

**DESARROLLO Y PRUEBA DE UN SISTEMA MULTIMEDIA EDUCATIVO
ENFOCADO A CUBRIR LOS ESTILOS INDIVIDUALES DE APRENDIZAJE DEL
MODELO VARK**

TESIS

MAESTRÍA EN CIENCIAS CON ESPECIALIDAD EN COMUNICACIÓN



**TECNOLÓGICO
DE MONTERREY®**

Campus Monterrey

POR

DANIEL ARTURO GUTIÉRREZ COLORADO

DICIEMBRE DEL 2003

INSTITUTO TECNOLÓGICO Y DE ESTUDIOS SUPERIORES
DE MONTERREY

Graduados de la División de Humanidades
y Ciencias Sociales



**TECNOLOGICO
DE MONTERREY®**

**DESARROLLO Y PRUEBA DE UN SISTEMA MULTIMEDIA EDUCATIVO
ENFOCADO A CUBRIR LOS ESTILOS INDIVIDUALES DE APRENDIZAJE DEL
MODELO VARK**

TESIS

Presentada como Requisito Parcial
para obtener el Grado Académico de:
Maestro en Ciencias
Especialidad en Comunicación

DANIEL ARTURO GUTIÉRREZ COLORADO

DICIEMBRE 2003

**INSTITUTO TECNOLÓGICO Y DE ESTUDIOS SUPERIORES DE
MONTERREY**

DIVISIÓN DE HUMANIDADES Y CIENCIAS SOCIALES

Los miembros del comité recomendamos que la presente tesis del ingeniero **Daniel Arturo Gutiérrez Colorado** sea aceptada como requisito parcial para obtener el grado académico de

Maestro en Ciencias con Especialidad en Comunicación

Comité de Tesis:

Mtro. José Rafael López Islas
Asesor

Mtra. María Cristina Cervantes Sandoval
Sinodal

Dr. Omar Danilo Hernández Sotillo
Sinodal

Dra. Gabriela Pedroza Villarreal
Directora Programa de Graduados de la
División de Humanidades y Ciencias Sociales

DICIEMBRE DE 2003

DEDICATORIA

A Dios, porque sin Él, nada sería posible.

A mi esposa, Nancy, porque sin ella, nada tendría sentido.

A mi hija, Dana, porque sin ella, no sabría lo que es ser plenamente feliz.

A mis padres, porque sin ellos, no sería lo que soy ahora.

A mis hermanos, por estar conmigo en los momentos más importantes de mi vida.

AGRADECIMIENTOS

Me resulta imposible resumir en tan cortas líneas mis sentimientos de agradecimiento hacia las personas que participaron directa o indirectamente en la consecución de la presente tesis. Sirvan estas líneas para expresar mi gratitud a:

Dios en primer lugar, porque aparte de darnos la vida, nos ayuda a vivirla a cada momento.

Mi esposa e hija, por la paciencia que tuvieron mientras estudiaba y terminaba la tesis. Por aceptar el sacrificio de esos momentos en que extendías tus bracitos y yo no podía jugar contigo como quería, hija, o platicar y pasar tiempo contigo, amor.

Mis padres, porque desde siempre me mostraron el camino de la confianza en Dios y la perseverancia, y nunca se han cansado de ayudarme en cada momento y detalle de mi vida.

El Mtro. Andrés Díaz, por ser mi amigo, mentor y motor de superación constante.

Mi asesor, Mtro. Rafael López, por su paciencia y ayuda en organizar y estructurar mis ideas, haciendo observaciones sin las cuales nunca hubiera podido terminar el presente estudio, así como a mis sinodales, Mtra. Cristina Cervantes, y Dr. Omar Hernández, por el apoyo y disposición.

El enlace ITESM – CONACYT, por la confianza en mí a través de la beca otorgada.

La Universidad de Morelos, de manera especial al Lic. Alverto Maldonado, por su invaluable apoyo mientras estudiaba, así como para concluir los estudios de la maestría.

El mtro. Germán Encinas, por su valiosa colaboración en la realización de esta investigación.

El diseñador Víctor Mayorga por su excelente trabajo en el diseño gráfico del sistema desarrollado.

La Facultad de Ingeniería y Tecnología, de manera especial al Dr. Ramón Meza y Mtro. Jorge Manrique por el apoyo que me brindaron en mis estudios y el tiempo en este semestre en particular y por compartir un ambiente de trabajo de amigos más que compañeros, preocupados en mi superación profesional y personal.

El Dr. Tevni Grajales y Mtro. Víctor Monárrez, por su gran ayuda en el análisis estadístico.

Los alumnos que participaron en este trabajo de investigación.

ÍNDICE

Dedicatoria	i
Agradecimientos	ii
Índice	iii
Lista de tablas	v
Lista de figuras	vi
Resumen	vii
Capítulo I	
1. Introducción	1
1.1 Antecedentes	1
1.2 Problema de investigación	4
1.3 Hipótesis	5
1.4 Justificación	6
1.5 Limitaciones y delimitaciones	7
1.6 Estructura de la tesis	7
Capítulo II	
2. Marco teórico	9
2.1 Comunicación y educación	9
2.2 Las tecnologías de la información y la comunicación	12
2.3 Las TIC y los procesos educativos	16
2.4 La tecnología educativa	23
2.5 La comunicación multimedia educativa	26
2.6 Metodologías utilizadas en el desarrollo de sistemas multimedia educativos	31
2.6.1 Metodología dinámica para el desarrollo de software educativo	31
2.6.2 Metodología de diseño y desarrollo de multimedia de Brian Blum	33
2.6.3 Método de desarrollo de aplicaciones educativas hipermedia	34
2.6.4 Método de desarrollo de la Universidad Sudafricana de Georgia	36
2.7 Evaluación de sistemas multimedia educativos	40

2.8 La teoría de los estilos de aprendizaje	45
2.8.1 Modelo de Dunn y Dunn	46
2.8.2 Inventario VARK	47
Capítulo III	
3. Metodología	52
3.1 Desarrollo de la prueba del inventario VARK	52
3.2 Diseño educativo	59
3.3 Diseño interactivo del sistema multimedia educativo	61
3.4 Desarrollo, producción y evaluación del sistema multimedia educativo	67
3.5 Integración del modelo VARK en el sistema multimedia educativo	70
3.6 Diseño metodológico	71
Capítulo IV	
4. Resultados	75
4.1 Resultados de la prueba VARK y su aplicación al sistema multimedia educativo	75
4.2 Resultados del diseño experimental	79
Capítulo V	
5. Discusión	83
5.1 Discusión acerca de los resultados obtenidos	83
5.2 Fortalezas de los sistemas multimedia educativos	84
5.3 Debilidades de los sistemas multimedia educativos	86
5.4 Recomendaciones	90
5.5 Trabajos futuros	91
5.6 Consideraciones finales	91
Capítulo VI	
Bibliografía	93
Anexos	95
Vita	97

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Funciones educativas de las TIC y los medios masivos de comunicación	21
Tabla 2. Resumen del proceso de evaluación de software de acuerdo a la Universidad Sudafricana de Georgia	36
Tabla 3. Dimensiones útiles para evaluar un sistema multimedia educativo	41
Tabla 4. Estímulos y elementos del modelo Dunn y Dunn	47
Tabla 5. Estrategias sugeridas para los estudiantes de acuerdo al modelo VARK	49
Tabla 6. Valores del factor distancia	55
Tabla 7. Conformación del grupo experimental y del grupo de control, tomando en cuenta su estilo preferido de aprendizaje	72
Tabla 8. Resultados de las pruebas realizadas al grupo experimental y al grupo de control	79
Tabla 9. Resultados estadísticos de los grupos analizados	80
Tabla 10. Prueba t para la igualdad de medias de los grupos experimental y de control	81

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Metodología dinámica para el desarrollo de software educativo	32
Figura 2. Metodología de diseño y desarrollo de multimedia de Brian Blum	34
Figura 3. Método de desarrollo de aplicaciones educativas hipermedia	35
Figura 4. Diagrama de flujo del sistema que realiza el inventario VARK	53
Figura 5. Inventario VARK	56
Figura 6. Diagrama donde se ordenan los resultados del VARK	59
Figura 7. Organización del contenido educativo presentado en el sistema multimedia “Sistemas Numéricos de Notación Posicional”	61
Figura 8. Menú principal	63
Figura 9. Pantalla de presentación del contenido educativo	63
Figura 10. Pantalla de la evaluación	64
Figura 11. Mapa de navegación del sistema multimedia interactivo “Sistemas numéricos de notación posicional”	66
Figura 12. Metodología empleada en el desarrollo del sistema multimedia interactivo “Sistemas numéricos de notación posicional”	69
Figura 13. Distribución de los estilos de aprendizaje de la muestra analizada	78

RESUMEN

Los tres principales objetivos y hallazgos de esta investigación fueron:

a) Realizar un análisis de las metodologías utilizadas para desarrollar sistemas multimedia educativos (SME). Se realizó una revisión de la literatura acerca de las metodologías que integran el componente educativo en el proceso de desarrollo y se adaptaron en una metodología apropiada para desarrollar un SME que toma en cuenta los estilos individuales de aprendizaje del modelo VARK (modelo que divide a las personas de acuerdo a sus preferencias Visuales, Auditivas, de Lectura - Escritura y Quinestésicas).

b) Investigar cómo corresponden los estilos de aprendizaje del inventario VARK con respecto a los medios preferidos al utilizar el SME desarrollado. Se aplicó de manera inicial el inventario VARK a un grupo de alumnos, sin darles los resultados; y después de que el grupo experimental recibió el contenido educativo mediante el SME, se le aplicó una encuesta para conocer si prefirieron los medios que corresponden a su estilo de aprendizaje. Los resultados fueron claros, ya que en la vasta mayoría de los alumnos hubo una correspondencia fuerte entre el estilo de aprendizaje y el medio de transmisión del mensaje.

c) Investigar si un SME que incorpora medios de transmisión que corresponden al estilo de aprendizaje de un alumno puede obtener resultados similares a los que obtendría un maestro que utiliza el método tradicional de enseñanza. El diseño de la prueba piloto consistió en la selección de un grupo experimental y un grupo de control, y la aplicación del sistema multimedia al grupo experimental para investigar la variable dependiente, que en este caso fue el incremento del conocimiento adquirido, de la diferencia entre una preprueba y una posprueba. Los resultados mostraron que no existe una diferencia estadísticamente significativa entre ambos grupos, por lo que se concluyó que al utilizar un SME se consiguen resultados similares a los de un maestro.

La conclusión principal radica en que un SME que considere en su desarrollo un cuidado especial en la fase de diseño educativo, que tome en cuenta las diferencias personales de los estilos preferidos de aprendizaje del modelo VARK y que involucre a profesionales en el área pedagógica y tecnológica, obtendrá al menos el mismo resultado que se esperaría de los alumnos que cursan la materia con un maestro de la manera tradicional.

1. INTRODUCCIÓN

1.1 Antecedentes

La comunicación juega un papel indispensable en el proceso de la educación formal derivado de su necesidad de transmitir mensajes (educativos en este caso en particular) con un contenido muy específico a un cierto número de personas. La calidad de los mensajes, la forma de estos e incluso el medio, pueden influir en la manera en cómo aprenden las personas.

Por lo general, en la educación formal los mensajes se transmiten a través de un solo medio, por ejemplo, el texto impreso, o la exposición oral por parte del maestro. Ya las teorías de comunicación explicaban la complejidad del proceso comunicativo, y cómo influyen diferentes factores en la recepción de los mensajes en cada persona. Así, cada individuo posee diferentes formas de darle significado a las cosas en función de sí mismo. El receptor no es pasivo, en cambio juega un papel activo e importante en el proceso.

Entre los factores que influyen en la persona existe uno que es la preferencia en el modo de aprender. En la literatura de psicología y educación se le ha denominado a esta preferencia "estilo de aprendizaje", y existe en la actualidad gran interés en encontrar formas de diseñar métodos de enseñanza de manera tal que el contenido educativo corresponda con los estilos individuales de aprendizaje de los alumnos, y así potenciar al máximo el aprovechamiento del conocimiento impartido y adquirido.

Uno de los modelos sugeridos de los estilos de aprendizaje es el que propone el profesor Neil D. Fleming, de la Universidad de Lincoln, en Nueva Zelanda. Fleming, citado en Lozano (2001), propone clasificar a las personas de acuerdo a su preferencia por un

canal de percepción en el momento de procesar información. VARK, el nombre del modelo, es un acrónimo formado por las letras iniciales de cuatro preferencias modales sensoriales: Visual, Auditiva, Lectura - Escritura (*Read/Write* en inglés) y Quinestésico (*Kinesthetic*). Las categorías del modelo VARK son descritas de la siguiente manera:

a) Visual (*visual*): preferencia por maneras gráficas y simbólicas de representar la información.

b) Lectura - escritura (*read/write*): preferencia por información impresa en forma de palabras.

c) Auditivo (*aural*): preferencia por escuchar la información.

d) Quinestésico (*kinesthetic*): preferencia perceptual relacionada con el uso de la experiencia y la práctica, ya sea real o simulada.

De acuerdo con los resultados de estudios realizados en Nueva Zelanda, Inglaterra, Canadá y Estados Unidos con el empleo del VARK en escuelas preparatorias y universidades, la mejoría en el aprovechamiento de los estudiantes ha sido realmente notorio (Lozano, 2001).

El modelo VARK es considerado muy útil y práctico debido a que motiva un autoconocimiento y exploración interna de los alumnos con respecto a sus preferencias en el momento de recibir un contenido educativo.

El conocimiento de modelos de estilos de aprendizaje como el descrito, orientan a la búsqueda de herramientas que puedan ser aplicadas para lograr una mayor eficiencia en el proceso de enseñanza aprendizaje. Esta optimización puede ser lograda con la adecuación de la forma del contenido presentado y los ejercicios que pudieran realizar los alumnos basándose en su estilo individual de aprendizaje.

Es en este punto donde las nuevas tecnologías de la información y la comunicación pueden proveer un soporte para la implementación de los modelos de aprendizaje citados anteriormente.

La transmisión de un mensaje a través de diferentes medios simultáneamente puede dirigirse a cada uno de los canales de percepción que se plantean en el modelo VARK. El uso de texto, gráficas, imágenes, video, animaciones, música, locuciones, efectos de sonido e interactividad permite una comunicación de este tipo. Esta comunicación multimodal es conocida como multimedia interactiva y si es enriquecida con los conocimientos que la tecnología educativa aporta, puede lograr la eficiencia deseada al poder alcanzar los diferentes estilos de aprendizaje individuales y así mejorar el nivel de comprensión de un material educativo.

Este estudio plantea el diseño, el desarrollo y la prueba de un sistema multimedia educativo enfocado a cubrir los estilos de aprendizaje descritos en el modelo VARK, presentando un material de estudio de la clase de Introducción a la Informática, en un tema específico que los alumnos por lo general consideran complicado: la conversión de números de diferentes bases numéricas. Se pretende realizar un análisis de las metodologías existentes para el desarrollo de sistemas multimedia educativos, para escoger los mejores elementos que cumplan con las necesidades de este proyecto de investigación. Se describirá el proceso del análisis y desarrollo del sistema, incluyendo cada uno de los pasos, de manera que este documento pueda ser útil para cualquier persona interesada en realizar un proyecto similar.

Para implementar las tecnologías de información y comunicación se necesitan recursos económicos, humanos y técnicos, pero en la medida en que se realicen esfuerzos

para utilizar estas tecnologías optimizadas y adecuadas para los alumnos, podrán convertirse en unas herramientas educativas y de desarrollo muy importantes. El problema surge cuando se espera que la tecnología en general sea la panacea universal y resuelva todos los problemas de nuestra sociedad. Para poder obtener los mejores resultados deben utilizarse equipos multidisciplinarios, con especialistas en cada área, para que tanto el contenido como la forma en que éste es presentado sean mejor aprovechados.

1.2 Problema de investigación

El tema de la importancia de la comunicación en la educación ha sido explorado desde diferentes ángulos. Este estudio se centra en tres aspectos fundamentales que son descritos a continuación.

a) Realizar un análisis del estado del arte de las metodologías que son utilizadas en el diseño y desarrollo de sistemas multimedia educativos, y escoger así los elementos más importantes en la realización de una metodología adecuada a los propósitos del presente proyecto.

b) Investigar cómo corresponden los estilos individuales de aprendizaje de los alumnos identificados mediante el inventario del modelo VARK con respecto a sus preferencias al utilizar el sistema multimedia educativo desarrollado ex profeso para esta investigación. La pregunta que corresponde a este problema de investigación es: **¿Los alumnos prefieren los medios relacionados con su estilo individual de aprendizaje de acuerdo al modelo VARK?**

c) Investigar si un sistema multimedia educativo que incorpora medios de transmisión que corresponden al estilo de aprendizaje de un alumno puede obtener resultados similares a los que obtendría un maestro que utiliza el método tradicional de

enseñanza. Se estudiará este problema en un espacio y momento específico, utilizando un material educativo de una clase de sistemas numéricos, con alumnos de la Universidad de Montemorelos. La pregunta que se pretende contestar en este inciso es: **¿Existe una diferencia estadísticamente significativa entre el incremento del conocimiento obtenido por los estudiantes de la materia Sistemas Numéricos de la Universidad de Montemorelos que la cursan a través de los medios tradicionales de enseñanza y los alumnos que la cursan mediante un sistema multimedia educativo que incorpora los medios relacionados con su estilo individual de aprendizaje de acuerdo al modelo VARK?**

1.3 Hipótesis

Las hipótesis de investigación que se pretenden comprobar mediante la prueba piloto son las siguientes:

Hipótesis 1. Los alumnos prefieren el medio de transmisión del mensaje educativo relacionado con su estilo individual de aprendizaje de acuerdo al modelo VARK.

Hipótesis 2. No existe una diferencia estadísticamente significativa entre el incremento del conocimiento obtenido por los estudiantes de la materia Sistemas Numéricos de la Universidad de Montemorelos que la cursan a través de los medios tradicionales de enseñanza y los alumnos que la cursan mediante un sistema multimedia educativo que incorpora los medios relacionados con su estilo individual de aprendizaje de acuerdo al modelo VARK.

1.4 Justificación

El estudio proveerá de una metodología útil para la realización de un sistema multimedia enfocado a alcanzar los diferentes estilos de aprendizaje, lo que serviría como lineamiento general para la realización de un producto similar.

El modelo de estilos de aprendizaje VARK es ampliamente utilizado en instituciones educativas de Australia, Nueva Zelanda, Irlanda y Estados Unidos, por su capacidad, y su facilidad de uso. La obtención de resultados positivos en relación a este modelo en nuestro país, permitiría su recomendación a los entornos educativos para utilizarlo como un método de autoexploración por parte de los alumnos y así mejorar su desempeño académico. La obtención de resultados positivos con relación al uso del modelo VARK en el proceso de desarrollo de un sistema multimedia educativo justificaría su utilización en estos contextos.

Los resultados de un estudio sobre la utilización de la comunicación multimedia en la elaboración de un contenido educativo justificarían la utilización de este modelo de comunicación. Se pretende que el estudio revele cuáles son las limitaciones y alcances de esta tecnología. Actualmente el discurso general sobre el uso de la tecnología insiste sólo en los beneficios que aporta y en el determinismo tecnológico, y los pocos que se atreven a señalar los riesgos son tachados de tecnófobos. Pero la tecnología debe evaluarse objetivamente, indicando dónde y cómo debe ser integrada en la sociedad. El presentar un mensaje tomando en cuenta las necesidades del estilo de aprendizaje de un receptor es más efectivo que presentar el mensaje asumiendo que todos los receptores son iguales.

1.5 Limitaciones y delimitaciones

Debe tomarse en cuenta que se realizará el estudio tomando como base el modelo de estilos de aprendizaje propuesto por el profesor Fleming, y no se comparará con alguno de los muchos modelos propuestos en esta teoría de la psicología educativa, porque el proceso sería demasiado largo; además el modelo VARK ofrece la ventaja de poder ser implementado de una manera relativamente sencilla en el modelo de comunicación multimedia.

El análisis de la capacidad del modelo de incrementar el nivel de conocimiento será a corto plazo, pues no se dispone del tiempo suficiente para realizar un estudio longitudinal que contemple evaluar el aprendizaje logrado a largo plazo. Tampoco se pretende hacer una inferencia para una población universal, pues sólo se describirán los hallazgos de un grupo en particular con características específicas y se está consciente de que incluso el tema a desarrollar puede influir en la respuesta del alumno.

1.6 Estructura de la tesis

Capítulo 1. Introducción. Contiene los antecedentes, los problemas de investigación, las hipótesis de investigación, su justificación así como limitaciones y delimitaciones.

Capítulo 2. Marco teórico. Se realizará una revisión de la literatura de los temas fundamentales: comunicación y educación; las tecnologías de la información y la comunicación (TIC); las TIC y los procesos educativos; la comunicación multimedia educativa; modelos utilizados para desarrollar sistemas multimedia educativos; y la teoría de los estilos de aprendizaje y el modelo VARK.

Capítulo 3. Metodología. Incluirá: una descripción de la metodología utilizada en el diseño y desarrollo del sistema multimedia educativo presentado en esta investigación; el

proceso de desarrollo del sistema que realiza el inventario VARK; la encuesta y observaciones realizadas para investigar la hipótesis 1; y el diseño metodológico de la prueba experimental para conocer el resultado de la hipótesis 2.

Capítulo 4. Resultados. Presentará un análisis de los resultados de las pruebas planteadas en el capítulo 3.

Capítulo 5. Discusión. Contendrá una discusión acerca de los resultados obtenidos, sus implicaciones y valor práctico, así como una propuesta para trabajos futuros a partir de la investigación realizada.

2. MARCO TEÓRICO

*“La información puede ser transmitida,
pero el conocimiento debe ser inducido”*

(Gutiérrez, 2000)

El presente capítulo muestra una revisión de la literatura con respecto a los temas que son el fundamento de la investigación que se pretende resolver. Se investigará el papel que juega la comunicación en los procesos educativos, así como la utilización de las nuevas tecnologías de información y comunicación en apoyo a la educación, para poder implementar el diseño educativo en el sistema multimedia. Se examinarán las principales metodologías de desarrollo de sistemas multimedia que toman en cuenta el aspecto del diseño educativo, para poder así resolver el primer problema de investigación planteado en el capítulo anterior. Además, se analizará la teoría de los estilos de aprendizaje y en particular el modelo VARK para poder realizar una implementación de este modelo en el sistema multimedia educativo, y fundamentar así el segundo problema de investigación.

2.1 Comunicación y educación

La relación entre la comunicación y la educación es muy estrecha. Algunos autores como Tiffin y Rajasingham (1995) llegan incluso a afirmar que la misma educación es comunicación, explicando cómo facilita el aula de clases las funciones comunicativas y cómo se pueden utilizar las tecnologías de la información para mejorar la educación. Es cierto que la relación entre educación y comunicación resulta evidente, pero también son reconocidas las diferencias entre ambas. Cloutier (2003) presenta a la educación como

subordinada a la comunicación. Las funciones de la comunicación que identifica son: información, educación, animación y distracción. En este contexto, la educación sería considerada como una especialización de la comunicación para transmitir un tipo especial de mensajes.

Gutiérrez (2000) critica a los autores que parecen haber descubierto la relación entre comunicación y educación y han querido modelar la relación de la educación en términos comunicativos, tomando como base el conocido modelo de Shannon y Weaver en donde la comunicación se da unidireccionalmente, y no toma en cuenta la complejidad del proceso enseñanza aprendizaje. El considerar los elementos que intervienen en el proceso comunicativo, de manera especial el educando o receptor, ayuda a mejorar el proceso educativo. La atención debe centrarse no sólo en lo que se va a transmitir, sino los medios utilizados, y cómo los recibirá el educando, así como la interacción que pueda tener éste con el mensaje en la construcción de los significados a partir de los mensajes del maestro.

En el área de la educación, es incorrecto suponer que el alumno será un receptor pasivo. La transmisión del mensaje no garantiza necesariamente el aprendizaje.

Una confusión muy común en nuestros días donde la tecnología tiene gran relevancia es confundir información con conocimiento. El conocimiento es más que la acumulación de información. Si se habla del aprendizaje, es más importante el significado que genera cada individuo del mensaje que es transmitido (Gubern, 1974). Por esa razón es importante considerar muy importante al educando o receptor del mensaje, en función de sus necesidades y maneras de recibir y transformar los mensajes.

En la comunicación educativa, es necesario considerar una verdadera *comunicación*, superando los modelos unidireccionales de transmisión de información, los cuales se siguen

utilizando muchas veces aún en los nuevos medios. Más bien debiera considerarse un modelo que considere a la comunicación como intersubjetiva, una relación dinámica entre sujetos en donde intercambian información. El hecho de saber las diferentes necesidades y maneras de aprender del alumno, facilita este proceso, pues ya no se le considera como un sujeto pasivo y carente de particularidades.

Kaplún (1998) realiza una taxonomía de los modelos educativos, agrupándolos en tres conjuntos:

a) Educación que pone énfasis en los contenidos. Lo más importante es la transmisión de la cultura establecida, los valores y las normas dominantes, de las generaciones adultas hacia las más jóvenes. El objetivo es que el educando aprenda, y por lo tanto el énfasis está en la transmisión de información del profesor al alumno. Generalmente es vertical, unidireccional y autoritaria. El modelo comunicacional asociado es el mencionado anteriormente de Shannon y Weaver, que surgió en el contexto de las telecomunicaciones.

b) Educación que pone el énfasis en los efectos. Corresponde a la *ingeniería del conocimiento*, y básicamente consiste en *moldear* la conducta de las personas con objetivos predefinidos. El principal objetivo en este modelo es el cambio de actitudes en el educando, pero sin el análisis o la reflexión. El modelo de comunicación relacionado es el utilizado en los medios masivos de comunicación, en la propaganda política y en la publicidad. Aunque ya se habla de una retroalimentación del receptor, es considerada en segundo plano, pues se utiliza dicha respuesta del receptor para que el emisor pueda controlar la eficacia del mensaje.

c) Educación que pone el énfasis en el proceso. Su función primordial no está centrada en los contenidos ni en los efectos, sino en las interacciones entre las personas y su entorno. Se centra en la persona, deseando que el sujeto piense de manera crítica. El modelo comunicacional derivado de esta concepción de educación es una comunicación libre, democrática, horizontal y bidireccional. Este modelo es el ideal a conseguir, y debiera hacerse lo posible para que las tecnologías de la información y la comunicación lo faciliten. Desafortunadamente muchas veces lo que se plantea como interacción hombre - máquina es en realidad una comunicación unidireccional entre la máquina y el hombre. Se requiere un esfuerzo dedicado para lograr que una computadora pueda servir como mediadora en la comunicación en su función educativa, analizando disciplinas como la tecnología educativa y la psicología del aprendizaje. Si se desea utilizar este modelo ideal de la educación, debe cambiarse su enfoque desde sus bases, pues la tecnología sólo reproducirá el modelo utilizado, ya que es una herramienta y no un fin en sí mismo.

2.2 Las tecnologías de la información y la comunicación

Entendemos por *tecnologías de la información y la comunicación (TIC)* el conjunto de procesos y productos derivados de las nuevas herramientas (hardware y software), soportes de la información y canales de comunicación relacionados con el almacenamiento, procesamiento y transmisión digitalizados de la información (Adell, 1999).

Como en los demás ámbitos de actividad humana, las TIC son un instrumento de gran utilidad en las instituciones educativas, si son aplicadas de manera efectiva y metódica. Para ello, existen disciplinas como la tecnología educativa y el diseño

instruccional que proporcionan guías orientadoras acerca del uso de la tecnología para lograr una comunicación educativa más efectiva y provechosa.

Se presenta a continuación una descripción propuesta por Orozco (2001) de la evolución que han tenido las TIC a lo largo de la historia.

a) El lenguaje oral es presentado como la primera revolución, pues permitió la exteriorización de los pensamientos.

b) La segunda revolución es la creación de signos gráficos para representar el habla, ya que permitió la independencia en espacio y tiempo entre el emisor y su mensaje.

c) La tercera revolución se debió a la aparición de la imprenta, pues significó la posibilidad de producir y distribuir textos en masa. La imprenta contribuyó a una auténtica revolución en la difusión del conocimiento y de las ideas y, por tanto, en la evolución de nuestros sistemas políticos, la religión, la economía y prácticamente todos los aspectos de nuestra sociedad. Aprender a leer y a escribir es, todavía, el más importante aprendizaje que se realiza en la escuela.

d) La cuarta revolución, en la que está inmersa nuestra generación, es la de los medios electrónicos y la digitalización, un nuevo código más abstracto y artificial (necesitamos aparatos para producirlo y descifrarlo) de representación de la información.

No hay que pasar por alto que todos estos avances tecnológicos tienen lugar dentro de un determinado marco socioeconómico que hace posible no solo su desarrollo, sino también su transferencia a la sociedad y su aplicación a la producción. En este contexto se comprende mejor la idea de la reciprocidad de efectos entre tecnología y sociedad. Para ello, es necesario mencionar un debate que gira alrededor de si es la sociedad quien influye en la tecnología o el efecto es en el sentido opuesto.

Es común encontrar artículos en revistas, periódicos y también en libros acerca de las bondades de la tecnología, de cómo influye ésta en nuestra manera de vivir e incluso en nuestra manera de pensar. Se presenta a la tecnología como inerte e indeterminada. Esto es denominado *determinismo tecnológico* y plantea que la organización de la tecnología existente o la introducción de la nueva tecnología es la causa determinante o fundamental de todas las demás actividades. Da por sentado que la propia naturaleza de la sociedad está determinada por el componente tecnológico (Elliot, 1980). Sin embargo, la tecnología impulsada por elecciones hechas en un contexto de circunstancias de su medio ambiente (cultural, social y político). Una vez escogida, sin embargo, las tecnologías pueden ejercer una poderosa influencia en elecciones futuras.

El determinismo tecnológico se presenta en diferentes maneras. Para algunos, como el estudioso francés Jacques Ellul (1990), la tecnología se mueve de acuerdo a su propia lógica interna y más allá del control humano. Otros, como el teórico político Langdom Winner (1977), sostienen que la tecnología es muy influyente en crear la vida moderna, pero que los humanos aún tienen un amplio rango de alternativas sobre cuáles tecnologías desarrollar. Desgraciadamente, los humanos muchas veces no nos preocupamos por qué tipo de tecnologías desarrollamos (la bomba atómica por ejemplo; se cita también que los chinos conocían la pólvora antes que la civilización occidental, pero decidieron no crear armas, a diferencia del occidente). Ya sean deterministas “duros” o “blandos”, estos teóricos enfocan directamente a la tecnología como moldeadora central y aún dominante de la sociedad y la cultura.

Otros estudiosos rechazan por completo el determinismo. En lugar de que la tecnología guíe el cambio social, argumentan que las fuerzas sociales moldean las

tecnologías. A menudo, teóricos críticos del capitalismo industrial como David Noble (1977), Thomas Misa y John McDermott (1991) sostienen que los tipos de tecnologías que tenemos reflejan los diferentes grados de poder político, social y económico poseídos por los patrocinadores y los oponentes de tecnologías particulares. A menudo, dicen ellos, el grupo con las mayores riquezas y autoridad política es capaz de imponer sus tecnologías preferidas al resto de la sociedad. Y por lo general estos grupos seleccionan las tecnologías con las que trabajan para mantenerse ricos y poderosos, y mantener a los demás dependientes y vulnerables. Para estos pensadores, hablar de un determinismo tecnológico es solo una “pantalla de humo” que sirve de camuflaje para el uso real del poder coercitivo que determina el tipo de tecnología que tenemos.

Un tercer grupo intenta condensar las verdades contenidas en las dos posturas anteriores. El historiador Thomas Hughes (1987) sugiere, por ejemplo, observar sistemas tecnológicos (es decir, redes complejas de artefactos, organizaciones y personas) en lugar de ver tecnologías individuales o a la tecnología como un todo. Los sistemas tecnológicos evolucionan con el tiempo, creciendo más complejos e interconectados. Cientos, quizá miles de individuos se requieren para operar los sistemas tecnológicos, como las redes eléctricas, los sistemas telefónicos nacionales, las redes de televisión, etc. Mientras la gente involucrada en los sistemas tecnológicos tiene el poder de realizar decisiones (como los anti-deterministas declaran), deben tomar aquellas decisiones en escenarios que puedan imponer límites significativos en el rango de opciones disponibles (como los deterministas declaran).

Las relaciones entre cultura y tecnología se situarían en tres niveles, de acuerdo con Diouf (citado en Gutiérrez, 2000):

a. La cultura influye a la tecnología. La actitud de la gente hacia las nuevas tecnologías; la receptibilidad a “todas las cosas modernas”.

b. La cultura provee las condiciones para interpretar la utilidad de la tecnología. La ventaja tomada de esta nueva tecnología: un accesorio que es moderno pero que tiene poco uso en el sentido de un instrumento de cocina limpio y conveniente.

c. La tecnología influye a la cultura. El grado en el que la tecnología lleva a un cambio en las actitudes o nuevas prácticas sociales.

La cultura y la tecnología interactúan en medio de variables ambientales y políticas. Por ejemplo, cuando se “importa” una nueva tecnología, muchas veces la sociedad realiza una apropiación y le da usos diferentes a los que realiza la sociedad que desarrolló la nueva tecnología. Los mexicanos que trabajan en Estados Unidos, al regresar a sus hogares con carros nuevos, y equipos de sonido de último modelo, siguen escuchando música mexicana con gran orgullo.

Se concluye de este análisis que la relación entre la tecnología y la sociedad se da en las dos vías, lo que sirve para comprender la importancia que tienen en nuestros días la utilización de las TIC en un área en particular: la educación.

2.3 Las TIC y los procesos educativos

En una interesante entrevista realizada a Abdul Waheed Khan, quien es el Subdirector General de Comunicación e Información de la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO), se le preguntó acerca del papel que juega la educación en el proceso de crear sociedades del conocimiento –que van más allá de la sociedad de la información al incluir el desarrollo en dimensiones como la

cultura, la sociedad, la política, la economía y las instituciones. Explicó que de acuerdo con las estadísticas de la UNESCO, el 80% de las personas en el mundo no tienen las herramientas básicas de telecomunicación y menos del 10% tienen acceso a Internet. Para Khan, la educación es la clave para crear sociedades del conocimiento equitativas. Identifica dos tipos de relación entre la educación y las TIC:

a) El primero es el uso de la educación y el entrenamiento, formal e informal, para crear sociedades que conozcan las TIC, posibilitando a todos los ciudadanos a utilizarlas con confianza, tanto en sus vidas personales como en sus ambientes de trabajo.

b) El segundo tipo de relación es la utilización de las TIC dentro de la educación y sistemas de entrenamiento para lograr objetivos de aprendizaje que no necesariamente estén relacionados con las TIC mismas. Una conclusión que se ha obtenido en los estudios realizados por la UNESCO es que los métodos antiguos de educación son incapaces de atender adecuadamente la creciente demanda de aprendizaje. Los signos iniciales de esta incapacidad ya ha llevado a diversas innovaciones: enseñanza abierta, educación a distancia, aprendizaje flexible, y *e-learning*, término que utiliza para referirse al aprendizaje electrónico, o mediado a través de medios electrónicos (2003).

Aquí es necesario discutir acerca de esta conclusión de la UNESCO mencionada por Khan, acerca de la “incapacidad” de los modelos antiguos para suplir la demanda creciente de aprendizaje. Tiene una fuerte carga determinista, pero podría ser matizada si se toma en cuenta la desproporcionada relación entre los habitantes y los maestros que existen en nuestro planeta. En ciertos escenarios, es posible que la utilización del TIC pueda replicar y multiplicar la labor de un maestro, con lo que podría alcanzar a un mayor número de personas pues no estaría limitado por el espacio y el tiempo a atender un cierto número

reducido de alumnos. Las TIC serían tan solo las herramientas que usaría un maestro profesional para transmitir su conocimiento.

El desarrollo de la presente investigación está relacionado con este segundo punto mencionado por Khan, ya que se pretende desarrollar un sistema utilizando una TIC con el objetivo de presentar un contenido educativo, tomando en cuenta las diferencias de los alumnos en sus estilos de aprendizaje y además comprobando si existe una diferencia entre las personas que aprenden de manera tradicional, y las personas que aprenden utilizando la comunicación multimedia educativa. El hecho de encontrar que no existen diferencias significativas, supondría que el asesor o maestro no tendría que estar de manera presencial para dictar la clase. En cambio, podría presentar el contenido de la clase mediante un sistema multimedia que tenga calidad educativa, estética y tecnológica, y así los estudiantes podrían obtener una cantidad de conocimiento similar al obtenido de manera presencial. Otra opción podría ser un apoyo extra que puede utilizar el profesor para una clase, y así mientras enseña de manera tradicional, el alumno es capaz de aprovechar los recursos tecnológicos que un sistema multimedia podría ofrecerle, avanzando a su ritmo, resolviendo ejercicios no vistos en clase por el límite de tiempo, y repasando los temas.

Desafortunadamente, el desfase que sufren las TIC con respecto a los modelos utilizados actualmente en nuestras escuelas es evidente. Si las instituciones educativas no toman conciencia de las nuevas formas de tratar con la información, se corre el riesgo de seguir utilizando modelos comunicativos que no corresponden con las necesidades actuales (Aparici, 1996).

Una metáfora muy utilizada cuando se aborda este tema, es la presentada por el reconocido doctor del Instituto Tecnológico de Massachussets (MIT) Seymour Papert,

quien ha investigado cómo puede la tecnología ayudar en nuevas maneras de aprender desde la década de 1970 y quien incluso realizó trabajos de investigación junto a Jean Piaget, y además es cofundador del laboratorio de inteligencia artificial del MIT. Imagínense, dice Papert, un grupo de viajeros del tiempo del siglo antepasado, entre ellos un grupo de cirujanos y otro de maestros, que aparecieran en nuestros días para ver cómo habían cambiado las cosas en sus respectivas profesiones en cien o más años. Piensen en el asombro del grupo de cirujanos asistiendo a una operación en un quirófano moderno. Sin duda podrían reconocer los órganos humanos pero les sería muy difícil imaginar qué se proponían hacer los cirujanos actuales con el paciente, los rituales de la antisepsia o las pantallas electrónicas o las luces parpadeantes y los sonidos que producen los aparatos presentes. Los maestros viajeros del tiempo, por el contrario, sólo se sorprenderían por algunos objetos extraños de las escuelas modernas, notarían que algunas técnicas básicas habían cambiado (y probablemente no se pondrían de acuerdo entre ellos sobre si era para mejor o para peor) pero comprenderían perfectamente lo que se estaba intentando hacer en la clase y, al cabo de poco tiempo, podrían fácilmente seguir ellos mismos impartíendola.

Una manera de entender la moraleja del cuento es: el sistema educativo no es precisamente un ambiente en el que la tecnología tenga un papel relevante para las tareas que allí se realizan. Es más, sus practicantes, tradicionalmente y salvo “honrosas” excepciones, se han mostrado bastante reacios a incorporar novedades en su estilo de hacer las cosas. Sin embargo, la actual revolución tecnológica afectará a la educación formal de múltiples formas.

Otra manera de entenderla es que el conocimiento acerca de la medicina ha avanzado desde sus raíces, se conocen muchos temas gracias a la inversión que ha tenido

esta rama tan importante de nuestra sociedad. Pero si se realiza la comparación propuesta por Papert en un país *desarrollado*, y se compara lo antiguo con el mejor hospital y la mejor escuela, también se verían avances en ésta última: utilización de computadoras, proyectores de datos. El problema es que el uso de las TIC no necesariamente implica un cambio en el modelo pedagógico: podría estar utilizándose una TIC para replicar un modelo conductista por ejemplo, en lugar de aprovechar su potencial para enseñar algo con un modelo constructivista. En este sentido es que se considera válida la teoría funcionalista, en donde se le ve a la tecnología como una herramienta, y se le evalúa de acuerdo a la capacidad de realizar una función. Orozco (2001) menciona que si la escuela no toma conciencia de las nuevas formas de tratamiento de la información, puede quedarse anclada en unos modelos relacionales y comunicativos que no se corresponden con los predominantes en la sociedad actual. Sin embargo, lo que es más importante es un cambio de paradigma en la pedagogía, en la didáctica, y no considerar a la tecnología como la que facilitará el aprendizaje *per se*.

En la tabla 1 se muestra un útil resumen que presenta Marqués (2003) acerca de las funciones educativas de las TIC y los medios masivos de comunicación. En ella, se presentan los materiales didácticos con soporte multimedia como un medio didáctico y para la evaluación, que es lo que será desarrollado en el presente proyecto.

Tabla 1

Funciones educativas de las TIC y los medios masivos de comunicación (Marqués, 2003)

Funciones	Instrumentos
Medio de expresión y creación multimedia, para escribir, dibujar, realizar presentaciones multimedia, elaborar páginas Web.	<p>Procesadores de textos, editores de imagen y vídeo, editores de sonido, programas de presentaciones, editores de páginas Web.</p> <p>Lenguajes de autor para crear materiales didácticos interactivos.</p> <p>Cámara fotográfica, vídeo.</p> <p>Sistemas de edición videográfica, digital y analógica.</p>
Canal de comunicación, que facilita la comunicación interpersonal, el intercambio de ideas y materiales y el trabajo colaborativo.	<p>Correo electrónico, chat, videoconferencias, listas de discusión, foros.</p>
Instrumento para el proceso de la información: crear bases de datos, preparar informes, realizar cálculos.	<p>Hojas de cálculo, gestores de bases de datos.</p> <p>Lenguajes de programación.</p> <p>Programas para el tratamiento digital de la imagen y el sonido.</p>
Fuente abierta de información y de recursos (lúdicos, formativos, profesionales...). En el caso de Internet hay “buscadores” especializados para ayudarnos a localizar la información que buscamos.	<p>CDROM, vídeos DVD, páginas Web de interés educativo en Internet.</p> <p>Prensa, radio y televisión.</p>

Instrumento para la gestión administrativa y tutorial.	Programas específicos para la gestión de centros y seguimiento de tutorías. Web del centro con formularios para facilitar la realización de trámites online.
Herramienta para la orientación, el diagnóstico y la rehabilitación de estudiantes.	Programas específicos de orientación, diagnóstico y rehabilitación. Sitios Web específicos de información para la orientación escolar y profesional.
Medio didáctico y para la evaluación: informa, ejercita habilidades, hace preguntas, guía el aprendizaje, motiva, evalúa.	Materiales didácticos multimedia (soporte en disco o en Internet). Simulaciones. Programas educativos de radio, vídeo y televisión. Materiales didácticos en la prensa.
Instrumento para la evaluación, que proporciona: corrección rápida y feedback inmediato, reducción de tiempos y costes, posibilidad de seguir el "rastros" del alumno, uso en cualquier ordenador (si es online).	Programas y páginas Web interactivas para evaluar conocimientos y habilidades.
Soporte de nuevos escenarios formativos	Entornos virtuales de enseñanza.
Medio lúdico y para el desarrollo cognitivo.	Videojuegos. Prensa, radio y televisión.

Sin embargo, la decisión didáctica sobre los medios a utilizar no se debe hacer tanto en función de su modernidad o presumible eficacia, como de la adecuación a las metas educativas previstas. El valor instrumental no está en los propios medios, sino en cómo se

integran en la actividad didáctica, en cómo se insertan en el método porque es éste el que los articula y da un sentido en el desarrollo de la acción (Orozco, 2001). Es decir, no se trata de usar las TIC a la ligera, sino estudiar cuál es la manera ideal y en qué contenidos. Para realizar este análisis, resulta útil la *tecnología educativa*.

2.4 La tecnología educativa

Una de las disciplinas útiles para comprender la relación entre la tecnología y la educación es precisamente la *tecnología educativa*. La UNESCO la definió en 1984 como "el modo sistemático de concebir, aplicar y evaluar el conjunto de procesos de enseñanza y aprendizaje teniendo en cuenta a la vez los recursos técnicos y humanos y las interacciones entre ellos, como forma de obtener una más efectiva educación" (citado en Marqués, 2003). Su objetivo central de la misma es el apoyo y la mejora de los procesos de enseñanza y aprendizaje y la resolución de los problemas educativos con la ayuda de los recursos tecnológicos, y su hipótesis de base consiste en que el aprendizaje puede ser mejorado y que existen recursos y técnicas para lograrlo.

La Tecnología Educativa, como los demás campos de conocimiento, recibe aportaciones de diversas ciencias y disciplinas en las que busca cualquier apoyo que contribuya a lograr sus fines. Según Marqués (2003), en la Tecnología Educativa se complementan corrientes científicas diversas, desde la física y la ingeniería hasta la psicología, la pedagogía y la teoría de la comunicación. Tiene pues unas bases múltiples y diversificadas.

Considerando que la base epistemológica de referencia está aportada por la *didáctica*, las disciplinas que más directamente han apoyado las propuestas tecnológicas

aplicadas a la educación y que con sus avances conceptuales han hecho evolucionar la *tecnología educativa* son:

- a) La *didáctica* y las demás ciencias pedagógicas.
- b) La teoría de la comunicación.
- c) La teoría general de sistemas.
- d) La psicología del aprendizaje.

Esta información es muy útil pues servirá como fundamento para el modelo de desarrollo que se seguirá en la elaboración del sistema multimedia propuesto.

Con respecto a la didáctica, la tecnología educativa por lo general se basa en modelos que buscan la eficiencia mediante una delimitación precisa de las metas de aprendizaje. Entre ellos se encuentra el modelo inductivo, el modelo instructivo, el modelo participativo de instrucción, el modelo mediacional y otros (Orozco, 2001).

Además del análisis comunicacional de los procesos de enseñanza y aprendizaje, las *ciencias de la comunicación* han proporcionado al mundo educativo numerosos conceptos (información, comunicación educativa, proceso informativo, emisor, receptor, canal, ruidos) e instrumentos de alto potencial instructivo, así como diversas aportaciones a la interpretación de los mensajes desde la semiótica.

La *teoría general de sistemas* aporta una concepción aplicable al proceso educativo para facilitar el análisis y control de las variables fundamentales que inciden en el mismo y para describir la totalidad del proceso de programación-enseñanza-aprendizaje, considerado como un sistema de toma de decisiones y puesta en práctica de las mismas. Un ejemplo claro de la influencia de esta teoría, es la siguiente definición de *tecnología educativa*:

forma sistemática de diseñar, desarrollar y evaluar el proceso de enseñanza aprendizaje en términos de objetivos específicos, basada en las investigaciones sobre el aprendizaje y la comunicación, que aplicando una coordinación de recursos humanos, metodológicos e instrumentales y ambientales conduzcan a una educación eficaz. (Marqués, 2003)

Además de las aportaciones de la teoría de la Gestalt sobre la percepción, las principales corrientes de la *psicología del aprendizaje* que han influido en la *tecnología educativa* han sido:

a) La corriente conductista. A partir de los conceptos tomados de la psicología del aprendizaje, se fueron concretando actuaciones como la especificación de los objetivos en función del aprendizaje, la individualización de la instrucción, la utilización de medios y el control del sistema transmisor entre profesor y alumno.

b) La corriente cognitiva. Concede al sujeto un papel activo en la construcción de los aprendizajes, y donde lo que prima es el análisis de las actividades mentales, del procesamiento de la información, la motivación, la codificación, la memoria, los estilos cognitivos y la solución de problemas.

La tecnología educativa debe tener en cuenta los siguientes aspectos, de acuerdo a Marqués (2003):

a) Conocimientos científicos teóricos asociados a los recursos tecnológicos (TIC y medios masivos de comunicación), para saber cómo son.

b) Habilidades de manejo de los mismos, para saber cómo se usan.

c) Alfabetización audiovisual (interpretación y uso del lenguaje audiovisual) y sobre las nuevas formas de estructurar la información (alfabetización hipermedial).

- d) Alfabetización informática: utilización de los programas informáticos básicos.
- e) Valoración del impacto de las TIC y los medios masivos de comunicación en la sociedad y en la educación. Potencial de innovación pedagógica.
- f) Conocimiento de los materiales disponibles en el mercado: medios masivos de comunicación, vídeos, software, espacios en Internet y demás; y evaluación de su calidad técnica, pedagógica y funcional.
- g) Conocimiento de sus posibles aplicaciones en educación, aunque luego cada ciencia pedagógica profundizará en el estudio de sus posibilidades para afrontar sus problemas específicos en los distintos contextos de aplicación.
- h) Planificación, gestión y evaluación de actividades educativas (procedimientos instruccionales) con apoyo tecnológico, prestando especial atención a los aspectos contextuales y organizativos
- i) Diseño y desarrollo de materiales educativos en soporte tecnológico.
- j) Organización de los recursos pedagógicos en los centros.

Son precisamente los incisos *h* e *i* los que se pretenden abordar en el presente proyecto, utilizando para ello algunos elementos de las TIC, de la tecnología educativa y de la psicología del aprendizaje.

2.5 La comunicación multimedia educativa

Antes de definir la comunicación multimedia educativa, es necesario realizar una aclaración de términos. Es común encontrar documentos de investigación que en lugar de usar el término multimedia utilizan hipermmedia. Algunos autores como Vaughan (2000) señalan que cuando un programa multimedia le permite al usuario final controlar cuáles

elementos verá y en qué momento, se considera Multimedia Interactiva. Además, cuando se provee una estructura de elementos ligados a través de los cuales el usuario puede navegar, se convierte en hipermedia. En general es poco común que se le llame por su nombre correcto a la hipermedia, pues es más conocida como multimedia, por lo que en este documento se sigue la convención de denominarla por el término más común.

Entendemos por comunicación multimedia como aquella en la que la información, el mensaje, se ofrece codificado de diferentes formas y requiere en el perceptor la implicación de varios sentidos. De hecho la mayor parte de la comunicación interpersonal, directa, de persona a persona, se produce simultáneamente a través del lenguaje verbal-oral, el gesto, la expresión facial, e incluso el olor o el tacto.

Diremos que existe comunicación multimedia si hay medios técnicos implicados, con lo que limitamos nuestra definición a la comunicación mediada, a la comunicación donde se utilizan medios técnicos como la televisión, el ordenador, o cualquier otro dispositivo que, combinados entre sí, o, en ocasiones, combinados también con la manera de expresarse del propio profesor (un medio más), facilite al receptor información codificada con diferentes sistemas simbólicos. Por definición, multimedia debe implicar interactividad por la cual el usuario se transforma en un participante de los procesos comunicativos, e incluso en un director o creador (Vaughan, 2000).

Las características importantes de la multimedia como una plataforma útil en la educación son:

a) Ramificación. Mientras que un libro o un programa de televisión, por ejemplo, suelen estar diseñados con un punto de entrada y otro de salida, de forma que el lector o espectador accedan a la información ordenadamente desde el principio al final, los

documentos multimedia suelen estar compuestos de “objetos” o “eventos” (texto, imágenes, sonidos) con relativa independencia entre sí. Estos objetos pueden tener varios puntos de entrada y de salida, están ligados unos a otros y se organizan en estructuras no lineales; podrían compararse a los nudos de una red. El lector no va leyendo, escuchando y viendo del comienzo al final del documento, sino que el recorrido depende de las propias opciones del usuario, siempre condicionadas, lógicamente, a las decisiones tomadas anteriormente por el diseñador-programador que con anterioridad determinó los lazos entre los objetos. Esta característica permite al alumno que avance a su propio ritmo, repasando las veces que él desee, y en el orden que él elija ver el contenido.

b) Interactividad. La última edición del diccionario de la Real Academia Española incluye ya una acepción informática del término *interactivo*: los programas que permiten una interacción, a modo de diálogo, entre el computador y el usuario. Por *interacción* se entiende la acción que se ejerce recíprocamente entre dos más objetos, agentes, fuerzas, funciones, etc. Los seres humanos son por lógica quienes pueden alcanzar un mayor grado de interacción al comunicarse unos con otros (Aparici, 1996).

Gutiérrez (2000) menciona que un cambio radical de nuestra actualidad se da al pasar de una cultura basada en el libro y en el texto a una cultura multimedia, en la que “ya no tenemos que leer de algo para conocer sobre algo, sino que podremos verlo, oírlo, tocarlo y, más importante aún, interactuar con ese algo”. No considero que el cambio sea tan radical en el sentido de que se lleguen a sustituir los libros, pero sí es muy importante. Hemos visto cómo tecnologías relativamente nuevas no han eliminado a las anteriores, sino se han complementado. Incluso la mayor parte de las personas que pueden escoger entre leer un libro en la computadora o leerlo impreso, optan por la segunda opción. Lo que se

desea subrayar del comentario del autor citado es la utilización de la multimedia con la posibilidad de interactuar.

Diversos estudios ya clásicos han puesto de manifiesto como se recuerda el 10% de lo que se ve, el 20% de lo que se oye, el 50% de lo que se ve y oye, y el 80% de lo que se ve, oye y hace. O dicho en otros términos, algunas de las TIC son ideales para propiciar la retención de la información, como los sistemas multimedia, que combinan diferentes sistemas simbólicos, y los interactivos, donde el alumno además de recibir la información por diferentes códigos tiene que realizar actividades (Orozco, 2001).

Marqués (2003) menciona algunas ventajas al utilizar sistemas multimedia en los procesos educativos. Entre ellas se encuentran:

a) Proporcionar información. En los CD-ROM o al acceder a bases de datos a través de Internet pueden proporcionar todo tipo de información multimedia.

b) Avivar el interés. Los alumnos suelen estar muy motivados al utilizar estos materiales, y la motivación (el querer) es uno de los motores del aprendizaje, ya que incita a la actividad y al pensamiento. Por otro lado, la motivación hace que los estudiantes dediquen más tiempo a trabajar y, por tanto, es probable que aprendan más.

c) Mantener una continua actividad intelectual. Los estudiantes están permanentemente activos al interactuar con la computadora y mantienen un alto grado de implicación e iniciativa en el trabajo. La versatilidad e interactividad de la computadora y la posibilidad de *dialogar* con ella, les atrae y mantiene su atención.

d) Orientar aprendizajes a través de entornos de aprendizaje, que pueden incluir buenos gráficos dinámicos, simulaciones y herramientas para el proceso de la información que guíen a los estudiantes y favorezcan la comprensión.

e) Promover un aprendizaje a partir de los errores. La retroalimentación inmediata a las respuestas y a las acciones de los usuarios permite a los estudiantes conocer sus errores justo en el momento en que se producen y generalmente el programa les ofrece la oportunidad de ensayar nuevas respuestas o formas de actuar para superarlos.

f) Facilitar la evaluación y control. Al facilitar la práctica sistemática de algunos temas mediante ejercicios de refuerzo sobre técnicas instrumentales, presentación de conocimientos generales, prácticas sistemáticas de ortografía..., liberan al profesor de trabajos repetitivos, monótonos y rutinarios, de manera que se puede dedicar más a estimular el desarrollo de las facultades cognitivas superiores de los alumnos.

g) Posibilitar un trabajo individual y también en grupo, ya que pueden adaptarse a sus conocimientos previos y a su ritmo de trabajo (por ello resultan muy útiles para realizar actividades complementarias y de recuperación en las que los estudiantes pueden autocontrolar su trabajo) y también facilitan el compartir información y la comunicación entre los miembros de un grupo.

Sin embargo, también existen algunas desventajas de los sistemas multimedia educativos que no se mencionan muy a menudo, tales como:

- a) Pueden provocar cansancio, monotonía y ansiedad.
- b) Sensación de aislamiento.
- c) Empobrecimiento de las relaciones humanas.
- d) Su uso puede ser descontextualizado.
- e) Rigidez en los diálogos.
- f) Pueden causar adicción y distracción.
- g) La formación del profesorado representa una inversión extra.

h) Problemas técnicos con las computadoras, tales como virus, malas configuraciones, etc.

El éxito de la implementación de un sistema multimedia educativo dependerá de su utilización adecuada en situaciones concretas, tomando en cuenta los puntos fuertes y considerando también los riesgos.

A continuación se expone una breve descripción de metodologías utilizadas en el desarrollo de sistemas multimedia educativos.

2.6 Metodologías utilizadas en el desarrollo de sistemas multimedia educativos

En la revisión de literatura realizada, se encontraron los siguientes modelos que contemplan el análisis pedagógico o educativo en la realización de un sistema multimedia.

2.6.1 Metodología dinámica para el desarrollo de software educativo

Este modelo fue propuesto por los profesores Marlene Arias, Ángel López y Jonmy Rosario en un congreso sobre educación virtual denominado *Virtual Educa 2000* y disponible en el sitio del doctor Marqués (2003). En la figura 1 pueden apreciarse las cuatro fases que integran esta metodología: diseño educativo, producción, realización e implementación. Además existe lo que ellos denominan como un *eje transversal* que es la evaluación, pues es realizado durante las cuatro etapas de manera consistente. Una ventaja que ofrece esta metodología es que no requiere la culminación de una etapa para pasar a la siguiente, pues se puede obtener un prototipo para evaluarlo y corregirlo desde las etapas tempranas. Como puede observarse, el énfasis en esta metodología es la fase del diseño educativo. Incluye el análisis de las necesidades, una descripción del alumno que será la

audiencia, así como los objetivos tanto del proyecto en general como de aprendizaje. Con *análisis estructural* se refieren a las habilidades a desarrollar. También toma en cuenta el conocimiento previo necesario, la selección de las estrategias instruccionales. El contenido se basa en una lista de temas y puntos de interés relacionados con el objetivo, teniendo cuidado de organizarlo y seleccionarlo cuidadosamente. Lo valioso de esta metodología es que, además de ser muy completa, está muy detallada y documentada, por lo que es relativamente sencilla de implementar.

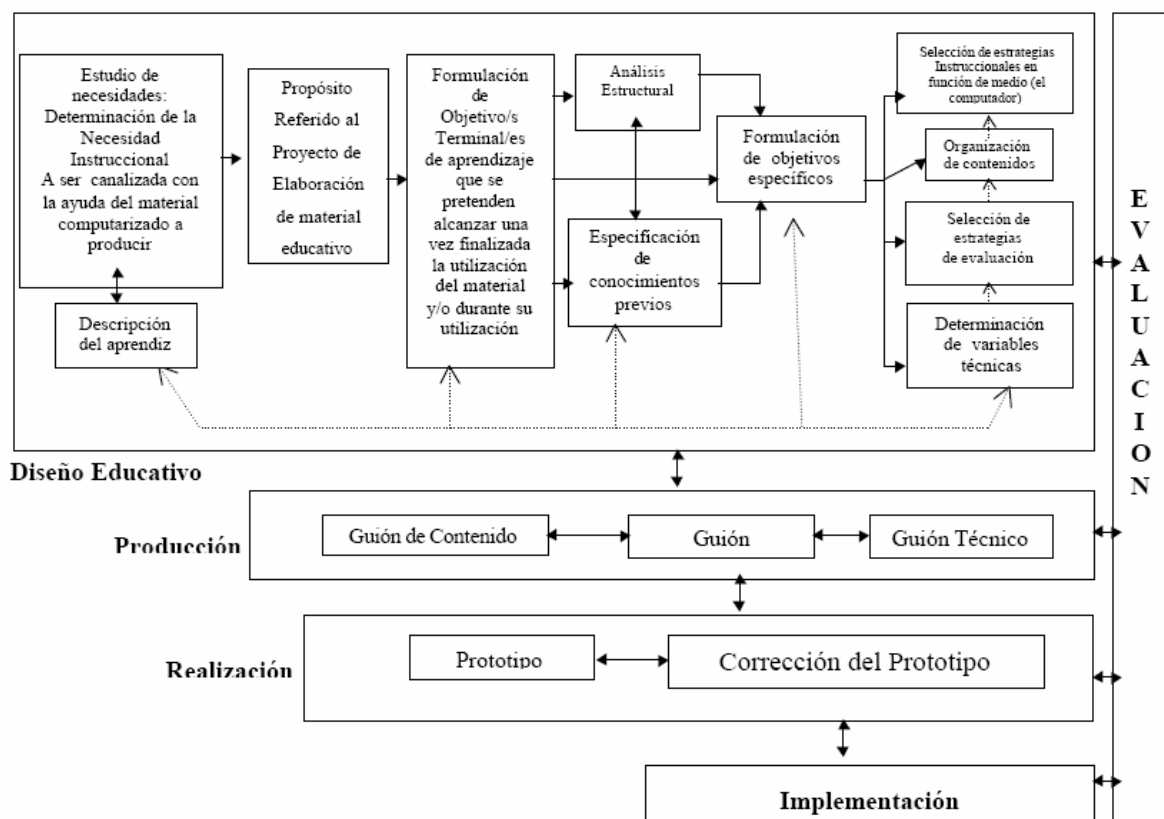


Figura 1. Metodología dinámica para el desarrollo de software educativo

2.6.2 Metodología de diseño y desarrollo de multimedia de Brian Blum

Este modelo es citado en un libro muy conocido sobre multimedia, titulado *Multimedia: making it work* de Tay Vaughan, quien es considerado uno de los pioneros de la multimedia interactiva. Lo interesante de este modelo, mostrado en la figura 2, es que es muy citado en diversas fuentes, pero desafortunadamente en la referencia bibliográfica citada anteriormente no están detalladas ni especificadas las fases que menciona la metodología de Blum. Este modelo, a diferencia de otros que se centran en los aspectos técnicos del desarrollo del sistema interactivo, toma en cuenta el diseño instruccional dedicándole una fase que incluye: los objetivos instruccionales, los objetivos de aprendizaje, las decisiones acerca del contenido, el modelo cognitivo y el prototipo en papel. La fase de diseño interactivo que propone Blum presenta cuestiones relacionadas con los requerimientos funcionales, las metáforas y paradigmas, el diseño de la interfase, el mapa de navegación, y un prototipo funcional. Estos elementos son de gran utilidad para organizar de una mejor manera los elementos que serán presentados, tanto el contenido como los medios a través de los cuales será presentado el mismo. Por esta razón se incluyó parte de esta metodología en la realización del presente proyecto. Es importante mencionar que se intentó tener contacto con el autor de esta metodología, quien actualmente radica en Israel y tiene una página de Internet pero no hubo respuesta alguna y al parecer ya no está muy relacionado con el ámbito académico. Si este modelo estuviera completamente documentado sería de mayor utilidad y beneficio, aunque tal y como es presentado el diagrama sirve de manera parcial para tomar en cuenta diversos aspectos importantes en el momento de desarrollar un sistema multimedia interactivo.

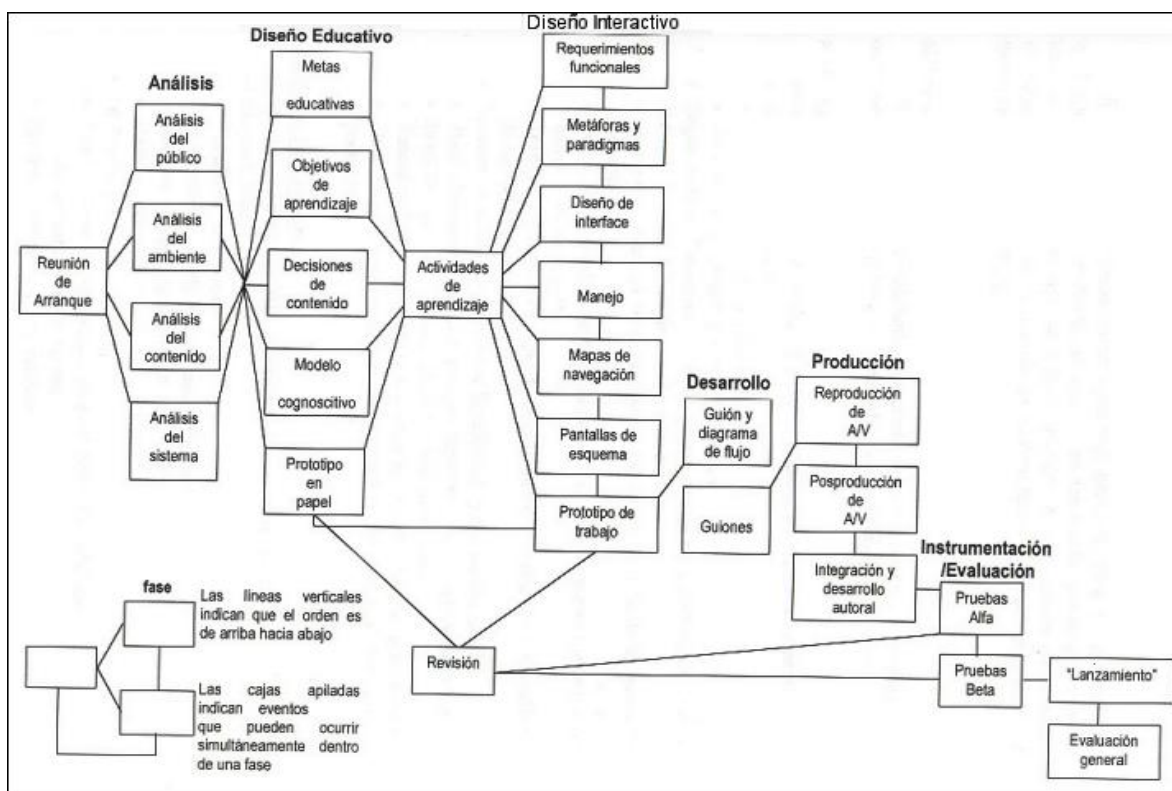


Figura 2. Metodología de diseño y desarrollo de multimedia de Brian Blum (citado en Vaughan 2000)

2.6.3 Método de desarrollo de aplicaciones educativas hipermedia

Este método fue desarrollado en la Universidad del Valle, Cali, Colombia, por la profesora María Eugenia Valencia y un equipo de colaboradores quienes son investigadores del Grupo de Investigación y Desarrollo de Software Educativo (GIDSE), del departamento de Ciencias de la Computación. Este grupo de investigadores presentan la metodología mencionada en un reporte de investigación en donde implementaron y documentaron ampliamente los pasos necesarios para poner énfasis en el diseño educativo de una

aplicación multimedia interactiva. La figura 3 muestra un diagrama de tal metodología. Toma elementos de metodologías clásicas para la elaboración de programas por computadora, en especial del modelo en espiral, en el cual las fases son iterativas hasta obtener el producto deseado. Lo que fue incluido en este modelo como novedad fue el diseño educativo como resultado de una investigación desarrollada por el GIDSE. La metodología propuesta para el diseño educativo contempla dos grandes etapas: el análisis pedagógico y la producción y análisis de tareas. El propósito del primero es determinar tanto el conjunto de actividades que conducen al logro de los objetivos de aprendizaje propuestos como la estructura de los conceptos necesarios para la construcción del conocimiento. El propósito de la producción y análisis de tareas es permitir al diseñador establecer la coherencia entre los objetivos instruccionales, los conceptos implícitos o subyacentes a cada actividad y las tareas propuestas; analizar la dificultad y adecuación de las tareas a los estudiantes; y establecer criterios de evaluación al contrastar las producciones efectivas de los estudiantes con las de un especialista.

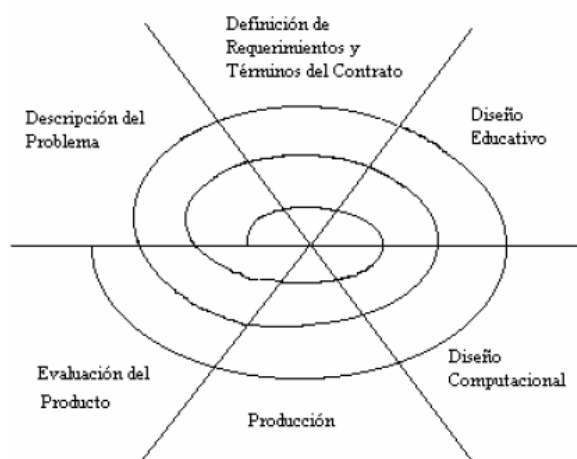


Figura 3. Método de desarrollo de aplicaciones educativas hipertexto (Valencia, Toro y Donneys, 1998)

2.6.4 Método de desarrollo de la Universidad Sudafricana de Georgia

Aunque originalmente fue propuesto como un proceso de evaluación de software educativo, esta metodología es muy completa al incluir una descripción de cada paso, así como las personas dedicadas a realizarlos, las preguntas que deben ser contestadas en cada fase, y finalmente los instrumentos que serán utilizados en cada etapa. Lo que coincidió con el presente estudio es la consideración de una prueba previa (preprueba) y una prueba posterior (posprueba). Al ser tan explícito, es fácilmente implementado en la realización de un sistema multimedia educativo. La tabla 2 muestra un resumen de este método.

Tabla 2

Resumen del proceso de evaluación de software de acuerdo a la Universidad Sudafricana de Georgia (citado en Gutiérrez, 2000)

Paso	Qué	Quién	Preguntas	Instrumentos
1. Análisis de necesidades	Definir las necesidades educativas del grupo destinatario Determinar si el material multimedia es el mejor modo de presentación	Formadores Educadores Investigadores Gestores	¿Cuál es el problema que intentamos resolver? ¿Puede resolverse con el multimedia interactivo? Si es así ¿qué queremos conseguir con el multimedia interactivo (MMI)? ¿Qué queremos enseñar?	Cuestionarios Entrevistas Observación
2. Producción de un prototipo	Decidir el enfoque pedagógico básico:	Educadores	¿Cómo vemos a los alumnos?	Dimensión Pedagógica de la evaluación

	<ul style="list-style-type: none"> - Epistemológico - Filosófico - Psicológico <p>Producir un modelo de prueba del MMI</p>	<p>Diseñadores</p> <p>Escritores</p> <p>Artistas</p> <p>Expertos en contenido</p> <p>Programador</p>	<p>¿Cuál es el mejor modo de conseguir el objetivo definido en el análisis de necesidades?</p>	<p>Programas de autor</p>
3.Evaluación formativa	<p>Descubrir si el MMI responde a los objetivos planteados en el análisis de necesidades.</p> <p>Ver cómo los MMI pueden resultar más eficaces, divertidos y efectivos</p>	<p>Destinatarios</p> <p>Formadores</p> <p>Investigadores</p> <p>Expertos en contenido</p>	<p>Cumple el producto con los objetivos y es adecuado en los aspectos:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Instructivo - Curricular - Estético - Técnico 	<p>Informe de experto</p> <p>Observación</p> <p>Experimentación en laboratorio</p> <p>Test Alpha</p> <p>Test Beta</p> <p>Estudio de campo</p> <p>Lista de comprobación</p> <p>Cuestionario</p> <p>Evaluación grupal</p>
4.Realizar cambios	<p>Realizar cambios en los MMI para solventar los problemas detectados en la evaluación formativa</p>	<p>Diseñadores</p> <p>Escritores</p> <p>Artistas</p> <p>Programador</p>	<p>¿Cómo se puede mejorar el software para que cumpla con los objetivos originales?</p>	<p>Programas de autor</p>
5. Pre-test o test previo	<p>Separar los alumnos aleatoriamente formando grupos experimental y de</p>	<p>Investigador</p> <p>Alumnos</p>	<p>¿Cuál es el nivel de conocimiento de todos los alumnos es esta</p>	<p>Test y otros ejercicios</p>

	<p>control.</p> <p>Comprobar el nivel en el área para la que el programa esté diseñado.</p> <p>Se usará únicamente si se enseña una destreza claramente identificada.</p>		<p>área concreta?</p>	
6. Aplicación	<p>Llevar a cabo un programa completo donde se utilice el MMI.</p> <p>Concentrarse en los procesos que se ponen en funcionamiento</p>	<p>Facilitadores</p> <p>Investigadores</p>	<p>¿Cómo pueden utilizarse MMI para que funcionen de acuerdo a las líneas marcadas por los diseñadores?</p>	<p>Triangulación de metodología y perspectiva</p>
7. Post-test o Test posterior	<p>Experimentar de nuevo con los grupos experimental y de control.</p> <p>Determinar si hay alguna diferencia estadísticamente significativa entre los resultados.</p>	<p>Investigador</p>	<p>¿Es mayor el nivel de competencia del grupo experimental en el área específica que tratan los MMI que el nivel del grupo de control?</p>	<p>Test y otros ejercicios</p>
8. Evaluación sumativa	<p>Determinar la adecuación de los MMI a las necesidades de la organización y los alumnos</p>	<p>Destinatarios</p> <p>Formadores</p> <p>Investigadores</p> <p>Expertos en contenido</p>	<p>Cumple el producto con los objetivos y es adecuado en los aspectos:</p> <p>- Instructivo</p>	<p>Informes de expertos</p> <p>Observación</p> <p>Experimentos de laboratorio sobre <i>usabilidad</i></p>

			<ul style="list-style-type: none"> - Curricular - Estético - Técnico <p>¿Se consigue con los MMI lo que se supone que se debería?</p> <p>Contribuye a las necesidades de formación y educación de la organización y los estudiantes afectando a:</p> <ul style="list-style-type: none"> - los conocimientos - las destrezas - las actitudes 	<p>Listas de comprobación</p> <p>Cuestionarios</p> <p>Evaluación grupal</p>
9. Toma de decisiones	<p>Decidir si se continúa con la utilización.</p> <p>Decidir si se compra la aplicación</p>	<p>Equipo directivo</p> <p>Junta económica</p>	<p>¿Proporciona la aplicación multimedia educación a los alumnos de una forma eficaz y efectiva para la organización?</p>	<p>Evaluación sumativa</p>
10. Influencia a largo plazo	<p>Determinar los efectos del MMI en la organización y en los individuos a largo plazo</p>	<p>Investigadores</p> <p>Facilitadores</p> <p>Alumnos</p>	<p>¿Ha influido el MMI positivamente en los estudiantes como individuos y</p>	<p>Observación</p> <p>Archivos de la organización</p>

			en la organización en general?	Cuestionarios Test de seguimiento
--	--	--	-----------------------------------	--

Para el desarrollo del presente proyecto, se analizaron los cuatro modelos mencionados, y se optó por tomar los elementos más importantes de cada uno de acuerdo al tipo de sistema que se pretende desarrollar. En el capítulo tres se describe cuál método se siguió.

2.7 Evaluación de sistemas multimedia educativos

La validez o idoneidad de una aplicación multimedia desde un punto de vista educativo depende en gran medida de sus características: objetivos bien definidos, secuenciación de contenidos según criterios de aprendizaje, sugerencias de explotación didáctica, sistema de evaluación previsto, etc., pero cualquier material puede convertirse en *educativo* al ser utilizado y adecuadamente integrado en una situación de enseñanza aprendizaje, aunque no haya sido diseñado para la enseñanza (Gutiérrez, 2000). Por ello es necesario tomar en cuenta el contexto de utilización para valorar la eficacia de un producto de este tipo.

En la tabla 3, Gutiérrez (2000) muestra cómo pueden analizarse los elementos claves de un sistema multimedia educativo desde tres dimensiones: educativa, tecnológica y comunicativa.

Tabla 3

Dimensiones útiles para evaluar un sistema multimedia educativo (Gutiérrez, 2000)

	Educativa	Tecnológica	Comunicativa
Quién	Cuestiones sobre estilos de enseñar y aprender, capacitación pedagógica y de elaboración de materiales.	Cuestiones sobre los conocimientos tecnológicos de los usuarios, aptitudes y actitud ante las TIC.	Cuestiones sobre quiénes juegan los papeles de emisor y receptor, su competencia comunicativa y capacidad de ‘diálogo’ con la máquina.
Utiliza	Cuestiones sobre la elección de las TIC, su integración curricular, teoría de aprendizaje, y la relación con las actividades, los objetivos, contenidos y demás elementos del currículo.	Cuestiones sobre el aprovechamiento de las características técnicas de los medios, y las destrezas de los usuarios, condiciones de utilización, optimización de recursos.	Cuestiones sobre el modelo de interactividad del medio, y los términos en que se realiza la comunicación mediada: situación y contexto de las actividades de aprendizaje.
Qué	Cuestiones sobre la estructura de los documentos multimedia, secuencia y relevancia de los contenidos, nivel de dificultad.	Cuestiones sobre las características de los materiales y equipos, intenciones de los productores, calidad técnica, potencial educativo, etc.	Cuestiones sobre la interactividad; forma de dirigirse al usuario; modelo comunicativo y educativo inherente a la aplicación multimedia

Para quién	Cuestiones sobre los estilos de aprendizaje, conocimientos previos, interés y expectativas de los destinatarios del material multimedia.	Cuestiones sobre los conocimientos tecnológicos de los destinatarios; aptitudes y actitudes ante las TIC, etc.	Cuestiones sobre el papel que se asigna a los destinatarios de las aplicaciones (emisor, receptor o ambos).
---------------	--	--	---

Como puede observarse, este autor considera los estilos de aprendizaje como uno de los aspectos importantes para evaluar un sistema multimedia educativo. Desafortunadamente, por lo general estos estilos no se toman en cuenta, sino el modelo educativo en general. Pero al incluirlos en esta tabla de evaluación, llama la atención hacia este tema, y puede ser útil para las personas que desarrollen sistemas multimedia educativos y no los hayan considerado previamente.

El doctor catalán Marqués (2003), quien es especialista en tecnología educativa y mantiene uno de los sitios Web más completos en español acerca de esta aplicación de la tecnología, explica que los buenos materiales multimedia formativos son eficaces, facilitan el logro de sus objetivos, y ello es debido, asumiendo un buen uso por parte de los estudiantes y profesores, a una serie de características que atienden a diversos aspectos funcionales, técnicos y pedagógicos, y que se comentan a continuación.

a) Facilidad de uso e instalación. Es necesario que los programas sean agradables, fáciles de usar y auto explicativos, de manera que los usuarios puedan utilizarlos inmediatamente sin tener que leer los manuales ni tareas complejas de configuración de la computadora.

b) Versatilidad. Otra buena característica de los programas, desde la perspectiva de su funcionalidad, es que sean fácilmente integrables con otros medios didácticos en los diferentes contextos formativos, pudiéndose adaptar a diversos entornos, estrategias didácticas y usuarios.

c) Calidad del entorno audiovisual. El atractivo de un programa depende en gran manera de su entorno comunicativo. Algunos de los aspectos que en este sentido deben cuidarse más son los de diseño general, calidad técnica y estética en sus elementos y adecuada integración de los medios. En este punto se tendrá especial cuidado, pues los medios serán elementos importantes en el estudio de los estilos de aprendizaje relacionados con los elementos multimedia.

d) La calidad en los contenidos. Debe considerarse que la información que se presenta es correcta y actual, los textos no tienen faltas de ortografía y la construcción de las frases es correcta.

e) Navegación e interacción. Los sistemas de navegación y la forma de gestionar las interacciones con los usuarios determinarán en gran medida su facilidad de uso y amigabilidad.

f) Originalidad y uso de tecnología avanzada. Resulta también deseable que los programas presenten entornos originales, bien diferenciados de otros materiales didácticos, y que utilicen el poder de la computadora y de las tecnologías multimedia de manera que se favorezca la asociación de ideas y la creatividad, que se permita la práctica de nuevas técnicas, la reducción del tiempo y del esfuerzo necesarios para aprender facilitando aprendizajes más completos y significativos, lo que es parte de la formulación de la hipótesis.

g) Capacidad de motivación. Para que el aprendizaje significativo se logre es necesario que el contenido sea potencialmente significativo para el estudiante y que éste tenga la voluntad de aprender significativamente, relacionando los nuevos contenidos con el conocimiento almacenado en sus esquemas mentales. Así, para motivar al estudiante en este sentido, las actividades de los programas deben despertar y mantener la curiosidad y el interés de los usuarios hacia la temática de su contenido, sin provocar ansiedad y evitando que los elementos lúdicos interfieren negativamente en los aprendizajes. También conviene que atraigan a los profesores y les animen a utilizarlos.

h) Adecuación a los usuarios y a su ritmo de trabajo. Los buenos programas tienen en cuenta las características iniciales de los estudiantes a los que van dirigidos (desarrollo cognitivo, capacidades, intereses y necesidades) y los progresos que vayan realizando.

i) Potencialidad de los recursos didácticos. Los buenos programas multimedia utilizan potentes recursos didácticos para facilitar los aprendizajes de sus usuarios.

j) Fomento de la iniciativa y el autoaprendizaje. Las actividades de los programas educativos deben potenciar el desarrollo de la iniciativa y el aprendizaje autónomo de los usuarios, proporcionando herramientas cognitivas para que los estudiantes hagan el máximo uso de su potencial de aprendizaje, puedan decidir las tareas a realizar, la forma de llevarlas a cabo, el nivel de profundidad de los temas y puedan autocontrolar su trabajo.

k) Enfoque pedagógico actual. El aprendizaje es un proceso activo en el que el sujeto tiene que realizar una serie de actividades para asimilar los contenidos informativos que recibe. Según repita, reproduzca o relacione los conocimientos, realizará un aprendizaje repetitivo, reproductivo o significativo. Conviene que las actividades de los programas

estén en consonancia con las tendencias pedagógicas actuales, para que su uso en las aulas y demás entornos educativos provoque un cambio metodológico.

l) Esfuerzo cognitivo. Las actividades de los programas, contextualizadas a partir de los conocimientos previos e intereses de los estudiantes, deben facilitar aprendizajes significativos y transferibles a otras situaciones mediante una continua actividad mental en consonancia con la naturaleza de los aprendizajes que se pretenden (Marqués, 2003).

2.8 La teoría de los estilos de aprendizaje

Aunque no existe una definición aceptada universalmente del término *estilo de aprendizaje*, la definición citada más frecuentemente es “factores cognitivos, afectivos y psicológicos que afectan la manera en que los aprendices perciben, interactúan y responden al ambiente de aprendizaje” (Suskie, 2002).

Los estilos de aprendizaje se han estudiado desde diferentes perspectivas por parte de los investigadores, en un esfuerzo por identificar, analizar y designar el estilo de aprendizaje de una persona. A continuación se presenta una taxonomía propuesta por Byrne (2002) en donde se organizan en cuatro grupos los diferentes modelos existentes, dependiendo si se basan en las condiciones externas o en la teoría de la personalidad.

a) Preferencia instruccional y ambiental. Este enfoque categoriza los estilos de aprendizaje desde una perspectiva que considera las preferencias de una persona en términos de *percepción sensorial* (auditiva, visual, táctil, etc.). Dentro de esta categoría se encuentran los modelos de Dunn y Dunn, de Fleming y de Sarasin.

b) Interacción social. Este modelo considera los estilos de aprendizaje como un conjunto particular de conductas y actitudes relacionadas al contexto de aprendizaje. Estas

incluyen las actitudes epistemológicas de un aprendiz así como sus actitudes sociales y ambientales.

c) Procesamiento de la información. Este enfoque considera los rasgos psicológicos como decisivos de la individualidad de los estilos de aprendizaje.

d) Niveles de personalidad. Considera los tipos psicológicos y sus procesos cognitivos resultantes. Por ejemplo, el temperamento es considerado como un factor importante en la manera de aprender de una persona.

Como puede observarse, el primer grupo que tiene que ver con las experiencias sensoriales es el más factible de conjugarse con las nuevas tecnologías. Por esa razón se analizarán las principales perspectivas dentro de esta categoría, para seleccionar la más adecuada para el presente estudio.

2.8.1 Modelo de Dunn y Dunn

En 1968, Rita Dunn y Kenneth Dunn desarrollaron un cuestionario sobre preferencias para aprender dirigido a jóvenes estudiantes al cual denominaron Inventario de Estilos de Aprendizaje (ILS por sus siglas en inglés). El inventario cubría cuatro categorías denominadas estímulos, y cada estímulo tenía ciertos atributos llamados elementos que en total sumaban 18. En 1978 los autores publicaron un libro sobre una manera práctica de enseñar por medio de los estilos individuales de los alumnos. Tras veinte años de investigación, su modelo tiene ahora identificados 24 elementos y le agregaron un estímulo como resultados de las investigaciones en el campo de la cognición. En la actualidad hay varias versiones del instrumento, del tipo autorreporte, para determinar aquellos elementos

que prefieren los estudiantes para aprender. La tabla 4 resume los estímulos y los elementos correspondientes del modelo Dunn y Dunn.

Tabla 4

Estímulos y elementos del modelo Dunn y Dunn (Lozano, 2001)

Estímulos	Elementos					
Ambiente	Sonido	Luz	Temperatura	Diseño		
Emocional	Motivación	Persistencia	Responsabilidad	Estructura		
Sociológico	Uno mismo	Par	Amigos	Equipo	Adulto	Variedad
Fisiológico	Percepción	Alimento	Tiempo	Movimiento		
Psicológico	Global – Analítico	Hemisferios	Impulsivo - Reflexivo			

2.8.2 Inventario VARK

Como inspector de escuelas secundarias en Nueva Zelanda, Neil Fleming observó que los estudiantes manifestaban diferentes preferencias en lo que a estilos de aprendizaje se refiere. Partió del supuesto de que si los estudiantes podían identificar su propio estilo, entonces podrían adecuarse a los estilos de enseñanza de sus profesores y podrían actuar sobre su propia modalidad en un intento por incrementar el aprovechamiento en su aprendizaje (Lozano, 2001). En colaboración con Colleen Mills, desarrolló un instrumento sencillo para determinar las preferencias de modalidad sensorial a la hora de procesar información. Más que ser una herramienta de diagnóstico, se pretendía que el instrumento sirviera como un catalizador para la reflexión. El inventario que diseñó el profesor en 1998 en colaboración de Bonvehi consta de trece preguntas de opción múltiple. Cada opción

hace referencia a lo visual (V), lo auditivo (A), a la lectura/escritura (R, de *reading/writing*) y a lo kinestésico (*Kinesthetic*); por sus siglas en inglés se le conoce como VARK. Este inventario permite identificar las predilecciones de los estudiantes en cuanto al aprendizaje. No se habla de fortalezas sino de preferencias. Cuando el estudiante es avisado de sus preferencias, puede organizar o traducir los materiales de estudio necesarios para su aprendizaje. Igualmente, los profesores pueden acomodar sus estrategias de enseñanza si se percatan de que su estilo tiene un predominio hacia lo visual o hacia cualquiera de los otros tres estilos.

El inventario VARK asume que las preferencias son utilizadas por las personas cuando están dando o tomando información. Fue el primero en presentar de una manera sistemática una serie de preguntas con hojas de ayuda para los estudiantes, maestros y empleados que lo utilizan en sus maneras particulares. Es más consultivo que diagnóstico y predictivo. El cuestionario puede alertar a los estudiantes y maestros los diferentes enfoques para aprender. Es utilizado ampliamente en instituciones educativas alrededor del mundo y ha recibido gran aceptación por parte de los alumnos y estudiantes debido a su aplicación práctica en el proceso enseñanza aprendizaje. El inventario de estilos de aprendizaje VARK contiene los siguientes elementos:

a) Visual. Esta preferencia de aprendizaje está caracterizada por el trazado de la información en gráficas, diagramas y representaciones simbólicas para representar las palabras.

b) Auditivo. Tiene una preferencia por la información auditiva. Los aprendices con este modo aprenden mejor de las audiocintas, discursos, conferencias, disertaciones y hablando con compañeros.

c) Lectura y escritura. Esta preferencia de aprendizaje es para la información desplegada a través de palabras impresas. Muchos investigadores e instructores tienen una preferencia fuerte de los textos escritos.

d) Quinestésico. Esta categoría es perceptiva a lo que está relacionado con la experiencia y realidad práctica o simulada. Aunque esta experiencia puede ocurrir simultáneamente con otra modalidad, el punto clave es que el aprendiz no puede estar aislado de la realidad, ya sea a través de la experiencia, el ejemplo, la práctica o la simulación.

El VARK no es sólo un inventario para determinar las preferencias del estudiante y el instructor, sirve también para ayudarlos a seleccionar la estrategia más adecuada en el proceso de aprendizaje y su evaluación. Las preferencias VARK pueden ser usadas para desarrollar habilidades adicionales y efectivas para obtener la información, estudiarla para su máximo aprendizaje y obtener una buena nota en un examen. La tabla 5 presenta una lista de las estrategias sugeridas por el profesor Fleming de acuerdo a los cuatro tipos de estilos de aprendizaje de este modelo.

Tabla 5

Estrategias sugeridas para los estudiantes de acuerdo al modelo VARK (Lozano, 2001)

Visual	Auditivo	Lectura - Escritura	Quinestésico
Hacer mapas conceptuales.	Utilizar audio cassetes.	Escritos de un minuto.	Juegos de roles y dramatizaciones.
Dibujar modelos, diagramas de flujo y cuadros sinópticos.	Tener debates, discusiones y confrontaciones.	Composiciones literarias, diarios, bitácoras y reportes.	Dinámicas grupales que requieren sentarse y pararse.

Proyectar animaciones computacionales.	Lluvias de ideas. Lecturas guiadas y comentadas.	Elaborar resúmenes, reseñas y síntesis de textos.	Utilizar el pizarrón para resolver problemas.
Observar videos, transparencias, fotografías e ilustraciones.	Asistir a conferencias.	Pedirles a los estudiantes que revisen los textos de sus compañeros.	Manipulación de objetos para la explicación de fenómenos.
Utilizar libros de texto con ilustraciones.	Explicar nuevas ideas a otras personas Oír narraciones de un programa por computadora.	Texto en computadora.	Simulaciones e interactividades realizadas en una computadora.

El modelo VARK incluye la posibilidad de tener más de una preferencia. Estadísticamente, la mayoría de las personas son multimodales y necesitan más de una estrategia para aprender y comunicarse de manera óptima. Otro hecho importante para mencionar es que las personas pueden adaptar una preferencia u otra dependiendo de la situación, aunque por lo general sus preferencias son estables.

El modelo de Dunn y Dunn además de ser complejo, incluye elementos que difícilmente podrían ser evaluados en un sistema multimedia interactivo, tales como el estímulo fisiológico y el psicológico. En cambio, debido a cómo aborda el inventario VARK las preferencias sensoriales, es el más viable para ser implementado en un sistema multimedia educativo, pues con éste se pretenderá llegar a las diferentes preferencias de

aprendizaje que serán encontradas en los alumnos. Al realizar esta tarea, se estarán utilizando las TIC a través de la tecnología educativa aplicada en un sistema multimedia, utilizando un modelo de estilos de aprendizaje previamente estudiado y analizado con un propósito didáctico, lo que supone un aprovechamiento de los recursos tecnológicos que tenemos a nuestro alcance en beneficio de nuestra sociedad.

El presente capítulo ha mostrado la estrecha relación que guardan entre sí la comunicación y la educación. Es imposible pensar en la educación sin considerar un aspecto fundamental como es la comunicación, y en el ambiente ideal la comunicación educativa se da en ambas direcciones, con una interacción o retroalimentación real por parte del receptor. Las TIC proveen un medio muy importante a través del cuál los mensajes educativos pueden ser entregados al destinatario de una manera variada, utilizando diferentes sentidos y percepciones, lo que enriquece el mensaje y de acuerdo a los estilos de aprendizaje del modelo VARK, las personas deberían poder aprender por lo menos de manera similar utilizando un sistema multimedia en comparación del sistema tradicional de enseñanza aprendizaje, en los casos en que sea imposible para un maestro poder impartir la clase en un lugar remoto, o en casos en que la sincronización espaciotemporal sea muy difícil de lograr; todo esto sin olvidar que es precisamente el maestro quien debe diseñar el contenido educativo así como el enfoque educativo que debe utilizarse para transmitirse tal mensaje. Las TIC se convierten así en una herramienta mediadora útil en los procesos educativos, pero no en un sustituto de la habilidad (*expertise*) humana, pues es necesario contar siempre con un asesor capacitado para resolver cualquier tipo de problema o duda que pudiera surgir en el proceso de enseñanza aprendizaje mediado por la computadora.

3. METODOLOGÍA

En este capítulo se presentará una descripción de la metodología y procesos empleados en la resolución de los problemas de investigación planteados en el capítulo 1 y fundamentados en el capítulo 2. Para el primer problema de investigación, se describirán los pasos escogidos de las metodologías de desarrollo de sistemas multimedia educativos analizados en el capítulo 2. Con respecto al segundo problema de investigación, que corresponde a la primera hipótesis, se mostrará el proceso seguido en la elaboración de la prueba del inventario VARK, su aplicación a los alumnos sujetos al estudio experimental y aplicación de una encuesta para comprobar los resultados obtenidos en la prueba VARK. Finalmente, el tercer problema de investigación será planteado y analizado utilizando una prueba piloto para comprobar la hipótesis 2, involucrando a un grupo de control y a un grupo experimental, aplicando pruebas estadísticas para medir y comparar el conocimiento obtenido.

3.1 Desarrollo de la prueba del inventario VARK

Para aplicar la prueba del inventario VARK se desarrolló un sistema utilizando el programa Macromedia Director, el cual permite, además de la creación de sistemas multimedia, programas de evaluación diseñados de acuerdo a necesidades específicas.

Se utilizó la prueba del inventario VARK, el cual consta de trece preguntas, para lo cual se tradujo del idioma inglés al español todo el instrumento. Se siguieron al pie de la letra las instrucciones para evaluarlo. Al inicio se despliega una pantalla mostrando la siguiente información: “Este cuestionario de 13 preguntas permite encontrar tus preferencias en tu forma de trabajar con la información. Tienes un estilo preferido de

aprendizaje y parte de éste es tu preferencia para enviar y recibir ideas e información. Escoge la respuesta que mejor explique tu preferencia. Marca más de una opción si uno sola no coincide con tu percepción. Deja en blanco cualquier cuestión que no aplique”. En seguida se muestra una pregunta por pantalla, y el usuario tiene la opción de regresar a la pregunta anterior, avanzar a la siguiente, o regresar a la pantalla de instrucciones. La figura 4 muestra el diagrama de flujo del sistema creado.

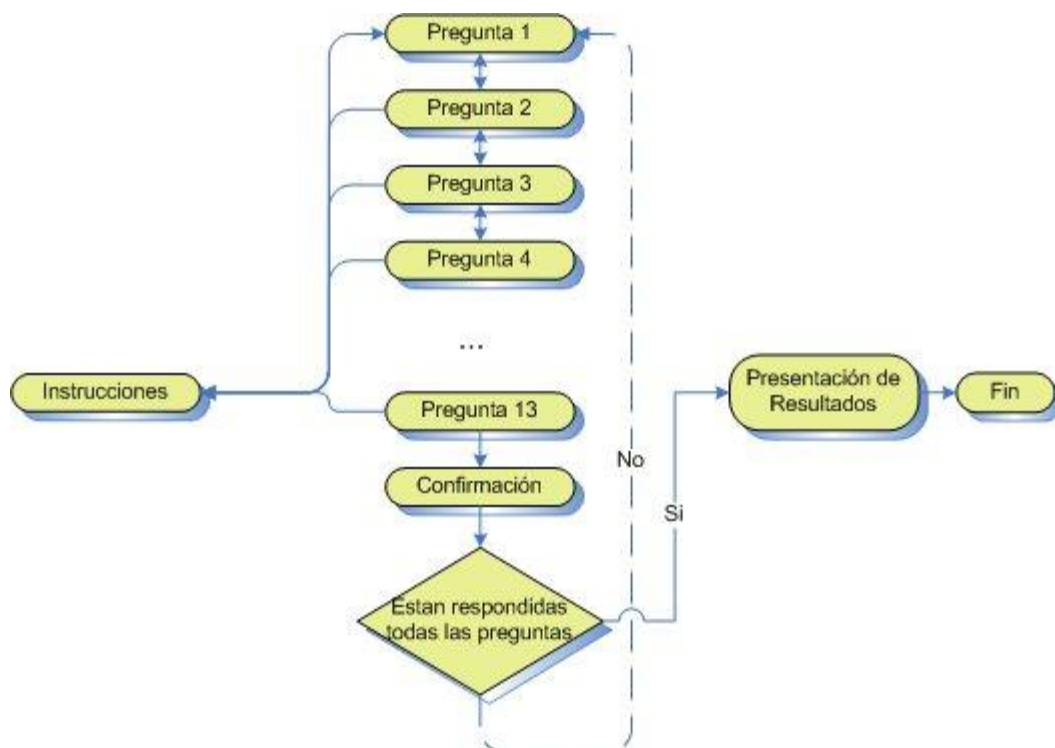


Figura 4. Diagrama de flujo del sistema que realiza el inventario VARK.

Las trece preguntas del inventario VARK se muestran en la figura 5. Tal como se describió en el capítulo anterior del presente proyecto, el inventario permite la múltiple selección de respuestas, por lo que los alumnos tenían la oportunidad de marcar más de una opción en case de ser tal su preferencia. Al terminar las trece preguntas, el sistema presenta una pantalla de confirmación, en caso de que el alumno desee verificar sus respuestas. Si el

total de preguntas contestadas es inferior a 10 (tomando en cuenta que hay dos preguntas que ofrecen solamente tres opciones y no cuatro como el resto), el sistema indica que deben contestarse todas las preguntas, y procede a dirigirlo a la pantalla con la primera pregunta. Si ha contestado todas las preguntas, entonces presenta en una animación cuál fue su puntaje, pero lo presenta de manera cifrada, mostrando las letras del VARK y su valor. Aparecen resaltadas en un color diferente y con animación las que son su preferencia de acuerdo al algoritmo para evaluarlo que utiliza el inventario VARK. El algoritmo es relativamente complejo debido a que permite más de una respuesta por pregunta. Para evaluar el inventario, se utiliza el siguiente algoritmo.

a) Se suman todos los incisos de una misma letra. La a corresponde a lo visual, la b a lo auditivo, la c a la lectura escritura y la d a lo Kinestésico. Cabe aclarar que en el sistema desarrollado, no hubo necesidad de etiquetar las respuestas, pues el sistema realiza el cálculo de manera interna.

b) Se ordenan los puntajes de mayor a menor con su etiqueta correspondiente en un diagrama como el mostrado en la figura 6.

c) El factor distancia es obtenido de la tabla 6.

d) La primera preferencia es la correspondiente al valor más alto obtenido, por lo que se marca el primer óvalo de la figura 5.

e) Si se puede llegar al siguiente óvalo con un valor igual o menor al factor distancia obtenido del paso c , entonces también se marca ese óvalo.

f) Una vez que no se puede alcanzar el siguiente óvalo, se termina el proceso.

Si tiene más de una preferencia marcada, se considera que esa persona es *multimodal*, en caso contrario tiene sólo una preferencia de aprendizaje.

Tabla 6

Valores del factor distancia (Fleming, 2003)

Suma total de puntajes	Factor distancia
10-16	1
17-22	2
23-26	3
Más de 26	4

Para clarificar mejor el proceso, a continuación se expone un ejemplo. Una persona obtiene cuatro puntos de visual, cinco de auditivo, nueve de lector escritor y cinco de kinestésico. En total tiene 23 puntos. De acuerdo a la tabla 6, el factor distancia es tres. El valor más alto es nueve, de lector escritor. El que sigue en orden descendente es el auditivo y el kinestésico, ambos con cinco puntos. Pero debido a que este valor es inferior a la resta de nueve menos el factor distancia, es decir, a nueve menos tres, solo tiene preferencia por la lectura y escritura como estrategia de aprendizaje.

Se mencionó que el sistema desarrollado no le presenta al alumno una explicación de su evaluación, solo la clave de las letras del VARK y su puntaje. Esto se diseñó de esta manera debido a que no quería predisponerse a las personas que participarían posteriormente en el experimento dependiendo de su medio preferido de transmisión del mensaje educativo. Solo el evaluador iba a tener conocimiento de los significados de los resultados.

-
1. Debes dar instrucciones a una persona. Ella está en un hotel y quiere visitarte a tu casa más tarde. Ella tiene un auto rentado. ¿Qué harías?
 - a. Le dibujarías un mapa en un papel.
 - b. Le darías las instrucciones en forma oral.
 - c. Le escribirías las instrucciones (sin mapa).
 - d. Pasarías a recogerla en tu auto.

 2. No estás seguro si una palabra se escribe como: "excepto" o "exempto". ¿Qué harías?
 - a. Visualizarías la palabra en tu mente y escogerías la forma que te parece más adecuada.
 - b. Le pronunciarías en tu mente.
 - c. La buscarías en el diccionario.
 - d. Escribes ambas versiones en un papel y escogerías una.

 3. Has recibido una copia de un itinerario para un viaje alrededor del mundo. Un amigo tuyo está interesado en él. ¿Qué harías?
 - a. Se lo mostrarías en un mapa del mundo.
 - b. Le llamarías inmediatamente por teléfono y le cuentas acerca de él.
 - c. Le enviarías una copia impresa del itinerario.
 - d. Le compartirías lo que vas a hacer en cada lugar que visitarás.

 4. Vas a cocinar algo especial para tu familia. ¿Qué harías?
 - a. Hojearías el libro de cocina buscando ideas de las ilustraciones.
 - b. Cocinarías algo familiar sin necesidad de instrucciones.
 - c. Buscarías en un libro especializado de cocina donde haya una buena receta.
 - d. Les darías un recorrido en automóvil por el parque a los turistas.

 5. Te han asignado un grupo de turistas para que les enseñes las reservas de vida salvaje en el parque donde laboras. ¿Qué harías?
 - a. Les mostrarías fotografías y filminas.

- c. Les proporcionarías panfletos y/o trípticos.
 - b. Les darías una plática en el auditorio acerca de las reservas de vida salvaje en el parque.
6. Estás a punto de comprar un estéreo. Aparte del precio, ¿qué es lo que influenciaría tu decisión?
- b. El empleado de ventas diciéndote lo que quieres saber.
 - c. Leer las especificaciones del producto.
 - d. Jugar con el control y escuchar el estéreo.
 - a. Que luzca bien físicamente.
7. Recuerda una ocasión en tu vida cuando aprendiste a hacer algo como por ejemplo jugar un nuevo juego de mesa. Intenta evitar escoger una habilidad muy física, por ejemplo andar en bicicleta. ¿Cómo aprendiste mejor? A través de:
- a. Pistas visuales (dibujos, diagramas y esquemas).
 - c. Instrucciones escritas
 - b. Pedirle a alguien que te lo explicara
 - d. Hacerlo o intentarlo por ti mismo
8. Tienes un problema ocular. Prefieres que el doctor...
- b. Te cuente oralmente lo que está mal
 - a. Te muestre un diagrama señalando lo que está mal
 - d. Use un modelo para mostrarte lo que está mal
9. Estás aprendiendo a usar un nuevo programa computacional. ¿Qué harías?
- d. Te sientas y con el teclado comienzas a experimentar las opciones del programa.
 - c. Lees el manual del programa o un tutorial que encontraste en Internet.
 - b. Llamas a un amigo para preguntarle acerca del programa.
10. Estás en un hotel y tienes un carro rentado. Te gustaría visitar a unos amigos cuyas direcciones no conoces. Te gustaría que ellos:
- a. Te dibujen un mapa en un papel.

- b. Te den instrucciones oralmente.
 - c. Te escriban las instrucciones en un papel (sin mapa).
 - d. Te recojan en tu hotel con su automóvil
11. Aparte del precio, ¿qué es lo que mas influenciaría tu decisión para comprarte un libro de texto en particular?
- d. Haber usado una copia antes.
 - b. Que un amigo te haya hablado de él.
 - c. Rápidamente leer partes de él.
 - a. Que la forma como luzca sea llamativa.
12. Una nueva película ha llegado a tu ciudad. ¿Qué es lo que mas influenciaría tu decisión para ir a verla?
- b. Haber escuchado comentarios acerca de ella (radio, amigos, etc.).
 - c. Haber leído acerca de ella.
 - a. Haber visto avances de ella.
13. Prefieres un maestro o conferencista que le guste usar:
- c. Libros de texto, copias en papel o lecturas.
 - a. Diagramas de flujo, esquemas o filminas.
 - d. Discusiones, oradores invitados.
 - b. Viajes al campo, laboratorios, sesiones prácticas.
-

Figura 5. Inventario VARK (traducido de Fleming, 2003)

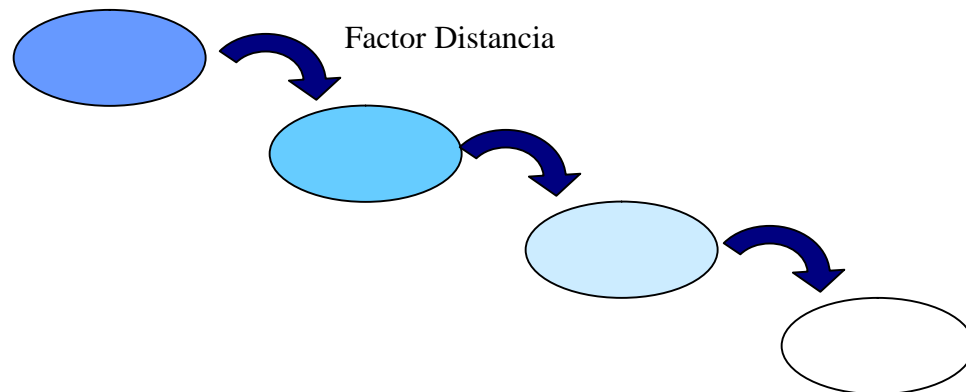


Figura 6. Diagrama donde se ordenan los resultados del VARK (Fleming, 2003)

3.2 Diseño educativo

Para el presente proyecto, se seleccionó una unidad educativa perteneciente a la clase de Introducción a la Informática que es cursada por alumnos de primer ingreso de la Facultad de Ingeniería y Tecnología (FIT) de la Universidad de Montemorelos. La selección fue arbitraria, y respondiendo a la necesidad de un material de apoyo para el maestro que imparte la materia. El maestro Germán Encinas amablemente colaboró en la elaboración del contenido didáctico. Para la etapa del diseño educativo se siguió la *metodología dinámica para el desarrollo de software educativo*, descrito en el capítulo anterior y mostrado en la figura 1.

a) Se hizo un estudio de las necesidades. El tema seleccionado de la materia mencionada fue *Sistemas Numéricos de Notación Posicional*. Dentro de este tema se tomaron las secciones más importantes a consideración del maestro, y estas fueron: la conversión de sistema decimal a binario y de binario a decimal. Hasta ahora estos temas habían sido presentados por el maestro utilizando la metodología tradicional de enseñanza,

es decir, con definiciones de conceptos que son dictadas a los alumnos, resolución de ejercicios en el pizarrón y una evaluación al final de las secciones.

b) Se esperaba que el aprendiz fuera un alumno o alumna que podría o no haber visto el tema a presentar y quien tendría los conocimientos básicos acerca de la computadora, es decir, la utilización del ratón y ejecución de programas.

c) El propósito es enseñar a los alumnos a realizar conversiones entre los sistemas decimal y binario. Estas operaciones son necesarias a lo largo de las diferentes carreras relacionadas con el área computacional, debido a que la computadora no trabaja con números decimales, sino binarios. El sistema le muestra al alumno de manera interactiva y utilizando diferentes medios los procedimientos necesarios para la conversión entre diferentes sistemas numéricos.

d) Al finalizar el proyecto, el alumno debe ser capaz de realizar conversiones entre números de sistemas base diez y base uno.

e) No importa si el alumno tiene o no conocimientos previos de los sistemas numéricos de notación posicional. El sistema presenta una introducción a los mismos, y describe paso a paso todo lo necesario para la conversión entre bases uno y diez.

f) La estrategia instruccional combina la enseñanza guiada y la exploración guiada. El alumno puede avanzar a su propio ritmo, repetir el tema o paso que no le ha quedado claro, oír de nuevo la narración de los mismos, ver las animaciones que muestran las secuencias a realizar, etc.

g) La evaluación es realizada mediante un examen aleatorio de diez preguntas que requiere al alumno que calcule las conversiones propuestas. No tiene límite de tiempo, y se espera que el alumno no utilice ningún tipo de calculadora.

h) Después de un análisis del contenido educativo que deseaba presentar el maestro titular de la materia, la organización del contenido se realizó tal como está mostrada en la figura 7.



Figura 7. Organización del contenido educativo presentado en el sistema multimedia “Sistemas Numéricos de Notación Posicional”

3.3 Diseño interactivo del sistema multimedia educativo

Los pasos que se siguieron para esta etapa del desarrollo del sistema fueron tomados de la metodología de Brian Blum, descrita en el capítulo anterior, y son enumeradas a continuación.

a) Requerimientos Funcionales. Debido a que para este proyecto se tenía un control total sobre las máquinas en las que sería ejecutado el sistema multimedia educativo, no fue necesario hacer una descripción de los requerimientos de las computadoras en que se deseen ejecutar el proyecto multimedia. Se sabía de antemano que el laboratorio de la FIT cuenta con computadoras personales con procesador Pentium IV y capacidades multimedia (unidad de discos compactos, tarjeta de sonido y tarjeta de video capaz de desplegar miles de colores).

b) Diseño de Interfase. Se contó con la colaboración del estudiante de la carrera de Comunicación Visual, Víctor Mayorga, en la realización de la interfase. Se le pidieron

diversas propuestas de diseño tomando en cuenta la naturaleza y tema del proyecto a realizar. La propuesta seleccionada fue un menú con una pantalla de fondo con unos y ceros, acorde a los números que son presentados en el sistema. Se diseñaron además las pantallas necesarias para la introducción, evaluación y presentación de los contenidos educativos. Se procuró hacerlas amigables y autoexplicativas tal como se sugiere en la revisión bibliográfica del capítulo anterior. La figura 8 muestra una imagen del menú principal. Se puede observar que la barra de navegación utiliza iconos de uso general en la navegación de pantallas: un botón para ir al menú principal, representado con una casa; botones para avanzar y regresar de pantallas; un botón para ejecutar o detener la música de fondo, para que quede a voluntad del usuario tener un fondo musical; y un botón para salir del programa. Cuando se ejecuta el último botón, no se abandona inmediatamente el programa, sino lleva al usuario a una pantalla de confirmación en el caso de que lo haya ejecutado por accidente. Todo este diseño es amigable con el usuario, pues los botones son los utilizados ampliamente en los navegadores de Internet, en programas similares, y en general los iconos cumplen su función de no requerir una ayuda para que el usuario conozca cuál es la función de cada uno. La figura 9 muestra una imagen de cómo es presentado el contenido educativo, incluyendo el título, la sección de pasos, la sección de ejemplos y la barra de navegación. Finalmente con respecto a las interfases de las pantallas, se muestra en la figura 10 la sección de la evaluación, donde se muestran los aciertos y desaciertos.

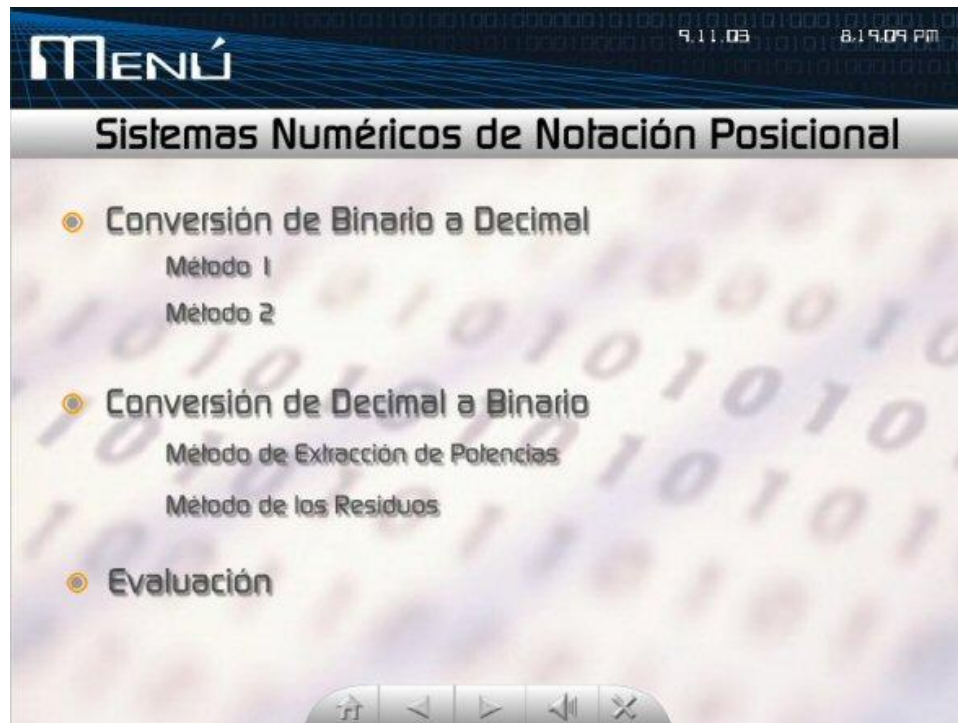


Figura 8. Menú principal

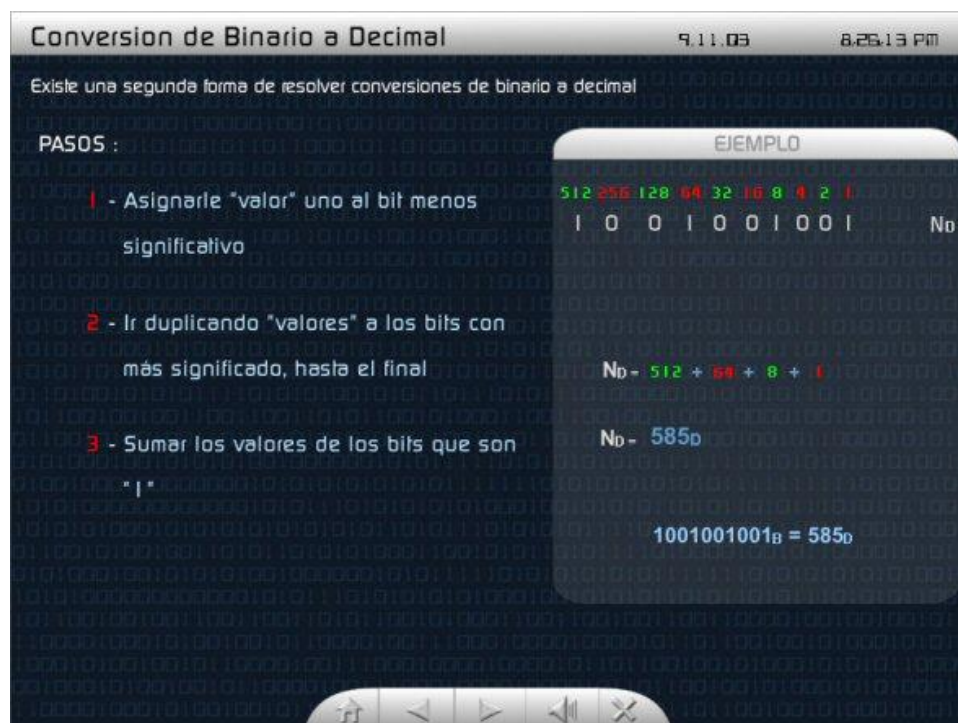


Figura 9. Pantalla de presentación del contenido educativo



Figura 10. Pantalla de la evaluación

c) Manejo. Esta etapa se refiere a la manera en cómo el usuario interactúa con el sistema multimedia. La barra de navegación es la interfase principal para interactuar. Se avanza al siguiente paso o a la siguiente pantalla, dependiendo la ubicación actual. Lo primero que despliega el sistema es una animación realizada en el programa Macromedia Flash, que muestra el título general del sistema (de las denominadas *intros* en el argot del diseño gráfico, término que proviene de la palabra *introducción*). Existe una introducción general al sistema, donde se explica en qué consisten los sistemas numéricos de notación posicional. Las frases van apareciendo a medida que el maestro narra el texto. El alumno puede oír de nuevo la narración si así lo desea, presionando un botón que tiene un icono representando una persona hablando. Después de esta introducción, se despliega el menú principal, desde donde se pueden acceder los dos temas y los cuatro subtemas, además de la

evaluación. Cada una de las pantallas de contenido están formadas por una sección de pasos (en donde se van describiendo y narrando los pasos necesarios para realizar la conversión explicada) y una sección de ejemplos, en donde se van demostrando cada uno de los pasos con una implementación práctica, a través de simulaciones y animaciones. El alumno puede repetir los pasos las veces que él o ella desee, y avanzar al siguiente de acuerdo a su voluntad. La sección de evaluación consta de 10 preguntas generadas aleatoriamente de conversiones de sistema decimal a binario y viceversa, en donde se le muestra al alumno el número que debe convertir y a qué base debe hacerlo. Es importante mencionar que el grado de dificultad fue definido por el maestro, y se pueden generar números entre uno y cincuenta. El sistema puede ser fácilmente modificado para modificar este grado de dificultad. Se programó de tal manera que nunca se repiten dos preguntas, y siempre se generan cinco números decimales y cinco binarios, de manera que el alumno siempre es evaluado de acuerdo a todos los temas analizados en el sistema multimedia educativo. En un campo de texto debe introducir el resultado, el cual está debidamente validado en el sentido de que solo puede introducir números, y si coincide con la respuesta correcta, se ejecuta un sonido característico para los aciertos y es desplegada una imagen que representa el número de la pregunta que fue respondida correctamente, en un color claro. En caso contrario suena un efecto diferente, y se despliega una imagen con el número de respuesta que fue respondida equivocadamente en un color oscuro. Al introducir la décima respuesta, el sistema muestra el total de aciertos.

d) Mapa de navegación. La figura 11 muestra el esquema del mapa de navegación del sistema multimedia educativo elaborado para propósitos de esta investigación. El diagrama fue realizado en el programa Microsoft Visio 2003, el cual es muy útil para estos

propósitos. El único proceso que se omitió por cuestiones estéticas en el diagrama referido es el hecho de que en cualquier pantalla el alumno puede dirigirse a la pantalla de salida, en donde se confirma si desea salir realmente. Esto se hace con fines de facilidad de uso. En el caso, por ejemplo, que el usuario active accidentalmente ese botón, podrá confirmar su salida del sistema multimedia.

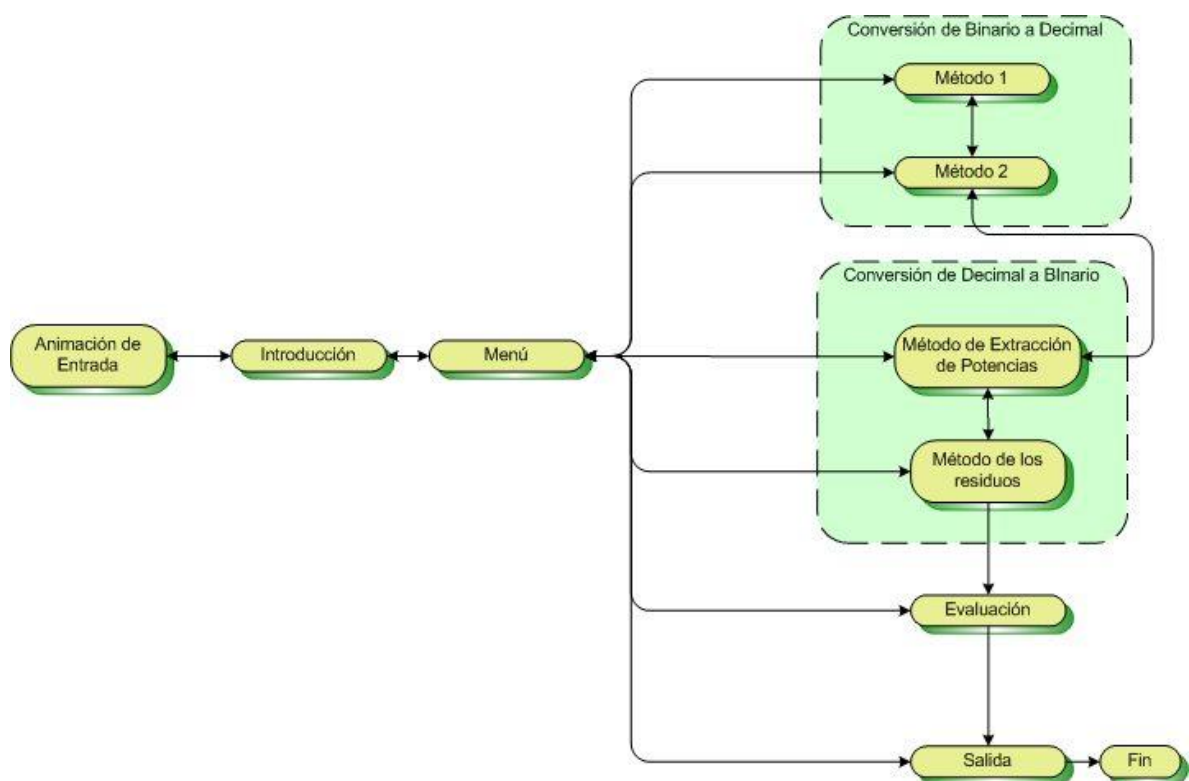


Figura 11. Mapa de navegación del sistema multimedia interactivo “Sistemas numéricos de notación posicional”

e) Prototipo. Se realizó un prototipo, es decir, un modelo funcional parcial del sistema multimedia educativo, con el propósito de probarlo con algunos alumnos. Se detectaron algunas fallas, y se corrigieron, tales como la fecha y hora desplegadas en un

color que no alcanzaba a distinguirse plenamente, el campo de texto donde el usuario introducía el resultado seguía activo después de finalizado el examen, la voz del maestro tenía menos volumen que la música de fondo, lo que dificultaba su comprensión, etc.

3.4 Desarrollo, producción y evaluación del sistema multimedia educativo

Cuando fueron concluidas las etapas de la fase de *diseño educativo y diseño interactivo*, se prosiguió con las etapas de desarrollo, producción y evaluación del sistema, descritas a continuación.

a) Guión. El maestro Encinas elaboró la totalidad del contenido educativo, basado en los libros de texto que utiliza para impartir su clase. Dicho guión fue elaborado en un procesador de texto e importado en el programa de autoría que fue utilizado para integrar los elementos multimedia: Macromedia Director. Se tuvo especial cuidado con la ortografía y claridad de los mensajes textuales.

b) Audio. El maestro Encinas colaboró en la grabación de los guiones, de manera que los alumnos cuya preferencia fuera el elemento auditivo pudieran reforzar el mensaje educativo. Después de la grabación se utilizaron los programas Sound Forge, recientemente adquirido por la compañía Sony, y Adobe Audition, para la postproducción del sonido. Estos programas fueron usados para quitar el ruido (el término técnico para el tipo particular de ruido que presentaba es *hiss*), amplificar el volumen y corregir errores como sibilancias (exageración del fonema *s*), exageraciones del fonema *p* y respiraciones. El archivo resultante fue convertido a un formato nativo de Director denominado *shockwave audio*, que es muy parecido al más conocido *mp3*, esto con el fin de reducir el tamaño de los archivos.

c) Integración multimedia. Una vez que se tenían los elementos necesarios para la elaboración del sistema, se unieron todos los elementos en el programa de autoría más utilizado a nivel mundial en la elaboración de discos compactos: Macromedia Director. Se importaron todos los gráficos creados por el diseñador, los sonidos ya editados y el guión educativo. Se procedió a programar el ambiente utilizando las facilidades que el mismo programa de autoría provee, además de realizar varias funciones de programación en Lingo, lenguaje nativo de programación de Director. La programación tuvo énfasis en la etapa de evaluación, donde los números son generados aleatoriamente.

d) Evaluación. Para la etapa de evaluación, primeramente se hicieron las pruebas alfa. Éstas consisten en pruebas exhaustivas realizadas por el mismo autor del sistema multimedia. Se ensaya cada parte del sistema, en secuencias diferentes, e intentando todas las combinaciones posibles de eventos que podrían suceder durante la ejecución por parte del usuario final. Después se realizaron las pruebas beta, en donde usuarios potenciales examinan el sistema, y reportan las fallas encontradas. Estos dos sistemas de pruebas son útiles para evitar errores en el producto final. Los errores encontrados, además de los mencionados en la sección anterior referida al prototipo, fueron algunos problemas referentes a los cursores del ratón que a veces no eran los que debían ser, volúmenes no deseados del sonido, y se eliminaron algunos efectos de transiciones que estaban actuando como distractores. Además de las pruebas antes mencionadas, se siguieron las pautas recomendadas en el capítulo anterior referente a la evaluación de sistemas multimedia educativos en Marqués (2003): se cuidó la facilidad de uso, preguntando a los evaluadores acerca de cuán amigable les parecía el sistema; se obtuvieron buenas impresiones con respecto al diseño gráfico (calidad del entorno visual); la calidad de los contenidos fue

evaluada por el maestro Encinas, quien creó el contenido educativo, y por otros maestros que imparten la materia, y el sistema contó con su aprobación; la navegación e interacción fue bien calificada y ninguno de los evaluadores llegó a un punto de no saber qué hacer, cómo regresar, o a dónde ir.

La figura 12 resume de manera gráfica la secuencia de pasos que se siguieron en las tres etapas en que se realizó el sistema multimedia educativo utilizado en la presente investigación. Como puede notarse, se utilizaron principalmente la *metodología dinámica para el desarrollo de software educativo* así como la *metodología de diseño y desarrollo de multimedia de Brian Blum*. Es necesario mencionar el hecho de que durante este caso específico no se contempló el análisis de costos debido a la naturaleza de la investigación, pues fue por iniciativa del investigador el desarrollo, y el apoyo del diseñador y el maestro no generaron gastos. Si se desea información detallada acerca del cálculo de los costos, puede consultarse el libro de Vaughan (2000) ya que trae una sección específica para esta fase del proyecto.

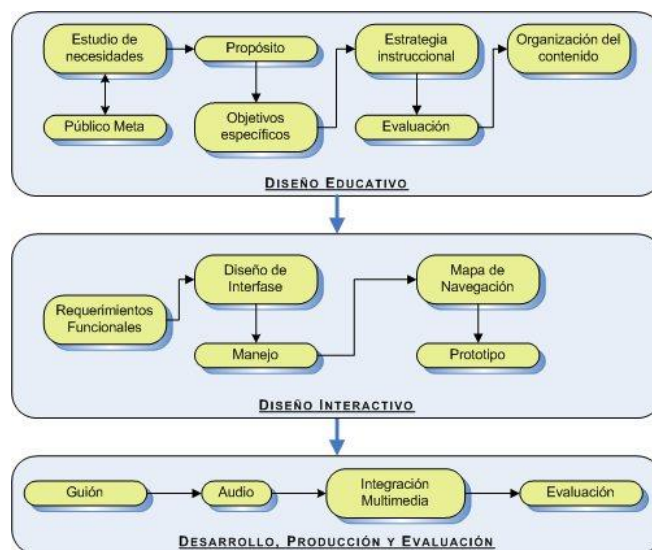


Figura 12. Metodología empleada en el desarrollo del sistema multimedia interactivo “Sistemas numéricos de notación posicional”

3.5 Integración del modelo VARK en el sistema multimedia educativo

Como se explicó en el capítulo anterior, la ventaja del modelo VARK de estilos de aprendizaje es que puede ser implementado de una manera relativamente fácil a través de las nuevas tecnologías de información y comunicación, en este caso en particular, mediante la comunicación multimedia educativa. Durante el proceso de desarrollo y producción del sistema mencionado, se integraron los elementos que atienden las necesidades de los alumnos en función de su estilo preferido de aprendizaje de acuerdo al modelo VARK. Para el elemento visual, se incluyeron gráficos llamativos, animaciones muy descriptivas de los pasos necesarios para resolver un problema dado y un cuadro sinóptico. Para el elemento auditivo, se incluyeron narraciones de los pasos a seguir, además de una música de fondo que pudiera servir de estímulo para las personas cuya preferencia es la auditiva, y efectos de sonido. Para el elemento de lectura escritura, todos los pasos fueron escritos y presentados con letras muy visibles y en colores que contrastaban con el fondo. El elemento que es relativamente difícil de incluir es el quinestésico, pues el tema en específico de los sistemas de notación posicional es abstracto y requiere pensamiento analítico y matemático. Pero lo que se pudo incluir para llenar este elemento fue la interactividad, la posibilidad de decidir los caminos por dónde recorrer la información. Otras materias, en especial las que tienen que ver con elementos de la vida real, tales como laboratorios de química, temas de medicina, prácticas de física, son más fáciles de abordar desde el elemento quinestésico, aunque requieren un doble esfuerzo por parte de los diseñadores, programadores y elaboradores de contenido.

Para observar cómo se desempeñaron las personas en función de su estilo preferido de aprendizaje del modelo VARK, se elaboró una encuesta (incluida en la sección de

Anexos) que consistió de dos secciones y un total de once preguntas. La sección uno se relaciona con los medios preferidos de aprendizaje, y el alumno tenía que responder en una escala del uno al cinco la importancia que le confería a a) los gráficos, b) la música, c) la narración, d) las animaciones, e) la interactividad, y f) el texto. La sección dos se relaciona con una retroalimentación general acerca del sistema multimedia educativo, y constó de cinco preguntas: a) ¿Qué te facilitó más el aprendizaje?, b) ¿Qué hizo falta en el sistema multimedia para ayudarte a comprender mejor el tema expuesto?, c) ¿Cursarías otra materia desarrollada con multimedia? ¿Por qué? , d) ¿Qué estrategia utilizaste para resolver la evaluación?, y e) ¿Tienes algún otro comentario que desees hacer relacionado con tu experiencia con el sistema multimedia “Sistemas numéricos de notación posicional”?

3.6 Diseño metodológico

Para responder la interrogante propuesta en la pregunta de investigación, se realizó una prueba piloto con muestras independientes incluyendo preprueba, exposición a la variable dependiente, y posprueba, de acuerdo a los lineamientos propuestos por Ary (1989, p. 260). La población analizada estuvo conformada por los alumnos de la carrera de ingeniería en sistemas computacionales de la Facultad de Ingeniería y Tecnología de la Universidad de Morelos. La muestra fue tomada del séptimo semestre de la carrera de ingeniería. Los 23 alumnos de dicho salón realizaron la prueba del inventario VARK mediante el sistema mencionado en este capítulo, y para dividir el grupo en experimental y de control, se seleccionaron 11 y 12 alumnos aleatoriamente de manera sistemática en base a su estilo preferido de aprendizaje y se organizaron como se muestra en la tabla 7. Es importante señalar que los resultados de la prueba VARK no eran conocidos por los

alumnos, a fin de evitar una reactividad al inventario, y que esto influyera en las pruebas posteriores.

Tabla 7

Conformación del grupo experimental y del grupo de control, tomando en cuenta su estilo preferido de aprendizaje

	Grupo de control	Grupo experimental
Visual	1	1
Auditivo	1	1
Lectura – Escritura	1	2
Quinestésico	2	2
Multimodal	6	6
Total	11	12

Inmediatamente después les fue aplicada la preprueba a los 23 alumnos, la cual consistió en diez preguntas aleatorias sobre el tema. El grupo de control que constaba de diez alumnos cursó la unidad educativa con el maestro Encinas, quien les dictó la clase de la manera tradicional, utilizando el pizarrón para escribir las definiciones, procedimientos y ejercicios necesarios para impartir la unidad. Se le dieron instrucciones precisas al maestro para que impartiera la clase de la manera como normalmente lo hace, de manera que no influyera algún cambio de estrategia de enseñanza. Mientras tanto el grupo experimental con los 13 estudiantes restantes cursó la unidad con el sistema multimedia educativo creado para tal propósito. Se utilizó una cantidad de tiempo semejante a la utilizada por el grupo de control. El grupo experimental, después de interactuar con el sistema multimedia,

respondió la encuesta relacionada con los medios preferidos durante la utilización del CD interactivo y una retroalimentación acerca del programa. Ambos grupos realizaron la posprueba, que consistió en el mismo examen realizado en la preprueba, pero con preguntas diferentes gracias a la aleatorización del mismo. Se obtuvo así un valor cuantitativo del incremento del aprendizaje, o delta (Δ). Este valor es la variable dependiente que fue analizada en función de la variable independiente, que en este caso es el medio de enseñanza, que puede ser el maestro o el sistema multimedia educativo. El proceso de la aplicación de este diseño metodológico fue realizado durante la primera semana de noviembre.

Para poder comprobar la hipótesis 2, debe realizarse una comprobación por contradicción, es decir, rechazar la hipótesis nula mediante una prueba estadística. La hipótesis nula será enunciada como:

H_{2o}. Existe una diferencia estadísticamente significativa entre el incremento del conocimiento obtenido por los estudiantes de la materia Sistemas Numéricos de la Universidad de Montemorelos que la cursan a través de los medios tradicionales de enseñanza y los alumnos que la cursan mediante un sistema multimedia educativo que incorpora los medios relacionados con su estilo individual de aprendizaje de acuerdo al modelo VARK.

Y la hipótesis alternativa, o de trabajo será:

H_{2a}. No existe una diferencia estadísticamente significativa entre el incremento del conocimiento obtenido por los estudiantes de la materia Sistemas Numéricos de la Universidad de Montemorelos que la cursan a través de los medios tradicionales de enseñanza y los alumnos que la cursan mediante un sistema multimedia educativo que

incorpora los medios relacionados con su estilo individual de aprendizaje de acuerdo al modelo VARK.

En este capítulo pudo observarse que se tiene resuelto el primer problema de investigación al proponer una metodología para el desarrollo de sistemas multimedia educativos, resumida en la figura 12, la cual presenta una descripción de las tres etapas que son importantes en el diseño y desarrollo de un sistema de este tipo: diseño educativo; diseño interactivo; y desarrollo, producción y evaluación. Cualquier persona interesada en desarrollar un sistema multimedia educativo, podría utilizar la descripción de los pasos que se mencionan en este capítulo y adecuarlos a sus necesidades particulares. Sumado a estos pasos, se tiene en la sección 3.5 una descripción de cómo se incluyó el modelo VARK en el sistema multimedia, con lo que le da un valor agregado al sistema pues estaría dirigido a cubrir los diferentes estilos de aprendizaje.

Además se presentó el fundamento metodológico necesario para realizar las pruebas experimentales que servirán para investigar las dos hipótesis de investigación: la elaboración de un instrumento de tipo encuesta para comprobar si las personas efectivamente prefirieron los medios relacionados con su estilo individual de aprendizaje; y el diseño de la prueba piloto que permitirá medir si no existe una diferencia significativa cuando se aprende a través de un sistema multimedia educativo en comparación con aprender de la manera tradicional.

El capítulo siguiente mostrará los resultados obtenidos de estas pruebas para resolver los problemas de investigación 2 y 3.

4. RESULTADOS

En este capítulo se mostrarán los resultados obtenidos de las pruebas planteadas en el capítulo anterior. Lo que se espera es que efectivamente las personas señalen los medios de transmisión que corresponden con su estilo de preferencia detectado en el inventario VARK. Se espera también que no exista una diferencia significativa entre el aprendizaje obtenido a través del sistema multimedia educativo y el modelo tradicional de enseñanza, ya que el material fue diseñado por el mismo maestro que impartió la clase en la modalidad tradicional, y se enfatizó la utilización de los conocimientos aportados por la tecnología educativa y los estilos de aprendizaje.

4.1 Resultados de la prueba VARK y su aplicación al sistema multimedia educativo

Los resultados obtenidos de la prueba VARK se muestran en la figura 13. Como puede observarse, un poco más de la mitad de los 23 alumnos tienen una preferencia multimodal. Este resultado tiene una gran similitud con pruebas realizadas con muestras grandes. El mismo profesor Fleming (2003) tiene en su página de Internet los resultados de una muestra de 31,243 personas, en donde las multimodales *M* fueron un 58%, las quinestésicas *K* formaron un 18%, las personas con preferencia de lectura y escritura *R* un 16%, las auditivas *A* un 5% y las visuales *V* un 3% (Fleming, 2003).

Con respecto a la encuesta que contestó el grupo experimental, los resultados se describen a continuación.

La persona con preferencia visual contestó que los elementos más importantes en la presentación de la información fueron los gráficos y el texto, siendo los gráficos los que le facilitaron más el aprendizaje.

La persona con preferencia auditiva contestó que la narración fue el elemento más importante en el desarrollo del curso.

Las dos personas con preferencia de lectura y escritura marcaron el texto y los gráficos como los elementos más importantes. Una de ellas marcó además la narración y la interactividad.

Las dos personas con preferencia quinésica señalaron la interactividad como lo más importante, aunque marcaron más de un elemento. Una de ellas marcó además la música y las animaciones, y la otra el texto y los gráficos.

Cuatro de las seis personas multimodales seleccionaron cinco de los seis posibles medios como los preferidos. Un estudiante marcó cuatro de las opciones posibles y el restante señaló sólo la interactividad.

Estos resultados muestran que de manera general el alumno sí prefiere el medio de aprendizaje identificado en el inventario VARK cuando tiene la oportunidad de recibir el mensaje a través de un sistema multimedia educativo. Debido a que los datos son reveladores por sí mismos, **puede comprobarse como verdadera la hipótesis 1 planteada en el primer capítulo de la presente investigación.**

Con respecto a la sección dos de la encuesta realizada, se describen a continuación las respuestas obtenidas, las cuales serán útiles para obtener conclusiones adicionales con respecto a la utilización de la multimedia con fines didácticos.

a) Pregunta siete: *¿qué te facilitó más el aprendizaje?* En general los alumnos respondieron lo que habían marcado en la sección uno. Una persona con una preferencia quinésica señaló que los ejemplos le sirvieron para clarificar el contenido. Una persona multimodal comentó que lo ameno le facilitó el aprendizaje.

b) Pregunta ocho: *¿Qué hizo falta en el sistema multimedia para ayudarte a comprender mejor el tema expuesto?* Tres personas no contestaron. Tres alumnos declararon que hicieron falta más ejercicios. Tres alumnos contestaron que hicieron falta más información y un lenguaje más familiar. Un estudiante replicó que no considera que la música pueda ayudar a aprender, y debiera estar con un volumen inferior. Un estudiante se quejó que aparecía demasiado texto en las pantallas.

c) Pregunta nueve: *¿Cursarías otra materia desarrollada con multimedia? ¿Por qué?* Una persona contestó que no, debido a que si no entiende algo no lo puede expresar, y el contenido del sistema es estático, a diferencia del maestro que puede preguntarle. Los diez alumnos restantes contestaron afirmativamente esta pregunta. Las razones que expusieron fueron: “no sufro de estrés o nerviosismo”, “es una buena forma de aprender”, “es divertido”, “te ayuda a visualizar y comprender mejor el tema”, “es mejor para mí porque mejora mi comprensión”, “las presentaciones interactivas me ayudan a aprender”, “es muy interesante”, “es muy fácil”, “es más fácil aprender” y “te concentras bien”.

d) Pregunta diez: *¿Qué estrategia utilizaste para resolver la evaluación?* Las estrategias señaladas fueron lápiz y papel, repetir mentalmente los pasos y repetir de manera audible la secuencia necesaria para la resolución de los problemas. La primera de ellas fue mencionada por diez de los doce alumnos que formaron el grupo experimental. Esto puede explicarse debido a la naturaleza algorítmica para resolver las conversiones numéricas, lo que propiciaba que los alumnos, al no poder usar la calculadora para resolver los problemas, utilizaran lo que tenían a la mano y que les facilitaba el proceso. La teoría de los estilos de aprendizaje remarca el hecho de que los estilos son estables pero no estáticos.

Es decir, las personas pueden adaptar su preferencia en función del problema al que se enfrenta.

e) Pregunta once: *¿Tienes algún otro comentario que desees hacer relacionado con tu experiencia con el sistema multimedia “Sistemas numéricos de notación posicional”?* Solamente cinco personas contestaron esta pregunta. Las respuestas fueron: “mejorar la interactividad incluyendo más ejemplos”, “desarrollen más sistemas como éste”, “muy bueno, otra manera de aprender fácil y rápidamente”, “debería dar las respuestas correctas al final de la evaluación”, “está muy bien diseñado”.

Es interesante notar la afinidad de los estudiantes por la utilización de tecnología en el aula de clases. Como lo describe Marqués (2003), el mero hecho de la innovación tecnológica resulta en una ventaja de su utilización. Pero también es de resaltar el hecho de que se señaló el hecho de que lo que aún es una desventaja de este tipo de sistemas es su falta de capacidad de resolver dudas extras que pueda tener el alumno, en comparación con la posibilidad que tiene el alumno de realizarle preguntas al maestro.

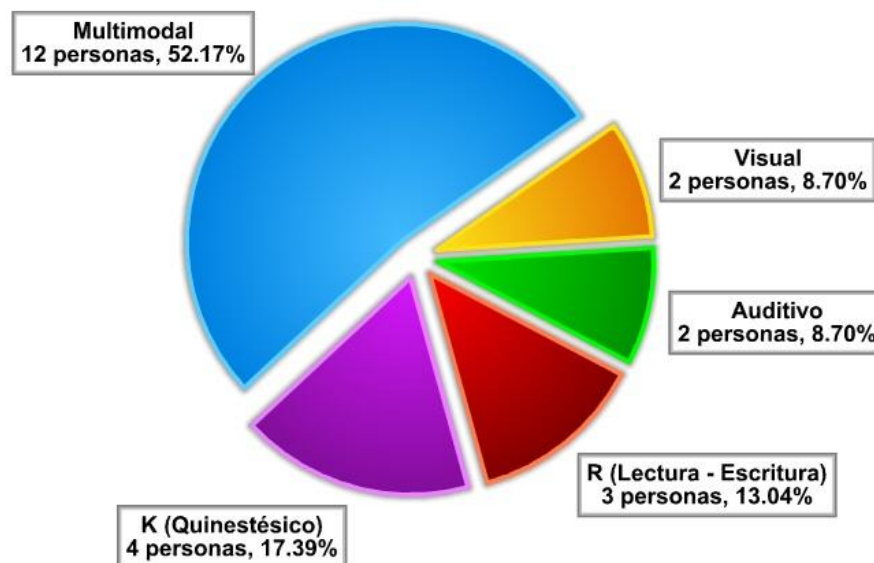


Figura 13. Distribución de los estilos de aprendizaje de la muestra analizada

4.2 Resultados del diseño experimental

En relación al diseño experimental presentado en el capítulo anterior, la tabla 8 presenta los resultados obtenidos en la prueba piloto. En ella se muestran las distribuciones que tuvieron los alumnos con respecto a sus estilos individuales de aprendizaje de acuerdo al inventario VARK, los resultados de las calificaciones de la preprueba y posprueba, el medio a través del cual recibieron el contenido didáctico y su delta o incremento (positivo o negativo, según el caso) que es la diferencia entre ambas pruebas. La evaluación constaba de 10 preguntas, tal como se describió en el capítulo anterior, y un incremento negativo supondría un decremento o baja de calificación de la posprueba con respecto a la preprueba.

Tabla 8

Resultados de las pruebas realizadas al grupo experimental y al grupo de control

	Preprueba	Posprueba	Medio	Delta (Δ)	Estilo preferido de aprendizaje
Alumno 1	6	8	CD	2	Visual
Alumno 2	3	5	CD	2	Auditivo
Alumno 3	5	9	CD	4	Multimodal
Alumno 4	4	10	CD	6	Multimodal
Alumno 5	10	10	CD	0	Multimodal
Alumno 6	10	10	CD	0	Lectura - Escritura
Alumno 7	8	9	CD	1	Lectura - Escritura
Alumno 8	10	9	CD	-1	Multimodal
Alumno 9	8	9	CD	1	Quinestésico
Alumno 10	7	10	CD	3	Quinestésico
Alumno 11	10	10	CD	0	Multimodal

Alumno 12	8	10	CD	2	Multimodal
Alumno 13	10	10	Maestro	0	Visual
Alumno 14	7	9	Maestro	2	Multimodal
Alumno 15	6	9	Maestro	3	Multimodal
Alumno 16	2	5	Maestro	3	Auditivo
Alumno 17	0	4	Maestro	4	Multimodal
Alumno 18	10	10	Maestro	0	Quinestésico
Alumno 19	9	9	Maestro	0	Quinestésico
Alumno 20	7	10	Maestro	3	Lectura – Escritura
Alumno 21	10	10	Maestro	0	Multimodal
Alumno 22	10	10	Maestro	0	Multimodal
Alumno 23	9	10	Maestro	1	Multimodal

Para comprobar el incremento del aprendizaje (Δ) se realizó una prueba t para comparar las medias de ambos grupos, el experimental y el de control. Se utilizó el programa computacional SPSS versión 12 para el análisis estadístico. Los resultados de los grupos se muestran en la tabla 9.

Tabla 9

Resultados estadísticos de los grupos analizados

	Medio de Enseñanza	N	Media	Desviación estándar
Incremento (E)	CD (E)	12	1.67	1.969
(Δ)	Maestro (C)	11	1.45	1.572

Como puede observarse, la media del grupo experimental es ligeramente superior, con una $x = 1.67$ a diferencia del grupo de control que tiene una $x = 1.45$. Pero debido a que estos valores no son suficientes para determinar si dos medias son significativamente

diferentes se utilizó la prueba t con un nivel de significancia $\alpha = .05$ que de acuerdo a Ary (1989, p.149) es de los niveles más utilizados en este tipo de estudios. Para comprobar si las dos muestras tienen una varianza similar, el programa SPSS realiza primero la prueba de Levene, y se obtuvo una $F = .058$, $p = .812$ que es mucho mayor que el $\alpha=.05$ definido en un principio, por lo que se puede afirmar que ambas muestras tienen una varianza similar. Esto permite continuar con el proceso de la prueba t . Los resultados obtenidos de la prueba t para muestras independientes se muestran en la tabla 10.

Tabla 10

Prueba t para la igualdad de medias de los grupos experimental y de control

	t	gl	significancia (p)	diferencia de medias
Incremento (Δ)	.284	21	.779	.212

El resultado de $p = .779$ es mayor al $\alpha=.05$, por lo que la prueba t muestra que no existe una diferencia estadísticamente significativa en el incremento del aprendizaje entre el grupo de control y el grupo experimental, y por lo tanto se puede rechazar la hipótesis nula $H2_o$ y **se acepta la hipótesis de trabajo $H2_a$** .

Debido al tamaño de la muestra, era imposible tomar en cuenta el valor de la preprueba como criterio de división simultáneamente con su estilo de aprendizaje. Esto podría realizarse en un estudio futuro que contemple una muestra más grande y así se podrían balancear ambos grupos utilizando los valores de la preprueba con su estilo de aprendizaje. Para los propósitos de esta investigación, este punto no influyó en los

resultados pues no hubo mucha diferencia entre los resultados de ambos grupos como pudo observarse.

Este resultado es muy interesante, pues permite concluir que si es necesario realizar un sistema multimedia educativo para suplir una necesidad específica en la cual resulte difícil para el maestro estar en sincronía con el alumno en un momento y una hora en particular (sincronía comúnmente denominada *espaciotemporal*), como la educación a distancia por ejemplo, se puede seguir una metodología que incluya en su fundamento el diseño educativo, realizado por profesionales, y que tenga en cuenta los estilos individuales de aprendizaje de los alumnos, y podrán obtenerse resultados que emularán los obtenidos por un maestro. Aquí es necesario enfatizar que no se pretende en modo alguno sustituir por completo al maestro, sino tan sólo especializar sus funciones y darle herramientas que le permitan alcanzar a más personas, pues el diseño educativo contempla que un profesional de pedagogía elabore las estrategias instruccionales para poder lograr una mejor obtención del conocimiento. En el siguiente capítulo se presentará una discusión acerca de las implicaciones de estos interesantes resultados.

5. DISCUSIÓN

En el presente capítulo se discuten los principales hallazgos y conclusiones derivados de la investigación realizada, así como recomendaciones útiles en la realización de sistemas multimedia educativos.

5.1 Discusión acerca de los resultados obtenidos

Los tres objetivos que se trazaron desde el principio del presente estudio fueron:

a) Realizar un análisis del estado del arte de las metodologías que son utilizadas en el diseño y desarrollo de sistemas multimedia educativos, y adecuar los elementos más representativos a la incorporación de la teoría de los estilos de aprendizaje del modelo VARK en una metodología propia.

b) Investigar cómo corresponden los estilos individuales de aprendizaje de los alumnos identificados mediante el inventario del modelo VARK con respecto a sus preferencias al utilizar el sistema multimedia educativo desarrollado ex profeso para esta investigación.

c) Investigar si existe una diferencia significativa en la cantidad de conocimiento obtenido por los alumnos que reciben un mensaje educativo a través del medio de transmisión que corresponde a su estilo de aprendizaje, en comparación con los alumnos que reciben el mismo mensaje a través de un medio tradicional, que no necesariamente correspondería con su estilo de aprendizaje.

Con respecto al inciso a, en el capítulo 3 se propuso una metodología útil para diseñar y desarrollar un sistema multimedia educativo, después de haber realizado una revisión de la literatura en el capítulo 2 en relación con las metodologías actualmente

utilizadas con ese propósito. La fase que la diferencia de las demás que no toman en cuenta el aspecto pedagógico es el diseño educativo, por lo cual se explicaron los pasos de dicha fase.

En relación a los incisos b y c, en el capítulo anterior se demostraron ambas hipótesis de investigación. Esto significa que un sistema multimedia educativo que considere en su desarrollo un cuidado especial en la fase de diseño educativo, que tome en cuenta las diferencias personales de los estilos preferidos de aprendizaje del modelo VARK y que involucre a profesionales en el área pedagógica además de los profesionales del área tecnológica, obtendrá al menos el mismo resultado que se esperaría de los alumnos que cursan la materia con un maestro de la manera tradicional.

5.2 Fortalezas de los sistemas multimedia educativos

Las fortalezas encontradas de un SME que posee las características mostradas en esta investigación son:

a) La posibilidad de implementar la teoría de los estilos de aprendizaje del modelo VARK. Debido a la naturaleza multimodal de los SME, es viable el utilizar medios de transmisión que se relacionan directamente con los estilos individuales de aprendizaje de los alumnos. Es importante que en la elaboración de cursos en donde el sistema multimedia sea un vehículo importante de comunicación, se incluya, además del diseño instruccional, un contenido que esté enfocado a la diversidad de los estilos individuales de aprendizaje. Resulta útil sensibilizar al propio alumno acerca de sus preferencias en el momento de aprender, ya que le permitirá obtener mejores resultados y aprovechar mejor el material didáctico.

b) Al conjuntarse los SME con el modelo VARK, se obtienen resultados similares a los obtenidos por un maestro que utiliza la metodología tradicional de enseñanza. Aunque aparentemente no tendría utilidad alguna la inversión de recursos en el desarrollo de un SME, pues los resultados probaron ser similares a los de un maestro, este hecho debe verse como una oportunidad, ya que implica que son una buena opción en los casos en que el maestro no pueda atender a demasiados alumnos, o la distancia sea una barrera. Además, es posible que si se hubiera controlado la calidad de la metodología de enseñanza del maestro los resultados podrían haber variado. En este caso presentado, el maestro se desempeñó de una manera excelente, pero no hubiera sido el caso si el maestro hubiera hecho lo que en algunas situaciones sucede: el maestro sólo les da unas copias a los alumnos y éstos son los que deben aprender por su cuenta. Son muchas las ocasiones en que los alumnos se quejan de este tipo de problemas, en donde el maestro no tiene pericia didáctica alguna o deseos de compartir su conocimiento. En un caso semejante, los resultados hubieran variado significativamente. Es necesario destacar el hecho de que no se está afirmando que un SME puede sustituir completamente a un maestro, ya que éste es indispensable para la elaboración del diseño educativo. Pero el maestro puede apoyarse con un soporte tecnológico de esta naturaleza. La función del profesor dependería del tema y de cuán autoexplicativo es el SME. Si el sistema lo es de manera suficiente, el rol del maestro se especializaría en un asesor que resuelve dudas y facilita el aprendizaje colaborativo.

c) Un profesor podría elaborar un material de apoyo a su clase con la ayuda tecnológica y así no estaría limitado por un espacio y tiempo determinado. Es en este sentido que muchas veces se usa y abusa del término *ubicuidad* de las tecnologías de la información y de la comunicación. Se abusa porque aún falta mucho tiempo, recursos

humanos y técnicos para que lleguen las nuevas tecnologías a *todo* lugar. Pero los lugares que ya pueden aprovecharlas pueden obtener beneficios educativos. Con una vez que se realizara el SME, podría utilizarse las veces que fuera necesario, sin una inversión extra.

d) Interés de los alumnos por aprender mediante las TIC. Las generaciones actuales de estudiantes sienten una gran atracción por las tecnologías cuando están en contacto con ellas. La gran mayoría de los alumnos que recibieron el curso interactivo desean seguir aprendiendo con sistemas multimedia pues tienen la sensación de que aprenden más, aunque tal como se observó en las pruebas estadísticas, la diferencia no es significativa. El interés por aprender utilizando las TIC, así como la comprensión del material gracias a la enseñanza mediada fueron mencionados en el capítulo 2, usando una cita de Marqués (2003). Además los estudiantes sienten que el maestro se preocupa en preparar la clase, y mejora su actitud hacia el maestro.

5.3 Debilidades de los sistemas multimedia educativos

Tal como se analizó en la revisión bibliográfica, cuando se trabaja con las TIC no todo es positivo. Existen ciertas debilidades y limitaciones que es necesario conocer para convertirlas en oportunidades. A continuación se describen las que se encontraron durante el desarrollo de esta investigación.

a) Rigidez de los diálogos. Resulta interesante el hecho de que se hayan señalado las limitaciones de la computadora en relación con un profesor, pues aunque el sistema esté muy bien desarrollado y programado, no tiene la capacidad de resolver todas las dudas del alumno debido a que está preprogramado en función de secuencias predeterminadas y con un contenido muy particular. Si el alumno tiene alguna duda con respecto a algo que no le

quedó claro con el sistema multimedia, no tiene a quien dirigirse. Al menos en el esquema que se utilizó para desarrollar el SME usado en la presente investigación. Esta rigidez es la que menciona Marqués (2003). Por eso siempre es necesaria la participación de un asesor personal, ya sea de manera presencial o a distancia, para resolver las dudas que el sistema no puede contestar. Una disciplina de la computación que intenta superar esta limitación de la computadora es la inteligencia artificial, y de manera particular los sistemas expertos que *aprenden* de la interacción con el humano. A pesar de los logros, aún falta mucho camino por recorrer en esta área que tiene alrededor de 30 años. El problema principal que enfrenta esta disciplina es la falta de conocimiento a profundidad de los procesos y estructuras de pensamiento, debido a su complejidad y subjetividad. Esta falta de real interacción puede convertirse en una oportunidad si el sistema es programado de manera tal que incluya un módulo de aprendizaje colaborativo. Es decir, la posibilidad de interacción entre los mismos alumnos entre sí y con el maestro.

b) Sensación de aislamiento. El repaso de la literatura realizado ya señalaba que es imposible que una tecnología educativa llegue a suplantar por completo la relación necesaria para lograr la educación y no solo el aprendizaje, debido al carácter intersubjetivo de la comunicación educativa. Durante la realización del curso interactivo, se notó que varios estudiantes interactuaban entre sí solicitándose ayuda o confirmando ideas entre sí. Esto es una demostración del carácter gregario que poseemos y la necesidad que tenemos de comunicarnos entre nosotros para reforzar el conocimiento. Varios alumnos comentaron que algo que prefieren de la educación *tradicional* es la convivencia cara a cara con el profesor y entre ellos, debido a que existen actitudes, valores, y conocimientos que adquieren y que no necesariamente están contenidos en el plan de curso. Un módulo de

aprendizaje colaborativo como el sugerido en el inciso anterior resolvería gran parte de este problema. Las tecnologías relativamente recientes como las telecomunicaciones, las redes de datos, y la Internet permiten en la actualidad una verdadera comunicación humano-humano mediada por la computadora y no solo una interacción humano-máquina. Un programa que promueva el aprendizaje colaborativo será mucho mejor a uno que aisle a los alumnos. Les permitirá, entre otras cosas, prepararlos para el trabajo en equipo con el que se relacionarán en su vida profesional en la mayoría de los casos.

c) Inversión de recursos. Para el desarrollo de un SME, se necesita una inversión de recursos financieros, humanos y técnicos. Debido a la complejidad de un SME por la cantidad de elementos que son necesarios (audio, video, animaciones, programación, diseño educativo, etc.), los costos son diversos y altos. Para el diseño, desarrollo y producción del sistema utilizado en la presente investigación, el cual comprende sólo una sección de una materia, fueron necesarias alrededor de 120 horas, y tres personas: el programador, el diseñador y el creador del contenido. La complejidad del sistema incrementa también las posibilidades de error, y las necesidades de más pruebas antes de la liberación del producto final. Por ello, es necesario realizar un análisis de factibilidad que contemple un análisis de costo-beneficios y así saber si la inversión necesaria para realizar el SME sería redituable o no. Aquí existe un punto que podría ser discutido con más amplitud pero que se sale del margen de este estudio: un problema que impide el desarrollo de sistemas multimedia es que además de los altos costos de desarrollo, si el producto será vendido a un usuario final, el SME es duplicado de manera ilegal y no se llegan a obtener beneficios económicos, o peor aún, la inversión nunca llega a recuperarse. Ante esto, existen al menos dos posibles alternativas: lograr distribuir un volumen alto de ejemplares

del título multimedia, aunque el precio del producto sea bajo, lo que desmotivaría la duplicación de esta obra intelectual; la segunda alternativa es usar un esquema de protección de discos compactos, si es que éste será el medio de distribución, tales como el Safedisc, el Securom, el Laserlock, un candado o *dongle*, etc. El problema de esta segunda alternativa es que al utilizar los esquemas de protección se incrementan los costos de producción, además de que no todas las empresas que reproducen los discos compactos cuentan con los esquemas de protección.

d) Viabilidad del contenido. Algunos contenidos son más viables que otros en el momento de implementar la multimedia. Esto no quiere decir que existen temas imposibles de realizar a través de un SME, pero sí hay temas más complejos que otros. Los tópicos que son más sencillos de implementar son los relacionados con capacitaciones en donde es suficiente ver ejemplos del resultado deseado. Existe un área de aplicación de los sistemas multimedia conocido como *entrenamiento basado en la computadora (computer based training, CBT)* que es muy popular. Ejemplos de sistemas de este tipo son: sistemas que enseñan a usar algún programa computacional mediante capturas de pantallas en donde se guía paso a paso al usuario y luego se le insta a que él mismo realice los pasos señalados; sistemas que enseñan a bomberos mediante simulaciones cómo resolver los problemas a los que se enfrentan, etc. El uso de programas que hacen uso de la CBT ha tenido gran aceptación, y la mayoría de los SME hacen uso de ella para lograr la transmisión del conocimiento. Sin embargo, no sería tan sencillo el implementar un curso de valores mediante un SME por ejemplo. Es posible, pero más complejo que un curso de laboratorio de química en donde sólo tuvieran que aprender en qué proporciones mezclar ciertas sustancias. Esto podría solucionarse con creatividad y un mejor diseño pedagógico.

5.4 Recomendaciones

a) Necesidad de énfasis en el diseño educativo. Es importante que un SME tenga una especial atención a la fase de diseño educativo, utilizando los conocimientos que la tecnología educativa y un experto en pedagogía puedan aportar.

b) Necesidad de conocimiento acerca de los estilos de aprendizaje. Si el profesor aprende acerca de los estilos de aprendizaje, y cómo utilizarlos en su clase mediante diferentes tipos de recursos, incluyendo los tecnológicos, el conocimiento sería mucho mayor, pues los alumnos serían capaces de aprovechar mejor el contenido en función de su estilo de aprendizaje. Es necesario que en la actualidad los maestros tengan la oportunidad de actualizarse y aprender a realizar sus propios contenidos de apoyo para la clase en medida de lo posible. Algunos se sienten amenazados por estos recursos tecnológicos, como en la famosa revolución industrial, pero cambiarían de manera de pensar si se les presentan las posibilidades de la tecnología como herramienta y no como un fin en sí mismo. Muchos profesores tienen la motivación de adquirir equipo computacional y realizar sus presentaciones en programas como el PowerPoint. Si a los maestros que tienen el deseo de mejorar sus clases se les presentaran las capacidades de los SME, no dudarían en aprender a realizar sus propios sistemas, utilizando ayuda para el diseño gráfico y la programación en caso de que sea necesario. Aún así, el autor conoce personalmente casos en los que los propios maestros se interesan en aprender a desarrollar sus sistemas multimedia, en casos donde el diseño gráfico y la programación no son tan complejos.

b) Equipo multidisciplinario. Lo ideal es un equipo multidisciplinario, en donde haya un experto en cada área: contenido, diseño gráfico, diseño educativo y diseño interactivo. Esto permitirá que el SME tenga una calidad profesional en todos los aspectos.

5.5 Trabajos futuros

a) Un paso que seguirá de esta investigación es agregarle al cuestionario VARK realizado, una sección que le muestre al alumno cuáles son las estrategias que le conviene manejar para mejorar su aprendizaje, en función de su estilo preferido. Esto le sería muy provechoso en su desempeño escolar, pues el hecho de que conozca cuáles son sus preferencias es una manera de conocerse a sí mismo y estar preparado para las tareas escolares.

b) Se desea realizar todo el material de la materia de Sistemas Numéricos de Notación Posicional, a sugerencia del maestro, de manera que pueda utilizar el material interactivo como apoyo para toda su clase, y de ser posible, compartirlo a través de Internet y en discos compactos.

c) El presente trabajo de investigación podría ser analizado en otra materia pero realizando un estudio longitudinal, es decir, a largo plazo. Así se mediría no sólo el conocimiento a corto plazo. Sería útil saber si la utilización conjunta de ambas estrategias, el sistema multimedia educativo y el maestro, promueven el mismo alcance y retención del conocimiento. También podría utilizarse el resultado de la preprueba como criterio de división del grupo en experimental y de control.

5.6 Consideraciones finales

Esta investigación presentó una revisión de la literatura que resultó útil en el momento de realizar el análisis de los resultados y en el presente capítulo. Se intentó encontrar un punto medio entre teorías diametralmente opuestas como lo son el determinismo tecnológico y el antideterminismo tecnológico. Los resultados de la

investigación se localizan en tres ejes: propuesta de una metodología que es útil para desarrollar un SME que toma en cuenta los estilos individuales de aprendizaje; un análisis del potencial de un SME para cubrir los estilos de aprendizaje del modelo VARK; y finalmente, una comparación de los conocimientos obtenidos a través de un SME y un maestro, lo que mostró que bajo ciertas circunstancias, un SME obtendría al menos los resultados esperados de un maestro.

La tesis incluye un disco compacto para el sistema operativo Windows, y contiene la totalidad de este reporte de investigación en formato *PDF*, así como los sistemas desarrollados: la prueba VARK y el sistema multimedia educativo “Sistemas numéricos de notación posicional”, tanto su código fuente como los archivos ejecutables. Las instrucciones para su utilización se encuentran en la sección de anexos.

Queda como satisfacción para el investigador el haber realizado un diseño experimental sumado al desarrollo de una metodología para la elaboración de un sistema multimedia educativo. Aunque los resultados de este estudio no pueden generalizarse, debido al tamaño de la muestra, sirven como punto de discusión del papel que las TIC pueden llegar a desempeñar si son utilizadas tomando en cuenta la diversidad de los estilos de aprendizaje de las personas. Una comunicación de este tipo se asemeja más a la comunicación ideal que posee interacción, retroalimentación y capacidad de respuesta. Un paso que la acercaría más sería la capacidad del sistema multimedia educativo de permitir la interacción entre usuarios, y entre usuario y asesor.

BIBLIOGRAFÍA

- Adell, Jordi y Auxi, Sales (1999). *El profesor online: elementos para la definición de un nuevo rol docente*. Recuperado el 10 de septiembre de 2003, de <http://tecnologiaedu.us.es/edutec/paginas/p2f2.htm>
- Aparici, Roberto. (1996). *La revolución de los medios audiovisuales. Educación y nuevas tecnologías*. Ediciones de la Torre: Madrid.
- Ary, D. (1989). *Introducción a la investigación pedagógica*. McGraw-Hill: México.
- Byrne, Denice. (2002). *A study of individual learning styles and educational multimedia preferences*. Recuperado el 10 de septiembre de 2003, de <http://www.computing.dcu.ie/~mfarren/denice.PDF>
- Cloutier, Jean. (2000). *El sitio de Emerec*. Recuperado el 2 de septiembre de 2003, de <http://emerec.com/planfs1E.htm>
- Elliot, David. (1976). *El control popular de la tecnología*. Paidós: Madrid
- Ellul, Jacques. (1990). *The technological bluff*. William B. Eerdmans: Michigan
- Fleming, Neil. (2001). *VARCK, a guide to learning styles*. Recuperado el 29 de agosto de 2003, de <http://www.vark-learn.com/english/index.asp>
- Gubern, Román. (1974). *Mensajes icónicos en la cultura de masas*. Editorial Lumen: Barcelona.
- Gutiérrez Martín, Alfonso. (2000). *Comunicación multimedia, interactividad y aprendizaje*. Tesis doctoral no publicada, Universidad de Valladolid, España. Recuperado el 9 de junio de 2003, de <http://www.doe.uva.es/alfonso/web/webalftes/c0indice.htm>
- Hughes, Thomas P. (1987). *The evolution of large technological systems*. MIT Press: Cambridge.
- Kaplún, Mario. (1998). *Una pedagogía de la comunicación*. Ediciones de la Torre: Madrid.
- Lozano R., Armando. (2001). *Estilos de aprendizaje y enseñanza*. Trillas: México.
- Marqués, Peré. (2003). *Tecnología educativa*. Recuperado el 2 de octubre de 2003, de <http://dewey.uab.es/pmarques/index.htm>
- McDermott, John. (1991). *Corporate society: class, property, and contemporary capitalism*. Westview Press: EE.UU.

- Noble, David F. (1977). *America by design: science, technology and the rise of corporate capitalism*. Oxford University Press: Oxford.
- Orozco Nueda, Carlos (2001). *Educación y futuro. Textos para una encrucijada*. [Versión electrónica], recuperado el 9 de septiembre de 2003, de <http://www.orozco.cc/Educa/Libro/libro.htm>
- Suskie, Linda. (2002). *Theories and instruments for identifying student learning styles*. Recuperado el 22 de septiembre de 2003, de http://wwwnew.towson.edu/iact/main_files/SuskieLearningStylesTheoriesandInstruments.htm
- Tiffin, John y Rajasingham, Lalita. (1995). En busca de la clase virtual. La educación en la sociedad de la información. Paidós: Barcelona.
- UNESCO. (2003). *Towards Knowledge Societies. An Interview with Abdul Waheed Khan*. Recuperado el 20 de septiembre de 2003, de http://www.unesco.org/science/world_sc_july03.pdf
- Valencia, Ma. Eugenia; Toro, Gloria y Donneys, Carlos. (1998). *Desarrollo de aplicaciones hipermedia: Propuesta para el diseño educativo*. Recuperado el 23 de julio de 2003, de <http://www.c5.cl/ieinvestiga/actas/tise98/html/trabajos/apmedia/index.htm>
- Vaughan, Tay. (2000). *Multimedia: making it work*. Osborne: EE.UU.
- Winner, Langdon. (1977). *Autonomous technology: technics-out-of-control as a theme in political thought*. MIT Press: Cambridge.

ANEXOS

1. Encuesta utilizada para investigar la hipótesis 1.

Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey
 Maestría en Ciencias de la Comunicación
 Encuesta sobre la utilización del sistema interactivo
 "Sistemas Numéricos de Notación Posicional"

Nombre: _____ Grado: _____ Fecha: _____
 Calificación Primer Examen: _____ Calificación Segundo Examen: _____

La presente encuesta tiene el objetivo de conocer la utilidad que puede proveer la utilización de multimedia en los procesos educativos. Después de analizar y estudiar con el CD Interactivo titulado "Sistemas Numéricos de Notación Posicional", por favor contesta las siguientes secciones.

Sección I. En una escala del 1 al 5, encierra en un número el que representa cuán importante fue para ti el que la información te fuera presentada utilizando los elementos mencionados en la columna "Medios"

Medios	1 Nada	2 Casi Nada	3 Regular	4 Importante	5 Muy importante
1. Gráficos	1	2	3	4	5
2. Música	1	2	3	4	5
3. Narración	1	2	3	4	5
4. Animaciones	1	2	3	4	5
5. Interactividad	1	2	3	4	5
6. Texto	1	2	3	4	5

Sección II. Contesta las siguientes preguntas directas:

7. ¿Qué te facilitó más el aprendizaje?

8. ¿Qué hizo falta en el sistema multimedia para ayudarte a comprender mejor el tema expuesto?

9. ¿Cursarías otra materia desarrollado con multimedia? ¿Por qué?

10. ¿Qué estrategia utilizaste para resolver la evaluación?

11. ¿Tienes algún otro comentario que desees hacer relacionado con tu experiencia acerca del sistema multimedia "Sistemas Numéricos de Notación Posicional"?

2. Contenido del disco compacto que acompaña a esta tesis

a) Archivo electrónico completo del reporte de investigación: tesis.pdf, en la carpeta Tesis. Se requiere el programa Adobe Acrobat Reader para poder visualizarlo, el cual es gratuito y está disponible en www.adobe.com

b) Prueba del inventario VARK: vark.exe, en la carpeta VARK. Se incluye también el archivo vark.dir, que es el código fuente en el programa Macromedia Director, en el caso que alguna persona esté interesada en la programación del algoritmo para encontrar la preferencia estilística.

c) Sistema multimedia educativo “Sistemas Numéricos de Notación Posicional”: sistemas.exe, en la carpeta sistemas. Se incluye también el archivo sistemas.dir, similar al mencionado anteriormente.

VITA

Daniel Arturo Gutiérrez Colorado nació en el puerto de Coatzacoalcos, Veracruz, México, el 5 de junio de 1975. Hijo de Arturo Gutiérrez Méndez y Margarita Colorado Garduza, es el mayor de los tres hijos, siendo el ing. David Jonathán y el futuro ingeniero Samuel Ernesto sus hermanos menores. Contrajo matrimonio con Nancy Ricárdez Carrasco el 4 de junio del 2000, y procrearon una hija, Dana Itzel, quien nació el 30 de agosto del 2002 en Montemorelos, Nuevo León.

Recibió el grado de Ingeniero en Sistemas Computacionales en la Facultad de Ingeniería y Tecnología de la Universidad de Montemorelos, en mayo del 2000. Desde ese mismo año se desempeña como docente en dicha universidad, desarrollando además sistemas multimedia interactivos con promoción de valores. Ingresó al Instituto Tecnológico de Estudios Superiores de Monterrey, Campus Monterrey a cursar la Maestría en Ciencias con Especialidad en Comunicación en agosto del 2000, culminando sus estudios en diciembre del 2003.

Actualmente reside junto con su familia en la ciudad de Montemorelos, Nuevo León, donde imparte materias del área de multimedia. Puede ser contactado a través del correo electrónico en cualquiera de las siguientes direcciones: danielgc@um.edu.mx y dagutcol@hotmail.com. Su página personal está localizada en <http://danielgc.tripod.com>