice es aproximadamente paralelo al de las hebras y la hélice cubre sobre la hoja residuos hidrofóbicos. Las regiones asa pueden variar en tamaño y a la primera que une el extremo carboxilo de la primera hebra con el inicio de la hélice se le atribuye funciones de sitio activo y son conservadas en proteínas homólogas. Ejemplo: isomerasa de trifosfato la cual presenta

muchas repeticiones de éste motivo estructural.

Durante el plegamiento la formación de estructuras secundarias y supersecundarias se da sucesivamente para formar posteriormente motivos estructurales. Es importante hacer notar que la formación de motivos estructurales se da a partir de el colapso hidrofóbico de las estructuras secundarias y supersecundarias lo cual en el medio acuoso (polar) energéticamente se favorece (Wolfenden, R. y Rose, G. D., 1993).

El colapso genera un “empaquetamiento” o lo que llamamos la constitución de núcleos densos de naturaleza hidrofóbica (núcleo proteico). El interior de una proteína globular está constituido de la conjunción de estructuras secundarias (hélices, hojas y supersecundarias) con giros y loops actuando como puntos de articulación. La arquitectura y el proceso de plegamiento de una proteína es un fenómeno jerárquico (Wolfenden, R. y Rose, G. D., 1993).

(IMG)

-----

### Dominios

Las estructuras que tienden a ser estables por sí solas, o que están formadas por varios motivos y que tienen un plegamiento autónomo así como la capacidad de ejercer una función se les llama dominios. La evolución los ha seleccionado por su utilidad y algunas proteínas comparten dominios con otras, lo que habla de historias evolutivas para las proteínas con un origen común, o secuencias y estructuras ancestrales.

Los dominios son las unidades fundamentales de la estructura terciaria. Son estructuras compactas globulares que tienen un plegamiento independiente y estable con una función y que resultan de la

combinación de estructuras secundarias y motivos estructurales. En la jerarquía estructural o complejidad están por arriba de las estructuras supersecundarias y secundarias. Están asociados a distintas funciones. Una proteína puede formarse de un solo dominio o de varias docenas de éstos.

Por ejemplo, en una especie de planta la síntesis de ácidos grasos en los cloroplastos es cristalizada por siete distintas proteínas, mientras que en los mamíferos se llevan a cabo por una sola cadena polipeptídica arreglada en siete dominios unidos por pequeñas regiones bisagra de unos cuantos residuos.

Michael Levitt y Cyrus Chothia del Laboratorio MRC de Biología Molecular propuso una taxonomía de estructuras de proteínas y clasificó los dominios en tres grupos principales:

Dominios a: Centro formado exclusivamente por estructuras a-helice

Dominios b: Hojas antiparalelas usualmente 2 hojas b una sobre la otra

Dominios a/b: Combinaciones de motivos a-b-a que forman una hoja b rodeada de hélices

Dominios a+b: Regiones b antiparalelas y otra región de hélices a

-----

### **Estructura terciaria y conformación nativa**

El interior de una proteína se compone principalmente de estructuras hélice a y hojas b estabilizadas por puentes de hidrógeno (Wolfenden, R. y Rose, G. D., 1993). Por lo tanto, muchos grupos polares (hidrofílicos) quedan atrapados en el interior de las proteínas. Sin embargo, los puentes de hidrógeno

(de naturaleza polar) que estabilizan las estructuras secundarias no estabilizarían el núcleo proteínico (por ser éste de naturaleza hidrofóbica). No se favorecen interacciones polares dentro del colapso hidrofóbico. Para solucionar esto y llegar a la estructura terciaria o a la **conformación nativa**, los grupos polares atrapados durante el plegamiento y la condensación (formación del núcleo proteínico) deben establecer puentes de hidrógeno favorables que beneficien la estabilidad de la proteína para evitar que se **desnaturalice** (Wolfenden, R. y Rose, G. D., 1993).

Así vemos que conforme se adquiere un nuevo nivel estructural son distintas las fuerzas o factores que intervienen (puentes de hidrógeno, puentes salinos, colapso hidrofóbico, fuerzas de van der Waals, ver tema interacciones) y a su vez se van facilitando y restringiendo las posibilidades de giro o movimiento a lo largo del plegamiento hasta alcanzar una estructura cercana a la nativa pero que no es funcional por lo que se le ha llamado de **glóbulo fundido**.

A la estructura de glóbulo fundido se llega rápido, como si fuera una reacción en cadena. Después se hacen ajustes menores como es la formación de puentes de hidrógeno específicos, la desolvatación parcial (expulsión de agua) de zonas encerradas dentro de la proteína (no se favorece agua en el interior), la formación de puentes salinos y la formación de capas de agua (solvatación) alrededor de la proteína que estabilizan las regiones hidrofílicas (polares) e hidrofóbicas (no polares) de la superficie. Una vez que se alcanza el equilibrio termodinámico y se corresponde una conformación funcional se ha alcanzado entonces la estructura nativa que está relacionada con un estado de mínima energía.

-----

## MODULO IV

### SUPERFICIES

-----

#### Objetivos:

Aquí podrás ver y construir superficies macromoleculares además de dibujar isopotenciales electrostáticos. Comprenderás la importancia de los campos electrostáticos positivos y negativos que genera una proteína, así como la relevancia topológica de la superficie, es decir, de las hendiduras y protuberancias.

[Introducción - S. solvatación - S. Solvatación](#)

-----

#### Introducción

Para que los científicos pudieran entender mejor las interacciones que experimentan las macromoléculas biológicas fue necesario definir con precisión lo que era una **SUPERFICIE** (1). Y de ese modo, saber con detalle cómo se unen dos o más proteínas. Esto significa reconocer los aspectos tanto geométricos como electrostáticos de la superficie.

Para modelar las interacciones moleculares se han realizado distintos modelos teóricos y aproximaciones tales como las de esferas y resortes (mecánica molecular) o más complejas que utilizan las funciones de la química cuántica (métodos semiempíricos y de primeros principios “ab initio”). Actualmente, el avance en **la química computacional** ha permitido generar cálculos e imágenes muy detalladas. Una parte de esta área es el **modelado gráfico por computadora**, lo que permite dibujar distintos aspectos de una

molécula. La ventaja de los modelos en computadora es que proveen fácilmente de información cuantitativa; desde medidas geométricas sencillas como la distancia entre dos átomos, hasta cálculos más complejos, como la energía de interacción, estructura, o el área de la superficie de contacto. En las macromoléculas se distinguen las “protuberancias” o salientes y las “hendiduras” o huecos (así como también la presencia de túneles). Por otra parte, es posible calcular y tener una representación gráfica de la dinámica de las interacciones, evaluar las energías libres y ver los **potenciales electrostáticos** de moléculas muy grandes como la que tienes a tu derecha.

(S.1) Observemos primero algo sencillo: las regiones positivas y las negativas, y los campos electrostáticos o **isopotenciales** de interacción que envuelven a las proteínas.

(IMG) {Superficie1-3CLN.gif}

-----

#### Regiones positivas y negativas

LAS REGIONES POSITIVAS Y NEGATIVAS DE UNA SUPERFICIE MACROMOLECULAR

(IMG) {Superficie1-3CLN.gif}

(TXT) Imagen 1: Sólo se calcularon las cargas de los grupos atómicos, es decir, a diferencia de los potenciales aquí sólo observamos cargas puntuales. Recuérdese que las cadenas laterales tienen grupos funcionales positivos (azules) o negativos (rojos).

(IMG) {Superficie2-3CLN.gif}

(TXT) Imagen 2: Se ha calculado el potencial electrostático sobre la superficie. ¿Qué significan las regiones en rojo y las regiones en azul? ¿Qué significado biológico puede tener? En este ejemplo

existe predominantemente una región negativa con pequeñas regiones positivas en sitios muy precisos.

(IMG) {Superficie3-3CLN.gif}

(TXT) Imagen 3: Como en la primera imagen se dibuja un potencial electrostático sobre la superficie, pero además una malla del potencial que se extiende más allá de la superficie.

(IMG)

#### [Revision potenciales electrostáticos](#)

Ir..(potenciales) [Siguiente -->](#)

En estas imágenes se observan los potenciales electrostáticos (en verde) que generan dos aminoácidos muy parecidos. Identificarás fácilmente el efecto de un átomo electronegativo sobre el potencial de una molécula.

A diferencia de los carbonos de la fenilalanina, el nitrógeno del anillo de la histidina presenta un pequeño potencial (polarización) debido a su electronegatividad. El potencial más grande se genera por la carga formal negativa del grupo carboxilato (COO<sup>-</sup>). Las macromoléculas como las proteínas también generan potenciales electrostáticos que generalmente son muy grandes, se extienden más allá de su superficie molecular y los podemos representar como mallas o líneas de isopotencial.

[Sólo el potencial PHE](#) - [Sólo el potencial HIS](#)

(IMG)

(IMG)

-----

## Complementariedad

Cuando las superficies macromoleculares se encuentran una frente a la otra se pueden unir si son complementarias entre sí. Imaginemos que es como ensamblar piezas de un rompecabezas tridimensional, sólo embonan aquellas partes cuyos huecos quedan frente a salientes y cuyas salientes quedan frente a huecos.

En un rompecabezas el dibujo también es importante y haciendo una analogía algo semejante sucede con las proteínas. Debe existir, además de la complementariedad de la forma, una **COMPLEMENTARIEDAD ELECTROSTÁTICA**.

Los potenciales electrostáticos (regiones positivas y negativas) los podemos visualizar gracias a los cálculos de energía que la computadora realiza y a la capacidad de visualizar las cargas y los isopotenciales utilizando distintos colores.

Cuando se reconoce que hay complementariedad electrostática, significa que las regiones positivas y negativas quedan una frente a la otra.

(IMG)

-----

## Potenciales de superficie

Las superficies de las proteínas presentan un mosaico de naturaleza electroquímica que se traduce en regiones o parches cargados (hidrofilicos) y neutros (hidrofóbicos). Esto se debe a las propiedades de los residuos y al acomodo tridimensional que han adquirido en el plegamiento.

Sólo una pequeña parte de la superficie interacciona para formar un complejo. A esa región se le conoce

como **SITIO DE RECONOCIMIENTO** o de forma más general como INTERFASE

(IMG)

-----

## En el acoplamiento:

Las regiones hidrofóbicas (neutras) tienden a juntarse para quedar aisladas de las moléculas de agua. Se mantienen unidas por fuerzas débiles conocidas como fuerzas de VAN DER WAALS.

Las regiones con potenciales electrostáticos complementarios quedan unidas por la atracción de cargas opuestas.

La forma de las superficies (complementariedad geométrica) también es importante para que se acoplen dos proteínas.

(S.2) Explora los potenciales de una proteína de regulación génica (represor CRO de bacteriófago lambda). ¿Puedes identificar distintas regiones o “parches” hidrofóbicos?

(IMG) {Htms/rotacion.htm}

-----

## Propiedades de las Superficies

Sobre las superficies de las proteínas podemos reconocer ciertas propiedades útiles que nos permiten reconocer cuáles son las interfaces o el tipo de complejo:

1) El grado de planaridad e índice de protusión.

Hay proteínas con superficies de interacción muy irregulares que tienen grandes protuberancias y entradas muy pronunciadas, a diferencia de otras que son más homogéneas.

## 2) Preferencia de residuos

Se recuerda que una proteína es una cadena plegada de residuos de aminoácidos y algunos en especial tenderán a quedar ubicados hacia el exterior de la proteína o hacia el interior como sucede con los residuos hidrofóbicos, también dependiendo de la proteína, en las interfases se observa la preferencia por ciertos residuos. Se dice que en general sobre la superficie se ubican los aminoácidos hidrofílicos, aquellos que les gusta interactuar con las moléculas de agua. En los sitios de reconocimiento de los anticuerpos a menudo se encuentran residuos aromáticos y existe preferencia por Tyr, Trp, His, Phe (J. Janin., C. Chothia, 1990).

## 3) Área de contacto

Sólo el 5-20% de las superficies proteínicas compone la interfase (Janin, J. y C. Chothia, 1990). Si es muy grande o muy pequeña podemos reconocer cierto tipo de interacción, generalmente cuando la superficie involucrada en la asociación de dos proteínas es muy grande tienden a formar un complejo perenne, que no tan fácilmente se desprende. En promedio el área ocultada en la asociación es de 1600 Å<sup>2</sup>.

## 4) Hidrofobicidad y distribución de cargas

La superficie aunque es variable, 55% es no polar y 45% es hidrofílica (25% polar y 20% cargados) (J. Janin, C. Chothia, 1990). Grandes regiones hidrofóbicas son potencialmente sitios de unión. Podrán acoplarse si la topología de la superficie es complementaria (la forma) y además presentan una distribución complementaria de las fuerzas electrostáticas de la superficie.

## 5) Interacciones electrostáticas específicas

Cuando dos superficies están en íntimo contacto, la

formación de puentes de hidrógeno o de puentes salinos puede contribuir favorablemente a que las interfases de los complejos se mantengan unidas con más fuerza.

## 6) Estructuras secundarias específicas

Las estructuras secundarias como son hélices, giros, regiones asa, u hojas quedan expuestas e intervienen muchas veces en la interacción y función de las proteínas. Las hélices por ejemplo son comunes en las interacciones con el DNA, las hojas plegadas pueden formar túneles o canales por donde pasan pequeños compuestos o iones en procesos tan importantes como el control electroquímico de la célula.

## Otros conceptos relacionados

**VOLUMEN MOLECULAR:** solvent-excluded volume

Este termino significa todo el volumen que encierra la superficie molecular y NO es igual a la suma de los volúmenes de todos los átomos de la molécula. También incluye espacio intersticial, espacio vacío entre los átomos del interior de la molécula. Así, el volumen molecular es igual al volumen de van der Waals + el volumen intersticial (definición utilizada por Michael L. Connolly, Molecular Surfaces: A Review).

**VOLUMEN DE VAN DER WAALS:** van der Waals volume

El volumen de todos los átomos de una molécula.

**ÁREA DE SUPERFICIE NO EXPUESTA o PROTEGIDA:** buried surface area

Tiene dos significados:

1) la superficie total que queda aislada del contacto con las moléculas de agua cuando la proteína se pliega y

2) la superficie de una proteína que queda protegida de la interacción con el disolvente al momento en que se forma la interfase durante la formación de un complejo.

## Superficie molecular

1. El tener un modelo adecuado de la superficie de una proteína es importante para visualizar la complementariedad de la forma o para identificar huecos o túneles en donde pueden acoplarse compuestos o esconderse moléculas de agua. El primer modelo para calcular la superficie molecular fue llevado a cabo por Greer y Bruce Bush en 1978 al trabajar con la interfase de las subunidades de la hemoglobina (1). Actualmente existen muchos métodos computacionales para calcular tanto las superficies moleculares como las superficies de solvatación.

## 2. ¿CÓMO SE GENERA UNA SUPERFICIE?

La superficie molecular "ideal" se construye usando los radios de van der Waals de todos los átomos expuestos hacia el disolvente y alisando asimismo los huecos entre los átomos. En la práctica la mayoría de los programas simplifican los cálculos y asignan un radio constante de 1.4 Å a todos los átomos. Esto ayuda a que las computadoras sean más eficientes sobre todo si se trabaja con macromoléculas. Una de las ventajas de la superficie molecular es que (a diferencia de las superficie de solvatación) nos permite visualizar la complementariedad geométrica de las interfases.

(CHIME) {Htmls/superf.htm}

### **Animación: Superficie Molecular con una esfera de prueba**

Los círculos que ves representan átomos que quedan expuestos hacia la superficie o disolvente. El tamaño de los círculos corresponde al radio atómico. Entonces hacemos rodar una esfera sobre éstos, ésta se llama “esfera de prueba”, ésta simplifica a las moléculas del disolvente. Exactamente corresponde con el tamaño del átomo de oxígeno de la molécula de agua, es decir, tiene un radio de 1.4 Å. Vemos que en su trayectoria, ésta esfera dibuja la superficie molecular.

### **Superficie entrante y de contacto**

En la superficie molecular se pueden distinguir dos cosas: 1) una superficie de contacto. Aquella región sobre los átomos que están en contacto con la esfera de prueba y 2) una superficie entrante, que corresponde con la parte trazada cuando la esfera está simultáneamente en contacto con dos o más átomos, en otras palabras es el alisado, smoothing en inglés.

Visto así, la superficie molecular es igual a la superficie de contacto + la superficie entrante. Esta idea la introdujo en 1977 un investigador llamado Fred Richards. Existen también otros métodos para alisar la superficie además de rodar esferas de prueba. Blinn (1982) utilizó densidades Gaussianas para fusionar los átomos.

Las superficie molecular NO corresponde exactamente con los radios atómicos que dan al exterior, pues se crean huecos que son inaccesibles para las moléculas de agua. Las superficies están definidas en términos del disolvente.

Los radios atómicos también dibujan una superficie hacia el exterior, sin embargo no es una verdadera superficie de interacción pues consideraría regiones inaccesibles para otras moléculas. El modelo que sólo sobrepone las nubes atómicas es el de radios VDW o “spacefilling”

### **Superficie de solvatación**

Las superficie de solvatación se definió considerando que existe una **capa de agua** (3) que envuelve a la proteína. Las moléculas más próximas a la superficie molecular se encuentran más ordenadas y pueden acompañar a la proteína mientras ésta se desplaza, sin embargo, no se olvide que es un sistema dinámico en donde siempre se están moviendo e intercambiando las moléculas de agua. Como se puede ver éste modelo considera que una proteína al interactuar con otra macromolécula lo hará junto con sus moléculas de agua que la envuelven. El modelo de superficie de solvatación fue introducido por los investigadores B. K. Lee y Fred Richards en 1971.

(CHIME) {Htmls/aguas.htm}

### **Animación: Superficie de solvatación con una esfera de prueba**

Animación: Para generarles a nuestras macromoléculas una **SUPERFICIE DE SOLVATACIÓN** imaginemos que sobre los radios de van der Waals (radios atómicos) hacemos rodar una esfera que representa a las moléculas de agua. El centro de nuestra esfera irá trazando la superficie de solvatación.

(IMG) {Flash/Superficies2.swf}

---

## MODULO V

### COMPLEJOS

---

#### Objetivos:

En esta sección reconocerás distintos tipos de complejos macromoleculares. Estos se agrupan tomando en consideración las partes involucradas (ligando, ácidonucleico, proteína), si se componen de múltiples unidades idénticas o diferentes, así como por el tamaño y propiedades de las superficies de contacto.

¡Adelante!

---

#### Complejos macromoleculares

La interacción macromolecular se refiere a la unión de macromoléculas como los ácidos nucleicos y las proteínas. Estas asociaciones resultan en la formación de diversos complejos, los cuales pueden componerse de muchas partes, algunas más grandes que otras. Observa distintos tipos de complejos proteína-proteína, proteína-ADN, proteína-ligando y reconoce sus características y el papel biológico en el que están involucrados.

(CHIME) {Htmls/Complejos/Pr-Pr.htm}

[Proteína-Proteína](#) - [Proteína-ADN](#) - [Proteína-Ligando](#)

Proteína-Proteína

Las interfaces son más grandes; intervienen varios residuos e incluso distintas estructuras secundarias. Las interacciones son hidrofóbicas (complejos perennes) o hidrofílicas, y de cadena principal y/o de cadenas laterales entre distintas subunidades. Algunas

veces se involucran moléculas de agua en la interface y suelen tener una complementariedad geométrica y electrostática responsable de la especificidad. Los complejos multiméricos tienen grandes áreas de contacto.

(CHIME) {Htmls/Complejos/Pr-Pr.htm}

Más ejemplos

¿Qué determina que las partes que forman un complejo se mantengan fuertemente unidas o separadas? ¿Qué diferencias hay entre una proteína de membrana, un factor de crecimiento, un complejo Antígeno-Anticuerpo? ¿Qué características tienen los distintos tipos de complejos?

Un primer paso para responder estas preguntas es reconocer y caracterizar las superficies de contacto, en ocasiones, identificar muy puntualmente los grupos químicos que se aproximan, y reconocer en general las interacciones específicas e inespecíficas. Las interacciones son de tipo no covalente (débiles) pero en ocasiones cuando se requiere mayor fuerza las proteínas llegan a presentar enlaces covalentes (puentes disulfuro intercadena).

[Dímero](#)

(CHIME) {Htmls/Complejos/Dimero.htm}

[Trímero](#)

(CHIME) {Htmls/Complejos/Trimero.htm}

[Tetrámero](#)

(CHIME) {Htmls/Complejos/Tetramero.htm}

[Antígeno-Anticuerpo](#)

(CHIME) {Htmls/Complejos/Ag-Ab.htm}

[Enzima-Inhibidor](#)

(CHIME) {Htmls/Complejos/Enz-Inh.htm}

[Proteína-Péptido](#)

(CHIME) {Htmls/Complejos/Pr-Peptide.htm}

PROTEÍNA-ADN

Las interfases de contacto no son tan grandes. Predominan interacciones electrostáticas entre la proteína y los grupos fosfatos y las bases del ADN. Las superficies de estas proteínas son capaces de reconocer secuencias de nucleótidos (secuencias consenso), y en términos generales leen la información de una hebra del ADN y reconocen asimismo el surco mayor.

(CHIME) {Htmls/Complejos/Pr-ADN.htm}

PROTEÍNA-LIGANDO

Las interfases son muy pequeñas. Generalmente el ligando se ubica dentro de una cavidad o hueco hidrofóbico en donde se lleva a cabo la reacción. El ligando es un compuesto orgánico pequeño. Un ejemplo es la hexocinasa: la enzima que utiliza ATP para fosforilar la glucosa (glucólisis). La glucosa queda atrapada en el sitio activo debido a un cambio conformacional de la proteína.

(CHIME) {Htmls/Complejos/Pr-Ligando.htm}

---

## MODULO VI

### ACOPLAMIENTO

---

#### Objetivos:

El acoplamiento automatizado busca predecir la formación de complejos a partir de las coordenadas atómicas de las proteínas libres. Para esto se requiere de sistemas computacionales con algoritmos que evalúen las posibles orientaciones de dos proteínas dadas para finalmente

ofrecernos un modelo que se aproxime al complejo nativo. AQUÍ APRENDERÁS: Tipos de acoplamiento (rígido, semirígido y flexible) y las características de una asociación nativa.

[¡Adelante!](#)

## ACOPLAMIENTO

El acoplamiento macromolecular es una forma de simular la formación de complejos. Consiste en buscar mediante métodos computacionales cómo se unen dos macromoléculas. Un primer paso es obtener las coordenadas atómicas (PDBs) de las proteínas libres. Después se someten a algoritmos que utilizando parámetros estructurales (por ejemplo complementariedad geométrica, ASA), nos devuelven una serie de posibles complejos.

(IMG) {Flash/acopla.htm}

[Geométrico](#) - [Semirígido](#) - [Flexible](#)

### ACOPLAMIENTO GEOMÉTRICO

Aquí se considera que las proteínas son como dos cuerpos rígidos que se unen mediante superficies complementarias. Los algoritmos evalúan las hendiduras y protuberancias, las regiones hidrófóbicas a través de las cuales se unen las proteínas y los posibles grupos complementarios. Un primer paso consiste en una búsqueda de las coordenadas globales de una de las partes hasta encontrar un conjunto de posibles candidatos. En este paso suelen obtenerse todavía muchos prospectos.

(IMG) {Flash/acopla2.htm}

### ACOPLAMIENTO SEMIFLEXIBLE

suele utilizarse para mejorar los acoplamientos. Generalmente las proteínas tienen cierta flexibilidad; algunos complejos como los de proteína-ADN experimentan grandes cambios conformacionales que no pueden predecirse con un acoplamiento geométrico. Los algoritmos del acoplamiento semiflexible cuantifican la energía del complejo en distintas conformaciones pero sólo de una de las partes (por ejemplo, las cadenas laterales) a las que se les permiten movimientos de rotación y translación.

(IMG) {Flash/copla3.htm}

### ACOPLAMIENTO FLEXIBLE

si quisiéramos evaluar todas las posibles interacciones que tienen cada uno de los átomos de las cadenas laterales y principales se requeriría de una cantidad enorme de cálculos imposibles en sistemas macromoleculares. Por esta razón el acoplamiento totalmente flexible es lo idealizado, sin embargo, en sistemas que involucran pequeños compuestos o péptidos es útil y resulta en buenas aproximaciones: enzima-ligando o péptido, sobretodo cuando ya se tiene una idea previa de por dónde se une el ligando.

(IMG) {Flash/acopla4.htm}

Flexible (IMG) {Flash/acopla5.htm}





**Fuentes de  
investigación**



960 Grid System. (2008). 960 Grid System. [en línea] Última fecha de consulta: 7-jun-2013 Disponible en <http://960.gs/>

ASMAR, P. A. (1997). *La narrativa en multimedia. Algunas implicaciones de las nuevas tecnologías en la formación de comunicadores* en "Palabra Clave". La televisión en una sociedad multimediática Vol. 2. Universidad del Rosario <http://palabraclave.unisabana.edu.co/> eISSN: 2027-534X - ISSN: 0122-8285

AUMONT, Jacques. (1992). *La Imagen*, Barcelona: Ediciones Paidós

BAL M., (1990) *Teoría de la narratividad. Una introducción a la narratología*. Madrid: Ediciones Cátedra

BARTHES, R. (2009). *La aventura semiológica*, 1ª Ed. Colección Biblioteca Roland Barthes, Barcelona: Paidós

BERISTAIN, H. (2002). *Diccionario de retórica y poética*, 8ª Ed. México: Porrúa

BONSIEPE Gui. (1999). *Del objeto a la interfase. Mutaciones del diseño*, Buenos Aires, Infinito.

BOUZA, Guillermo. (2003). *El guión multimedia*. Madrid: Anaya Multimedia

CASTRO M., COLMENAR A., LÓPEZ-REY A., PEIRE J. (2000). *Aplicaciones didácticas de los sistemas multimedia e internet en el ámbito de la enseñanza a distancia*. Revista Iberoamericana de Educación a distancia (Vol. 3, No. 1)

Centro de Enseñanza Técnica y Superior. (2006). *La Educación Superior en México*. Mexicali, Tijuana. Ensenada, B.C. (n.d)

Centro Nacional de Evaluación para la Educación Superior, A.C. CENEVAL. (2011). *Tarjeta Informativa del estado de Oaxaca y Tarjeta Informativa del Distrito Federal. Indicadores y estadísticas Educativas*. En [Ceneval.edu.mx](http://www.ceneval.edu.mx) <http://www.ceneval.edu.mx/ceneval-web/content.do?page=1691>

CERÓN, R. (2007), septiembre 13. *Deficiente, educación científica en México*. EL Universal [en línea]. Cultura. Última fecha de consulta: 7-dic-2012. En [Eluniversal.com.mx](http://www.eluniversal.com.mx) <http://www.eluniversal.com.mx/cultura/54036.html>

COBO Romaní, C.; Pardo Kukliski, H. (2007). *Planeta Web 2.0. Inteligencia colectiva o medios fast food*. Grup de Recerca d'Interaccions Digitals, Universitat de Vic. Flacso México. Barcelona / México DF.

COSTA, J. (2003). *Diseñar para los ojos*. La Paz, Bolivia: Grupo Editorial Design

COTTON, B., Oliver, R. (1997) *Understanding Hypermedia 2000*. Londres: Phaidon Press

DE CORTE, E. (1996). *Aprendizaje apoyado en el computador: una perspectiva a partir de investigación acerca del aprendizaje y la instrucción*. En G. Barón Sierra, O. Marino, H. Escobar Melo (Eds.), *Memorias, III Congreso Iberoamericano de informática educativa*, Red Iberoamericana de Informática Educativa RIBIE, Barranquilla, Colombia, 8-11 July 1996. Sena, Colombia. <https://perswww.kuleuven.be/~u0004455/index.htm>

DE LA TORRE, S. (1993). *Didáctica y currículo. Bases y componentes del proceso formativo*. Dykinson: Madrid.

DELEUZE G. (1994). *La imagen movimiento*. Estudios sobre cine I. Barcelona: Ed. Paidós Comunicación

EDWARDS, B. (2012). *Drawing on the right side of the brain. A course in enhancing creativity and artistic confidence*. 4th ed. USA: Penguin Book

ENAP-UNAM (1998). *Licenciatura en Diseño y Comunicación Visual. Plan de Estudios (Parte I)*. México: UNAM.

Escuela Superior de Informática de Albacete. (n.d.) *Capítulo 1. El diseño de software. Diseño y POO*. Ingeniería Técnica de Informática de Sistemas y de Gestión Optativa (6 créditos) [en línea]. Universidad de Castilla - La Mancha En <http://www.slideshare.net/simonaparicio/diseo-de-software-2593855>

FIBIGER, Bo. (1999). *The Semiotics of Multimedia. An Introduction to Multimedia Production*. Proyecto financiado por el Programa Leonardo de la Unión Europea entre 1997 y 1999. [inédito] Para más datos <http://imv.au.dk/>

GAMBOA F., MENDOZA M. (2001). *Metodología para el desarrollo de software Educativo Multimedia*. Encuentro de Multimédicos Universitarios: Hacia una asociación. [paper] UNAM

GARCÍA J, J. (1995). *La imagen narrativa*. Madrid: Ed. Paraninfo

GOTZ, Veruschka. (2002). *Retículas para internet y otros soportes digitales*. Barcelona: Index books

GEORGE P. Landow. Hipertexto 3.0. (2009). *Teoría Crítica y nuevos medios en la era de la globalización*. Barcelona: Paidós Ibérica 978-84-493-2200-6

GUILLERMO Díaz Palafox. (Coord.) (1982). *Curso Básico de lenguaje y técnica cinematográfica*. Realización I. México: Centro de Capacitación Cinematográfica CCC-DGRTC

LACALLE, A. (n.d). Última fecha de consulta: 17-nov-2012 En Albertolacalle.com <http://albertolacalle.com/disenho.htm>

LEÓN Z., G. (2010) *Ingresó Howard Alper a la AMC*. Periódico La Jornada. México. 20 de abril, p.2

LOPUCK, L. (1996). *Designing Multimedia. A visual guide to multimedia and online graphic design*. San Francisco: Peachpit Pr.

LYNCH J., HORTON S. (2009). 3rd Edition. *Web Style Web Style Guide: Basic Design Principles for Creating Web Sites*. New Haven, Connecticut: Yale University Press.

MACMANUS R. (2007). *10 Future Web Trends*. [en línea] Recuperado del World Wide Web [http://www.readwriteweb.com/archives/10\\_future\\_web\\_trends.php](http://www.readwriteweb.com/archives/10_future_web_trends.php)

MARQUÈS P., Graells. (2000). *Entornos formativos multimedia: elementos, plantillas de evaluación/criterios de calidad*. [en línea] Departamento de Pedagogía aplicada, Facultad de Educación, Universidad Autónoma de Barcelona, 1999. En Peremarques.pangea.org <http://peremarques.pangea.org/calidad.htm>

MARTIN, Marcel. (1962). *La estética de la Expresión Cinematográfica*. Madrid: Ediciones Rialp S.A.

MORA, Dinorath. (2010), marzo 16. *México, de los peores en cobertura educativa: Narro*. El Universal [en línea]. Corresponsal. Pachuca. En Eluniversal.com.mx <http://www.eluniversal.com.mx/notas/666347.html>

MORENO, C. (1999). *Estrategias de enseñanza y Aprendizaje*. Ediciones Grao. Barcelona, España

MORENO, C. (2000). *Federalismo y Reforma del Sistema Educativo Nacional*, INAP, México

NORMAN, D.; Draper, S. (1986). *User Centered System Design; New Perspectives on Human-Computer Interaction*. L. Erlbaum Associates Inc. Hillsdale, NJ, USA

PEÑA T., V. (2000). *La imagen narrativa y nuevas tecnologías*. España: Universidad de Málaga

PORTILLO Bobadilla, T. (2003). *Interacciones Macromoleculares: Diseño y elaboración de un software educativo multimedia sobre el reconocimiento de proteínas*. México. Facultad de Ciencias: UNAM.

RICO G., P. (2005). *Elementos teóricos y metodológicos para la investigación educativa. Unidad 164*. Zitácuaro, México: Universidad Pedagógica Nacional. Disponible en <http://www.monografias.com/trabajos35/teorias-pedagogicas/teorias-pedagogicas.shtml>

RIVERA P., E. (n.d.) *Material Educativo Abierto*, Última fecha de consulta: 17-nov-2012 En <http://neoparaiso.com/logo/software-educativo.html>

RODRÍGUEZ, R. (2010). *ONU: SEP y SNTTE frenan la educación. El Universal* [en línea]. 19-feb-2010. En [Eluniversal.com.mx](http://www.eluniversal.com.mx) <http://www.eluniversal.com.mx/nacion/175759.html>

ROYO, J. *Diseño Digital*. (2007). Barcelona: Paidós

SALGADO C., RUIZ R., ROJON E., LABRADA E., GONZÁLEZ D., FLORES A., RAMIREZ A., MENDOZA M. (1999). *Diplomado de Multimedia*. [paper] Dirección General de Servicios de Cómputo, DGSCA-UNAM

SÁNCHEZ, Jordi. (2011). *En busca del Diseño Centrado en el Usuario (DCU): definiciones, técnicas y una propuesta*. En: No Solo Usabilidad, nº 10, 2011. <[nosolousabilidad.com](http://nosolousabilidad.com)>. ISSN 1886-8592

SANCHEZ M. (n.d) Observatorio de Tecnología en educación a distancia. Universidad Estatal a Distancia (UNED) Costa Rica. [en línea] Última fecha de consulta: 17-nov-2012 Disponible en <http://observatoriotecedu.uned.ac.cr/index.php/actualidad/teoria-del-diseno/556-960-grid-system.html?showall=1>

SHANNON C.; Weaver W. (1949). *The Mathematical Theory of Communication*. Urbana, IL: University of Illinois Press.

SOTERA, Florencia. (2007). *Blogger: La relación entre el arte y el diseño en la historia occidental del siglo XIX y XX*. [en línea] Disponible en [http://florenciasotera.blogspot.mx/2007\\_09\\_01\\_archive.html](http://florenciasotera.blogspot.mx/2007_09_01_archive.html)

Subsecretaría de Educación Media Superior (SEMS)-Coordinación Sectorial de Desarrollo Académico (CoSDAc). *El Sistema Educativo Nacional*. Coordinación de Estadística. [inédito]

TEUN A, van Dijk (comp.) (2000). *El discurso como estructura y proceso*. En “Narrativa” de Elinor Ochs. 1ª ed., España: Gedisa

TORRES C., L. (2007), mayo 28. *Analizan enseñanza de la ciencia en México*. *Academia Mexicana de Ciencias AMC*, Noticia AMC/06/07 México. En Comunicación. amc.edu.mx <http://www.comunicacion.amc.edu.mx/noticias/analizan-ensenanza-de-la-ciencia-en-mexico/>

Universia México. (2010), abril 14. *Creciente déficit de científicos en México*. En Portada. [en línea] Última fecha de consulta: 7-dic-2012. En Noticias.universia.net.mx <http://noticias.universia.net.mx/en-portada/noticia/2010/04/14/209775/creciente-deficit-cientificos-mexico.html>

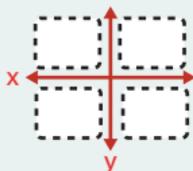
VAUGHAN, T. (2011). *Multimedia: Make it Work*. Eighth Edition USA: Mc Graw Hill

VAUGHAN, T. (2002). *Manual de referencia Multimedia*. España: Mc Graw Hill

VILCHES, L. (comp.), (1999). *Taller de escritura para televisión*. En “¡No pulse ese botón!” de Matthew J. Costello. España: Gedisa

## Directrices de la arquitectura de la información

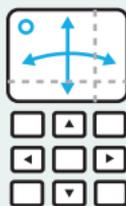
1. Navegación puntos cardinales o sistema de coordenadas en un plano



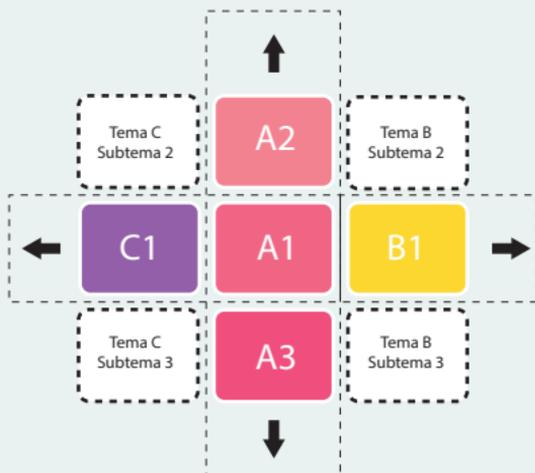
2. El usuario visualiza un segmento del plano



3. Metafora Visual es la de navegación por celular.



4. Cada segmento contiene un bloque de información.



## Directrices de la arquitectura de la información

5. Un menú fijo siempre visible que aplique para todos los segmentos



6. El menú fijo te lleva a cualquier segmento del plano



7. Integración de widgets en cada uno de los segmentos



8. Cada widget es un elemento multimedia.



9. La interfaz con el usuario es web.

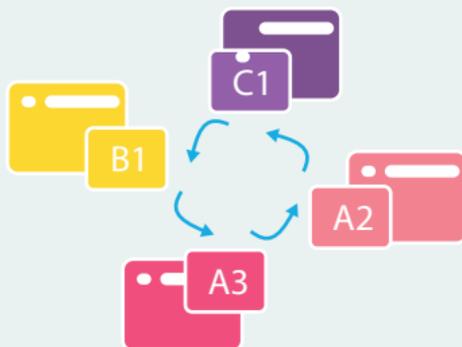


## Instrumento de evaluación de contenido

1. Un cuestionario que consiste en preguntas globales aleatorias.



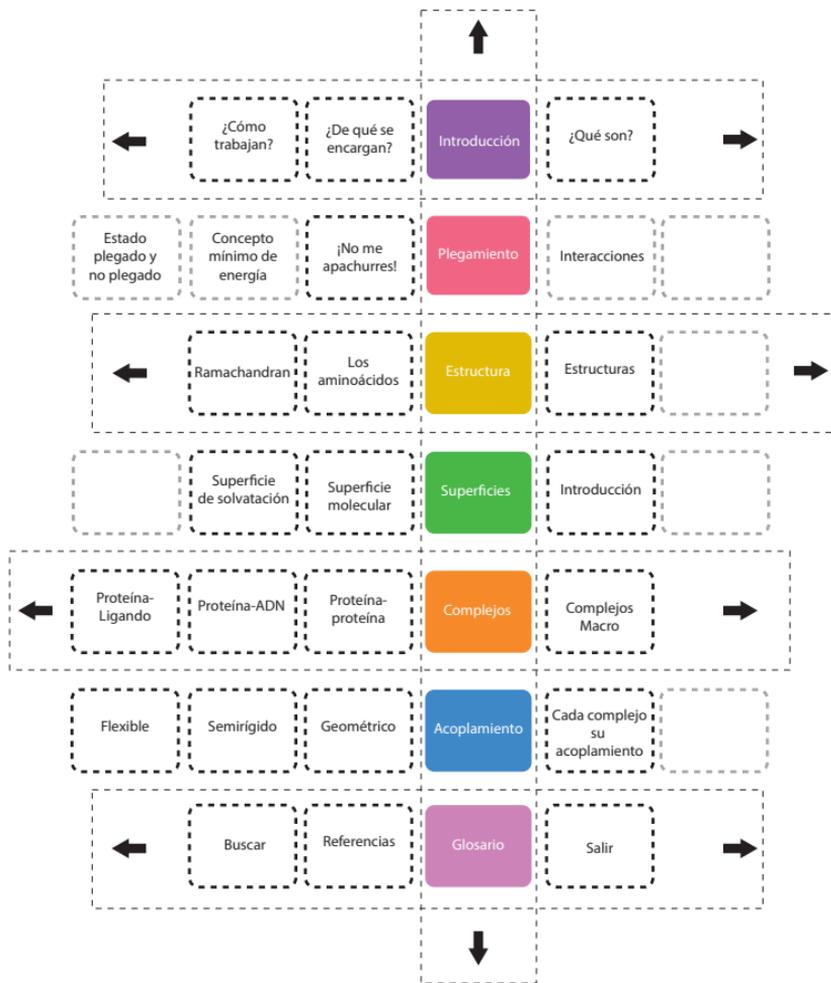
2. Cada pregunta es etiquetada de acuerdo al segmento al que pertenecen lo que permiten al usuario ir directamente a los segmentos con deficiencias de aprendizaje.



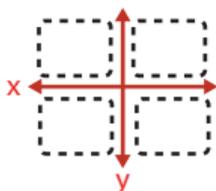
3. El acceso al cuestionario se encuentra en el menú fijo.



# Mapa Temático



1. Navegación puntos cardinales o sistema de coordenadas en un plano



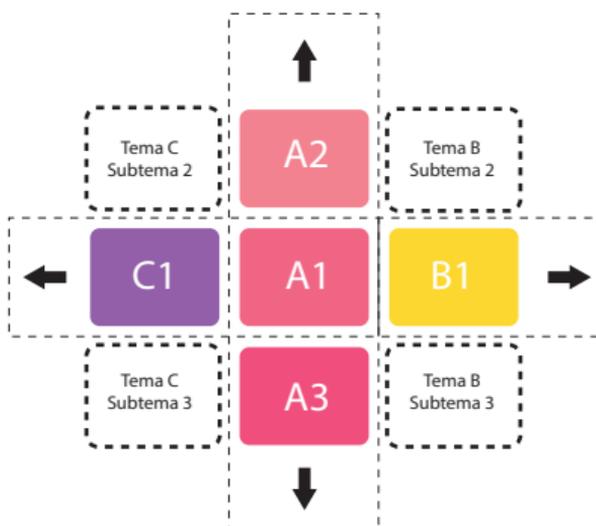
2. El usuario visualiza un segmento del plano



3. Metáfora Visual es la de navegación por celular.



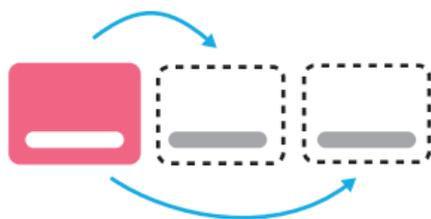
4. Cada segmento contiene un bloque de información.



5. Un menú fijo siempre visible que aplique para todos los segmentos



6. El menú fijo te lleva a cualquier segmento del plano



7. Integración de widgets en cada uno de los segmentos



8. Cada widget es un elemento multimedia.



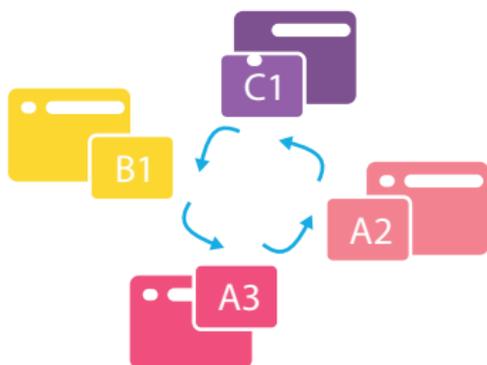
9. La interfaz con el usuario es web.



1. Un cuestionario que consiste en preguntas globales aleatorias.

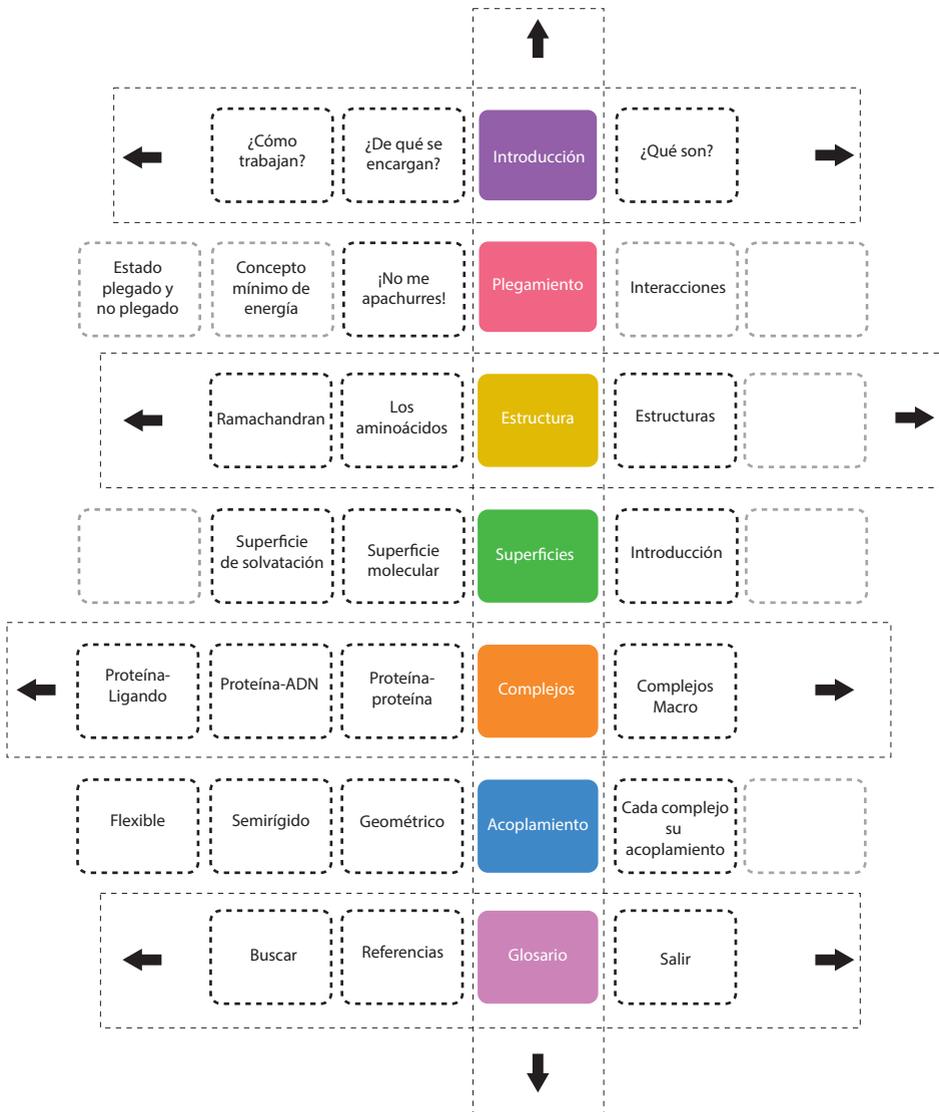


2. Cada pregunta es etiquetada de acuerdo al segmento al que pertenecen lo que permiten al usuario ir directamente a los segmentos con deficiencias de aprendizaje.



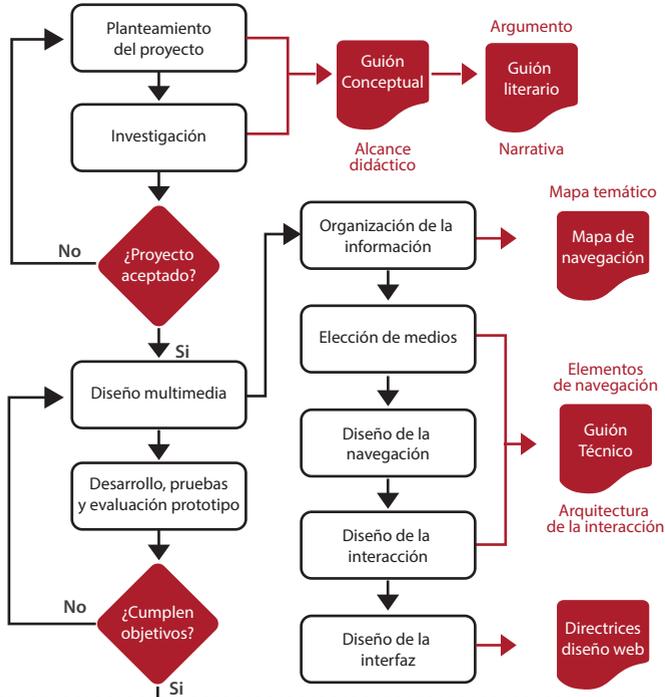
3. El acceso al cuestionario se encuentra en el menú fijo.





## Directrices de la estructura narrativa

## PREPRODUCCIÓN



## PRODUCCIÓN



## POSPRODUCCIÓN

