

*Capítulo 9:***SISTEMAS MULTIMEDIA: INTRODUCCIÓN A LOS SISTEMAS MULTIMEDIA PARA FORMACIÓN****9.1 MULTIMEDIA. SISTEMAS MULTIMEDIA.**

El rápido desarrollo de la tecnología y de la informática está proporcionando herramientas revolucionarias en todos los campos de la ciencia (1). En este sentido, los sistemas interactivos multimedia se están integrando en nuestro entorno y cada vez hay más productos incluso para uso doméstico (2-4) . Tal y como anunció el profesor Castell (5) nos encontramos en un proceso de transformación social, que es consecuencia de tres pilares básicos iniciados a finales de los años 60 y principios de los 70, a saber: **la revolución tecnológica** (basada en el auge y desarrollo de las tecnologías de la información y la comunicación), la formación de la **economía global mundial** y el **cambio cultural** en la sociedad. Estos tres pilares conforman la reconocida *Trilogía de Castell* (6). La tecnología multimedia ha llegado a todos los campos esenciales de nuestra sociedad: al trabajo, a la cultura y al ocio y por supuesto a la educación...

Pero ¿realmente qué es o qué se entiende por multimedia?. Los productos basados en sistemas multimedia ofrecen combinaciones de texto, audio y vídeo en un mismo documento que son coordinadas (producidas, controladas y mostradas) por un ordenador. Suponen una combinación de estas tecnologías optimizadas a fin de dar un producto atractivo y eficiente para los usuarios. Esta integración de sonido, texto e imágenes de alta calidad (gráfico, animaciones y vídeo) en el ordenador es

capaz de producir una sinergia gracias a la cual, el impacto del gráfico se realza con la integración del audio y el texto, con lo cual sus posibilidades parecen ilimitadas (7). La principal ventaja del programa interactivo multimedia es que permite al usuario desplazarse, adelantarse, consultar y repetir los conceptos que le son presentados y que más le han interesado (2).

Por nuevas tecnologías se entiende el conjunto de herramientas, soportes y canales para el tratamiento y acceso a la información, según Ferran Ruiz Tarragó la Tecnología de la información (TI o TIC) son sistemas o productos capaces de tomar información, almacenarla, procesarla, transmitirla que facilitan la toma de decisiones y la hacen inteligible a los sentidos (8). La diferencia básica de la tecnología multimedia con otras tecnologías es que no existen limitaciones de tiempo ni de máquinas ni de imágenes (9).

La tecnología multimedia provee un acceso amplio a la información. La información puede presentarse de manera lineal o no lineal, con lo cual el usuario decide qué desea hacer en el momento particular. Además puede ofrecerse con diferentes perspectivas o incluso llegar a formar una biblioteca universal.

9.2 RECURSOS DE LOS SISTEMAS MULTIMEDIA

Los dos recursos sobre los que se basan los sistemas multimedia, son:

- el **AUDIO**, integrado por sonidos, músicas, palabras, ruidos u otro tipo de efectos sonoros. Se pueden definir 3 facetas del mensaje audio: la **palabra**: máximo de inteligibilidad: da fuerza, claridad conceptual, rigor formal, concreción; la **música**: da ritmo y movimiento; los **efectos sonoros y los silencios**: dan matices expresivos que refuerzan los mensajes.
- el **VÍDEO**, integrado a su vez por el grupo de **gráficos** (texto, ilustraciones, animaciones, diaramas o virtual 3D) o por el grupo de **películas**. La imagen provoca emoción, da ambientación y representación creativa.

Todo ello hace que cuando se comparaban las películas didácticas con las primeras aplicaciones EAO (Enseñanza Asistida por Ordenador), las cuales presentaban gráficos de pésima calidad, se ponía de manifiesto la gran diferencia entre el medio informático y el medio audiovisual. Con las aplicaciones didácticas multimedia más recientes se consigue unir ambos medios y mejorar el resultado final.

En el caso de los sistemas multimedia, el mensaje se hace más complejo en su diseño y realización, para que pueda ser mejor entendido, con la aportación sonora. Es el sonido, con frecuencia, el que da pautas de comprensión tanto de las imágenes individuales como de las secuencias.

Si bien es cierto que la mayoría de productos multimedia no son para aprendizaje, también es cierto que todos tienen en común que la transmisión de información se hace buscando la interfaz más adecuada entre el usuario y una máquina. Aunque estas concepciones se han designado como amigables para el usuario, refiriéndose a un conjunto de facilidades que intentan hacer la interacción lo más sencilla posible, no siempre es así, sin embargo es un tema básico en una aplicación para formación. Así, la mayoría de los productos multimedia comerciales suelen realizarse en una única pantalla, en la que se han mezclado la señal de vídeo proveniente del videodisco y la del ordenador; también la mayoría de formas de interactuar se basan en el ratón, el lápiz óptico y/o en la pantalla táctil (en la que usuario sólo señala con el dedo la opción que le interesa). Es obvio, que estas interfaces deben estar relacionadas con la psicología humana (10) y deben evolucionar y desarrollarse en este sentido.

9.3 COMPONENTES DE LOS SISTEMAS MULTIMEDIA

Los componentes del sistema multimedia pueden dividirse en: el **soft** (o programas) y el **hard** (o equipo). Entre los recursos necesarios para producir la aplicación:

a) **HARD** (estación multimedia y periféricos)

Como mínimo debería disponer de un PENTIUM III, con unas características: 300 MHz, 64 Mb RAM, 1Gb de capacidad de disco duro, Tarjeta Super VGA 1Mb, 24 bits, lector de CD-ROM, unidad magneto-óptica, tarjeta de sonido, tarjeta digitalizadora de vídeo, escáner color 600dpi e impresora color de inyección de tinta.

b) **SOFT**

Existen varios tipos de programas necesarios para el diseño y compilación de la información para dar lugar a una AIM:

Entorno de trabajo MAC-OS, WINDOWS, LINUX, etc.

Diseño gráfico: Programas vectoriales y/o bitmaps.

Bases de datos.

Programación: lenguajes de autor como TOOLBOOK, DIRECTOR, AUTHORWARE,...

Fotografía: PHOTOSHOP,...

Vídeo.

Sonido.

Hipertexto.

Se ha de tener en cuenta que todos estos requerimientos caducan en el mismo momento en que surgen los nuevos prototipos.

9.4 FUNCIONES DE LOS SISTEMAS MULTIMEDIA

Entre las funciones, ni que decir tiene que el principal destino de los sistemas multimedia no es, ni mucho menos, la *formación*, sino que cumplen también funciones de *comunicación* (presentaciones, etc.), de *entretenimiento* (aventuras gráficas, simulaciones, películas interactivas, juegos de estrategia, puzzles, etc.), de *información* (puntos de información comercial, turística, periódicos, vademécumes, etc.) o incluso *publicitarias* (catálogos, folletos, puntos de venta, etc.). De hecho, se ha de tener presente que el origen de todos los sistemas multimedia radica en los primeros simuladores de vuelo y que las mejoras que se van implementando en las aplicaciones son consecuencia del alto nivel de investigación y desarrollo que genera la industria productora de juegos. El objetivo de los sistemas multimedia es responder a las exigencias de los usuarios y preparar servicios especialmente pensados para cada categoría de usuario, garantizando el acceso más sencillo posible (11,12).

9.5 HISTORIA DE LOS SISTEMAS MULTIMEDIA PARA ENSEÑANZA

“Los primeros ordenadores eran poco útiles” (13): esta afirmación aparece continuamente en los trabajos retrospectivos sobre Internet o sobre los ordenadores. Entre otras, la razones esgrimidas son que eran caros, no muy fiables y pocos sabían utilizarlos. Las primeras aplicaciones de los ordenadores fue el trabajo con números. El uso para manipular información alfabética vino más tarde y la idea de la enseñanza asistida por ordenador más tarde aún. El progreso con los ordenadores ha ido destinado en obtener un trabajo más útil realizado por el ordenador y más económico. Esta evolución ha ido expandiendo hasta incluir entre sus usuarios a personas no necesariamente expertas (ver tabla 1).

PROGRAMADOR DE PROGRAMAS	PROFESIONAL	BASADOS EN:
Ingenieros		Lenguajes máquina (por ejemplo, sistema binario)
Ingenieros y no ingenieros		Lenguajes ensambladores (Easy coder, Autocoder, ...)
Ingenieros, no ingenieros y usuarios		Lenguajes de alto nivel (FORTRAN ¹ , COBOL ² ,...)
Usuarios		Lenguajes de autor (Director, Authorware,...)

Tabla 1: Evolución de los profesionales dedicados al desarrollo del software.

No obstante la historia de los sistemas multimedia se cuenta desde diferentes perspectivas, ya que si se considera un producto de información, los antecedentes de la tecnología de la información deben buscarse en el telégrafo (1837) que supuso la primera transmisión e información codificada en forma de señales eléctricas a lugares geográficamente distantes. El teléfono supuso el segundo hito (aproximadamente hacia 1870), más tarde la radio (1920) y finalmente la televisión (1950). ¿Dónde se encuadran los ordenadores?, sobre los años 40 se puso en marcha el ENIAC (Electrical Numerical Integrator and Computer) fue uno de los ordenadores rápidos y flexibles, desarrollado para el cálculo de tablas balísticas lo cual requería cálculos tediosos. Sus diseñadores lo hicieron programable, es decir lo prepararon para que fuera capaz de realizar otros cálculos. Sobre los años 60 aparece el ordenador personal (PC), en 1976 se comercializa el ordenador Apple I, pero no es hasta 1982 cuando aparece en oficinas, industrias y casas particulares, tras el lanzamiento del producto por IBM.

La revolución digital del ordenador ha hecho posible procesar la información de manera instantánea. Es a finales de los años 80 cuando gracias a la conjunción del ordenador y de las telecomunicaciones: los ordenadores se comunican entre ellos por medio de señales analógicas transmitidas por líneas telefónicas. El módem es el dispositivo decodificador de estas señales digitales. La década de los 90 cierra este primer ciclo con la conexión digital y de esta manera la red de comunicación de ordenadores se hace global con Internet.

9.6 TIPOS DE HERRAMIENTAS MULTIMEDIA

¹ FORTRAN, es el acrónimo de FORMula TRANslation, utilizado para desarrollar aplicaciones matemáticas y se asemeja a fórmulas algebraicas.

Ya han pasado varios años desde las primeras incursiones de los métodos EAO para la formación como herramienta pedagógica, precursores de las actuales AIM (Aplicaciones Interactivas Multimedia) y aún hoy día se siguen utilizando. Los avances en la potencia de los ordenadores, en el almacenamiento de datos y del software han contribuido a la explosión e interés por la tecnología multimedia, lo que ha dado lugar a un amplio abanico de productos.

Las herramientas multimedia (o nuevas tecnologías para el aprendizaje) pueden clasificarse en dos tipos (10), las locales o cerradas y las abiertas (Internet).

9.6.1 LOCALES O CERRADAS:

9.6.1.1 EJERCITACIÓN EN EL ORDENADOR

Es el nivel más sencillo de uso del ordenador para aprendizaje. El ordenador suministra al alumno ejercicios. Este los realiza y recibe una respuesta inmediata de autocorrección.

Ventaja: liberan al profesor de las tareas repetitivas. Son muy adecuados en el campo de la enseñanza de las operaciones aritméticas, ortografía o sintaxis.

Suelen ser programas muy sofisticados, se adecuan al nivel de los alumnos y los dejan progresar poco a poco de acuerdo con su propio ritmo y son capaces de alertar al profesor ante dificultades reiteradas de los alumnos. Proporcionan informes de los alumnos: progresos y dificultades.

9.6.1.2 ENSEÑANZA ASISTIDA POR ORDENADOR (EAO)

También se suelen conocer por sus siglas en inglés, CAI (computer assisted instruction) o CAL (computer assisted learning). En este caso además de proponer ejercicios al alumno el ordenador también proporciona información. A partir de esa información el alumno debe resolver un ejercicio, responder a una pregunta, realizar una elección, etc. El ordenador valorará la actuación del alumno y le proporcionará una respuesta inmediata sobre su acierto o error.

Las EAO pretenden que el alumno adquiera determinados conocimientos o destrezas, presentándole información y requiriendo de él diversos tipos de respuestas, que demuestran que ha aprendido.

² COBOL, Common Business Oriented Language, utilizado para el procesado de datos de gestión.

Han sido concebidas para el aprendizaje secuencial o simultáneo de diferentes canales de comunicación. El ordenador funciona como un elemento más de la interactividad y como sistema de control encargado de coordinar las interacciones a través de un interfaz.

A las EAO se les critica la incapacidad de mantener un diálogo abierto con el alumno. Siempre es el ordenador quien presenta la información y espera la respuesta del alumno, sin que éste pueda adquirir otras informaciones en cualquier momento de la interacción. Para la elaboración de este tipo de programas se utilizan los programas de autor. Un lenguaje de autor facilita la elaboración de un programa de aprendizaje, proporcionando al alumno diversas propuestas de trabajo:

- se presenta un texto, dibujo o animación para explicar el concepto o tema a los alumnos
- se plantea un ejercicio, de texto, examinar opciones, etc.
- se espera una respuesta, opción o acción determinada por parte del alumno y la respuesta es evaluada. Si son entradas alfanuméricas (se comparan con opciones prefijadas), en función de la entrada recibirá un mensaje, pasará a otro nivel o permanecerá en el mismo ya que no lo habrá superado.

9.6.1.3 ENSEÑANZA BASADA EN EL ORDENADOR (EBO)

Las EBO's o CBI's (computer based instruction) o CBL's (computer based learning) son paquetes de programas que recogen un diseño instructivo completo.

La diferencia principal con el grupo anterior es que estos programas proporcionan datos al profesor sobre el alumno, porque los ejercicios se archivan para consulta del profesor. Aunque también hay muchas limitaciones como la interactividad mínima,... En estas aplicaciones prima el concepto del autoaprendizaje sobre cualquier otro.

9.6.1.4 VÍDEOS Y COMPACT-DISC INTERACTIVOS

Sistema basado en la interactividad (como elemento de control del sistema), aunque no existe el concepto de tutoría (no se recibe más información). Las situaciones han sido grabadas por actores sin que puedan modificarse las situaciones, salvo si se hace sustitución por otras nuevas. Permite no solamente el aprendizaje en aspectos procedimentales, sino también en aspectos conceptuales.

Algunas siglas de esta tecnología multimedia (14), muy utilizadas hoy en día, suelen resultar de dificultosa relación; se muestran aquí algunos ejemplos:

CD-DA: Disco compacto audio-digital.

CD+G: Disco compacto más gráficos.

CD-ROM: Disco compacto con memoria sólo de lectura.

CD-V: Disco láser vídeo.

IV: Vídeo interactivo.

CD-I: Disco compacto interactivo.

9.6.1.5 PROGRAMAS DE SIMULACIÓN

Estos programas plantean situaciones (previamente modelizadas a partir de una realidad) en las que el alumno deba tomar decisiones y a continuación, puedan verse las consecuencias de las decisiones tomadas.

Una simulación es la producción de un programa de apariencia real y de sus efectos, cuando este producto pueda ser manipulado y se asemeje a la situación real que representa (9). El avance tecnológico del ordenador ha permitido que este hecho pueda generalizarse a múltiples situaciones y que muchas de ellas puedan llevarse al aula debido a algunas de sus características (interactividad, versatilidad y dinamismo). La simulación permite:

1. Aproximar la realidad al alumno con la posibilidad de intervenir y probar con ella para aprender.
2. La investigación de la realidad en condiciones que no podrían asumirse de modo real (por el coste, peligro, masificación, ...)
3. Operar con las variables que componen la realidad simulada, de tal modo que se creen otras realidades virtuales.

Los programas anteriores (ejercitación, EAO, EBO,...) suponen programas muy rígidos, mientras que las simulaciones son más flexibles. Los programas de simulación se enriquecen en la medida en que se acercan más a la realidad y ofrecen más posibilidades de elección. Estos programas se relacionan con la inteligencia artificial, en la medida que se consiga que el usuario pueda expresarse en sus propios términos y no optar por un número limitado de opciones previstas.

En la simulación se marca especialmente el carácter mediador del ordenador. Es obvio que un ordenador no puede sustituir la experiencia directa, pero ante las limitaciones o ante la imposibilidad de acceder a determinados casos (por ejemplo experimentar la fabricación de parenterales o productos tóxicos, etc.), la simulación resulta un auxiliar valioso. En otras ocasiones la simulación también facilita la comprensión de los procesos o de un fenómeno.

9.6.1.6 SISTEMAS DE TUTORES INTELIGENTES (TI)

Los tutores inteligentes (TI) son programas de ordenador que utilizan técnicas procedentes del campo de la inteligencia artificial para presentar el conocimiento y llevar a cabo una interacción con el alumno (15). El objetivo fundamental de los tutores inteligentes es proporcionar una instrucción más adaptada, tanto en el contenido como en la forma. Todo TI debe poseer una base de conocimientos que contenga el conjunto de informaciones que el sistema ha de proporcionar y un intérprete que decida cómo y cuando aplicar el conocimiento empleado por el sistema.

Son programas que no se centran únicamente en realizar tareas de tipo repetitivo, sino que el ordenador es una ayuda para realizar tareas complejas, tales como el diagnóstico o la toma de decisiones.

Han sido concebidos para simular decisiones en procesos multivariantes. Los hay de dos tipos: los no aprendientes y los aprendientes, caracterizados por retroalimentarse en función de las decisiones anteriores que ha dado el alumno.

Su acción se basa en el diseño de lo que se denominan “entornos reactivos” (9) y que actúan en base a los siguientes componentes:

- ✦ modelo bibliográfico (temas y contenidos),
- ✦ modelo de alumno (saber qué errores se cometen y por qué, para promover estrategias de aprendizaje que se anticipen a ellos),
- ✦ modelo de profesor; simula la conducta del profesor:
 1. orientando al alumno sobre la forma de resolver el problema, para que pueda ensayar alternativas de solución,
 2. formulando preguntas al alumno que le ayudan a razonar y a formular o modificar sus propios conceptos. A través de los ejercicios o juegos, el alumno descubre leyes o hechos,
 3. proporcionando tareas para evaluar respuestas y detectar concepciones erróneas.

9.6.1.7 SISTEMAS EXPERTOS

Los sistemas expertos son una aplicación de la inteligencia artificial que se beneficia fundamentalmente de las técnicas que permiten el diseño y el desarrollo de programas capaces de utilizar el conocimiento (motores) y las técnicas de inferencia para el análisis y la resolución de problemas de forma similar a cómo lo haría un experto humano en un dominio particular de conocimiento. Las fases que siguen son:

interpretación de datos, diagnóstico y monitorización de tareas y a continuación una autoalimentación del programa. El programa proporciona respuestas sobre los temas y es capaz de explicar las respuestas. Permiten asistir en el análisis y resolución de problemas complejos.

El ejemplo típico es un buscador de Internet (aprende de las direcciones que se visitan y busca temas y direcciones relacionadas). En resumen son capaces de recoger la información y guardarla en memoria, para próximas consultas o usuarios.

9.6.2 ABIERTAS: INTERNET (9, 16)

Entre las más conocidas se pueden destacar:

vídeo conferencia

correo electrónico

conferencia electrónica

mensajería electrónica

congresos virtuales (17-21)

hipertexto en red

trabajo cooperativo

videotexto o videoconferencia

revistas electrónicas

Estas tecnologías escapan del objeto del trabajo, pero sus características y capacidades coinciden mayoritariamente con las de las herramientas cerradas, las cuales se enumeran a continuación por sus posibilidades:

autoformación

formación en el puesto de trabajo

disponibilidad de informaciones de diferente tipología en todo tiempo y lugar

interacción con grandes audiencias

interactividad bajo control del usuario

apertura: redes de información

flexibilidad y adaptación a las necesidades del alumno

facilidad de acceso

sistemas de apoyo para los usuarios

rentabilidad en tiempo, costes y esfuerzos

incorporación de tecnologías multimedia

Entre los servicios disponibles en Internet, la www ha demostrado ser la herramienta más útil por su sencillez de uso e interfaz manejable, sin requerir conocimientos previos de informática (22). Entre las ventajas del uso de Internet suelen destacarse desde el punto de vista técnico: la compatibilidad entre instituciones, la fácil actualización gracias al servidor central, la distribución inmediata de la información, la independencia de la tecnología y el formato uniforme para todos los ordenadores. Desde el punto de vista pedagógico: enseñanza a distancia, facilita la colaboración, aumenta la disponibilidad de recursos de entrenamiento, permite una enseñanza interactiva. Sin embargo se han detectado ciertos obstáculos para la enseñanza por ordenador como es el que los programas EAO no están integrados en currículums universitarios oficiales, los alumnos no son evaluados del material enseñado mediante las EAO sino con el material presencial previo y suelen tener un diseño pobre (23).

Cada destacar el Sistema METODE (24), que lleva a cabo la Universitat de Barcelona, el cual está basado en este tipo de herramientas multimedia (tanto abiertas como cerradas) y está integrado por:

- sesiones presenciales de clase con el profesor
- trabajo en el aula hipermedia por parte de los alumnos
- el profesor sirve material docente al servidor y corrige resultados
- el material y las resoluciones son objeto de un Cd-rom al final del curso (tutorial).

Aunque la aplicación más eficiente de Internet en formación es en el campo de la formación continuada, así, en el caso de Anatomía Patológica (25), los casos presentados incluyen imágenes, texto y preguntas (comentando las respuestas correctas e incorrectas). Lo que permite participar a un mayor número de médicos, con un régimen más flexible. El formato interactivo permite el envío de comentarios o críticas a los autores y recibir la contestación rápidamente lo cual no es posible con soluciones educativas basadas en programas informáticos cerrados como son algunos programas que son meras colecciones de fotografías comentadas y bien presentadas (26, 27).

9. 7 CARACTERÍSTICAS DE LOS SISTEMAS MULTIMEDIA

Cuatro características fundamentales (14) son resaltables de los programas multimedia: interactividad, ramificación, transparencias y navegación.

9.7.1 INTERACTIVIDAD

Se denomina interactividad a la **reciprocidad entre una acción y una reacción**. Una máquina que permite al usuario hacerle una pregunta o pedir un servicio y que conteste es una “máquina interactiva”. La interacción es una de las características educativas básicas más potenciada con los sistemas multimedia y permite al usuario buscar información, tomar decisiones y responder a las distintas propuestas que ofrece el sistema. Aunque la interactividad no debe asumirse como mejor aprendizaje.

Con los programas interactivos el alumno mira lo que le interesa, profundizando en los detalles, según sus intereses personales. La interacción que consigue la multimedia, es básicamente la misma que la que permite un ordenador, si bien apoyada con recursos de vídeo. Existe una diferencia clara frente al vídeo, del que no se discute su gran valor para mostrar ordenadamente aspectos, relaciones, contenidos de un tema que no puede ser vivido directamente por los alumnos, ya que la tecnología multimedia ofrece la posibilidad además de ver únicamente determinadas partes de un equipo en función de los intereses de los alumnos (10).

Respecto a la **acción**, se trata de la posición y/o actitud del alumno. El alumno toma las decisiones principales, decide cómo y por donde desea moverse a través de la información almacenada. De hecho el usuario navega por la información, hojea el volumen, deteniéndose donde más le interese, yendo después a cualquier otro punto. Aunque normalmente los programas para la formación ocupacional suelen adoptar modelos más clásicos o programados.

La **reacción o retroacción o feed-back** es el resultado de incorporar el control informático al vídeo. Los méritos de la enseñanza programada son de sobra conocidos en la transmisión de conocimientos claramente cerrados y delimitados, por lo que el nivel de interacción que permite la unión de las tecnologías está asegurado. Si bien el nivel de retroacción en multimedia está bastante limitado, en cuanto al control de interacción máquina - persona, lo importante es que tal retroacción conduzca o pueda conducir a partes nuevas, alejadas y complejas del sistema total de comunicación. Es decir, cuando se produce un error, el programa conduzca su interacción hacia el repaso una parte del temario anterior o bien a explicar en qué ha consistido el error y dar explicaciones adicionales. Otros autores (28) reiteran que el feed-back para ser efectivo ha de ser inmediato y además contener información sobre la respuesta del usuario.

Aunque la retroacción multimedia puede ser igual de detallada que la exclusivamente informática, lo habitual es que sea más sencilla (básicamente, elección del menú, acompañada de estrategias simples de ramificación, presentación de ítems al azar, escaso o nulo índice de análisis de la respuesta del usuario, etc.). A pesar de ser una retroalimentación elemental, la sensación de interacción que se produce en el usuario es muy alta debido, por un lado, a la combinación con imágenes y a su variedad que han sido

almacenadas masivamente y, por otro lado, el hecho que se permite al usuario que se coloque en una posición activa, decidiendo en que momentos qué información desea recuperar.

En resumen, la diferencias de los productos multimedia es que ofrecen la integración de grandes cantidades de información en formato de alta calidad con programas de ordenador que permiten al usuario una búsqueda y recuperación fácil, que proporcionan un tipo de retroacción muy rápida, por lo general simple, pero muy eficaz, y que en conjunto todo ello proporciona un producto altamente interactivo.

9.7.2 RAMIFICACIÓN

Es la capacidad del sistema para responder a las preguntas del usuario encontrando datos precisos entre la multiplicidad de datos disponibles. Gracias a la ramificación de la información, cada alumno puede acceder a lo que le interesa y necesita, prescindiendo del resto de datos.

9.7.3 TRANSPARENCIA

La audiencia debe fijarse en el mensaje más que en el medio empleado. Además la máquina no debe obstaculizar los movimientos del usuario, por lo cual la tecnología de interacción persona - máquina (como el ratón, pantalla de tacto sensible, teclados, lápiz óptico,..) debe ser tan transparente como sea posible; tiene que permitir la utilización de los sistemas de manera sencilla y rápida, sin que haga falta conocer cómo funciona el sistema.

9.7.4 NAVEGACIÓN

Se entiende como la posibilidad de moverse por la información (ramificada, etc..) de forma adecuada u eficaz, sin perderse por la aplicación multimedia, además de proporcionar opciones (como salir en cualquier momento, seleccionar o volver a cualquier segmento de ayuda, cambiar parámetros de nivel, consultas, ayudas a demanda).

9.8 EL APRENDIZAJE Y LAS TECNOLOGÍAS MULTIMEDIA

En este apartado se revisan los aspectos teóricos del diseño instructivo. El aprendizaje mediante herramientas multimedia desarrollado a partir de la Enseñanza Asistida por Ordenador está

fuertemente influenciada por la psicología del comportamiento. Por aprendizaje se suele denominar la adquisición de habilidades, actitudes y conocimientos. Los tres puntos son críticos y sobre todo el tercero en el aprendizaje multimedia (29). El modelo que predomina hoy está basado en la ley del efecto que es a su vez la base de la psicología de la conducta, desarrollada posteriormente en la ley promulgada por Thorndike. La ley del efecto asume que el comportamiento que es seguido por placer tiene más posibilidades de que se repita que un comportamiento que no ha sido seguido por el placer. Ya en 1970 se realizó un resumen gráfico (ver tabla 2) que recogía o mejor dicho preveía las características principales y diferenciadoras de los 4 tipos de enseñanza del momento (30) y destacaba que en la enseñanza magistral también puede haber interactividad si el profesor lo fomenta, ya que algunos autores consideran exclusiva la interactividad a los multimedia.

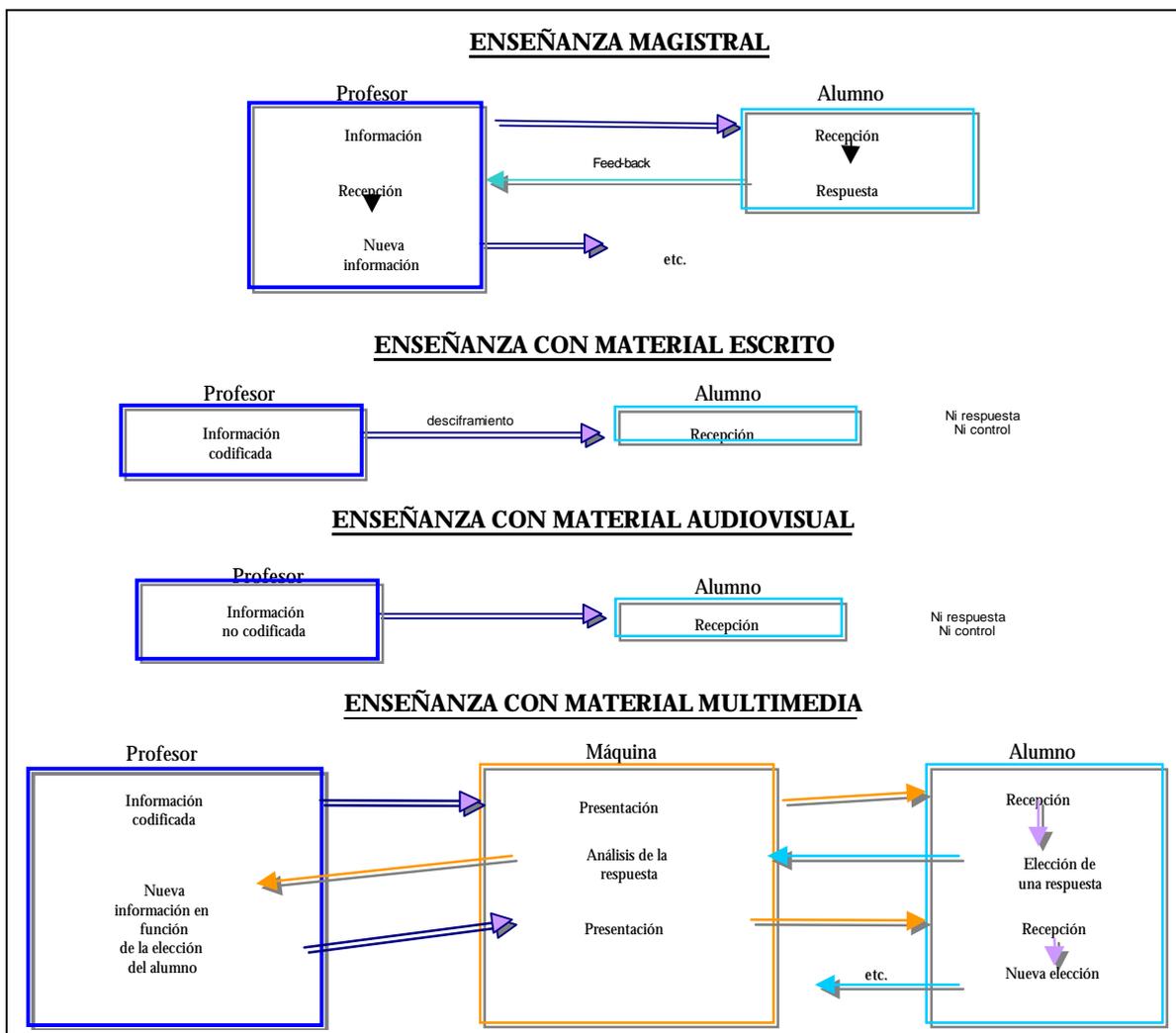


Tabla 2: Comparación entre las diferentes metodologías y sus relaciones.

El estilo de aprendizaje del alumno condiciona el estilo de enseñanza del profesor (31). Al mismo tiempo existe el proceso inverso, es decir, el estilo de enseñanza del profesor también influye en el

estilo de aprendizaje del alumno. Este es uno de los factores más importantes a considerar cuando se está diseñando un programa de formación, ya sea presencial o en soporte informático.

Entre las teorías del aprendizaje tradicionales podrían resumirse los siguientes modelos (tabla 3), los cuales son aplicados parcialmente en algunos de las aplicaciones multimedia comercializadas:

TIPO APRENDIZAJE	BASADO EN	EJEMPLOS	INCONVENIENTES
PAVLOV	Condicionamiento del alumno por causa - efecto	ejercicios con premios y castigos	no entiende la relación
THORNDIKE ³	Conductivismo	Ejercicios de repetición pero existe motivación por aprender de los alumnos	no se sabe aplicar a situaciones muy diferentes
SKINNER	Aprendizaje programado	Ejercicios basados en preguntas, respuestas y reacciones inmediatas.	se favorece recordar los fallos pero no los aciertos a la primera
FREUD	Grupos de trabajo relacionados y motivados	Ejercicios repetitivos con diferentes situaciones	no siempre funciona el trabajo en grupo
DEWEY	Descubrimiento	se propone un problema, se analizan las posibles soluciones y sus consecuencias	Dificultades ante problemas diferentes
PIAGET	Reflexión	se suministra información, el individuo reconstruye una solución	Necesidad de apoyos: medios y pedagógicos.
MEDIACIÓN EDUCATIVA	Experiencias conducidas y mediadas	Simuladores	Dificultad de modelización de la realidad

Tabla 3: Teorías del aprendizaje.

Harasim (33) ya en 1990 señaló tres procesos educacionales que se necesitan para la conducción del conocimiento: la generación de ideas, la relación de las ideas y la estructuración de las ideas. Todo ello aparece en un aprendizaje multimedia.

1. El estudiante articula pensamientos sobre una cuestión particular que se la presenta. Las ideas son la respuesta a la lectura o a los comentarios. Cuando la información ha sido asimilada se empieza la comprensión de los conceptos relevantes u otras perspectivas,... Las ideas exploran diferentes aspectos del tema.

³ Esta ley está demostrada para tipos de comportamientos animal de orden inferior. Pero existen serias dudas sobre la validez para el aprendizaje humano.

2. El estudiante asocia y relaciona las ideas al conectar la información: comprende y recuerda: se asimila el tema y aumenta el aprendizaje. Este paso está más favorecido en la metodología multimedia: al existir gráficos y medios se elevan las posibilidades de exploración, enlace y organización de información. Así como de transmisión de datos, gracias a los gráficos, vídeos y audio (naturalmente sólo se alcanzará si ha sido diseñado previamente, de lo contrario es muy difícil o imposible de conseguir).
3. La estructuración de la ideas supone que éstas sean relacionadas y enlazadas entre sí: organizándolas en estructuras concretas. El tener estructuradas las ideas facilita su aplicación posterior. Estructurar es ordenar conceptos, haciendo converger los objetivos y jerarquizar, es decir poner orden o secuenciar; a continuación se debe hacer balance y completar la integración final, con lo cual el camino quedará abierto para formular nuevas ideas sobre el tema, en caso de que exista interés suficiente.

El proceso de enseñanza - aprendizaje (14) constituye por naturaleza un acúmulo de experiencias conducidas y mediadas, que reproduce de determinada manera la capacidad de enseñar y aprender. La relación entre el alumno y esa realidad de aprender se realiza a través de algún tipo de medio o enseñanza, que es el instrumento de representación, facilitación o aproximación a la realidad. Su importancia hay que centrarla en la **teoría constructiva del aprendizaje: propone aprendizaje por descubrimiento**, pero para ello han de existir materiales adecuados. Mediante este aprendizaje el individuo logra construir de forma activa y progresiva sus propias estructuras de adaptación e interpretación a través de experiencias ya sean directas o mediadas (icónicas o simbólicas). Aprender por una experiencia personal es distinto a ser un “recipiente” para el conocimiento transmitido por el profesor, ojear e intuir es muy distinto a estar limitado por una tarea dirigida (28). He aquí dos puntos a tener en cuenta ante el diseño instructivo de una AIM que nos ayude a desarrollar algo nuevo y no a presentar de diferente forma los contenidos y métodos tradicionales.

Cada vez son más las novedades tecnológicas y las facilidades para realizar productos informáticos y /o multimedia (10). Sin embargo, esto no implica que los productos sean buenos productos educativos (o formativos). Los nuevos lenguajes de autor facilitan el desarrollo de programas, pero realmente el combinar el control informático y el vídeo es una tarea compleja, que debe ser diseñada. Los medios (audio, vídeo) serán los elementos necesarios que nos ayudarán a plantear experiencias mediadas. Deben especificarse los ejercicios y presentaciones a realizar (orden, tipo de aprendizajes, teoría instructiva, etc.) y sólo todas esas decisiones bien complementadas dan lugar a un entorno correcto de enseñanza - aprendizaje. El diseño instructivo va convirtiéndose cada vez más en el aspecto central de

la problemática de los multimedia en educación ya que si no están bien diseñados, no pasarán de ser simples amalgama de media (10).

Lógicamente la importancia de los medios en una aplicación dependerá del alumno, como del tipo de actividad, contenido u objetivo pretendido. La cuestión no está en debatir la inclusión o exclusión de un determinado medio o recurso sino en establecer el contexto formativo en relación con las necesidades, objetivos, contenidos, actividades, tipo de alumnos, estructura de las relaciones profesor - alumno, etc. Y es que los medios por si solos no mejoran la enseñanza o aprendizaje. Lo harán en la medida en que se hayan seleccionado adecuadamente y con funcionalidad respecto a las necesidades del proceso de enseñanza - aprendizaje en el que se hayan de instalar y al que han de servir.

En general deberá exigirse que los medios cumplan unas funciones mínimos: **innovadora** (forma nueva de aprender o reforzar la tradicional), **motivadora** (diversificar visiones, reforzar la situación educativa con la presentación de nuevos mensajes que favorezcan los aprendizajes), **estructuradora** de la realidad (aproximación a la realidad: la organiza y presenta de manera facilitadora su conocimiento), **formativa** (facilitan una determinada actividad mental relacionada con la presentación) y **solicitadora** (facilitan obtener la información de soporte al momento) u **operativa** (facilitar experimentación).

En la tabla 4 se incluyen conclusiones sobre los aspectos didácticos más favorecedores del aprendizaje con productos multimedia.

1.- APRENDIZAJE POR DESCUBRIMIENTO O EXPERIENCIA PERSONAL:

A partir de experiencias directas o mediadas (ej. Experiencias químicas de laboratorio, donde se pueden mezclar productos indiscriminadamente y tener accidentes o malograr un proceso sin coste económico ni de seguridad personal, etc.).

2.- APRENDIZAJE POR DISCERNIMIENTO:

Implica aprendizaje basado en establecer diferencias entre las cosas (ej. vías de fabricación de comprimidos adecuadas según las características físico-químicas del principio activo).

3.- APRENDIZAJE POR GENERALIZACIÓN:

Implica aprendizaje basado en la identificación de las semejanzas entre las cosas (principios activos con características similares, misma vía de fabricación).

4.- CONSISTENCIA PEDAGÓGICA:

Uniformidad de temas que se desarrollan progresivamente. Los medios facilitan pormenorizar en detalles de funcionamiento o comportamiento o de proceso o de asociación. Existe un alto nivel de control por el usuario. Se hace una lógica instructiva que va del ejemplo a la regla. (Ej. primero se comprueba que un sólido menos denso que el agua flota, se verifica su peso en agua y después se enuncia el principio de Arquímedes).

5.- AUMENTO DEL RENDIMIENTO DE FORMACIÓN:

En cuanto a tiempo de dedicación para aprender temas y en cuanto al tiempo de retención de los temas.

6.- EVALUACIÓN OBJETIVA:

Los objetivos a cubrir son unos determinados, que son los que se preguntan.

7.- ENSEÑA A "AUTOAPRENDER":

Desarrolla la capacidad del usuario de seguir aprendiendo, ya que se le han abierto fuentes o métodos diferentes a los que estaba acostumbrado.

Tabla 4: Aspectos didácticos de las aplicaciones multimedia.

9.9 POTENCIALIDAD DE LOS RECURSOS MULTIMEDIA PARA LA ENSEÑANZA

Para algunos puristas la enseñanza programada no puede considerarse como tal hasta que se haya validado. Validar significa hacer pruebas reales con estudiantes y que se cumpla el criterio de que el 90% estudiantes adquiera el 90% de los objetivos. Los paquetes instructivos bien diseñados hacen que el estudio personal se haga más variado y que se multiplique su eficacia (tabla 2), aquí los mensajes se transmiten utilizando varios canales y con distintos niveles de redundancia verboicónica. El alumno recibe estos paquetes de aprendizaje comprensivo con recursos plurales a los que se puede acceder desde distintos equipos técnicos y en diferentes condiciones ambientales (14).

Normalmente la calidad del aprendizaje va relacionada con la calidad de la interacción entre el alumno y el profesor, ya sea éste mecánico (pantalla del ordenador) o personal (clase tradicional: habla y escucha, escribe y lee) (9). Lamentablemente, hoy se sigue trabajando mayoritariamente con una concepción unidireccional de la enseñanza donde el conocimiento se encuentra depositado en el profesor, que es quien lo administra y transfiere a los estudiantes en función del programa curricular. Pero se ha de llegar a otro tipo de aprendizaje más facilitador y diseñador de situaciones mediadas para que el aprendizaje llegue a producirse. Estas situaciones las pueden proporcionar las aplicaciones multimedia y es aquí donde radica su enorme potencial.

Aún es pronto para establecer conclusiones fidedignas acerca de la utilización de las herramientas multimedia en los procesos de aprendizaje. No obstante está comprobado que **el proceso interactivo produce un refuerzo, una mayor y mejor asimilación del aprendizaje**. Al trabajar con sistemas multimedia **se incrementa la retención** de lo aprendido durante más tiempo. Además del aprendizaje personalizado, el alumno puede preguntar y explotar sin inhibición alguna, con rapidez y sencillez, y con la ventaja de poder seguir su **ritmo personal de aprendizaje** con pocas distracciones. Al utilizar sistemas multimedia en su aprendizaje, los alumnos se sienten motivados, satisfechos y también responsables de este proceso. El aprendizaje por descubrimiento les conduce de ser meros receptores de información a ser buscadores de conocimiento. Además con la simulación ofrecida por los programas multimedia, los alumnos pueden trabajar y experimentar situaciones difíciles, sin correr riesgos (por ejemplo reacciones químicas, intervenciones quirúrgicas, simulaciones de vuelo, etc.) y ahorrando costes (gastos de materiales, accidentes, etc.) (14). Los programas de simulación que recrean

los llamados laboratorios virtuales instruyen al alumno para un mejor uso de los laboratorios reales y algunas experiencias parecen confirmar que los alumnos adiestrados con ellos son capaces de completar los cursos de laboratorio en menos tiempo y necesitando menos asistencia técnica. Esta circunstancia es de enorme importancia en los cursos no presenciales donde la necesidad de prácticas es una dificultad bien conocida (9). Una razón para mejorar la eficiencia y efectividad del aprendizaje es que la multimedia puede proveer experiencias de aprendizaje al usuario (32). Programas bien diseñados y ejecutados proveen oportunidad a los usuarios para poner las piezas juntas y demostrar que puede ir bien o de equivocarse y aprender.

La interactividad (o control del usuario) será una ventaja o no en los programas instruccionales. En algunas situaciones, debería establecerse una secuencia estricta para completar un tema, pero en otras, no importará como se complete el recorrido por la información (pero esto ha de ser determinado en la fase del diseño). No obstante (33), el ordenador no sólo se usa para permitir el acceso a grandes cantidades de información: los programas son diseñados para ayudar al alumno en la estructuración, interconexión e integración de las nuevas ideas con las previas, así como para la reestructuración de cada base de conocimiento del alumno en el desarrollo de su proceso formativo.

Cuando se decida utilizar este material de formación frente a otros debe pensarse en qué beneficios proveerá al usuario y entre ellos debería estar la oportunidad de:

1. simular y practicar situaciones difíciles de llevar a cabo en condiciones normales,
2. entrenar (ejercitando los conocimientos y destrezas adquiridos),
3. explorar relaciones desconocidas entre conceptos,
4. adecuar el proceso informativo y de ejercitación al ritmo del usuario,
5. evaluar de forma continuada la consecución de los objetivos por parte de los participantes,
6. demostrar y documentar que el alumno realiza una correcta ejecución (7, 34).

7. Demostrar que se ha adquirido competencias derivadas del aprendizaje: habilidades, actitudes y conocimientos.

Son de destacar los recursos didácticos que proporcionan las aplicaciones interactivas multimedia, que están muy por encima del resto de materiales de formación, ya que la posibilidad de aprender las partes de un equipo visualizándolas por separado, montándolo, desmontándolo o haciéndolo funcionar, hasta ahora sólo lo permiten los sistemas multimedia o la práctica real, con la salvedad de que en la vida real una equivocación es cuantificable en dinero y siempre es una pérdida, mientras que con un programa multimedia, se puede aprender de los errores sin que pase nada y si está bien diseñado pedagógicamente, el error puede ser motivo de ejercicios de refuerzo.

Por supuesto la vertiente “juego” es otro de los grandes hitos de los sistemas multimedia, ya que a la mayoría de la gente le motiva el hecho de "ganar". Si el alumno está motivado por el medio y el aprendizaje, la aplicación resulta estimulante, ya que la sesión se convierte en un período lúdico. El medio interactivo suele disponer de una gama de elementos motivadores que consiguen llamar la atención y despertar la participación activa de los alumnos. Pero los elementos no deben despistar al usuario, los objetivos deben ser remarcados y constatados en cada unidad didáctica.

No obstante, el resultado siempre dependerá de la actitud del alumno. La tecnología multimedia permite a la persona practicar por sí mismo, repetir y conseguir el mismo resultado que otro en el mismo, menor o mayor tiempo, pero siempre dependiendo del propio interés de la persona.

La potencia (9) de las Tecnologías Multimedia para la enseñanza radica fundamentalmente:

Secuenciar las tareas de aprendizaje, según JG Merriener se deben presentar casos tipos que incrementen su complejidad poco a poco. Al principio se le dará mucho apoyo al alumno y después se reducirá progresivamente. Pero es especialmente importante que estos caso tipo sean representativos, del mundo real y completos. Con una alta variabilidad de enfoque. Si las tareas son muy complejas deberán dividirse en subtareas (que hagan trabajos recurrentes del aprendizaje, con repeticiones pautadas siempre en el mismo contexto cognitivo (29).

Facilitar la información de soporte necesaria sistematizada que permita trabajar y obtener resultados justo en el momento que se necesitan.

Respetar el ritmo individual de cada alumno para un mismo programa.

Favorecer la participación y actividad del alumno en su propio aprendizaje.

Favorecer las respuestas o el feed-back,...

Hasta ahora se ha explotado esta potencialidad y en la medida de lo posible se han diseñado diferentes materiales: ejercicios y práctica (basados en repetir acciones sencillas pero precisas, semejantes a las fichas tradicionales con dificultad progresiva), tutoriales, juegos, resolución de problemas, diseño combinado, con un núcleo tutorial reforzado con ejercicios prácticas, juegos y problemas a resolver. Las recomendaciones pertinentes para su aplicación respecto a su función si se pretende reforzar el aprendizaje, será mejor utilizar el método de ejercicio - práctica (formato habitual de los cursos de formación continuada); si lo que se pretende es transmitir un conocimiento nuevo, se recomienda utilizar el formato de tutorial (formato habitual de los materiales para la enseñanza universitaria).

9.10 APRENDIZAJE Y ENSEÑANZA SUPERIOR

En el caso de enseñanza superior (o planes formativos directivos) a los alumnos les interesa otras características adicionales: quieren aprender el tema en función a su proyecto e interés personal, por lo que ha de ser práctico, real, necesitan participar activamente. Además la principal atracción es que se presta a enfoques no secuenciales, en base a la explotación de la libre asociación de ideas característica del pensamiento humano (28), en una palabra fomentan un aprendizaje abierto. Las personas adultas buscan utilidad de lo aprendido (33) y su aplicabilidad (si es posible instantánea) en el mundo laboral. Entonces, la tecnología debe dar modelos muy semejantes a los reales para facilitar la aplicabilidad de los contenidos. Muchos autores (28) ya han reseñado en sus investigaciones e incursiones en el mundo de los multimedia didácticos que este tipo de materiales presentan una serie de cualidades (algunas en la tabla 4) que los hacen muy adecuados para la enseñanza universitaria. En el aprendizaje superior es especialmente adecuada a la presencia de interconexiones múltiples y variadas, ya que con frecuencia se compara una idea con otra próxima, se construyen analogías y se establecen conexiones (28).

Hay autores que han llegado a clasificar el estilo de aprendizaje de los estudiantes de farmacia (al menos en USA) y los han clasificado como de tipo convergente. Entendiéndose que un estilo de aprendizaje convergente describe un estudiante bueno resolviendo problemas, tomando decisiones y aplicando sus conocimientos de forma práctica, obteniendo mejores resultados ante situaciones en que solo hay una respuesta correcta. Los autores recomiendan que se tengan en cuenta estas recomendaciones en las aplicaciones que se desarrollen para los alumnos de farmacia (35).

La cuestión, más inconcreta, de los efectos cognitivos de los multimedia, así como del posible modelo educativo subyacente a esta nueva integración tecnológica, se ha de plantear con toda urgencia en el marco de la investigación educativa. Es la única manera de replantear el tema de la eficacia del software y /o de los multimedia (10). Mientras tanto, la unión del mundo del conocimiento o aprendizaje con el nudo real o del trabajo, la construcción de un apoyo al estudiante y el fomento del desarrollo de habilidades de tipo superior con aprender a aprender o a buscar información.

Entre los recursos didácticos que más se utilizan en los sistemas multimedia cabe destacar los siguientes (36):

Propuesta de actividades e itinerarios que permiten diferentes formas de utilización y acercamiento al conocimiento.

Utilización de organizadores previos: síntesis, resúmenes y esquemas.

Empleo de códigos comunicativos verbales e icónicos (que muestran representaciones intuitivas y cercanas a la realidad).

Inclusión de preguntas que reorientan la relación de nuevos conocimientos con los conocimientos anteriores de temas tutoría de las acciones de los estudiantes, orientando su actividad, prestando ayuda cuando la necesitan y suministrando refuerzos.

El fomento de la iniciativa y el autoaprendizaje se facilita a partir de los errores (empleo de estrategias de ensayo - error) tutorizando las acciones de los estudiantes, explicando (y no sólo mostrando) los errores que van cometiendo (o los resultados de sus acciones) y proporcionando las oportunas ayudas y refuerzos justo en el momento en que son necesarios.

9.11 PAPEL DEL FORMADOR EN LA ENSEÑANZA MULTIMEDIA

Desde un punto de vista de enseñanza con herramientas multimedia, un formador tiene 4 funciones (34):

Programar proceso de aprendizaje.

Dirección y coordinador del proceso de aprendizaje.

Transmitir y ejercitar conocimientos, destrezas y actitudes (esto es lo que se ha esperado del profesor tradicional).

Adecuar el proceso de aprendizaje a las características individuales, grupales y a los objetivos de trabajo.

Si la tecnología multimedia es capaz de asumir buena parte de la tarea repetitiva (por ejemplo explicar la mecánica de un problema, paso a paso), el profesor podría dedicarse más y mejor a programar nuevas unidades didácticas y al seguimiento individualizado de los alumnos (37).

Otro aspecto del aprendizaje multimedia es que los procesos de aprendizaje de una persona medianamente adiestrada, se pueden realizar con la simple ayuda de medios interactivos y sin necesidad de la presencia temporal del profesor. De hecho, un objeto básico de la enseñanza (de cara al futuro) es enseñar a continuar autoaprendiendo, mediante el uso individual de medios interactivos. Pero para esto es necesario que el profesor dirija y coordine el proceso de aprendizaje. Para ello previamente debe haber:

- enseñado a organizarse al alumno,
- transmitido los objetivos a alcanzar y como explotar al máximo las posibilidades del medio (es decir a manejar el programa sin perderse).

Otras tareas imprescindibles del profesor serían: contrastar las metas con otros participantes, enseñar a corregir desviaciones, llenar espacios vacíos del programa informático, fomentar aspectos comunicativos e interactivos de tipo social y la consecución de objetivos actitudinales. Pero sobre todo es imprescindible la función del **profesor capaz de contextualizar**, es decir la capacidad de presentar situaciones comunicativas, con ejemplos reales (son difíciles de incluir en las AIM) y de ejercitar y aplicar lo aprendido en lo referente al entorno social, variándolo hacia situaciones cercanas, vividas previamente o reales, con ejercicios de transferencia y de incidencia en la realidad.

Además las AIM permiten una mayor calidad del aprendizaje cuando se utilizan como complemento de la enseñanza tradicional, como complemento de situaciones específicas por la complejidad de la materia, demostraciones de laboratorio que no están al alcance del centro; produciendo una constancia y permanencia de los conocimientos en el tiempo, siempre, sea cual sea el contexto donde se ha aplicado (14).

9.12 VENTAJAS DE LAS APLICACIONES INTERACTIVAS MULTIMEDIA

Al igual que cualquier otra tecnología, la tecnología multimedia puede ser usada y abusada, aunque cuando se utiliza adecuadamente, los programas multimedia han dado muchos beneficios (Adams

1992). Muchos han sido los autores que han enumerado y demostrado cuantitativamente las ventajas de la enseñanza mediante aplicaciones interactivas multimedia (Ver tabla 5: Decálogo de Miller). Destacan las siguientes (7, 9, 38):

Formación estándar y homogénea

Disminución de costes

Formación just in time (flexibilidad local y temporal)

Efectividad y mejoras en el rendimiento del aprendizaje

Registro de datos automatizado

Versatilidad del material o flexibilidad de utilización

Aprendizaje activo o autoaprendizaje

Consistencia pedagógica: concreción, secuenciación y ramificación programada

Accesibilidad: enseñanza modular

Evaluación continuada

Efectividad de las presentaciones, personalización.

Decálogo de Miller, para las aplicaciones Multimedia:

- reducción tiempo de aprendizaje
- reducción del coste
- coherencia instruccional
- intimidad
- dominio del propio aprendizaje
- incremento de la retención
- incremento de la seguridad (se experimenta sin riesgo para personas)
- incremento de la motivación
- accesibilidad (democratización de la educación)
- estimulante

Tabla 5: Decálogo de Miller para el desarrollo de aplicaciones multimedia.

9.12.1 FORMACIÓN ESTÁNDAR Y HOMOGÉNEA.

Uniformidad de los temas: la variación de lo que se dice y se entiende en los programas de formación suele ser un problema importante para solventar. Hay estudios que dan entre un 20 y un 40% de mejora en cuanto a la uniformidad de los conceptos dados a partir de un programa multimedia y una clase tradicional.

Uno de los factores que más influyen en la consecución de los objetivos de formación es la influencia que es capaz de ejercer el formador sobre los temas que comenta y en cierta manera las variaciones que introduce subjetivamente debido a las diferentes situaciones, diferente personal, etc.. Ni que decir tiene, que un mismo temario comentado por dos profesores diferentes puede provocar reacciones y aprovechamientos diferentes en un mismo grupo de alumnos. Esta problemática quedaría resuelta mediante aplicaciones interactivas multimedia, ya que eliminan las variaciones subjetivas de contenidos y de explicaciones el tutor del programa sugiere la tecla a pulsar para ampliar conceptos o realizar consultas o para pasar a la siguiente pantalla o tema.

9.12.2 DISMINUCIÓN DE COSTES.

La formación continua se hace más económica: con el coste de una sola aplicación, potencialmente podrán formarse un número ilimitado de alumnos y éstos podrán repetir los temas cuando el responsable de formación lo considere oportuno para recordar los conocimientos adquiridos. El tutor de la AIM siempre estará disponible, a diferencia de la formación presencial clásica en aula, que exige un calendario concreto. Además, desde un punto de vista económico este material de formación supone un importante ahorro, si se tiene en cuenta que puede utilizarse para diferentes grupos de personal y ser utilizado repetidamente (caso de prácticas de laboratorio, entrenamientos, etc.).

9.12.3 FORMACIÓN “JUST IN TIME” O FLEXIBILIDAD LOCAL Y TEMPORAL.

La flexibilidad se refiere en cuanto a tiempo y lugar. Esto influye directamente en los costes. Incluso desde un punto de vista productividad, sería posible planificar programas multimedia con tiempos adecuados a las posibilidades de cada estudiante, puesto de trabajo, etc. Los programas están disponibles en el aula de informática y los alumnos pueden consultarlos sin limitaciones ni de horario ni de duración.

En este sentido, el aprovechamiento de los momentos “ociosos” de producción para “navegar” por la aplicación hace que la formación no afecte tan directamente a la productividad final, con lo cual el coste añadido a la formación que es la “no fabricación” durante un período de tiempo concreto, queda eliminado substancialmente. Uno de los principales problemas de la formación en la industria es que no se tenga en cuenta en los plannings anuales de producción, con lo cual siempre se presenta como un coste a la productividad; esta visión no se corresponde con la utilización de sistemas multimedia, ya que

no es necesario parar la fabricación para poder formar al personal, se han de buscar los momentos que no supongan paro de la producción.

9.12.4 MAYOR RENDIMIENTO: TIEMPO EMPLEADO EN APRENDER Y TIEMPO DE RETENCIÓN DE LOS CONCEPTOS.

Las AIM permiten el aprendizaje individual (al igual que en pareja o en grupo) progresivo y adaptado al propio individuo. Cada participante trabaja de acuerdo con sus ritmos y capacidades, sin incidir negativamente en los ritmos y capacidades de los demás. En estos casos no existen apremios temporales, el alumno va completando su formación poco a poco, con incursiones cortas, pero beneficiosas, pudiendo repetir los conceptos o temas. Se ha calculado que cuando se utiliza este tipo de material se invierte en aprender una determinada información entre un 38% y un 70% menos de tiempo que por sistemas tradicionales aunque realmente si se habla de multimedia relacionadas con Internet, al inicio se suele emplear más tiempo.

Una persona que se forma con AIM no puede distraerse o desconectarse (o permanecer en estado latente, mientras el formador habla) como en una clase de formación, ya que el sistema le requiere continuamente información y respuesta. En este sentido el estudio llevado a cabo por Adams en 1992 (32) demostraba que en cuanto a retención y comprensión de conceptos se lograban unas diferencias por encima de los sistemas tradicionales del 56%, superando al sistema tradicional en un 25-50% en cuanto a conceptos retenidos al cabo de 30 días. Los ejercicios repetitivos que podrían llegar a aburrir en una clase tradicional son presentados de forma atractiva (incluso con juegos), con lo cual es más difícil que lleguen a aburrir al usuario.

9.12.5 AUTOMATIZACIÓN DEL REGISTRO DE DATOS.

Existen sistemas capaces de registrar las entradas del usuario, con datos tan útiles como fecha de la entrada, tema, resultados tras la evaluación, histórico del grupo, situación de una persona frente al grupo, calificación de cada tema, etc.; con lo cual se dispone de todos los registros de formación completos y fácilmente recuperables y por supuesto no manipulables. Además la tecnología multimedia facilita la evaluación personalizada de una forma más objetiva (siempre son las mismas preguntas para todos los alumnos, presentadas aleatoriamente en el tiempo, con lo cual los test de evaluación son similares pero diferentes para cada alumno).

Los materiales multimedia de tipo tutorial permiten una interacción atemporal entre profesor y alumno, ya que el alumno registra sus ejercicios en un disquete o en su fichero personal, para consulta posterior en su ordenador personal o para entregar al profesor (vía "e-mail") como seguimiento del trabajo.

Por otra parte, simplifica la gestión administrativa de la formación: algunos programas permiten hacer gráficas comparativas de los resultados de los usuarios, individualizadas, de grupo, calendarios detallados, etc.

9.12.6 VERSATILIDAD DEL MATERIAL O FLEXIBILIDAD DE UTILIZACIÓN.

Los programas interactivos multimedia pueden ser material a utilizar para realizar clases presenciales, tan sólo es necesario un equipo especial (pantalla de cristal líquido sobre el retroproyector o cañón de proyección, etc.) y un ordenador multimedia para ejecutar el programa.

El problema de muchos materiales utilizados en la formación del personal es su corta vigencia, ya que un vídeo como máximo se podría pasar dos veces al personal con un período mínimo de tiempo entre ambos pases (alrededor de dos años); lo mismo ocurre para las transparencias o diapositivas: si se quieren aprovechar para otros temas exigen un estudio detallado y detenido del profesor para que no se advierta la repetición del material. Los sistemas multimedia, al no ser materiales lineales o de un sentido único, sino que facilitan diferentes itinerarios de navegación, van a mantener el interés de los alumnos ya que no van a repetir continuamente el mismo material con el mismo orden y van a suponer un ahorro importante de trabajo para el formador ya que las unidades didácticas vienen preparadas y "listas para su uso".

9.12.7 APRENDIZAJE ACTIVO, AUTOAPRENDIZAJE: DOMINIO DEL PROPIO APRENDIZAJE.

Si el alumno está motivado por el medio y el aprendizaje, la aplicación resulta estimulante, ya que la sesión se convierte en un periodo lúdico o de recreo. La manejabilidad de los programas y la facilidad de uso (superado el periodo inicial de aprendizaje) facilitan la actitud positiva del alumno.

Siempre dependerá de la actitud del alumno. La tecnología multimedia permite a la persona practicar por sí mismo, repetir y conseguir el mismo resultado que otro en el mismo, menor o mayor tiempo (dependerá de la persona) y de su ritmo de aprendizaje.

Entre todas las ventajas cabe resaltar ésta: **la oportunidad que tiene el usuario mediante las AIM de desplazarse, adelantarse, consultar y repetir conceptos según su capacidad y ritmo.**

9.12.8 CONSISTENCIA PEDAGÓGICA DEL PROGRAMA, SECUENCIALIZACIÓN Y RAMIFICACIÓN DE LA INFORMACIÓN.

Los temas se van completando de manera progresiva de menos a más, con lo cual se evita el abandono del programa por falta de coherencia o complejidad inicial. Al final se puede llegar a una homogeneidad de conocimientos para todos los usuarios. Es posible conseguir homogeneidad de resultados para un grupo (expresada como un mínimo de puntuación).

Normalmente se asimila mejor cualquier tema fijándonos en gráficos o esquemas, oyendo un sonido, viendo una película o siguiendo una trayectoria

Capacidad de concreción: Se puede tocar el tema adaptado totalmente al sector evitando generalidades superfluas o difícilmente extrapolables. La formación y su ritmo puede adaptarse a los ritmos individuales y al nivel de aprendizaje del usuario.

9.12.9 ACCESIBILIDAD A LA INFORMACIÓN. ENSEÑANZA MODULAR.

En principio, el alumno sólo pide más información cuando domina la parte anterior.

Rapidez de acceso y durabilidad de la información. La información está estructurada y es más fácil de comprender. Flexibilidad de formación sobre módulos o unidades didácticas independientes. Se incorporan todos los recursos didácticos habituales a los temas, la mayoría de los cuales ya se presentan elaborados: esquemas, resúmenes, gráficos, posibilidad de ampliar información,...

9.12.10 FACILITA LA EVALUACIÓN CONTINUADA

La evaluación se hace de una forma más objetiva (las mismas preguntas para todos), aunque posiblemente no existan dos exámenes iguales, ya que se presentan aleatoriamente. Además la evaluación (y resultado) inmediata al acabar un tema para valorar si se han adquirido los objetivos previstos, es un factor motivante.

9.12.11 EFECTIVIDAD DE LAS PRESENTACIONES

Los sistemas multimedia pueden ser personalizados para cada compañía, al nivel que interese a la empresa en cuestión, adaptándose desde textos particulares, anagramas, fotografías o videos de la compañía, teniendo en cuenta que el factor condicionante siempre suele ser el tiempo dedicado al vídeo y los costes añadidos de producción de la AIM.

Las imágenes animadas y la calidad de las presentaciones suelen ser factores valorados por los usuarios y tiene efecto imán.

9.12.12 SEGURIDAD

El experimentar sin riesgo situaciones complejas (laboratorios virtuales) o caras (simuladores físicos).

9.12.13 VELOCIDAD DE RESPUESTA

El disponer de una respuesta gráfica (texto, vídeo, animación, etc.) inmediatamente favorece la retención y asimilación de conceptos y la predisposición del usuario

9.13 LIMITACIONES

No obstante las ventajas, caben resaltar algunas **limitaciones** (cada vez menos importantes) de los sistemas interactivos multimedia, habitualmente reseñadas, aunque a nuestro criterio salvables a corto plazo con la experiencia de los usuarios.

Las aplicaciones interactivas multimedia no deben ser vistas ni como las ven los más entusiastas - como la panacea para la formación - ni como las ven los más pesimistas - como terribles máquinas que no podrán ser ejecutadas por personal no habituado a trabajar con ordenadores -. Es posible que exista un **exceso de respeto de algunas personas hacia el ordenador / sistemas informatizados**, pero estos argumentos también se utilizaron con las tarjetas de crédito de la entidades bancarias y, sin embargo,

hoy en día nuestro país está a la cabeza de usuarios; todo es cuestión de costumbre y de que se enseñe paso a paso, con aplicaciones sencillas al principio: repaso de temas vistos en clase o simulaciones del propio puesto de trabajo... Se debe escribir un sencillo PNT (Procedimiento Normalizado de Trabajo) de manejo, que ayude al usuario a saber qué hacer en todo momento. Esta dificultad debe estudiarse en casos de personal con nula experiencia informática y sin motivación manifiesta por tenerla. Existe una correlación negativa entre edad y conocimientos informáticos (a mayor edad más dificultad en aprender **(39, 40)**).

Aunque es muy útil la formación con los sistemas multimedia, ésta no debe sustituir totalmente a la formación tradicional presencial en aula, ya que como conocen los profesionales la formación crea **canales de comunicación entre el personal**, hace que se comuniquen y las dudas de uno sirven para todos; no debe obviarse nunca una formación continua personalizada (para plantear en común las dudas observadas durante el manejo del programa o para el seguimiento de los objetivos previstos). Esta formación en aula deberá apoyar los aspectos comunicativos y de tipo social, reforzando la consecución de objetivos actitudinales, además debe ejercitar y aplicar lo aprendido, contextualizando situaciones concretas vividas en producción o ampliar la información de las AIM; estas sesiones se harán más amenas ya que los ejercicios repetitivos ya han sido realizados con la AIM y ahora todos los participantes del cual presentan un nivel similar sobre el tema. De todas formas, las AIM **nunca resuelven dudas no previstas**: no se puede pedir más a la AIM, de lo que han previsto los diseñadores de la aplicación, en todo caso sí pueden comentarse temas con los fabricantes para posteriores versiones u ampliaciones, o incluso para la personalización de alguna parte del programa. Una opción bien resuelta la presenta la UOC con sus cursos a distancia y varias sesiones presenciales.

Otras limitaciones de las herramientas multimedia son:

- desorientación del usuario (si no se ha diseñado mapas de navegación, planos, etc.)
- los costes de producción son altos, ya que requieren un equipo multidisciplinar de expertos
- la necesidad de hardware y software especial y de coste elevado (licencias, etc.),
- la frialdad persona-máquina, aunque las herramientas que utilizan la red de Internet presentan ejemplos claros de haberlo superado con el correo electrónico, los fórums y los *chats*,...
- los trabajos mal diseñados se hacen repetitivos⁴ y demasiado pautados, no parecen interesantes, saturación cognitiva (exceso de imágenes,...)
- inseguridad: disponer de la información en papel da más seguridad al alumno que si dispone de ella sólo

⁴ Normalmente porque los autores se aferran a unas pocas posibilidades de programación y las sobreutilizan, lo cual provoca lecciones frías y monótonas.

en pantalla. Además todavía se prefiere estudiar en formato papel que en formato informático.

La crítica más extendida para los sistemas multimedia en formación ocupacional es la “despersonalización y abandono” de la formación. Nada más alejado de la realidad; por supuesto que si se abandona al personal ante el ordenador y no se le proporciona el apoyo básico para que se sienta confiado ante la AIM, difícilmente se va a conseguir formar y motivar al usuario. Este apoyo puede proporcionarse con una sesión de inicio, explicativa de los objetivos, de cómo se maneja el programa, a quién puede acudir ante dificultades y cómo se evaluará el resultado del test. Si el responsable de la formación es capaz de implicar al personal en el sistema multimedia, no encontrará ni dificultades, ni protestas, ni rechazos hacia las AIM o hacia la formación.

Muchos estudiantes universitarios tienen poco tiempo y poco interés en la exploración y prefieren ser dirigidos, con lo cual no gustan de utilizar los programas multimedia en su forma genuina, sino que prefieren la guía del profesor (28).

No obstante, la tecnología multimedia es un área dinámica y hoy mismo se están definiendo ciertas tendencias:

aumento de inversiones de los fabricantes en programas,

aumento del nº de aplicaciones: libros electrónicos, televisión interactiva, etc.,

mejora de la compatibilidad entre ordenadores,

mejorar conocimientos del tema y menor miedo por el personal "no habituado" a estas tecnologías, etc. (7),

todo lo cual redundará en una mayor distribución y accesibilidad a esta tecnología.

9.14 EJEMPLOS DE PROGRAMAS MULTIMEDIA PARA LA ENSEÑANZA

Se resaltan algunos ejemplos por los resultados conseguidos:

9.14.1 APLICACIONES DESTINADAS A LA FORMACIÓN EN SEGURIDAD LABORAL

Una de las impresiones más claras que se percibe en el mercado americano de la formación (41) es que el área idónea para transcribir en materiales multimedia es la prevención de riesgos laborales, ya que, a

partir de una buena valoración de riesgos, se pueden diseñar los materiales para el sector o incluso específicamente para la empresa (todo será cuestión de dinero a invertir). En el ámbito europeo, también se ha percibido dicha necesidad y en la Conferencia Internacional de Bruselas (1995) sobre la información para la formación y la seguridad y salud en el trabajo, ya se valoró el gran empuje de los materiales multimedia para formación en riesgos laborales y las necesidades concretas que tienen las empresas para desarrollar estos materiales (42). Por otra parte, concretando al ámbito francés, en 1997 (que otra vez se adelanta al resto de países europeos) se confeccionó un resumen de materiales multimedia para formación en seguridad laboral e higiene laboral de más de 50 títulos (43). En España, hay el proyecto institucional de publicación de todos los programas pedagógicos en formato multimedia, aunque hasta el momento alguna publicación privada ha confeccionado ya algún listado (44). Tres ejemplos pioneros que han publicado sus experiencias son los siguientes:

- En Motorola, fue una de las empresas pioneras que desarrolló y aplicó esta tecnología a gran escala para su personal con resultados muy interesantes (ver capítulo 11) (45).
- Otra aplicación interesante es la formación frente a riesgos químicos (46), donde se compaginan teoría, evaluaciones y casos prácticos de situaciones.
- El hipertexto sobre Riesgos de laboratorio llevado a cabo por G Franco (47) quién concluía que no existían diferencias significativas entre los alumnos con resultados por encima del 75%.

9.14.2 APLICACIONES DESTINADAS A LA FORMULACIÓN O TECNOLOGÍA FARMACÉUTICA

En este campo, la mayoría de aplicaciones existentes se deben a los trabajos de RC Rowe (48), Podczec (49) y Lai (50), quienes ha desarrollado o participado en la programación de varios sistemas de experto para la formulación (51- 53) o preformulación (54), de formas farmacéuticas: Ver listado de aplicaciones (48-50, 51, 55-69) detallado en el capítulo 11.

9.14.3 OTRAS APLICACIONES FARMACÉUTICAS

Ver capítulo 11.

9.14.4 APLICACIONES DESTINADAS A FORMACIÓN OCUPACIONAL O LA FORMACIÓN CONTINUADA

La enseñanza en su forma tradicional, no siempre es apta para la formación ocupacional. El proceso de formación ocupacional debe ser cada vez más activo y motivador. Cuanto más fácil sea el acceso a la información y mayor la relación con los conocimientos que una persona adulta puede aprender a través de las acciones de formación, mayor será su participación y mejores los resultados. La formación ocupacional está siendo una aplicación muy importante de las tecnologías avanzadas ya que encuentran en estas herramientas las características que los adultos toman como imprescindibles para su formación (33): adaptabilidad, facilidad de participación, desarrollar el aprendizaje desde lo particular de su trabajo y aplicabilidad inmediata. Algunos ejemplos publicados:

El caso de la empresa francesa Digital-France es un resumen de integración de dos aprendizajes en múltiples módulos que los trabajadores van completando. Los objetivos en este caso eran aprender inglés y aprender sobre los productos informáticos que vendían o adaptaban al mercado francés (70).

Curso de operador de la industria papelera (71), operadores de mantenimiento (71). Curso para operadores de la industria farmacéutica o biosanitaria (72).

9.14.5 APLICACIONES PARA QUÍMICA

Aproximadamente se publican alrededor de 10 artículos al año sobre este tipo de aplicaciones en revistas especializadas (73). La publicación Journal of Chemical Education: software ofrecía más de 80 programas y 5 videodiscos, ya en 1995.

9.15 CONCLUSIÓN

O'Grady (presidente de MICRO FOCUS) afirmaba durante una entrevista (2) que la utilización de aplicaciones multimedia tendrá los mismos efectos que cuando el televisor en color sustituyó al de blanco y negro: será un cambio lógico e irreversible, ya que consigue hacer el trabajo de forma más agradable y próxima. El escoger el uso de tecnología multimedia como material de aprendizaje debe ser razonado y racional (7). Deben examinarse cuidadosamente los objetivos de la lección y el curso, el método de evaluación, los destinatarios, el dinero y recursos disponibles para determinar si la solución multimedia es la más adecuada.

Las AIM proporcionan una alternativa a la formación tradicional que se ha venido desarrollando hasta ahora (74-77) El personal está preparado cada vez más y mejor para manejar la maquinaria compleja y robotizada, con lo cual las nuevas herramientas de formación de tipo multimedia no le van a suponer

problemas de adaptación, si realmente se ha completado la fase previa de información y conocimiento. Una vez que sean capaces de manejar las primeras aplicaciones multimedia, podrán ser capaces de autoformarse. Por otra parte las AIM son capaces de aumentar la autoconfianza y la actitud positiva hacia la formación y por ende hacia el propio trabajo.

Existen numerosas posibilidades para la tecnología multimedia que se van a ir incorporando con mayor significación en la enseñanza universitaria (78), debido a la reducción del coste de los equipos y la flexibilidad e intuición del software. No obstante no se debe ser tan taxativo como algunos autores (79) que reemplazan las prácticas tradicionales de fisiología por prácticas en el ordenador.

Por último las posibilidades de aplicación en la industria farmacéutica son amplias (ya sea a nivel operador, mandos intermedios o universitarios). Si se toma el proceso de aprendizaje de la enseñanza de normas de calidad en la industria farmacéutica, nos encontramos con que los multimedia interactivos puedan alcanzar las destrezas:

- conocer las normas NCF
- saber reconocer o detectar situaciones anómalas que provocarían incidencias de fabricación a posteriori
- saber expresar anomalías
- saber cumplimentar hojas de incidencias
- asumir roles predeterminados

Sin embargo, hay destrezas que no pueden ejercitarse con las AIM como son la motivación, la autosatisfacción o el desarrollo personal, que son capacidades que dependen de la propia capacidad del alumno y del profesor capaz de provocarlas y desarrollarlas.

9.16 BIBLIOGRAFIA

-
- 1** Gratacós Roig J: Estudio del estado actual, proyecto de formación y perspectivas de futuro de la informática farmacéutica. (tesis doctoral). Barcelona. Marzo 1991.
 - 2** Jacques A: Tecnologías multimedia. [Extracto del trabajo de la Comisión Europea (I&T Magazine)]. *Actualidad Tecnológica*. Enero 1994: Contraportada.
 - 3** García-Montoya E, Miñarro Carmona M, Ticó Grau JR, Suñé Negre JM, Gratacós Roig J. Nous reptes de formació del personal: aplicacions interactives multimedia. *Revista de Qualitat* 1998; 28: 4-12.
 - 4** López Alonso E: Futuro llamado "multimedia". *El Periódico de Catalunya*: Suplemento el Dinero. Semana del 6 al 12 de febrero de 1995: 28.
 - 5** Cataluny@XXI. Programa de TV3. Emitido el 10-05-2000.
 - 6** Castells M, Halls P: Tecnópolis del mundo. La formación de los complejos industriales en el siglo XXI. Madrid: Alianza editorial. p. 15-38.
 - 7** Vesper JL. Training for Healthcare Manufacturing Industries. 1ª ed. New York: Interpharm Press, Inc. Buffalo Grove; 1993. p. 365.
 - 8** Ruiz Tarragó F. II Jornades Multimedia Educatiu. Barcelona, 5-7 julio 2000.
 - 9** Grup de Recerca d'Hipermedia Distribuïda. Las nuevas tecnologías en la educación. En: Universitat de les Illes Balears, editor. EUTEC 95. Ponencias del congreso Redes de comunicación, redes de aprendizaje: Palma de Mallorca 1996. p. 413.
 - 10** Bartolomé AR. Nuevas Tecnologías y enseñanza. Barcelona: Ed. Graó; 1989. p. 31, 137-165.
 - 11** Castillejo JL, Colom J, Escamez J, García Carrasco J, Sansvicens J, Sarramona J, Vázquez G. Tecnología y educación. p.77-97.
 - 12** Tjeerd Plomp. Information Technology in Education. Proceedings of the 12th CESE-Congress of "The impact of technology on society and education. A comparative perspective": 1-5 July 1985; Antwerp, the Netherlands.
 - 13** Burke RL. Enseñanza Asistida por Ordenador. Madrid: Paraninfo S.A.; 1986.
 - 14** Rodríguez Diéguez JL, Sáenz Barrio O: Tecnología Educativa. Nuevas tecnologías aplicadas a la educación. Alcoy: Ed. Marfil. Colección Ciencias de la educación; 1995. p. 167-186. p. 411.
 - 15** Sangüesa R. Sistemas tutores inteligentes. Seminario. UPC. Barcelona, 18-20 noviembre de 1997.
 - 16** García Rojo M. Tecnologías basadas en Internet aplicadas a la sanidad. *Informática y Salud* 1998; 14: 698-699.
 - 17** <http://www.inabis98.org>
 - 18** <http://www.mednnet.org.uk/>
 - 19** <http://www.conganat.org/>
 - 20** <http://cvneuro.org>
 - 21** <http://fac.com.ar/cvirtual>
 - 22** Lugo-vicente HL. Role of Internet in medicine. *Bol Asoc Med P R* 1997; 89: 82-87.
 - 23** Friedman CP. top ten reasons the World Wide Web may fail to change medical education. *Acad Med* 1996; 71: 979-981.
 - 24** *Comunicacions*. Universitat de Barcelona. 1998; 72: 10-13.
 - 25** Horn KD, Sholehvar, Nine J. Continuing medical education on the World Wide Web. Interactive pathology case studies on the Internet. *Arch Pathol Lab Med* 1997; 121: 641-645.
 - 26** Orozco R, Sales JM, Videla M. Atlas de osteosíntesis. Fracturas de los huesos largos (libro + CDROM). Barcelona: Masson. 2000.
 - 27** Secot. La patología de la rodilla traumática no fracturaria (CD-rom). Barcelona: Masson. 2000.
 - 28** Salinas J. Hipertexto e hipermedia en la enseñanza universitaria. *Revista Píxel Bit* 1994; 1: 15-29. (<http://www.us.es/pixelbit/art12.htm> (consultado el 24/01/2000)).
 - 29** Merrienboer, JG. Complex Learning with multimedia. Sesión inaugural. II Jornades Multimedia Educatiu. Barcelona, 5-7 julio 2000.
 - 30** Planque B: Máquinas de enseñar. Barcelona: Plaza y Jané Editores; 1970. P.140- 148.
 - 31** Amat o: Aprender a enseñar. 4ª ed. Barcelona: Gestión 2000; 1998.
 - 32** Adams GL. Why Interactive?. *Multimedia & videodisc Monitor*. 1992: march: 20-25.
 - 33** Tirado Morueta R. Posibilidades de las tecnologías avanzadas en la formación ocupacional. *Herramientas* 1997; 50: 22-33.
 - 34** Puente JM. El papel del formador en procesos de aprendizaje con multimedias interactivos. *Herramientas* 1996; 43: 30-33.
 - 35** Munden CD, Harper HM, Brush TA, Miller EA, Felkey BG. Multimedia Instruccional design: Should learning styles

- cbe considered in developing computer assisted instruction modules?. AACP (American Association of colleges of Pharmacy Annual Meeting. 1997; 95 (July): 95.
- 36** Marqués P. Curso sobre el uso didáctico del multimedia (II). *Primeras Noticias de Comunicación y Pedagogía* 1999; 158 (abril): 81-87.
- 37** Tejada J. El formador ante las NTIC: nuevos roles y competencias profesionales. *Primeras Noticias de Comunicación y Pedagogía* 1999; 158: 17-26.
- 38** Puente JM. Programación y organización de procesos de aprendizaje en la empresa, utilizando programas multimedia *Herramientas* 1996; 44: 32-39.
- 39** García Montoya E, Figueras M, Camps M: Materiales multimedia aplicables a la formación continuada del personal de la industria farmacéutica. II Jornades Multimèdia Educatiu. Institut de Ciències de l'Educació. Barcelona, 5-7 julio de 2000.
- 40** Poster SEFIB Sevilla
- 41** Graham S. Safety training goes interactive. *Safety + Health* 1998; abril: 32-36.
- 42** Anónimo. Aplicaciones de multimedia y realidad virtual en seguridad. *Prevención Express* 1997; 258: 3-5.
- 43** Tissot C. 54 logiciels de prevention en fiches. *Travail Secure* 1997; 3: 31- 43.
- 44** CD-ROM: Software educativo 98/99. *Primeras Noticias de Comunicación y Pedagogía*. 1999.
- 45** Lewis D. Will virtual reality become the standard in safety training? *Safety + Health* 1997; january: 38-43.
- 46** Anónimo. Software informático para la formación sobre riesgos químicos. *Prevención Express* 1982; 202: 14-16.
- 47** Franco G. Sperimentazione di un ipertesto come strumento didattico innovativo nell'insegnamento-apprendimento dei rischi lavorativi. *Med Lav* 1997; 182, (6): 554-563.
- 48** Rowe RC, Upjohn NG. Formulating Pharmaceuticals using expert systems. *Pharmaceutical Technology International* 1993; september: 46-52.
- 49** Podczek F. K. Knowledge based system for the development of tablets. Proceedings of the 11 th Pharmaceutical Technology Conference 1992; I: 240-264.
- 50** Lai F K Y. Experts systems as applied to pharmaceutical technology. En: J.Swarbrick and J Boylan, editores. *Encyclopedia of Pharmaceutical Technology*. New York: Marcel Dekker; 1992, 5: 361-378.
- 51** Wood M. Expert systems save formulation time. *Laboratory Equipment Digest* 1991; december: 17-19.
- 52** Turner J. Product formulation expert system DTI *Manufacturing Intelligence Newsletter*. 1992; 8: 12-14.
- 53** Bentley P. Products Formualtion expert system (PFES) en Rowe RC and Roberts RJ *Intelligent software for product formulation*. London: Taylor and Francis. 1998: 27-41.
- 54** Ramani RV, Patel MR, Patel SK. An expert system for drug preformulation in a pharmaceutical company. *Interfaces* 1992; 22: 101-108.
- 55** Lai FKY. A prototipe expert system for selecting pharmaceutical powder mixers. *Pharmaceutical Technology* 1988; 12 (8): 22-31.
- 56** Rowe RC, Upjohn NG. An expert system for the identification and solution of film coating defects. *Pharmaceutical Technology International* 1993; 5 (3): 34-38.
- 57** Rowe RC, Roberts RJ. The effect of some formulation variables on crack propagation in pigmented tablet film coatings using computer simulation. *International Journal Pharmacy* 1992; 86: 49-58.
- 58** Rowe RC, Upjohn NG. An expert system for the formulation of pharmaceutical tablets. *DTI Manufacturing Intelligence Newsletter*. 1993; 14: 13-15.
- 59** Bateman SD. The development and validation of a capsule formualtion knowledge-based system. *Pharmaceutical Technology* 1996; 20 (3): 174-184.
- 60** Hogan J, Shue P-I, Podczek F, Newton M. Investigations into the relationship between drug properties, filling and the release of drugs from hard gelatin capsules using multivariates satatistical analysis. *Pharmaceutical Res* 1996; 13: 944-949.
- 61** Lai S, Podczek, Newton JM, Daumesnil R. An expert system to aid the development of capsules formulations. *Pharmaceutical Technology Europe* 1996; october: 60-68.
- 62** Stegemann S. A computer aided program designed for immediate release formulation of hard gelatin capsules. En: 1as Jornadas de Tecnología Farmacéutica: 10-12 febrero de 1999; Universidad de San Pablo CEU y AEFI, editores. Boadilla del Monte, Madrid: 83-85.
- 63** Rowe RC, Hall J, Roberts RJ. Film coating formulation using an expert system. *Pharmaceutical Technology Europe* 1998; october: 72-82.
- 64** Rowe RC, Rowe MD, Roberts RJ. Formulating film coatings with the aid of computer simulations. *Pharmaceutical Technology* 1994; 18 (10): 132-139.
- 65** Rowe RC. Expert systems for parenteral development. *PDA Journal of Pharmaceutical Science and Technology* 1995; 49: 257-261.
- 66** Stricker H. Dar Galesnische Entwicklungs system Heidelberg. *Pharm Ind* 1991; 53: 571-578.
- 67** Stricker H, Fuchs S, Haux R, Robler R, Rupprecht B, Shmelmer V, Wielgel S. Das Galenische Entwicklung System Heidelberg: systematische Rezepturent wicklung. *Pharm Ind* 1994; 56: 641-647.
- 68** Curso "The use of computers in Pharmaceutical education and training", organizado por la Summer School, Formació Continuada Les Heures de la Fundació Bosch y Gimpera. Barcelona, 17-19 julio, 1995.
- 69** Florentiny D, Guimaraes R, Thomas A, Loppinet V. Simulation d'un système productif en entreprise

-
- pharmaceutique (logiciel Siman) et application des principes du management par les contraintes. *STP Pharma Practiques* 1997; 7 (1): 45-49.
- 70** Gautier-Moulin P. Un centre de formation multimedia. *Actualité de la formation permanente* 1992; 117: 26-38.
- 71** Tirado. Multimedia *Herramientas* 1997; 49: 28-31.
- 72** CD-ROM: Formación inicial en NCF. SEFIB. Barcelona. 1995. CD-ROM: Higiene en la industria biosanitaria. SEFIB. Barcelona. 1998.
- 73** Subject Index. *Journal of chemical education* 1996; 72 (12): 1233.
- 74** García Montoya E: Multimedia y su aplicación en la formación. XIX SYMPOSIUM DE AEFI. Barcelona, 1 diciembre 1998 (Comunicación oral).
- 75** García Montoya E, López S, Aparici M, Miñarro M, Ticó JR, Suñé Negre JM: La formación de personal como herramienta de gestión de calidad. *Industria Farmacéutica* 1997; XII (4): 71-75.
- 76** Camps M, García Montoya E, Marco E: Actualidad en la formación continuada del personal. *Tecnofarma* 1994; 12: 12-14.
- 77** Kerri KD. Operator training: a step by step approach. *Journal AWWA* 1998; 90 (10): 82-87.
- 78** Curso "Multimedia Communications: Technology and Applications", organizado per la Summer School, Formació Continuada Les Heures de la Fundació Bosch y Gimpera. Barcelona, 21-24 julio, 1997.
- 79** Stevens R, Sewell R. Replacement of Pharmacology practicals by multimedia computer technology. *Pharm Journal* 1993; 251 (oct suppl): E11- E13.

Capítulo 10:

DESARROLLO DE UNA APLICACIÓN INTERACTIVA MULTIMEDIA (AIM): MODELIZACIÓN DE SISTEMAS PARA SIMULACIÓN

10.1 DESARROLLO DE UNA APLICACIÓN MULTIMEDIA

El proceso lógico que puede seguirse ante el reto de diseñar y desarrollar una aplicación interactiva multimedia (**1-9**) parte de unas premisas previas entre las que deben estar las siguientes:

- unas necesidades formativas concretas o una idea pedagógica, en las que debe concretarse más con los puntos siguientes,
- viabilidad del proyecto (estudio del mercado, etc.),
- perfil del grupo al que se destina,
- necesidades,
- tiempo disponible para el aprendizaje.
- desarrollo y diseño didáctico (objetivos, contenidos, esquema didáctico, diagrama de flujo, forma de realización): concreción del material,
- hardware y software de que se dispone para creación de la aplicación,
- validación del paquete informático.

Como consejo práctico, es recomendable empezar con el desarrollo de una pequeña aplicación no

demasiado ambiciosa. Lo ideal sería diseñar una simulación de una situación real que se conozca detalladamente lo cual facilitará su modelización y traslado a una simulación. En 1986, se estimó que para producir una hora lectiva era necesario dedicar unas 200 horas; hoy probablemente el ratio se haya reducido al 50%, siendo la escritura y el diseño lo que más tiempo exige en su desarrollo. Algunos consejos que da Vesper para la preparación y seguimiento de los programas en formato multimedia que cabe tener en cuenta son **(10)**:

- no dejarse engañar por los brillos de las presentaciones ya que a veces sólo despistan a los alumnos,
- las animaciones deben ser elegantes: elevan la atención de los alumnos por los temas,
- dirigir y definir perspectivas de la aplicación en cada tema, haciendo resúmenes, remarcando objetivos y proponiendo autoevaluaciones de corrección inmediata,
- entender que la vida útil de una aplicación hoy está entre 3 y 5 años,
- hacer proyectos pequeños, de fácil concreción y ejecución,
- asegurarse previamente del aprovechamiento por los usuarios potenciales,
- asegurarse que participan profesionales de los temas en el desarrollo del producto.

Para obtener más datos o de carácter más técnico, vale la pena consultar el trabajo de Olaz **(11)**, reseñados en la tabla 1, en que se muestran los relacionados con el diseño de la interfaz o consultar las aplicaciones comercializadas para la formación continuada del personal de base de la industria farmacéutica **(11-14)** y completarlos con los que da Burke en su manual de EAO **(15)**.

Así a modo de metodología, los expertos suelen citar unas etapas determinadas en el desarrollo de las aplicaciones multimedia:

1. Análisis desde el principio al final: necesidad o idoneidad del producto, aceptación, etc. Especificar los resultados requeridos.
2. Diseño didáctico, integrado por los objetivos, contenidos, diagrama de flujo, guión.
3. Desarrollo del producto, integrado por:
 - selección material gráfico, modelización y programación informática de los prototipos,
 - programación definitiva
4. Testeo y pruebas de campo con usuarios reales (profesores, alumnos, invitados, etc.).

5. Implantación de las modificaciones y validación

ALGUNOS CONSEJOS PRÁCTICOS PARA HACER “AMIGABLES” LAS PANTALLAS DE LAS AIM:

Colores descriptivos. El rojo siempre resalta, el verde y amarillo no cansan tanto.

Para el fondo el mejor resulta el amarillo y las letras en azul o violeta, mejor mate. Texto en negrita (12-14 puntos).

Mensajes de respuesta: cortos y claros.

Teclas de función: máximo de 5 por pantalla.

Accesos: para asegurar que se ha completado el programa.

Pantallas de ayuda: con aclaraciones puntuales y exactas.

Opción de impresión; para casos y resultados personales.

Almacenamiento de datos: personales y de horas de estudio.

Resaltar las partes más importantes en las pantallas.

Utilizar parpadeos ante demoras en la respuesta o para sugerir ayuda

Tabla 1: Datos sobre diseño de las pantallas de las aplicaciones multimedia

10.1.1 ANÁLISIS INICIAL

Respecto a las **necesidades formativas**, deben ser el punto de partida del trabajo ya que sin una necesidad concreta difícilmente el producto podrá llegar a ser útil. También deberán especificarse las condiciones de comienzo (nivel de los estudiantes, condiciones de uso, etc.). Escribir un razonamiento o análisis fundamental de la lección. Al realizarse se establece una comunicación más precisa y eficiente que cualquier otro método de desarrollo.

10.1.2 DISEÑO DIDÁCTICO

En cuanto al **diseño didáctico**, se debe desarrollar de una forma pedagógica (ver tablas 1 y 2 de recomendaciones), ya que de estos planteamientos derivarán las acciones a desarrollar por el especialista informático en multimedia. Si no existe una familiarización con las técnicas de pedagogía, debería apoyarse con un pedagogo quién aplicará los métodos y el rigor a seguir para dar lugar a una aplicación eficaz. El responsable del proyecto debe conocer muy bien el producto que desea utilizar y

debe conocer las posibilidades de las técnicas multimedia, aunque hoy resulta impensable y sería un error que éste se dedicase a desarrollarla paso a paso, lo más recomendable será contactar con personal especialista: grafista, ilustrador, asesor pedagógico, asesor tecnológico, técnico informático en multimedia (para animaciones, imágenes 3D, etc.) técnico de imagen (filmaciones), etc.; ya que todo ello redundará en la calidad de la AIM y en la aceptación final por parte del personal usuario. Hasta ahora lo más habitual, por el contrario, es que un profesional animado por las perspectivas de estos materiales se lance hacia el desarrollo de una AIM e intente hacerlo sólo. Dentro del diseño didáctico, caben remarcar **objetivos, contenidos, esquema didáctico, diagramas de flujo y el método de evaluación.**

ALGUNOS CONSEJOS PRÁCTICOS PARA MEJORAR LAS AIM:

- Evitar la sucesión temporizada de mensajes (da imagen de formación pautada y controlada)
- Visualizar las pantallas en etapas sucesivas, nunca al completo de partida
- Evitar pantallas repletas de texto. Sintetizar las ideas y después resumirlas nuevamente
- Situar los mensajes en diferentes posiciones de la pantalla (evite monotonía)
- Adecuar el tamaño de los caracteres al usuario y tiempo de utilización del programa
- Formular preguntas que ayuden al usuario a comprobar que han aprendido (facilita la relación esfuerzo/beneficio positiva)
- Tolerancia de respuestas preprogramadas y de alternativas. Dejar la posibilidad de respuesta en blanco
- El programa debería ser capaz de bifurcar a los alumnos (indicaciones hacia donde debe ir) etc.
- Distribuir adecuadamente el énfasis de la lección (conceptos fáciles y difíciles compensados en cada pantalla)
- Dar ejemplos, repetir conceptos importantes o simplificar conceptos
- Utilizar pantallas de criterio (dan evidencia si la lección se ha superado o no)

Tabla 2: Datos para la mejora de las pantallas de aplicaciones multimedia

Objetivos a alcanzar. Establecerlos desde el principio (que estén de acuerdo con el análisis de las necesidades de la empresa), qué es lo que se pretende conseguir con la aplicación. Para definirlos claramente utilizar **verbos** del tipo: conocer...; actuar...; manejar... . No hay que ser demasiado ambicioso en este apartado, pues se correría el riesgo de perder el hilo del proyecto.

Contenidos y estructuración de los mismos. Se aconseja plantearlos en tres columnas: estructura, conceptos/procedimientos y conceptos/valores actitudinales (**16**). En la estructura se deben enumerar las diferentes acciones generales (u operaciones) que ayudarán a cumplir los objetivos preestablecidos en la fase anterior.

En el apartado de conceptos/procedimientos, se integrarán todas las operaciones específicas e individuales que deben tenerse en cuenta y son necesarias para cumplir la operación general anterior. Directamente relacionados con estas operaciones están los conceptos actitudinales que deben ser respetados y tenidos en cuenta durante todas las operaciones anteriores (por ejemplo según las normas NCF siempre deben manipularse los productos con guantes).

Esquema didáctico. Para cada una de las operaciones o acciones generales anteriores se debe desarrollar la secuencia didáctica (razonamiento, análisis de la tarea, pantalla de visualización de criterios) siguiente:

□ qué? ---> IMAGEN + TEXTO

Situará al alumno en el tema, se le presenta un dibujo general de la situación y muestra los elementos principales que no deben ser pasados por alto (las acciones secundarias implicadas y reseñadas en la segunda columna), para no saturar el dibujo el contenido (texto) sólo se muestra si es activado el elemento en cuestión (cuando se pasa el cursor sobre el mismo aparece la mano del tutor o el mismo tutor). Para cada operación o acción general se mostrará una pantalla interactiva o una cadena de pantallas enlazadas entre sí.

□ cómo? ---> SITUACIONES

Se presenta en este momento situaciones que deben ser analizadas por el alumno, para destacar las anomalías que presentan o resaltar el cumplimiento de las normativas establecidas. En este momento el alumno tiene como herramientas para su ayuda: el tutor que le indica qué puede consultar o ampliar en cada pantalla, el tutor que le sugiere qué elemento parece anómalo, un bloc de notas para ir introduciendo las observaciones que le ayudarán a tomar una decisión final,...

□ por qué? ---> REFLEXIÓN Y TOMA DE DECISIONES

En este punto el tutor le ayuda a reflexionar sobre lo visto o sobre la decisión a tomar, el bloc de notas del alumno está activado para sus propias consultas, las preguntas contestadas presentan diferentes feed-backs en función del tipo de respuesta del alumno.

□ qué + cómo + por qué? ---> REPASO DE CONTENIDOS Y EVALUACIÓN

Los conceptos más importantes resumidos son repasados por el programa y el alumno, antes de la

despedida del programa y evaluación.

Diagrama de flujo. Para la producción industrial de la AIM, se enumeran en un esquema la coordinación de los elementos que intervienen en su producción. Es muy útil graficar a diferentes niveles de concreción la estructura de la aplicación para orientar a los programadores, a los pedagogos y para supervisar el desarrollo del proyecto.

Deben hacerse dos niveles: el flujo de sistema y el flujo de detalle. Se utilizará para representar las partes principales del programa y disponerlas secuencialmente en la lección.

Redacción del guión. Al final se dispondrá de varios guiones, útiles para la supervisión y modificaciones del proyecto, entre ellos: **sinopsis** (10 líneas), **guión literario** (diálogos, imágenes, sonidos, etc.), **guión didáctico**, que detalla las secuencias didácticas, **guión técnico** (en columnas diferenciando la información: texto, audio, imagen, vídeo, imagen, palabra, música, efectos sonoros, tiempo de cada frame o pantalla).

10.1.3 DESARROLLO DEL PRODUCTO

Una vez concretado en todos sus ámbitos el proyecto, se comienza con el **desarrollo informático**, que requiere las fase siguientes:

Selección material gráfico. Preparación de fotos, esquemas y vídeos.

Modelización. Programación: desarrollo de la interfaz (menú principal, botones de navegación, submenú y ayudas) y la primera evaluación pre-producción: demo. Diseño de las actividades pedagógicas remarcando la interactividad de las mismas, encargo de animaciones concretas y desarrollos 3D.

10.1.4 CONTROL DE CALIDAD: TESTEO DEL PRODUCTO

Pruebas de campo con grupos piloto: evaluación. Las aplicaciones “sin pulir” o prototipos se someten a evaluación por varios grupos (test previo del autor, test posterior), técnicos del tema, técnicos informáticos, usuarios finales, profesores y animadores. Todo ello con el fin de detectar a tiempo fallos o planteamientos erróneos ya sean desde un punto de vista informático, pedagógico o técnico del tema

desarrollado.

Ciclo de programación. En base a las observaciones anteriores se desarrolla la aplicación, sobre los prototipos, con iteraciones de mejora sobre los prototipos, incrementando y depurando el software. En este punto la programación sufre las modificaciones pertinentes en respuesta a las observaciones formuladas por los expertos evaluadores o usuarios potenciales.

Implantación y validación. El único modo de conocer realmente si una aplicación es efectiva consiste en someterlas a pruebas con estudiantes. Será un proceso de prueba y revisión de programas. La validación del paquete instructivo asegurará que la aplicación cumple los objetivos previstos y no aparecen problemas durante el uso normal de la aplicación, las “pruebas de campo” a que deben ser sometidas las aplicaciones incluirán situaciones extremas de mal uso (todo lo contrario de lo posible), intentando engañar a la aplicación con claves semifalsas y registros ininteligibles, cambiando la fecha y hora del programa, y un sin número de estrategias que adecuadamente documentadas demostrarán que la aplicación cumple el fin previsto sin sobresaltos.

El tema de seguridad de los archivos donde se almacenan los datos personales o resultados de la evaluación, históricos del usuario o informes de aprovechamiento para el profesor, merecerá una atención especial (encriptándolos o manejando archivos binarios, etc.) ya que si se trata de simples archivos de texto (lo habitual) un usuario aventajado en informática podría modificarlos sin que el monitor notase la intervención. La evaluación final da lugar a la versión final del producto y los manuales del usuario (guías, documentación del software).

10.2 PROGRAMACIÓN Y MODELIZACIÓN

En el momento actual existen tres modos de desarrollar y programar los sistemas multimedia: los sistemas de autor, los lenguajes de autor y los lenguajes de programación del ordenador.

10.2.1 LOS SISTEMAS DE AUTOR

Consiste en un paquete de software que guía al autor a través del proceso de programación y elimina virtualmente la necesidad de conocer como programar el ordenador o de conocer los lenguajes de programación.

El autor es conducido paso a paso. Existen modelos con opciones que el profesor escoge, introduce textos y lo presenta al alumno. El sistema permite incorporar ayuda, opciones, etc. Pero también presentan inconvenientes ya que al ser programas “cursé” no permiten salirse de lo previsto (diseño de pantalla, ocupan mucha memoria, son arduos de revisar y no guardan registros completos de las acciones del estudiante).

10.2.2 LENGUAJE DE AUTOR

No hace nada automáticamente para el autor pero hace que los materiales sean más fáciles de programar que con los lenguajes de programación. Además permite flexibilidad y los modelos los diseña el propio autor, variándolos si le conviene.

10.2.3 LENGUAJE DE ORDENADOR DE PROPÓSITO GENERAL

Requiere más tiempo para desarrollarlo, pero permite aumentar la innovación, la eficiencia y la velocidad y hacer el diseño de menús a medida. Dentro de este grupo hay que diferenciar conceptos básicos para desarrollar un programa: sistema, modelo y simulación de los sistemas.

10.2.3.1 SISTEMA

Un sistema es un conjunto de normas o elementos que de manera ordenada contribuyen (o son interdependientes) a un objetivo o meta.

Los sistemas pueden ser estáticos porque permanecen inalterables en el tiempo o pueden ser dinámicos, cuando alguno o todos los elementos cambian a lo largo del tiempo.

Sobre una realidad los investigadores pueden definir uno o más sistemas dependiendo de sus conocimientos previos, experiencia y de la finalidad del estudio.

10.2.3.2 MODELO

Un modelo es una representación formal de un sistema. Un sistema puede ser representado por diversos modelos que pueden tener mayor o menor detalle, pero los que interesaran en el campo de la simulación serán los **modelos matemáticos** o **modelos físicos**.

El modelo debe ser útil, es decir, que se hayan seleccionado correctamente los elementos más importantes del sistema y se hayan establecido correctamente las relaciones fundamentales entre ellas. Los modelos deben ser exactos, es decir que coincidan con la referencia o patrón.

El objetivo inmediato de un modelo es representar la historia y el estado actual del sistema. Pero su fin último es proyectar hacia el futuro cuáles pueden ser las situaciones del sistema, según las causas que incidan en él y las condiciones iniciales del mismo. A esto se llama simular un sistema o, simplemente, simulación. Un modelo debe explicar el comportamiento de un sistema.

10.2.3.2.1 MODELO FÍSICO

Los modelos físicos se basan en una analogía entre el sistema que se estudia y el real, dependiendo la analogía de la similitud entre las fuerzas que gobiernan el comportamiento de los sistemas.

10.2.3.2.2 MODELO MATEMÁTICO

El sistema representa mediante funciones matemáticas que interrelacionan las variables.

10.2.3.3 SIMULACIÓN DE SISTEMAS

Simular consiste en estudiar los comportamientos alternativos de un sistema ante diferentes circunstancias. La simulación mediante un ordenador permite hacer prospectiva del sistema sin destruirlo, de manera poco costosa y alternando las escalas de tiempo según convenga.

Ventajas de la simulación:

- ensayar sobre la realidad es costoso
- ensayar sobre la realidad puede conducir a la destrucción del sistema
- ensayar a tiempo real puede ser demasiado corto o largo, con la simulación se puede modular la sesión

Los inconvenientes de la simulación:

- no es fiable al 100%
- la calidad de la simulación depende del modelo utilizado

- las limitaciones del modelo producen diferencias entre la realidad y el modelo
- La simulación de procesos se basa en la generación de un modelo que cumple todas las condiciones del proceso real, considerando todas las variables que influyen en él y conociendo perfectamente el modo de desarrollo, para poder aplicar los algoritmos necesarios y ceñir las ecuaciones al modelo.

Los fines perseguidos por la simulación de procesos son: la investigación, el aprendizaje y la enseñanza y la optimización de procesos de funcionamiento. El problema fundamental al que se trata de responder con el modelado de un sistema es explicar porqué y cómo varían a lo largo del tiempo las variables de estado del sistema. Si se verifican ciertas condiciones de estabilidad de los parámetros se tendrá un procedimiento para conocer (o simular) como se comportará el sistema ante diversas hipótesis o escenarios alternativos. Se llama trayectoria al conjunto de valores que toma una variable a lo largo del tiempo. Supone una tipificación con la cual se tendrá la evolución temporal de las variables.

Una vez se consigue el modelo, hay que probarlo mediante la técnica denominada depuración, comprobando como varía el modelo para los valores de cada una de las variables dentro de sus intervalos de existencia.

Existen tres métodos de depuración:

1. Método flexible

Se trata de desarrollar un programa específico para cada proceso, en el que se determinan las variables siguiendo unas condiciones predeterminadas o variables. Los inconvenientes son que no pueden aplicarse a otros procesos, aunque sean similares y el tiempo de desarrollo es elevado.

2. Método subprogramas

El usuario accede a una biblioteca de subprogramas o subrutinas que le permiten simular cada una de las unidades individuales del proceso. En consecuencia puede introducir y combinar con mucha facilidad diversas unidades de control. A la vez también puede escoger el mejor método de simulación en cuanto a cálculos se refiere.

Las ventajas que ofrece este método son el menor tiempo de programación, combinación de variables, utilización del método de convergencia más conveniente y utilización de los datos convenientes en cada simulación.

Entre los inconvenientes están la disminución de la flexibilidad en las modificaciones de las unidades y aplicación de las unidades para un proceso determinado.

3. Método ejecutivo

Se trata de programas de carácter general que se utilizan para la simulación de procesos particulares utilizando la técnica de cálculo más adecuada para la rápida resolución de las ecuaciones de la simulación.

La principal ventaja de este método es su sencillez, mientras que su mayor complejidad es la restricción para el proyecto que fue diseñado.

Para la modelización de procesos es necesario la generación de un modelo matemático del sistema, buscando el núcleo del proceso y averiguando todas las variables que puedan influir en él, procurando simplificar al máximo, por lo que en general se producen limitaciones de memoria, de microprocesador, debidas a los ordenadores utilizados.

Existe una terminología relacionada con la simulación:

Escenario: son las circunstancias (variables y parámetros) en que se desarrollará el sistema.

Imágenes: situaciones posibles del escenario.

Existen unas características estructurales del sistema:

Límites del sistema: es inmutable en el tiempo. Permitirá decidir si un elemento pertenece o no al sistema que se estudia.

Elementos del sistema: son las representaciones de alguna característica de la realidad.

Redes de comunicación: relaciones o interrelaciones entre elementos y otras características funcionales:

Flujos: circulación de elementos

Bucles de retroalimentación: cadenas de causalidad circular

Diagrama causal (DC). Es la representación gráfica formalizada de las interrelaciones de un sistema, donde se hacen explícitas las relaciones de dependencia o causalidad entre las diferentes variables.

Para el modelo, también existe una terminología específica:

Variable: formalización de un elemento variable del sistema

Parámetro: formalización de un elemento inmutable del sistema

Función: formalización de una red de comunicación (relaciones) del sistema

10.2.3.4 LENGUAJES DE PROGRAMACIÓN

Puede distinguirse los lenguajes ensambladores (que implican conocimiento profundo de los microprocesadores que se utilicen), entre ellos:

- **FORTRAN:** para cálculos científicos.
- **BASIC:** para programación y corrección de errores.
- **PASCAL:** lenguaje estructurado con todas las posibilidades de repetición.
- **C:** lenguaje utilizado para la representación gráfica por su rapidez.

No obstante, existen lenguajes específicos, es decir creados con la prioridad evidente de los algoritmos frente a las estructuras informáticas. Cuando se realiza una simulación de un proceso, se debe tener en cuenta el fin, si es real o simulado. En el caso de ser simulado, puede llegar a invertirse más tiempo que no en el proceso real.

Se habla de simulación *off-line* cuando se trabaja sobre un proceso simulado o se verifica un aprendizaje, mientras que se llaman *on-line* cuando se trabaja sobre un proceso real. Consecuentemente a estos tipos de simulación se utilizarán los cálculos iterativos necesarios para encontrar la solución más aproximada. Entre los métodos de convergencia más utilizados, pueden distinguirse los de ecuaciones lineales o los de ecuaciones no lineales.

10.2.3.5 ETAPAS PARA ELABORAR UN MODELO

Descripción del sistema, selección de elementos y relaciones fundamentales. Se precisará el “esqueleto” del sistema y los elementos que a priori se han de retener como más interesantes.

1. Diagrama causal. Es la formalización del punto anterior. Los elementos están identificados, sus interrelaciones y su signo. Los elementos del sistema pasan a ser las magnitudes del modelo que podan ser variables o parámetros.

Utilización de modelos Para hacer una simulación con un modelo hace falta conocer: su estructura, los

condicionantes iniciales y los escenarios. Conocer los condicionantes iniciales supone saber para el tiempo cero los valores de las variables que le corresponden, los valores de las variables predeterminadas según los niveles o flujos y los valores de los parámetros independientes.

2. Definición del código de variables. Sistematización de las magnitudes definidas.
3. Sistema de ecuaciones. Concretar las relaciones no lineales entre variables. Al establecer el escenario de simulación supone conocer los valores variables (exógenas y fijas) desde el tiempo inicial a tiempo final.
4. Etapa de calibrado. Los expertos deben juzgar el modelo.
5. Análisis de sensibilidad. En este caso se evalúa si el modelo es capaz de responder ante situaciones concretas o en los límites.
6. Evaluación del modelo: contrastado.

10.3 LOS LENGUAJES DE AUTOR Y LA SIMULACIÓN DE MODELOS

Frente a los sistemas de programación anteriores basados en una programación pura y difícil (casi imposible de entender para las personas sin formación programadora), los lenguajes de autor han facilitado enormemente la preparación de material multimedia ya que la programación se ha simplificado con iconos y funciones estandarizadas, y que no obstante proporcionan aplicaciones muy interesantes y completas. Entre los programas más utilizados están TOOLBOOK (17) y AUTHORWARE (18), en el nivel general alto o en un nivel más bajo COMMON PILOT, C o C++, reservados para simulaciones específicas que requieren respuestas a tiempo real. Otra categoría en programas para desarrollar hipertextos la proporcionan programas como Guide, Linkway, Supercard, HyperStudio, Tutor-Tech, HyperScreen aunque el sistema más potente y versátil para desarrollar hipertextos es Hypercard (19).

Los lenguajes de autor son un tipo de software (20) permite trabajar con todos los elementos multimedia típicos (texto, imagen, vídeo, animaciones, sonido) y todas las unidades de información de

esta naturaleza se combinan con controles típicos similares a los de Windows. Con la combinación de estos elementos y recursos, el usuario (sin especial formación informática, aunque sí mínima) puede desarrollar una aplicación multimedia que dará como resultado un fichero ejecutable en Windows y una serie de ficheros auxiliares (vídeo, sonido, bases de datos, etc.) que se podrán ejecutar.

Es el caso desarrollado por la mayoría de los profesores que se animan a desarrollar software instructivo, un ejemplo es el de la Universidad de Bath (**21**) que utiliza el programa de Macromedia, Authorware, siguiendo unos criterios similares a los reseñados en el apartado uno.

Por otra parte también muchos de los proyectos multimedia desarrollados por profesores (**22-25**) se hacen con otro sistema aún más sencillo que es el lenguaje HTML (Hipertext Markup Language) que supone una alternativa práctica y mucho más económica frente a los lenguajes anteriores.

10.3.1 ESTRUCTURAS BÁSICAS DE LOS MÓDULOS DESARROLLADOS CON LENGUAJES DE AUTOR

Como esquema general para el desarrollo de una aplicación:

1. **Diseño de los contenidos del curso.** El contenido del curso es analizado y estudiado para transmitirlo con el máximo de interactividad (utilizando gráficos, sonidos, vídeo, animaciones y simulaciones) y limitando el uso de texto al mínimo posible. Además se estructura en módulos (temas).
2. **Diseño de las estructuras de navegación.** Es útil el uso de los mapas de localización que estén presentes en toda la aplicación. El planteamiento óptimo estará basado en sistemas de menús y submenús, que evitan que el usuario se sienta perdido en la aplicación. Los menús jerárquicos son útiles para evitar que el usuario se pierda.

En este punto suelen definirse diversas estructuras, que son la arquitectura del programa:

NODO: Es el fragmento de texto gráfico, vídeo u otra información. Es la unidad didáctica de almacenamiento de información. Los nodos están interconectados con otros de múltiples formas. La nodularización de la información permite al usuario del sistema determinar sus propios itinerarios.

CONEXIONES O ENLACES: Son las interrelaciones entre nodos, son generalmente asociativas.

Existen diferentes conexiones: de referencia (ida y vuelta), de organización (permiten desenvolverse en la red de nodos) e implícitos (salida, ayuda).

RED DE IDEAS: Nodos conectados en una ruta o trayectoria significativa.

ITINERARIOS: Guía propuesta por el autor para estudiar la aplicación.

3. **Creación del curso.** Preparar un borrador del programa y someterlo ahora a la evaluación de expertos, que valorarán la viabilidad del proyecto. Si la opinión es positiva, se pasa a la coordinación definitiva del proyecto. No obstante, siempre se intenta hacer un sistema flexible que permita al usuario seguir secuencias lineales, trayectorias del propio usuario, la trayectoria propuesta por el autor o combinaciones libres. Para ello, deben proveerse gran cantidad de interconexiones, aunque sean a nivel básico (tablas, notas al pie, etc.) (19).
4. **Coordinación del proyecto.** Es muy importante un seguimiento directo del proyecto de manera que si en algún momento aparecen incidencias los responsables puedan subsanarlas de inmediato.

10.4 DESARROLLO DE LA APLICACIÓN INTERACTIVA MULTIMEDIA DE UNA SIMULACIÓN DE FABRICACIÓN DE COMPRIMIDOS

Según todo lo expuesto anteriormente y tras la revisión de otros proyectos desarrollados con fondos a cargo de desarrollo de material docente multimedia (26, 27), la estructura del proyecto fue la siguiente:

- Informe inicial del proyecto¹ (ver anexo 1), que incluye: sinopsis breve del proyecto. Objetivos. Especificaciones de producto.
- Diagrama general de la aplicación (ver anexo 2).
- Borrador del guión (simplificado, en formato tabla, ver anexo 3).
- Guión completo de las aplicaciones (no se incluye por la extensión del mismo) y diagramas de flujo

¹ Los informes que se adjuntan son la última revisión aunque pueden constar detalles no actualizados o que se cambiaron durante el desarrollo del proyecto. El control de proyecto se hizo con la libreta de proyecto (manuscrita) con lo cual no se adjunta a la memoria.

(Anexos 4, 5, 6 y 7).

- Mapa de la aplicación definitiva (anexo 8).
- Programación del prototipo y especificaciones definitivas. Se desarrollaron dos prototipos básicos, el primer CD-ROM: **TE'N RECORDES DE LES NCF?**, que es la actividad de fotos incluida en la AIM1 y el segundo CD-ROM: **VISITA VIRTUAL AL SDM**, que también incluía la actividad previa.
- Evaluación, asesoramiento por expertos en pedagogía y expertos multimedia.
- Desarrollo del software (ciclos iterativos de mejora).
- Pruebas de campo de usuarios (profesores, alumnos), cuyos resultados han sido motivo de diversas comunicaciones (comentado en el próximo capítulo de esta memoria).
- Finalización y producción del paquete multimedia.

10.5 BIBLIOGRAFÍA

- 1** Bergman R: Managing Interactive video / Multimedia projects. New Jersey. 1990.
- 2** Mas X. Aplicacions Interactives Multimèdia: la seva aplicació en la formació del personal. Seminario de AEFI-FORCEM, Barcelona, marzo 1995: 5, 12, 15, 22-24.
- 3** Interactive Multimedia: Return on Investment Analysis for learning and communication. Macromedia. San Francisco. 1992.
- 4** Brand S. The media Lab. Penguin Books. New York. 1988.
- 5** Bou G. El guió multimedia. Madrid: Anaya Multimedia/ Servei Publicacions UAB. 1997.
- 6** Hardin PC, Reis J. Interactive multimedia software design: concepts, process and evaluation. *Health Education and Behaviour* 1997; 24 (1): 35-53.
- 7** Hawkins HH, Boscak AR, Ciaschini MW, Vogel NM, Mossay MW. Content preauthoring: preparing medical imaging information for multimedia authoring and quizzing. *Radiographics* 1997; 17 (6): 1575-1586.
- 8** Wu WK. Multimedia technology in pharmacy practice. *US Pharmacist* 1995; 20 (Dec): H5-H24.
- 9** Petrie LC, Lippman G. Pharmacy education goes multimedia. *Computertalk for Pharmacist* 1994, 14 (May-Jun): 12-14.
- 10** Vesper JL. Training for Healthcare Manufacturing Industries. 1ª ed. New York: Interpharm Press, Inc. Buffalo Grove; 1993. p. 365.
- 11** Olaz A. La enseñanza asistida por ordenador orientada a la normalización de los procesos de trabajo. *Capital Humano* 1998; 107: 52-62.
- 12** SEFIB. Aplicación multimedia: *Formación inicial para personal de base de la industria farmacéutica*. Barcelona. 1995.
- 13** SEFIB. Aplicación multimedia: *Higiene para la industria biosanitaria*. Barcelona. 1998.
- 14** Catálogo de Micronvideo (EEUU). Enero 2000.
- 15** Burke RL. Enseñanza asistida por ordenador. Paraninfo S.A. Madrid. 1986.
- 16** Rodríguez Diéguez JL, Sáenz O. Tecnología Educativa. Nuevas tecnologías aplicadas a la educación. Alcoy: Ed. Marfil. Colección Ciencias de la educación; 1995. p. 167-186. p. 411.
- 17** Longe RL. Developing computer-assisted instruction to teach physical examination to Doctor of Pharmacy students. AACP-ANNUAL-MEETING 1997; 95 (Jul): 58.
- 18** Deziel EL, Switgart S. Multimedia-based computer-assisted instruction: development and evaluation of therapeutics case studies. AACP-ANNUAL-MEETING 1994; 95 (Jul): VIII-1.
- 19** Salinas J. Hipertexto e hipermedia en la enseñanza universitaria. *Revista Píxel Bit* 1994; 1: 15-29. (<http://www.us.es/pixelbit/art12.htm> (consultado el 24/01/2000)).
- 20** GESTE. Curs d'introducció al multimèdia Toolkit. Barcelona. 1997: 1-3.
- 21** Brown K. Guidelines for CAL developers. PCCAL. University of Bath. 1995: 11-14.
- 22** J Simon, C Blanché, J Vallés, C. Benedí. Materials didàctics telemàtics adaptats als diferents cicles de l'ensenyament de Botànica. Comunicació oral. Actes de la primera Jornada Facultat de Farmàcia (13/ febrer/ 1998). *"De la reflexió a la innovació pedagògica en l'ensenyament de ciències aplicades a Farmàcia"*. Publicacions de la Universitat de Barcelona. Barcelona. 1999: 349-358.
- 23** MC Barceló, C Benedí, C Blanché, M Hernández, A Gómez, J Martín, J Molero, MA Ribera, AM Rovira, J Rull, JA Seoane, J Simon, M Suárez, J Vallés. La innovació docent a la Unitat de Botànica de la Facultat de Farmàcia de Barcelona: experiències i resultats (1992-1997). Actes de la primera Jornada Facultat de Farmàcia (13/ febrer/ 1998). *"De la reflexió a la innovació pedagògica en l'ensenyament de ciències aplicades a Farmàcia"*. Publicacions de la Universitat de Barcelona. Barcelona. 1999: 152-157.
- 24** J Simon. Experiències multimèdia en la docència de la Facultat de Farmàcia (UB). Comunicació oral. **I Jornades Multimèdia Educatiu**. Barcelona. 5-7 juliol. 1999: 57.
- 25** Lynch PJ, Hortnas S. Hypertext as an authoring tool for CD-ROM productions. *Journal of biocommunication* 1998; 25 (2): 20-25.
- 26** Suau J. Projecte de desenvolupament d'un sistema per a la creació de tutorials interactius multimèdia. (Document de sol·licitud de l'ajut). Barcelona. 1996.
- 27** Suau J. Dossier. Esquemes i explicacions generals dels hipertextos i dels tutorials. (Projectes). Barcelona. 1996.

ANEXO 1: INFORME INICIAL DE PROYECTO

PROJECTE

GAIU 7/IV/ TIM-C/18/ SUÑÉ

DESENVOLUPAMENT D'UNA APLICACIÓ MULTIMÈDIA DEL

SERVEI DESENVOLUPAMENT DEL MEDICAMENT

L'equip de treball està format per:

- Responsable projecte autora i idea original: Encarna García Montoya
- Responsable GAIU (ICE): Dra. M^a José Rubio
- Caps tècnics farmacèutics: Dr. Suñé, Dr. Tico
- Cap tècnic informàtic: Dr. Gratacós
- Programador informàtic: Glòria Figueres
- Dibuixant: Raul Ramírez (estudiant 4rt Belles Arts)

DISSENY INSTRUCTIU

L'aplicació està plantejada en tres parts consecutives però independents (és a dir per arribar a la tercera simulació cal que passin i **superin** les dues anteriors):

- **Visita virtual al SDM** (Servei Desenvolupaments del Medicament).
- **Normes de correcta fabricació** (Són les normatives aplicables a la fabricació dels medicaments, cal que l'usuari estigui ben preparat en aquest tema abans de tenir responsabilitats de fabricació).
- **Entrenament o simulació (part 1) i pràctica (part 2) de la fabricació de comprimits** de paracetamol, per via humida aquosa (la més complexa i completa). La simulació es tracta d'un vídeo comentat sobre les passes que cal donar per fabricar els comprimits i la pràctica serà la complexió per part de l'usuari de totes les fases necessàries per fabricar els comprimits amb qualitat.

Es vol insistir en que l'aplicació ha de ser eminentment pràctica en quan a trobar la informació resumida, amb gràfics i detalls derivats de la pràctica real. Pels autors sembla raonable primar la practicitat envers la presentació gràfica, és a dir, si amb una imatge es pot assolir el concepte es preferirà a un vídeo. Això també està relacionat amb la idea de poder "vendre el material als alumnes" a un preu raonable i accessible.

SITUACIÓ

- Es disposa dels guions (estructura i continguts bàsics) de l'aplicació didàctica (¹).
- S'ha fet una aproximació de la presentació sobre l'estructura bàsica de l'aplicació (pantalles de presentació) i menús interactius, botons (1).
- El material gràfic disponible és (ara):

¹ Lliurat als responsables dels projectes del GAIU al gener 2000.

- vídeo de presentació del Director Tècnic del SDM.
- vídeo del procés de elaboració dels comprimits.
- fotografies digitals d'algunes màquines del SDM.
- fotografies de situacions fora de normes.
- alguna animació del funcionament de les màquines (feta pels alumnes de Belles Arts).

Cal decidir si cal refer aquest material amb qualitat més professional.

NECESSITATS

DISSENY GRÀFIC

S'ha fet un disseny gràfic basat en un fons de pantalla en un color clar (gris, beig i blau) que correspon a la pantalla d'inici que és la que apareix en el follet del SDM.

Els colors del fons són diferents segons la part de l'aplicació que es presenta.

El comandaments sempre hi seran a dalt de la pantalla i normalment al passar per sobre de l'icona obrirà un text que acompanya a la imatge gràfica.

Cal avaluar el disseny i fer les modificacions pertinents (segons indicacions dels responsables de l'ICE).

Es detallen a continuació els plantejaments fets sobre la presentació dels continguts:

AIM 1: SERVEI DE DESENVOLUPAMENT DEL MEDICAMENT

Es tracta d'una **presentació informativa** del SDM de la Universitat de Barcelona que serveixi alhora com a **material de formació inicial en NCF**.

La interactivitat es basa en que l'usuari pugui escollir on anar lliurement, és a dir a partir del plànol l'usuari consulta allò que li interessa directament o fa una "passejada" pautada pel SDM. Es tracta d'una presentació del SDM, feta d'una manera tècnica i formativa.

Els usuaris podran recórrer les instal·lacions i notar l'aplicació dels criteris de qualitat, NCF, etc.; que ha fet la Universitat de Barcelona dintre d'una planta pilot destinada a la investigació i desenvolupament de medicaments i a la **formació d'alumnes** (tant de llicenciatura com de postgrau).

Objectiu principal:

Es fa un recorregut pel SDM, a fi **que el visitant es familiaritzi amb les instal·lacions de fabricació** on tindrà que desenvolupar-se dintre de la part més important de l'aplicació (simulació). S'ha plantejat en forma de passeig o entrenament dirigit. Aquesta primera interacció amb l'aplicació servirà per que l'usuari agafi la confiança necessària i aprengui el maneig del sistema.

Objectius secundaris:

* En acabar l'usuari **coneixerà i respectarà** totes les normes de **comportament i higiene al SDM**.

* L'usuari **coneixerà els punts i criteris** més importants (des de punt de vista NCF i Qualitat) que configuren la **qualitat d'una planta pilot** de desenvolupament i investigació de medicaments, a saber:

- qualitat de l'aire
- qualitat de l'aigua
- qualitat de les instal·lacions: disseny dintre de normes, materials i neteges...
- qualitat dels equips
- qualitat relacionada amb les persones: seguretat, higiene, formació i responsabilitat
- qualitat del medi ambient: tractament de residus, contaminacions creuades, etc.

* Conèixer la ubicació i les màquines disponibles al SDM.

A la tercera columna s'indiquen les activitats que reafirmaran l'aprenentatge (cal remarcar que aquest no és l'objectiu principal d'aquesta aplicació).

AVALUACIÓ AIM SDM

No s'ha previst avaluació d'aquesta part. Però per accedir a la tercera aplicació (la pràctica d'elaboració dels comprimits) caldrà demostrar uns coneixements relacionats amb aquesta part:

➤ apareixerà una foto del SDM i caldrà que connectin amb la forma farmacèutica que es fabrica dintre (fent una línia), entre diferents possibilitats que se'ls hi donarà.

A una banda dibuixos de FF o paraules escrites: comprimits (c), injectables (i), xarops (x), cremes (cr), control de qualitat, magatzem,

➤ els apareixerà un missatge: una persona ha de fabricar un xarop² quines instruccions cal que respecti: hauran d'omplir frases, haurà la possibilitat de que consultin en hipertext el PNT on hi és el plànol de l'SDM i el PNT d'Higiene o que el contestin directament.

Si es completa correctament, podrà accedir a la pràctica si no s'adreçarà a repassar l'AIM del SDM.

² Hi hauran previstes diferents formes farmacèutiques: comprimits, comprimits recoberts, supositoris, càpsules, injectable, etc. per tal que no sempre sigui la mateixa avaluació prèvia.

AIM 2: NORMES DE CORRECTA FABRICACIÓ DE MEDICAMENTS (NCF)

Es tracta d'un repàs pels nou capítols de les NCF, d'una forma pràctica: és a dir en uns casos investigant errades d'un dibuix que al pulsar obren petites finestres d'explicacions de les NCF o presenciant situacions de treball on s'apliquen bé o malament les NCF o interactuant amb gràfics especialment dissenyats per l'aprenentatge dels fluxos de fabricació dels medicaments.

Objectiu:

➤ L'usuari serà **avaluat** en uns coneixements bàsics de NCF: higiene (sempre) i altres temes relacionats. Si no és capaç d'assolir el nivell predeterminat, no podrà passar a fer la simulació de la fabricació: cal que completi la seva formació bàsica en NCF, repetint el programa (aquest en funció dels resultats donarà les pautes per que repassi o amplii els coneixements, amb bibliografia, etc.)

Objectius secundaris:

- l'usuari deu **saber comportar-se segons NCF** en una planta de fabricació de medicaments
- l'usuari **deu reconèixer situacions problemàtiques** que podrien afectar a la qualitat dels medicaments
- l'usuari deu saber **resoldre-les** (en funció de les responsabilitats que li hagin assignat prèviament) o com a mínim avisar al responsable tècnic final (Direcció Tècnica).

AVALUACIÓ

L'avaluació d'aquesta part serà un qüestionari (al menys 80 qüestions, de les quals es presenten aleatòriament 20). Per accedir a la tercera aplicació (la pràctica) caldrà demostrar uns coneixements relacionats amb aquesta part: 14 qüestions correctes de les 20 (70%).

Un cop contestada l'avaluació es pot investigar en que s'ha fallat; el programa adreça cap a la part que explica el detall de lo que es demanava.

Si es completa correctament, podrà accedir a la pràctica si no s'adreçarà a repassar l'AIM de les NCF.

AIM 3 i AIM 4: FABRICACIÓ DELS COMPRIMITS

És tracta d'una simulació de la fabricació de uns comprimits via humida aquosa. L'usuari deu trobar-se en situació de quasi realitat, és a dir, trobarà els equips que es trobaria al SDM, amb els mateixos requisits de qualitat, neteja i manipulació, la seva gestió farà obtenir un producte que passarà o no el control de qualitat final en funció de les accions dutes a terme pel operari. **Aquesta aplicació la passaran tots els alumnes abans de fer la pràctica presencial a les instal·lacions del SDM.** Amb la qual cosa es guanyarà molt temps en explicacions no relacionades amb el tema que es desenvolupa en el moment, ja que els alumnes el coneixeran bé. L'aplicació tindrà dos parts diferenciades:

- Entrenament o simulació: en realitat és una presentació de la pràctica que remarca els punts bàsics i l'aplicació de les NCF. S'utilitzaran imatges de vídeo.
- Pràctica: dos possibilitats:
 - serà la mateixa presentació anterior però que ha de ser dirigida per l'alumne, en funció de les decisions que prengui serà la qualitat del producte final, que es reflexa a la guia de fabricació i al certificat d'anàlisi.
 - Resoldre incidències de fabricació, que han passat com a conseqüència de no respectar les instruccions de fabricació o errades o despistes dels operadors.

Es farà un estudi estadístic amb diferents grups d'alumnes (els que han passat per l'aplicació i res més, els que han fet les pràctiques presencials i res més, els que han fet ambdues experiències) per tal de demostrar la seva aplicació a altres formes farmacèutiques que són de difícil fabricació (o alt cost) dintre del context d'alumnes en formació o en pràctiques: formes farmacèutiques estèrils. D'aquesta manera es podríem ampliar les experiències pràctiques que fan els alumnes, en aquest moment tan sols es fan dos: comprimits i emulsions.

Objectiu:

L'usuari serà **avaluat** en un coneixements bàsics de fabricació de comprimits.

Si no és capaç d'assolir el nivell predeterminat, no podrà passar a fer la pràctica presencial al SDM: caldrà que completi la seva formació, repetint el programa (aquest en funció dels resultats donarà les pautes per que repassi o amplii determinats passos o errades comeses o recomanarà bibliografia, etc.)

Objectius secundaris:

- l'usuari deu saber comportar-se perfectament a una planta de fabricació de comprimits
- l'usuari deu reconèixer situacions problemàtiques que podrien afectar a la qualitat dels comprimits que fabrica
- l'usuari deu saber resoldre-les (en funció de les responsabilitats que li hagin assignat prèviament) o com a mínim avisar al responsable tècnic final (Direcció Tècnica)

AVALUACIÓ

L'avaluació d'aquesta part consisteix en l'informe que ha fet el programa (pantalla 65) recollint totes les observacions i actuacions inadequades de l'alumne.

Si es completa correctament, podrà accedir a la pràctica real al laboratori, si no s'adreçarà a repassar l'AIM de les NCF. El professor rep el disquet i l'informe del programa per acceptar l'alumne a classe pràctica.

ANEXO 3: BORRADOR DEL GUIÓN EN FORMATO TABLA

ESBORRANY (FORMAT TAULA) DEL PROJECTE

GAIU 7/IV/ TIM-C/18/ SUÑÉ

DESENVOLUPAMENT D'UNA APLICACIÓ MULTIMÈDIA DEL SDM

AIM 1: VISITA VIRTUAL AL SDM

AIM SDM:	PRESENTACIÓ DEL	SERVEI DE DESENVOLUPAMENT DEL	
Nº PANTALLA	OBJECTIU	REAFIRMACIÓ AVALUACIÓ/ DIDÀCTICA	DIDÀCTICA/ ACTIVITAT SITUACIÓ
1	Logotips de la UB, Unitat de Tecnologia Fca. SDM		✓
	Pantalla amb títol de l'aplicació		✓
	Pantalla amb dades personals	Es crearà un arxiu personal de l'usuari on s'arxivaran els resultats de les avaluacions i demés dades d'interès. El programa assigna un codi d'accés d'entrada al SDM que l'usuari habrà d'usar per entrar.	✓ ✗
	Menú general de l'aplicació: 4 opcions.		
2	Benvinguda a l'aplicació SDM (xerrada de Direcció Tècnica). Objectiu de l'aplicació o punts remarcats abans de començar: conèixer les normes de visites i informació tècnica del SDM. Temes informatius de lliure accés (pantalles 3-9), 1 de consulta imprescindible la primera vegada que s'accedeix a l'aplicació: pantalla 3 i la d'accés (pantalla 8): per accedir al SDM (només accessible si s'ha passat abans per pantalla 3).	Si l'usuari vol passar sense veure algun dels temes bàsics apareix la pantalla que l'indica que li cal veure els temes restants. En acabar els temes el programa assigna un codi d'accés al SDM (aleatori) que serà demanat a la pantalla nº 10.	✗ falta la interacció ✓ vídeo de presentació Direcció Tècnica ✗ falta la programació del codi
3	Veure el PNT visites al SDM (text)	Els punts a recordar surten quan s'ha vist el PNT sobreimpressionats i destacats a sobre.	✗ falta incloure PNT visites ✓ GEN002
4	Conèixer els tipus d'àrees del SDM, segons nivell de neteja i qualitat de l'aire.	Plànol interactiu on es poden consultar les àrees segons qualitat de la mateixa (4 àrees). Noms dels cubículs	✓ falta plànol original i programació corresponen als cubículs
5	Reconèixer les característiques sanitàries i necessàries dels locals farmacèutics.	Fotografia interactiva que permet investigar com s'implementen les normatives al SDM destacant detalls: parets llises, identificació de portes,	✓ 6 fotografies (carpeta Pantalla 5) ✗ falta col·locar fotos i comentari de cada foto

		mitja canya entre terra i paret,...	
6	Conèixer com es fa el condicionament i tractament de l'aire a la planta farmacèutica: PNT (hipertext), plànol del SDM de distribució.	Plànol interactiu dels elements de condicionament de l'aire i característiques particulars de les diferents àrees de l'aire.	<ul style="list-style-type: none"> × PNT × diagrama ✓ foto escanejada i original: tratamiento aire.bmp
7	Conèixer com es fa el condicionament i tractament de l'aigua farmacèutica: PNT (hipertext) i plànol de distribució.	Plànol interactiu dels elements de condicionament de l'aigua i característiques particulars dels diferents usos.	<ul style="list-style-type: none"> × falta PNT × plànol distribució carpeta fotos pantalla 7 preparació aigües.jpg + Img0016.pcd
8	Conèixer com es fa el tractament de residus: PNT (hipertext)	Plànol interactiu on estan ubicats bidons.	<ul style="list-style-type: none"> × falta col·locar PNT HIS004
9	Conèixer com es tracta el tema de seguretat al SDM: PNT (hipertext)	Plànol interactiu d'ubicació dels elements de seguretat. foto d'exemple: rentat de sòlids.jpg	<ul style="list-style-type: none"> × falta col·locar PNT HIS003 carpeta fotos pantalla 9
10	Entrada al SDM: cal codi d'accés (només personal autoritzat) i signar al llibre d'entrades.	Foto del codificador a l'usuari se li remarca que només pot entrar personal autoritzat, si no fa la signatura al llibre missatge recordatori: per tal que es faci.	<ul style="list-style-type: none"> × falta programació ✓ foto codificador d'entrada i llibre de signatures carpeta 10 entrada × col·locar PNT GEN002
11	Vestir-se per entrar a SDM.	Cal que l'usuari es prepari per entrar: activitat d' agafar els tres elements de seguretat: gorra, bata i cobresabates imprescindibles. Si vol pot fer una activitat preparatòria. final: porta oberta	<ul style="list-style-type: none"> ✓ fotos del vestuari pantalla 11: vestir-se pantalla14: porta oberta
11-bis	Vestuari (front). Resoldre l'activitat.	Interacció oberta amb diversos elements: si no fa la seqüència correcta el programa el guia amb instruccions pertinents fins que es vesteix els tres elements imprescindibles per entrar al SDM	<ul style="list-style-type: none"> × falta programació activitat ✓ fotos del vestuari i elements de seguretat.
12	Recordar les normes bàsiques d'higiene per entrar al SDM. Activitat opcional.	Imatges d'operaris amb males pràctiques d'higiene que l'alumne deu avaluar. Si falla el programa li corregeix les errades, si falla totes cal que consulti el PNT de Higiene (hipertext).	<ul style="list-style-type: none"> ✓ fotos: fotosncl.exe × col·locar PNT d'higiene HIS001
14	Menú gràfic amb portes dels departaments del SDM que dirigeix l'usuari a l'àrea on vol adreçar-se, s'ha dividit en 15 parts.	Pot consultar les àrees abans d'accedir, el programa demana confirmació per anar a la part demanada.	<ul style="list-style-type: none"> ✓ fotos de tots els rètols de les sales del SDM carpeta: pantalla 13: rotulos salas<img001.pcd<img017.pcd< li=""> </img001.pcd<img017.pcd<>
15	Zona 1/15: vist des de la porta d'emergència. Pot escollir: dreta: porta de neteja Z. Estèril (P-19) esquerra: porta de vestuari (P-16)		

16	Sortida del SDM	Demana confirmació de la sortida. sí: passa a pantalla 15 no: passa a pantalla 15 per escollir altra opció	✓ foto porta vestuari pantalla 16
17	Treure's els elements de seguretat, portar-los a la paperera de material d'un sol ús.	Si falta algun element el programa guia l'usuari fins que es completa l'acció.	✓ foto des de porta passadís programació pantalla 17
18	Signar sortida al llibre de entrades.	Si no reacciona en uns segons el programa l'indica que ho faci.	✓ foto persona vestida pantalla 18
19	Conèixer l'àrea de neteja de zona estèril.	Foto es pot consultar els equips que es veegin a la fotografia.	✓ foto general pantalla 19
20	Àrea 2/15, pot escollir anar a P-21, P-22, P-23		
21	Vista de l'àrea de neteja de semisòlids, líquids.	Comentaris de reafirmació a sobre de la foto.	✓ foto general i detalls pantalla 21
22	Conèixer la zona estèril des de la finestra dels passadís	Comentari escrit sobre la foto de les característiques d'aquesta àrea: n ^o partícules, renovacions/hora, superfícies, etc.	✓ foto finestra zona estèril <i>puerta zona estèril.bmp</i>
23	Vista del passadís 3/15 per accedir a les següents pantalles: dreta → 24 o esquerra → 25.		✓ Foto liofilitzador ✓ Foto de preparació líquids
24	Conèixer l'àrea del liofilitzador (part tècnica de l'equip)	Comentaris sobre perquè la part tècnica està fora de la zona estèril i etiquetes dels noms dels equips.	✓ foto porta ✓ foto comandaments i liofilitzador
25	Conèixer l'àrea de preparació de líquids	Les màquines que es veuen al passar per sobra apareix l'etiqueta del seu nom i característiques més rellevant (presa de nitrogen i aire comprimit).	✓ Hipertext de la directriu suplementària 6. Foto dels equips: reactors, etc. ✓ <i>líquidos.bmp img0006.pcd</i>
26	Vista del passadís 4/15 per accedir a les següents pantalles: dreta → SAS ZE (28) i esquerra → aerosols (27)		Porta SAS ZE Porta aerosols
27	Conèixer el departament d'aerosols	Etiquetes sobre els equips i hipertext de la directriu suplementària 7.	✓ Taula d'aerosols: <i>aerosols.jpg</i>
28	Aprofundir en les característiques de la ZE, com s'expliquen els nivells de neteja i la progressió i comportament dels usuaris.	Imatges de la zona estèril.	<i>Img0005.pcd</i> <i>img0022.pcd</i>
29	Vista del passadís 5/15 per accedir a les següents pantalles: dreta → finestra sala d'estabilitat (31) i esquerra → semisòlids (30)		<i>foto sala d'estabilitat</i> <i>foto sala semisòlids</i>
30	Conèixer el departament de semisòlids	Etiquetes sobre els equips. ✓ <i>Stephan</i> ✓ <i>Emulsionador industrial</i> ✓ <i>dosificador</i>	<i>Img0021.pcd</i> <i>foto general</i>
31	Conèixer la sala amb estufes, des de la finestra.	S'explica les diferents T ^a amb etiquetes sobre les estufes i càmares climàtiques.	
32	Vista del passadís 6/15 per		foto porta sala estabilitat

	accedir a les següents pantalles: dreta →sala d'estabilitat (34) i esquerra →control galènic (33)		finestra i foto control galènic
33	Conèixer el departament de control galènic.	Etiquetes sobre els equips: balança, disgregador, e. dissolució, pH-metre, friabilòmetre, duròmetre, viscosímetre, etc.	balança disgregador / dissolució pH-metre viscosímetre espectrefotòmetre durometre friabilometre
34	Conèixer i entrar (si es vol) a la sala d'estabilitat.	S'explica les diferents T ^a amb etiquetes sobre les estufes i càmares climàtiques.	fotos de les estufes *foto càmera climàtica
35	Vista 7/15 de la porta neumàtica separadora de zona de sòlids i líquids.	Al passar per sobra s'obra una explicació relacionada amb la contaminació creuada. Cal prémer enter per obrir-la.	foto porta oberta i tancada comandament porta
36	Vista del passadís 8/15 per accedir a les següents pantalles: dreta →37	Detall de l'equip per matar insectes voladors	✓ mata insectes voladors <i>antimos.jpg</i> ✓ <i>pasillo desde centro.bmp</i>
37	Conèixer la sala de neteja de sòlids	S'explica amb etiquetes sobre les eines disponibles per la neteja.	foto porta, vista general i detalls <i>rentat solids.jpg</i>
38	Vista del passadís 9/15 per accedir a les següents pantalles: dreta →sala de comprimits (39) i esquerra →càpsules (40)		porta sala comprimits porta sala càpsules
39	Conèixer (vídeo de la sala de compressió)	Etiquetes sobre els equips disponibles	fotos de les màquines comprimir
40	Conèixer sala càpsules	Etiquetes sobre les màquines	no hi ha màquines en aquesta sala.
41	Vista del passadís 10/15 per accedir a les següents pantalles: dreta →finestra de comprimits i esquerra →recobriment de comprimits (42)		finestra sala comprimits porta sala recobriment
42	Conèixer la sala de recobriment de comprimits	Etiquetes sobre les màquines	✓foto bombo recobriment recobriment.jpg Img0014.pcd
43	Vista del passadís 11/15 per accedir a les següents pantalles: dreta →sala de comprimits especials (44) i esquerra →llit fluït (45)		porta sala comprimits porta llit fluït
44	Conèixer la sala de compressió especial	Etiquetes sobre els equips disponibles i sobre el control de les condiciones especials	màquina comprimits especials <i>comprimits especiales.jpg</i>
45	Conèixer sala llit fluït	Etiquetes sobre les màquines	màquina llit fluït <i>Img002.pcd</i>
46	Vista del passadís 12/15 per accedir a les següents pantalles: dreta →sala de condicionament (48) i esquerra →finestra de		porta sala condicionament finestra i porta granulació

	granulació (47)		
47	Conèixer la sala de granulació (paret esquerra)	Etiquetes sobre els equips: barrejadora V, barrejadora Bicònica, barrejadora, 2 tamitzadores oscil·lants,	vista general paret esquerra detalls dels equips <i>esquinaglatt.bmp</i> <i>Img 007.pcd</i> <i>Img009.pcd</i> <i>Img010.pcd</i>
48	Conèixer sala granulació (part enfront porta i dreta)	Etiquetes sobre les màquines: pica de rentat, estufes, tamizadora oscil·lant Bonals, torre de tamisos, molins, etc.	vista general paret esquerra detalls dels equips
49	Vista del passadís 13/15 per accedir a les següents pantalles: dreta → porta sala de pesades (50) i esquerra → porta 2 de granulació (48)		porta sala pesades porta 2 granulació
50	Conèixer la sala de pesades	Etiquetes sobre els equips: cabina flux laminar, balances, estris de pesada, etc.	<i>vista general</i> <i>balança</i> <i>balança</i> <i>cabina fluxe laminar</i> <i>cabina flujolaminar</i> <i>Img0014.pcd</i>
51	Vista del passadís 14/15 per accedir a les següents pantalles: dreta → sala d'aigua desionitzada (7 i 52) esquerra → finestra 2 i porta de granulació (53) front: porta d'emergència sortida (56)		✓ <i>porta sala aigua</i> <i>porta 2 granulació</i>
52	Conèixer la estació d'obtenció d'aigua desionitzada.	Etiquetes sobre els elements: bomba, canonades d'inox... connecta amb la pantalla 7 (explicacions de qualitat d'aigua)	<i>Img0016.pcd</i>
53	Granulació porta 2 granulació.		
54	Vista del passadís 15/15 per accedir a les següents pantalles: dreta → magatzem (55), front → sortida d'emergència (56) esquerra → porta 2 de granulació (53)		✓ <i>porta magatzem</i> <i>porta 2 granulació</i> <i>vista 15 de 15</i> <i>des de darrere: Img0017.pcd</i>
55	Conèixer sala emmagatzematge de productes.	Etiquetes informatives sobre compliment de les NCF.	<i>Img0018.pcd</i>
56	Sortida d'emergència	Si fa clic a la porta, se li pregunta si vol sortir i el porta al vestuari per sortir de l'aplicació (pantalles 16-18).	

AIM 2: NORMES DE CORRECTA FABRICACIÓ DE MEDICAMENTS (NCF)

AIM NCF	PRESENTACIÓ DE LES NORMES DE CORRECTA FABRICACIÓ	
Nº PANTALLA	OBJECTIU	REAFIRMACIÓ DIDÀCTICA/ AVALUACIÓ/ ACTIVITAT DIDÀCTICA
1	Logotips de la UB, Unitat de Tecnologia Fca. SDM	
2	Pantalla amb títol de l'aplicació	
3	Pantalla amb dades personals	Es crearà un arxiu personal de l'usuari amb resultats de les avaluacions i demés dades d'interès.
4	Menú general de l'aplicació: 4 opcions.	Ha demanat l'opció 2: <i>Normas de Correcta Fabricación</i>
5	Presentar l'aplicació NCF	* objectius de l'AIM
6	Introduir al tema: significació sigles i altres conceptes bàsics: NCF; BPL,...	✓
6.1	Àrees d'aplicació de les normatives	*FALTA PROGRAMACIÓ Activitat: frases a omplir referents al tema ACTIVITAT IMATGES A LES QUE S'HAN ASSIGNAR LES NORMES A APLICAR
6.2	ISO 9000	Activitat: frases a ordenar referents al tema Buscar foto del diari de un laboratori amb normes ISO.
6.3	Breu història de les NCF, exemples publicats a diaris	✓ Formatge sense proteccions personals, amoxicil·lina (falten buscar més notícies).
7	Menú amb capítols NCF	✓
8	Glossari NCF: termes alfabèticament ordenats (semblant a la ajuda de windows)	✓ falta col·locar-lo
9	Conèixer, relacionar i diferenciar els conceptes importants del CAPÍTOL 1: Sistema de Garantia de Qualitat <ul style="list-style-type: none"> • Sistema Garantia Qualitat • Sistema Garantia Qualitat Medicaments <ul style="list-style-type: none"> ➤ CQ ➤ NCF ➤ GQ 	* Han de completar una frase resum del tema (hi hauran quatre versions de frases). *FALTA PROGRAMACIÓ: Activitat: relacionar temes, apareix els tres cercles concèntrics del SGQ del medicament i han de col·locar les etiquetes
10	Conèixer els requeriments de les NCF respecte al personal: CAPÍTOL 2 Menú amb tres punts a revisar: p11-13	
11	Conèixer els requeriments quant a responsabilitat del personal del laboratori farmacèutic: organigrama, DPT	* falta col·locar fitxa d'exemple
12	Conèixer els requeriments Higiene i NCF	Investigació d'una imatge "fora de normes" (dibujo01) que obren explicacions al respecte al detectar-lo i fer clic. Si no es troba el programa pot mostrar-lo (demantant-lo a ajuda).
13	Conèixer els requeriments de formació.	Investigació d'una imatge d'una classe de formació (dibujo02) que obren explicacions al

		respecte al detectar-lo. Si no es troba el programa pot mostrar-lo (demanant-lo a ajuda).
14	Conèixer els requeriments de les NCF respecte al local: CAPÍTOL 3.	Investigació d'una imatge (<i>dibujo03</i>) al respecte que obren quadres d'explicacions. Si no es troba el programa pot mostrar-lo (demanant-lo a ajuda).
15	Conèixer els requeriments de les NCF respecte als equips: CAPÍTOL 3.	Investigació d'una imatge (foto d'una màquina en mal estat) al respecte que obren quadres d'explicacions. Si no es troba el programa pot mostrar-lo (demanant-lo a ajuda).
16	Conèixer els requeriments de les NCF respecte als documents: CAPÍTOL 4. Presentació dels documents habituals dels laboratoris farmacèutics.	Investigació d'una imatge (<i>dibujo05</i>) al respecte que obren quadres d'explicacions. Si no es troba el programa pot mostrar-lo (demanant-lo a ajuda).
17	Exemples de documents	* Activitat en descobrir on fallen uns documents segons les NCF
18	Conèixer els requeriments de les NCF respecte a la producció: CAPÍTOL 5. Flux de fabricació esquematitzat per investigar les característiques de les fases.	* FALTA PROGRAMACIÓ Activitat: ordenar un flux erroni.
19	Conèixer els requeriments de les NCF respecte al control de qualitat: CAPÍTOL 6.	Investigació d'una imatge (<i>dibujo06</i>) al respecte que obren quadres d'explicacions. Si no es troba el programa pot mostrar-lo (demanant-lo a ajuda).
20	Conèixer els requeriments de les NCF respecte a la fabricació i anàlisi per tercers: CAPÍTOL 7.	Investigació d'una imatge (<i>dibujo07</i>) al respecte que obren quadres d'explicacions. Si no es troba el programa pot mostrar-lo (demanant-lo a ajuda).
21	Conèixer els requeriments de les NCF respecte a les reclamacions: CAPÍTOL 8.	Investigació d'una imatge (<i>dibujo08</i>) al respecte que obren quadres d'explicacions. Si no es troba el programa pot mostrar-lo (demanant-lo a ajuda).
22	Requeriments respecte a retirades	Investigació d'una imatge (<i>dibujo09</i>) al respecte que obren quadres d'explicacions. Si no es troba el programa pot mostrar-lo (demanant-lo a ajuda).
23	Conèixer els requeriments de les NCF respecte a l'autoinspecció: Capítol 9.	* CONNEXIÓ AMB UN QÜESTIONARI NCF per fer una autoinspecció d'una àrea de sòlids que es pot imprimir.
24	Avaluació qüestionari tipus test	
25	Resultats i recomanacions per l'usuari.	

AIM 3: ENTRENAMENT FABRICACIÓ DELS COMPRIMITS

AIM (PART 1):	3 ELABORACIÓ GUIADA DELS COMPRIMITS DE PARACETAMOL	
Nº PANTALLA	OBJECTIU	REAFIRMACIÓ DIDÀCTICA/ AVALUACIÓ/ ACTIVITAT DIDÀCTICA
1	Logotips de la UB, Unitat de Tecnologia Fca. SDM Pantalla amb títol de l'aplicació.	
	Pantalla amb dades personals. El programa t'assigna un codi personal per accedir al SDM	Es crearà un arxiu personal de l'usuari amb resultats de les avaluacions i demés dades d'interès.
	Menú general de l'aplicació: 4 opcions. L'opció 4 la primera vegada que entra l'usuari no està disponible ja que es obligatori passar per la 3 prèviament. En entrades posteriors no cal passar abans per la 3.	Ha demanat l'opció 3: Simulació o entrenament (training).
2	Presentar la pràctica i l'objectiu (MONITOR).	
3	Explicació sobre les eines disponibles per moure's per l'aplicació: 3.1- pantalla a pantalla (segons l'ordre de la guia) 3.2- plànol SDM 3.3- icones d'aplicació	
4	Reorientació dels objectius d'aquesta part de l'AIM.	
5	Metodologia i plantejament. Detalls de la <u>guia de fabricació</u> : es comenten apartats i detalls de la guia lligats a les NCF (nº lot, càlcul de la data de fabricació,..) etc. Es veurà el <u>vídeo de la fabricació</u> explicat per un professor de pràctiques, alhora que aquest omple la guia de fabricació dels comprimits etc. El vídeo està estructurat en les mateixes fases de la guia (14) i en cadascuna es remarquen els punts principals a retenir per fer més tard la pràctica.	
6	Obtenir la documentació del lot mínima per fabricar: <ul style="list-style-type: none"> • ordre fabricació, • guia de fabricació 	Quadres de text al passar per sobre de cada document. Des d'ara sortirà una icona representativa de la guia a la pantalla, que es podrà obrir i escriure en ell quan convingui.
7	Exemples de com complimentar la documentació del lot concret que es fabricarà.	
8	Recordatori d'alguns temes NCF importants: rectificacions segons NCF (exemple), com es documenten els registres a la guia,...	
9	Entrada al SDM: es marca el codi personal que havia assignat prèviament el programa a l'usuari.	
10	El professor fa l'activitat de vestir-se amb els elements de seguretat. I directament hi ha una animació que marca al plànol del SDM, fa clic i es trasllada al magatzem.	
11	Trasllat al magatzem	Vídeo de 39:00—52:03
12	Localització de les PM del magatzem. Activitat dirigida pel programa.	Idees a remarcar en text a sobre: <ul style="list-style-type: none"> • sinònims de les MP

		<ul style="list-style-type: none"> • FIFO • stock mínim: gestió de MP • etiquetes d'aprovat
13	Detall d'una etiqueta de les PM localitzades: acceptat, mostreig,...	Fotos
14	Vídeo de recollida o sortida de les PM del magatzem.	no hi ha vídeo. Al costat la guia de fabricació s'omple amb els registres pertinents.
15	Trasllat a la sala de pesada	no hi ha vídeo.
16	Vídeo de pesada de les MP	Al costat la guia de fabricació s'omple amb els registres pertinents. Vídeo ✓ 4 parts
17	Vídeo de trasllat a l'àrea de granulació.	no hi ha vídeo.
18	Verificacions prèvies per la fabricació: es veu com es comprova en el vídeo els detalls que es demanen a la guia: neteja de les màquines i com immediatament s'escriu a la guia. Verificacions dels pesos (molt important no oblidar-lo) Es veu com les màquines estan etiquetades amb les etiquetes correctes.	Vídeo ✓ 04.17-04.35 * Exercici sobre contaminació creuada.
19	Vídeo de preparació de la solució aglutinant, d'acord amb la guia de fabricació.	Vídeo 03.27-04.15
20	Vídeo de tamització de les PM d'acord amb guia.	04.42.21-04.58
21	Gràfics, animacions i text explicatius de la tamitzadora	
22	Finalització de la tamització i introducció dels registres a la guia, etiquetes de brut,...	
23	Vídeo de la barreja de les MP	Es remarca les instruccions resumides i ordenades a sobre.
24	Gràfics, animacions i text explicatius de la barrejadora	
25	Finalització de la barreja i introducció dels registres a la guia, etiquetes de brut,...	
26	Vídeo del control de pes del producte intermedi	
27	Finalització de la solució aglutinant, es pot veure l'aspecte líquid sense grumolls... a la temperatura 40°C	
28	Vídeo de l'amassat segons la guia.	
29	Gràfics, animacions i text explicatius de l' amassadora	
30	Finalització de l'amassat i introducció dels registres a la guia, etiquetes de brut,...	
31	Vídeo de la granulació humida segons la guia.	
32	Gràfics, animacions i text explicatius de la granuladora	
33	Finalització de la granulació i introducció dels registres a la guia, etiquetes de brut,...	
34	Vídeo de la introducció del granulat a l' estufa segons la guia.	
35	Gràfics, animacions i text explicatius de l'estufa	
36	Vídeo de neteja dels equips bruts i de la sala de granulació	
	Neteja tamitzadora	
	Neteja barrejadora	
	Neteja agitador	
	Neteja amassadora	
	Neteja granualdora	
	Neteja estris de fabricació	

43	Transició al segon dia de fabricació.	
44	Vídeo de l'extracció dels granulat sec de l'estufa segons la guia. Finalització del secat i introducció dels registres a la guia, etiquetes de brut,...	
45	Vídeo de la tamització del granulat sec segons la guia.	
46	Gràfics, animacions i text explicatius de la tamitzadora Bonals	
47	Finalització de la granulació i introducció dels registres a la guia, etiquetes de brut,...	
48	Vídeo de la tamització de les PM extra granulars segons la guia. Finalització de la tamització i introducció dels registres a la guia, etiquetes de brut,...	
	Esquemes de la tamitzadora	
49	Fí tamització	
50	Vídeo de la barreja final dels 2 granulats secs segons la guia.	
51	Gràfics, animacions i text explicatius de la barrejadora	
52	Finalització de la barreja i introducció dels registres a la guia, etiquetes de brut,...	
53	Vídeo de la compressió del granulat sec segons la guia.	
54	Gràfics, animacions i text explicatius de la comprimidora	
55	Control de procés	
56	Mostres per CQ	
57	Finalització de la compressió i introducció dels registres a la guia, etiquetes de brut,...	
58	Neteja dels equips anteriors.	
59	Alliberació del lot en funció de les dades de la guia: INFORME DEL PROGRAMA	✗ falta programació

AIM 4: PRÀCTICA FABRICACIÓ COMPRIMITS¹

AIM 4 (PART 2 PRÀCTICA):	ELABORACIÓ DELS COMPRIMITS PER L'USUARI	
Nº PANTALLA	OBJECTIU	REAFIRMACIÓ DIDÀCTICA/ AVALUACIÓ/ ACTIVITAT DIDÀCTICA
1	Logotips de la UB, Unitat de Tecnologia Fca. SDM Pantalla amb títol de l'aplicació	
	Pantalla amb dades personals. Et dona un codi personal autoritzat per entrar a l'aplicació.	Es crearà un arxiu personal de l'usuari amb resultats de les avaluacions i demés dades d'interès.
	Menú general de l'aplicació: 4 opcions. L'opció 4 (PRÀCTICA) la primera vegada que entra l'usuari no està disponible ja que es obligatori passar per la 3 prèviament. En entrades posteriors no cal passar abans per la 3.	Ha escollit l'opció 4: Pràctica.
2	Objectius de l'AIM	
3	Avaluació prèvia.	Activitats per avaluació: <ul style="list-style-type: none"> • ordenar un flux de fabricació amb fotos • escollir elements de seguretat necessaris per entrar al SDM per fabricar diferents formes farmacèutiques • exercicis variis (especificats al guió pàg. 5) Si no es resol adequadament, es recomana repassar temes de les AIM anteriors.
4	Presentar la pràctica i l'objectiu. En aquest cas és l'usuari qui fa treballar l'aplicació d'acord amb la guia de fabricació, cal que documenti totes les incidències, etc. al final serà avaluat per programa.	
5	Recordatori sobre les eines disponibles per moure's per l'aplicació. -pot anar endavant per pantalla o pel plànol del SDM. El professor de pràctiques li torna a recordar que ha de ser l'usuari qui dirigeixi l'aplicació d'acord amb el que ha vist a la simulació. Al menú apareix la possibilitat d'elaborar un nou lot o continuar si estava sense acabar.	
6	Primer pas que ha de fer l'usuari és demanar la documentació del lot: l'ordre de fabricació i la guia i omplir les dades particulars del lot a fabricar.	Si es deixés alguna dada important el programa (amb l' icona del professor de pràctiques) el guia per que no passi a la següent pantalla sense alguna part important.
7	Es demana la guia de fabricació del lot a fabricar	
8	Mateixa pantalla que a la simulació.	

¹ Aquest esborrany correspon a la versió fabricació, que no va resultar la definitiva (l'annex 8 reflexa l'estructura final de l'AIM4).

9	Imatge de la porta del SDM. L'usuari ha de marcar un codi per entrar al SDM.	
10	Vista del vestuari, l'usuari agafa els elements de seguretat, cal que siguin els tres imprescindibles. Si no els agafa el programa el guia. A l'ajuda hi ha el PNT de visites amb els punts imprescindibles. Al fer clic a la porta d'entrada al SDM, si porta els tres elements li apareix el plànol per anar al magatzem de PM.	
11	Plànol SDM: Si marqués altra àrea es traslladaria allà (si és possible) diferents opcions de missatges.	
12	Localització de les PM del magatzem. L'ordre lògic seria: 1. mirar la guia per saber quines PM necessita 2. mirar el llistat de PM (imprès o a l'ordinador) per trobar-les. 3. agafar les PM (copiar i enganxar a la guia) 4. omplir els registres a la guia	Al costat la guia de fabricació que ha d'omplir amb els registres pertinents.
13	Detall d'etiquetes de les PM que ha escollit l'alumne: nº lot, acceptat, mostreig, codi de barres,...	Cal que comprovi les dades de les PM agafades, apareixerà una PM incorrecta que deu veure si no ho fa seguirà la fabricació cap endavant però quedarà anotat a l'avaluació del programa.
14	Vídeo de recollida o sortida de les PM del magatzem (en gàbies tancades). Cal passar a àrea de pesada: pel plànol o directament amb la guia.	
15	Si demana plànol cal fer clic a la sala de pesades, la resta d'àrees són informatives.	
16	Activitat de pesada de les PM. Cal que es faci exactament es deixa que l'alumne ho faci intuïtivament i si s'equivoca s'orienta. Plànol per passar a granulació	Omplir la guia de fabricació amb els registres pertinents. Segons les accions es registren observacions al programa
17	Vídeo de trasllat a l'àrea de granulació.	
18	Verificacions prèvies per la fabricació: cal que es comprovi els detalls que es demanen a la guia: neteja de les màquines i que es documenti a la guia. Verificacions dels pesos. Pot ser que l'usuari no ho faci aquest pas, llavors al final sortirà contaminat el lot. Si decideix fer-lo passa a una foto amb detalls que deuen ser corregits.	Diverses situacions que cal endreçar abans de fabricar.
19	Preparació de la solució aglutinant, d'acord amb la guia de fabricació. Cal afegir el midó en parts, per recordar-lo mentre es fa altres parts de l'elaboració es disposa d'una icona d'un vas que al obrir-la podem verificar com va la solució aglutinant. Segons l'actuació es cremarà es perdrà aigua en excés, etc.	
20	Tamització de les PM d'acord amb guia.	
(consulta)	Gràfics, animacions i text explicatius de la tamitzadora	
21	Finalització de la tamització, recollida del producte i introducció dels registres a la guia, etiquetes de brut,...	
23	Barreja de les PM. Activitat ja que la barrejadora es plena de material, cal que	

	l'usuari actüi d'acord amb les normes	
24 (consulta)	Gràfics, animacions i text explicatius de la barrejadora	
25	Finalització de la barreja i introducció dels registres a la guia, etiquetes de brut,... Activitat amb els cargols.	
26	Control de pes del producte intermedi.	
27	Finalització de la solució aglutinant, es pot veure l'aspecte líquid sense grumolls...a la temperatura 40°C, però cal haver respectat les instruccions de la guia.	
28	Amassat segons la guia. Activitat d'incorporar la solució aglutinant a amassadora.	
29 (opcional)	Gràfics, animacions i text explicatius de la amassadora	
30	Finalització de l'amassat i introducció dels registres a la guia, etiquetes de brut,...	
31	Granulació humida segons la guia.	
(opcional)	Gràfics, animacions i text explicatius de la granuladora	
33	Finalització de la granulació humida i introducció dels registres a la guia, etiquetes de brut,...	
34	Introducció del granulat a l'estufa segons la guia.	
35 (opcional)	Gràfics, animacions i text explicatius de l'estufa	
36	Neteja dels equips bruts i de la sala de granulació. Segons les pautes marcades prèviament: 7 passos.	
37	Neteja tamitzadora	
38	Neteja barrejadora	
39	Neteja agitador	
40	Neteja amassadora	
41	Neteja tamitzadora humits	
42	Neteja utensilis: sala i espàtules, etc.	
44	Extracció del granulat sec de l'estufa segons la guia. Cal que es comprovi que no han hagut incidències: T ^a , etc. L'indicador marca 37°C. Finalització de l'assecat i introducció dels registres a la guia, etiquetes de brut,... Control del pes del granulat sec.	S'ha adonar que ha canviat el registre de la temperatura establerta i anotar-lo a la guia.
45	Tamització del granulat sec segons la guia. Finalització de la granulació i introducció dels registres a la guia, etiquetes de brut,...	
(opcional)	Gràfics, animacions i text explicatius de la tamitzadora Bonals	
47	Tamització de les PM extra granulars segons la guia. Cal anar al magatzem d'intermitjos està tancat amb brida, cal incorporar les PM en el ordre marcat.	
(opcional)	Gràfics, animacions i text explicatius de la tamitzadora Erweka	
49	Finalització de la tamització i introducció dels registres a la guia, etiquetes de brut,...	
50	Barreja final del granulat sec segons la guia.	
(opcional)	Gràfics, animacions i text explicatius de la barrejadora	
52	Finalització de la barreja i introducció dels registres a la guia, etiquetes de brut,... Activitat: descàrrega de la barrejadora	
53	Compressió del granulat sec segons la guia. Verificacions prèvies imprescindibles	

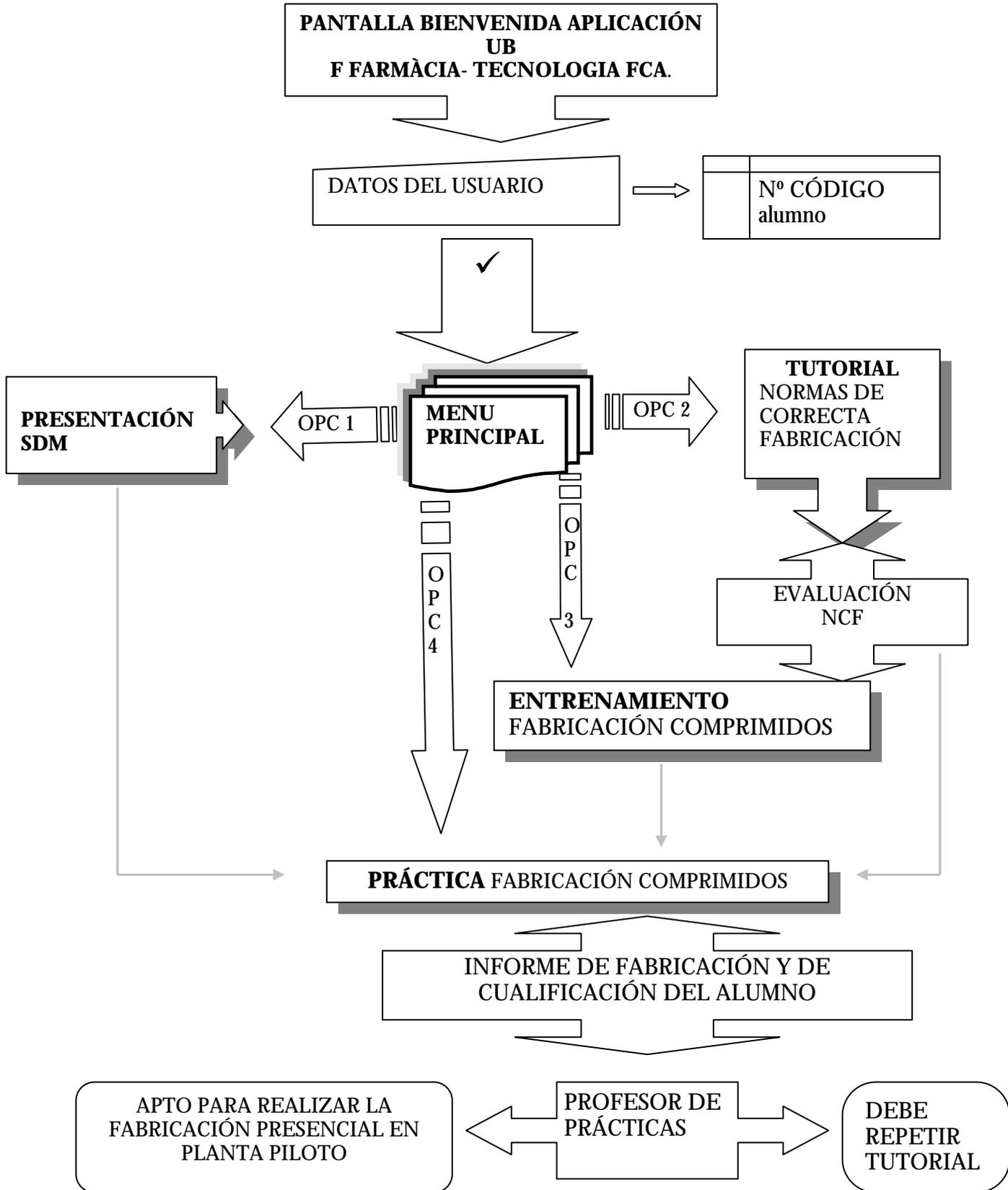
(opcional)	Gràfics, animacions i text explicatiu de la comprimidora	
55	Control de procés de la compressió: <ul style="list-style-type: none"> ■ 20 comprimits pes i duresa ■ 6 disgregació ■ 6 dimensions 	
56	Preparació de les mostres per CQ: vídeo. Cal que escriguin les etiquetes, nº lot, etc.	Si es deixen alguna cosa, serà remarcat a l'informe final.
57	Finalització de la compressió i introducció dels registres a la guia, etiquetes de brut,...	
58	Neteja dels equips anteriors.	
59	L'usuari avalua la guia que ha acabat en funció de les dades de la guia i tanca el lot.	
60	El programa ofereix l'informe d'observacions NCF de l'usuari on apareixen totes les indicacions que no ha fet o ha fet malament i recomana una actuació a l'usuari, qualifica també el lot: rebutjat o acceptat o cal reprocessar. L'alumne ha de tornar a fabricar el lot fins que li surti acceptat. Aquest informe l'ha de lliurar al professor abans de fer les pràctiques in vivo.	

AIM 4: PRÀCTICA INCIDÈNCIES DE FABRICACIÓ DE COMPRIMITS²

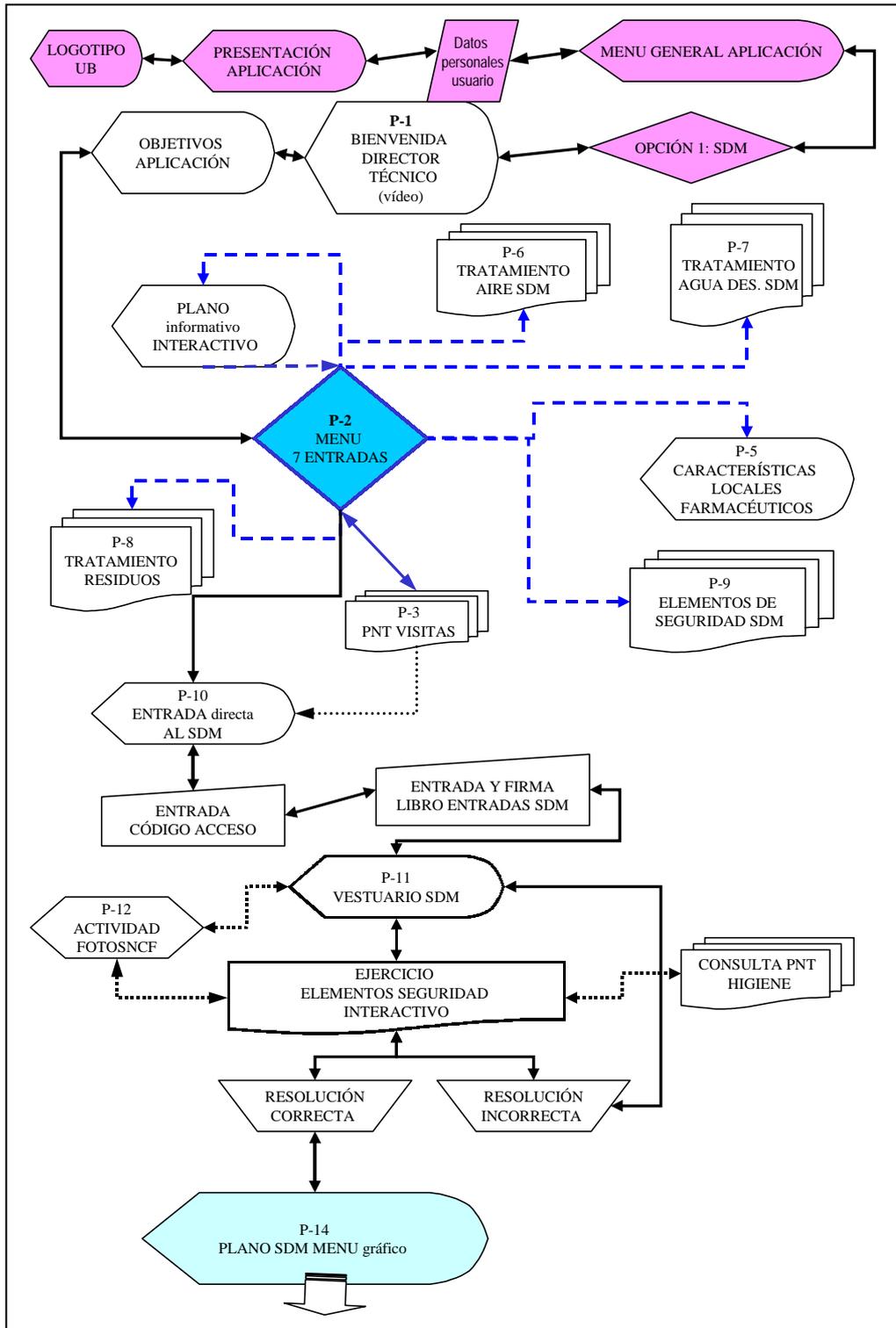
AIM 4 (PART PRÀCTICA):	INVESTIGACIÓ 2 FABRICACIÓ D'INCIDÈNCIES DE	DE
Nº PANTALLA	OBJECTIU	REAFIRMACIÓ DIDÀCTICA/ AVALUACIÓ/ ACTIVITAT DIDÀCTICA
1	Logotips de la UB, Unitat de Tecnologia Fca. SDM Pantalla amb títol de l'aplicació Pantalla amb dades personals. Et dona un codi personal autoritzat per entrar a l'aplicació.	Es crearà un arxiu personal de l'usuari amb resultats de les avaluacions i demés dades d'interès.
	Menú general de l'aplicació: 4 opcions. L'opció 4 (PRÀCTICA) la primera vegada que entra l'usuari no està disponible ja que es obligatori passar per la 3 prèviament. En entrades posteriors no cal passar abans per la 3.	Ha escollit l'opció 4: Pràctica.
2	Objectius de l'AIM	
3	Pantalla d'opcions: 6 incidències a resoldre i una més d'exemple.	Escull una incidència.
4	Incidència d'exemple: Presentar la pràctica i l'objectiu. En aquest cas l'usuari veu com es resol una incidència de qualitat i comprova com s'arriba a la resolució de la mateixa (veient evidències amb vídeo, fotografies o escrits).	
5	Es resolen les 6 incidències: s'ha de contestar una qüestió referent a l'errada si es contesta incorrectament el programa mostra l'evidència.	Contesta les preguntes referents a l'incidència resolta
6	Avaluació final: cal contestar una bateria de preguntes referents a les característiques de la fórmula i la seva incidència sobre la qualitat.	
7	Informe de resultats per l'alumne.	

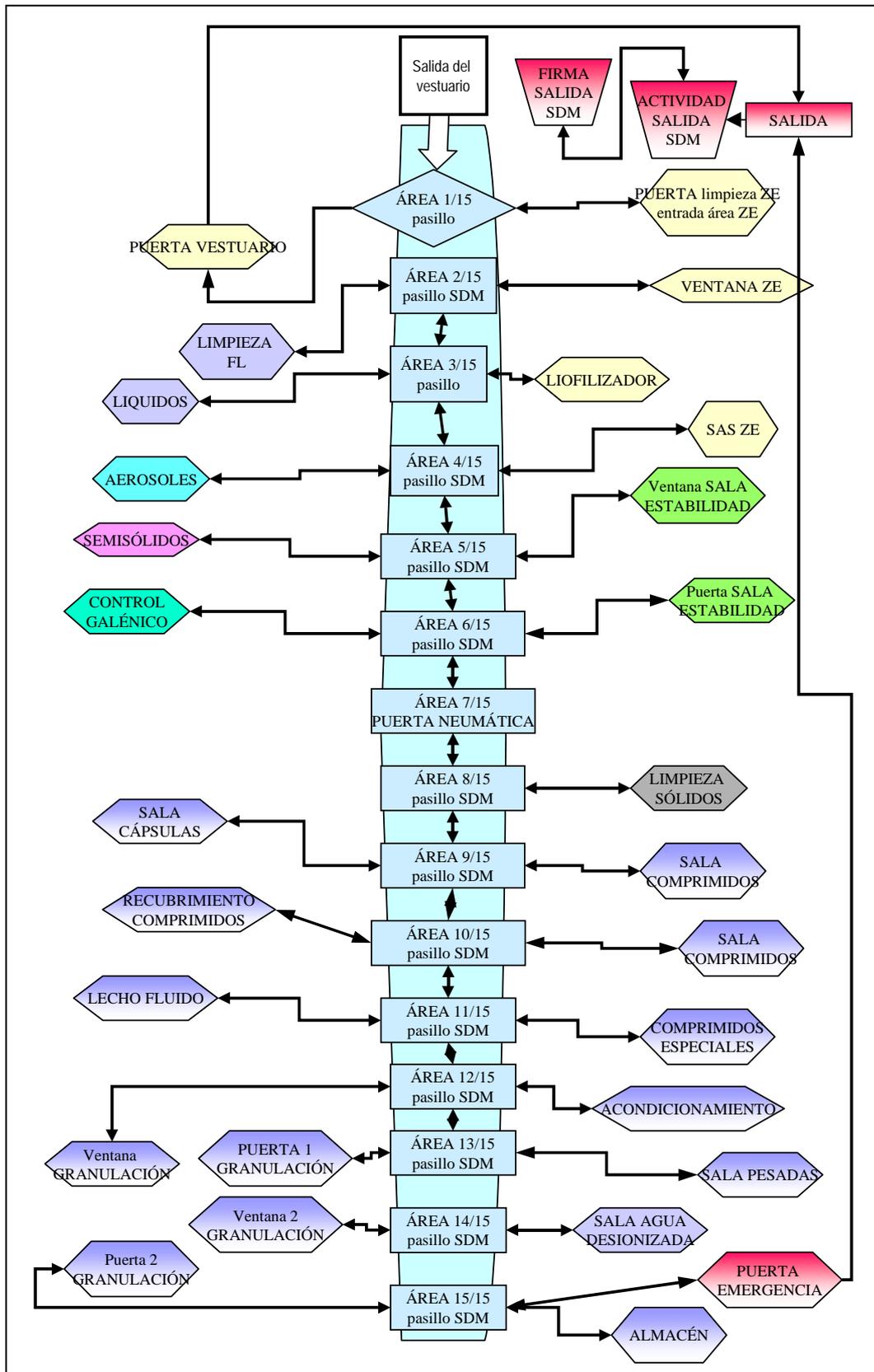
² Aquest esborrany correspon a la versió final de l'AIM4.

ANEXO 2: FLUJO COMPLETO DE LA APLICACIÓN

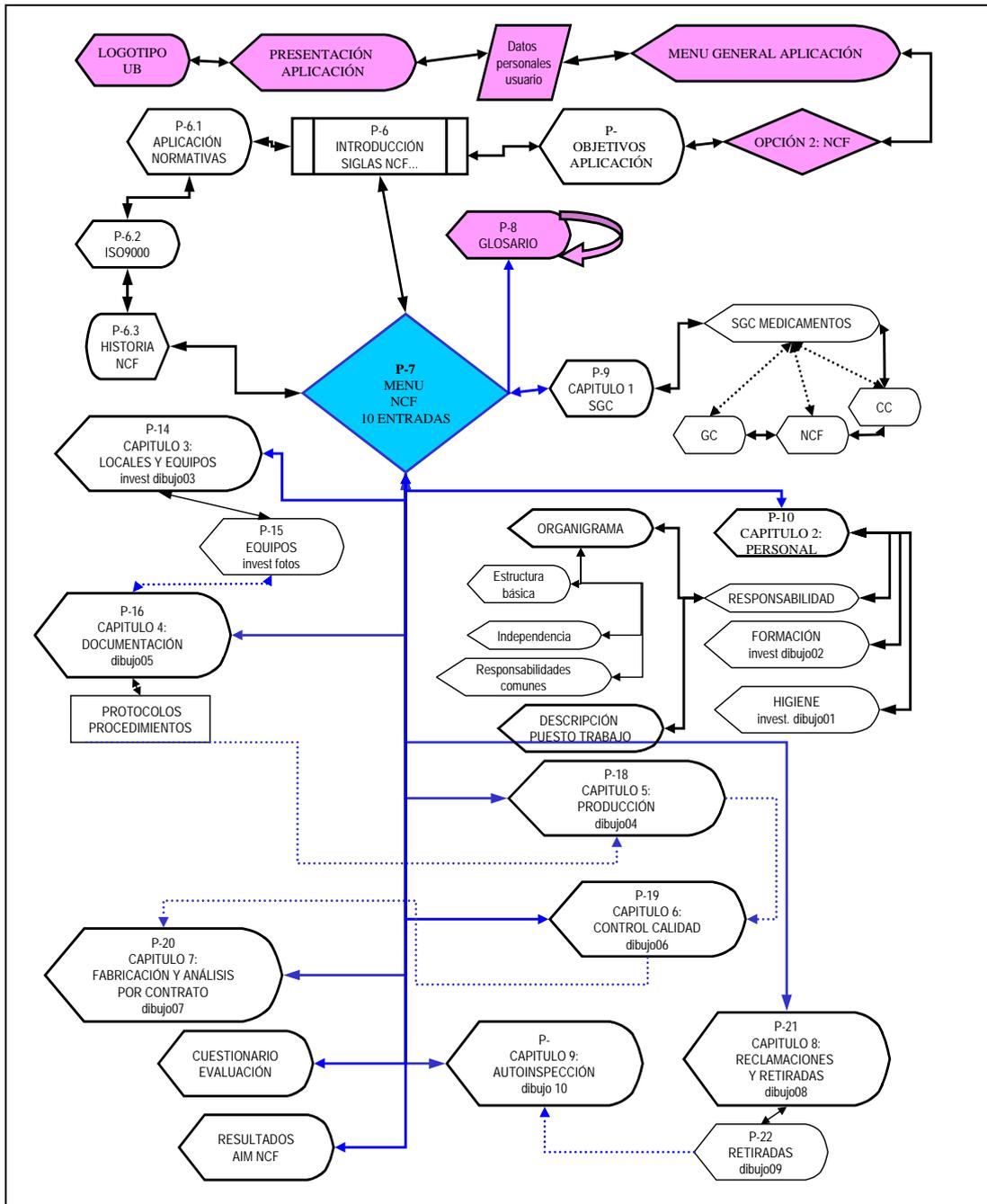


ANEXO 4: DIAGRAMA DE FLUJO AIM 1

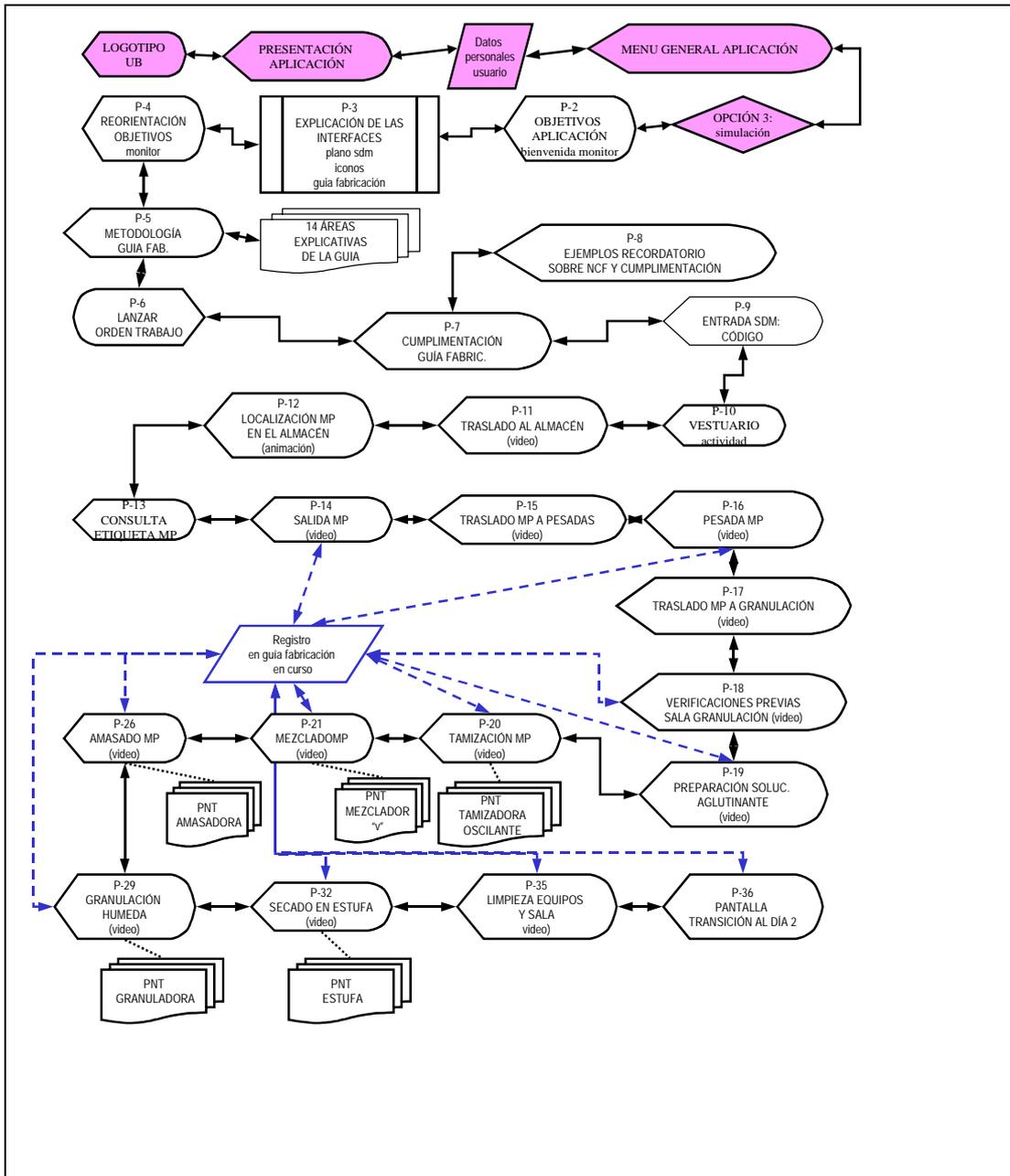


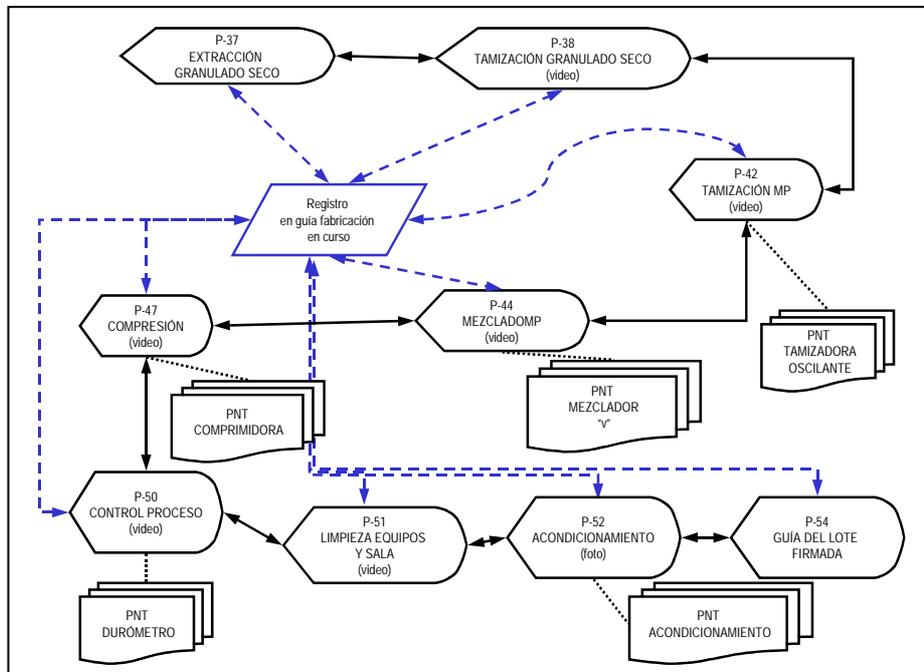


ANEXO 5: DIAGRAMA DE FLUJO AIM2

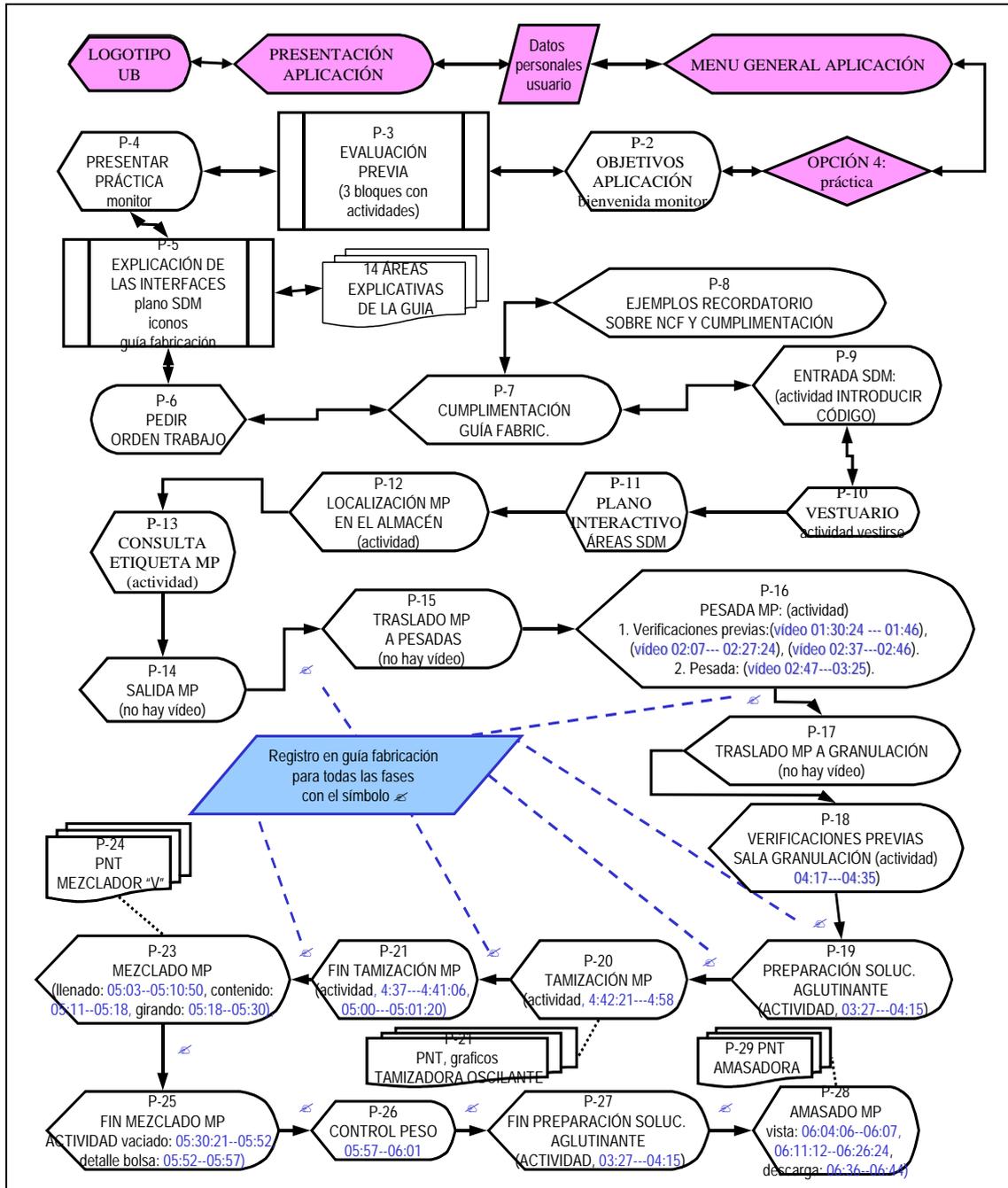


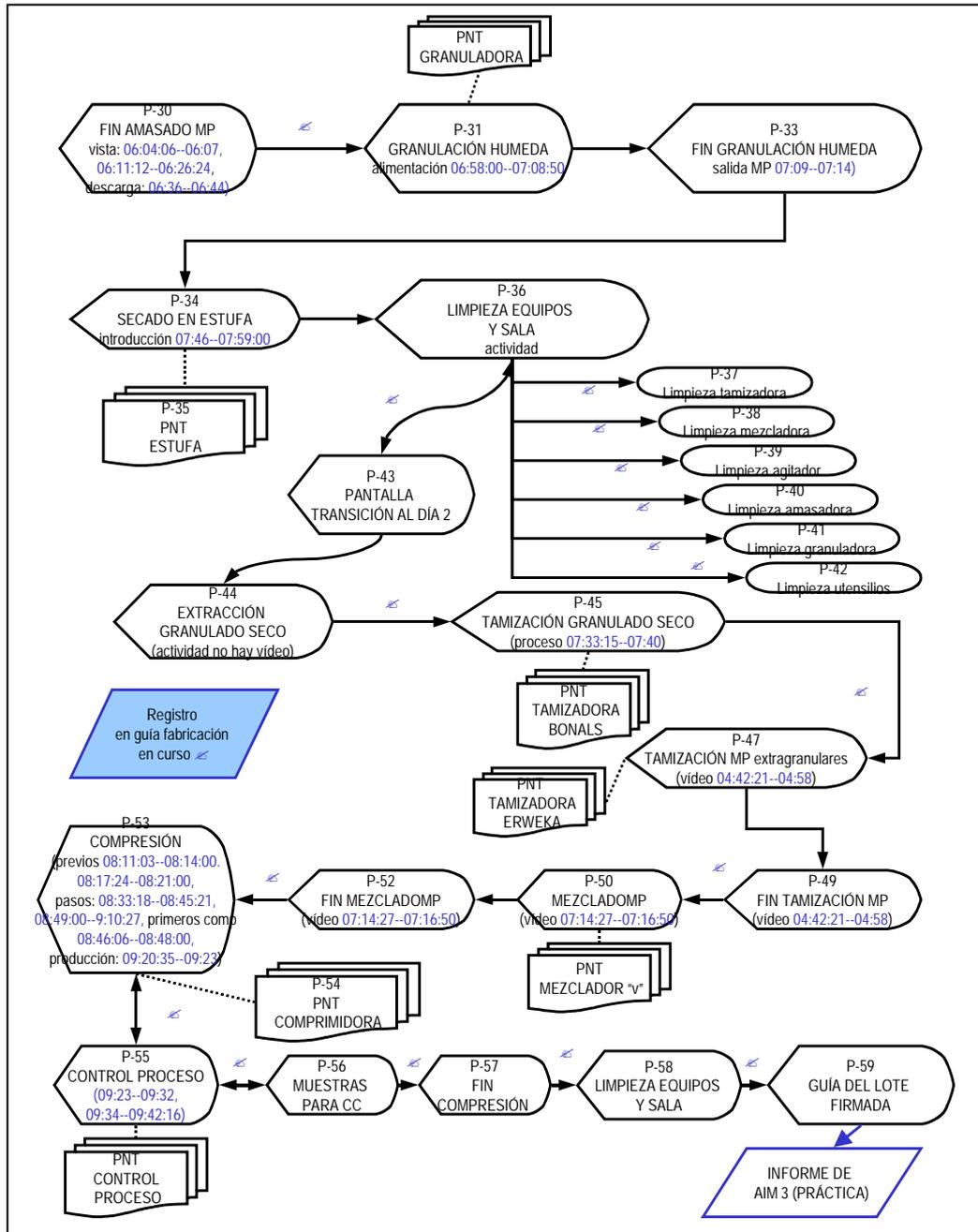
ANEXO 6: DIAGRAMA DE FLUJO AIM3

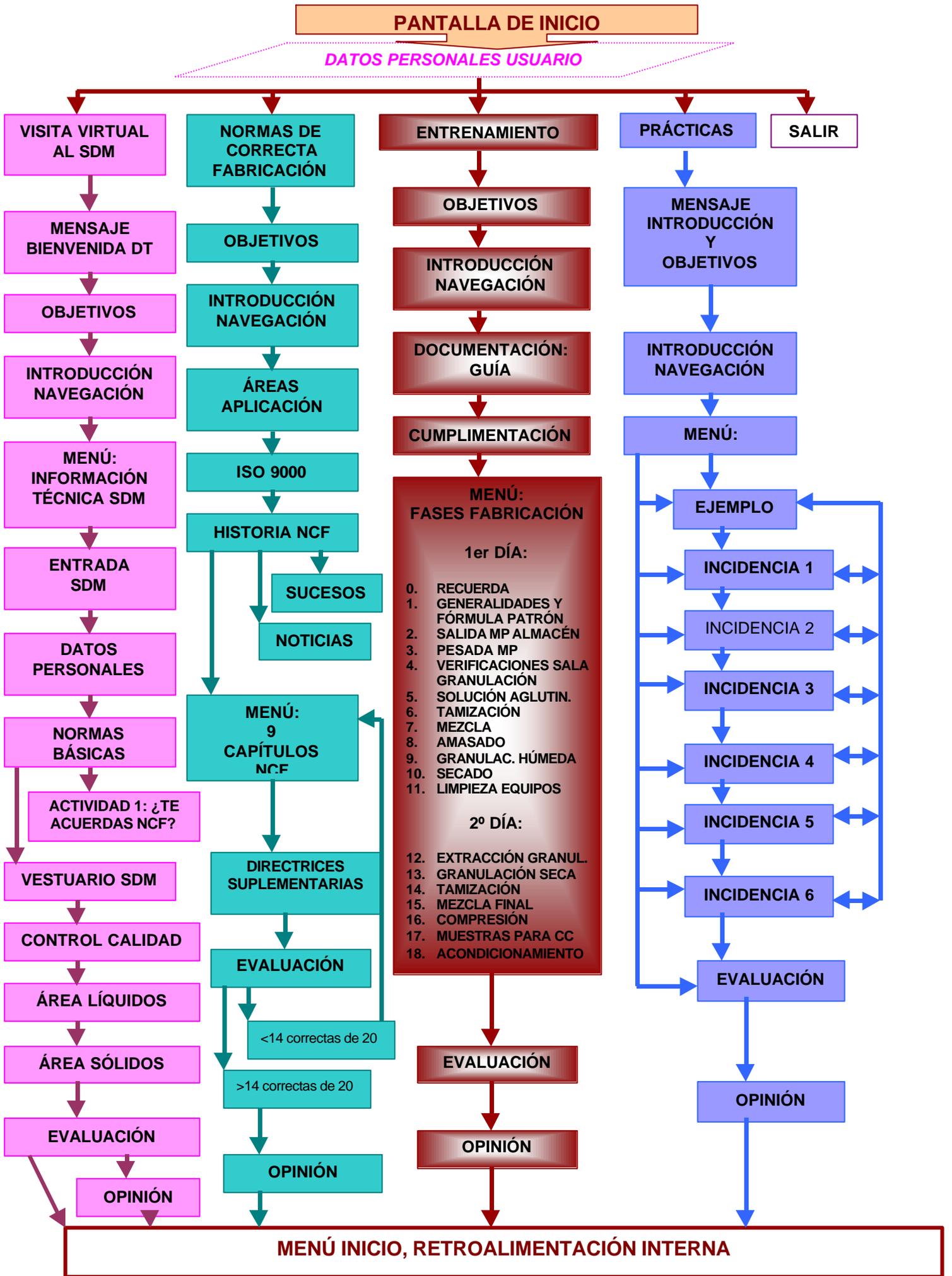




ANEXO 7: DIAGRAMA DE FLUJO AIM 4







ANEXO 8: DIAGRAMA FINAL DE LA APLICACIÓN

Ver archivo: cap10anexo8.pdf

*Capítulo 11:***MULTIMEDIA Y FARMACIA****11.1 INTRODUCCIÓN**

No es este trabajo el primero que se lleva a cabo en cuanto a la aplicación de los materiales multimedia y la enseñanza farmacéutica ni en nuestra Facultad, ni en otras facultades del país, ni mucho menos en Estados Unidos, donde se utilizan ampliamente. No obstante, lo que se plantea sí es pionero al desarrollar un programa de un proceso complejo como la fabricación de comprimidos, hasta ahora no acometido por universidades pioneras como la Universidad de Bath (1) y ni por otros expertos que han publicado sus excelentes resultados (2). En USA está tan extendido el diseño de estos materiales que incluso ya en 1993, se proponía utilizar bases de datos donde existen catalogados gráficos, imágenes, animaciones, etc., que pueden ser adquiridas para incorporarlas en el material multimedia que se desarrolla para uso universitario (3).

11.2 EXPERIENCIAS CON MATERIALES MULTIMEDIA APLICADOS A LA ENSEÑANZA PREGRADO DE FARMACIA

En la Universidad de Barcelona y más concretamente en la Facultad de Farmacia también se han utilizado este tipo de materiales (tabla 1) particularmente por la Unitat de Botànica, la Unitat de Farmàcia Clínica i

Farmacoteràpia, por el Departament de Fisiologia, o por la Unitat de Tecnologia Farmacèutica, siendo éstas las que han publicitado más sus trabajos, desconociendo hasta ahora si hay más iniciativas al respecto, lo cual parece probable ateniéndonos a la evolución del número de proyectos de innovación docente explicitada por el GAIU (4) que pasaron de 4 en 1991 hasta 11 (1997) donde fue incluido el proyecto desarrollado por nuestro grupo de investigación o hasta los 40 del año 1999 (8ª convocatoria) (5).

RESPONSABLE	MATERIAL
Unitat de Botànica	Asistente de prácticas de laboratorio basado en un hipertexto (5-7) (página HTML). Comunicación con los profesores vía e-mail. Programas desarrollados por los alumnos de Trabajo Práctico (CD ROM, búsquedas bibliográficas, bases de fotos, etc.).
Departament de Fisiologia	Prácticas de simulación de la asignatura Cronobiología (9).
Unitat de Farmàcia Clínica i Farmacoteràpia	Utilización de programas de interacciones de fármacos o preparaciones parenterales (10). Utilización de programas multimedia desarrollados por PCCAL (Universidad de Bath) desde 1991 en prácticas (10, 11). Utilización de los recursos de Internet para los seminarios de la asignatura Prácticas Tuteladas (10, 12) desde 1996. Impartición de cursos pregrado y postgrado por Internet (10, 13,14)
Unitat d'Història de la Farmàcia, Legislació i Deontologia Farmacèutica	Base de datos interactiva (Proyecto Medicamento) (15).
Unitat de Tecnologia Farmacèutica	Utilización de dos programas multimedia de la Universidad de Bath (14-19).

Tabla 1: Relación de Aplicaciones Multimedia desarrolladas en la Facultad de Farmacia de la Universidad de Barcelona

Por otra parte si se amplía el ámbito tan sólo un poco (incluyendo materias químicas o de ciencias, además de las farmacéuticas) ya sólo en la Jornada celebrada en Barcelona en 1998, se computaron 7 productos (ver tabla 2), todos ellos de eficacia comprobada.

RESPONSABLE	MATERIAL
Dpto. de Química Orgánica y Farmacéutica de la Facultad de Farmacia de la Universidad de Navarra.	Material pedagógico (tutoriales (22)) preparado por los profesores y en red. Tutorial para la interpretación de espectros de resonancia magnética nuclear (23).
Dpto. Farmacia y Tecnología Farmacéutica de la Facultad de Farmacia de la Universidad de Alcalá.	Curso en CD ROM, completado con sesiones en Internet (24).
Dpto. Química Física de la Facultad de Farmacia de la Universidad de Salamanca.	Programa de problemas de fisico - química resueltos (25).
Dpto. Química Física de la Facultad de Farmacia de la Universidad de Vitoria.	EAO sobre conceptos ácido - base (26). EAO sobre termodinámica (27).

Tabla 2: Productos Multimedia para estudios de Farmacia (excluidos los de la Universidad de Barcelona)

A nivel internacional también se ha confeccionado otra búsqueda con los materiales disponibles para la enseñanza universitaria de farmacia. A partir de las dos bases de datos Medline e IPA (ver tabla 3), aunque es notorio que ya en 1994 se hiciera una comunicación en la Reunión Anual de la Asociación Americana de Facultades de Farmacia, que reclamaba la necesidad de disponer y desarrollar más programas para la enseñanza universitaria de farmacia (28).

RESPONSABLE	MATERIAL
Duquesne University	Módulo sobre farmacia clínica (29).
University of Georgia	Módulo sobre una lección: examen físico del pecho y pulmones, para estudiantes de doctorado de Farmacia (30).
Dept. of Pharm. and Biomedical Sci. Ohio Northern University	Módulo: la enfermedad del parkinson y los fármacos antiparkinsonianos (31).
University of Nebraska Med. Ctr.	Módulo: Centro de información del fármaco en red, implementado por casos reales de farmacéuticos profesionales (en línea) y accesible para los estudiantes de farmacia (32).
University of Southern California	Módulo: Simulación farmacocinética (33).
University of Arizona	Módulo: Economía clínica (34).
University of Cincinnati	Módulos básicos (material suplementario) preparados por alumnos en un asignatura de libre elección (35).
University of Washington	Módulo (role-play) sobre comunicación farmacéutico - paciente (36).
University of Georgia	Módulo sobre farmacoterapia avanzada (37).
Drake University	Módulo sobre farmacocinética (38).
University of Derby	Módulo para post-grado: Farmacia administrativa y social (39).
University of Florida	Módulo para la construcción de la historia de medicación del paciente (40).

Tabla 3: Relación de materiales multimedia para enseñanza universitaria de farmacia (según base de datos IPA)

11.3 APLICACIONES MULTIMEDIA SOBRE TECNOLOGÍA FARMACÉUTICA

En este campo, la mayoría de aplicaciones existentes se deben a los trabajos de RC Rowe (41), Podczek (42) y Lai (43), quienes han desarrollado o participado en la programación de varios sistemas de experto para la formulación (43-45) o preformulación (47) o desarrollo de formas farmacéuticas (48, 49). Ver tabla 4 adjunta.

PROGRAMA O TÍTULO	AÑO	AUTOR
Simulación de un sistema de gestión productiva según el modelo de E Goldratt ¹ .	1997	Florentiny y col. (50)
Aplicación para desarrollar comprimidos	1993	Rowe (51, 42)
Aplicación para desarrollar comprimidos	1992	Podczech (41)
Aplicación para solventar problemas de recubrimiento	1992- 1993	Rowe (52,53)
Aplicación para selección de mezcladores farmacéuticos	1988	Lai (54)
Aplicación para formular cápsulas	1996	Bateman (55)
Aplicación para formular cápsulas	1996	Hogan (56)
Aplicación para formular cápsulas	1996	Lai (57)
Aplicación para formular cápsulas	1996	Stegemann (58)
Methods of filling of hard gelatin capsules	1997	PCCAL (59)
Aplicación para formular parenterales	1995	Rowe (60)
Aplicación para formular parenterales	1991	Stricker (61)
Aplicación para formular parenterales	1994	Stricker (62)

Tabla 4: Materiales multimedia para tecnología farmacéutica

Existen 3 paquetes PCCAL (58) dedicados a tecnología farmacéutica, que son las diferentes versiones del programa Methods of filling of hard gelatin capsules (programa que se utiliza pedagógicamente en la Unitat de Tecnologia Farmacèutica desde 1997). El PCCAL es un consorcio entre diferentes universidades y disponen de variados títulos², entre ellos de Farmacia (mayoritariamente de fisiología, farmacia clínica, etc.)

11.4 OTRAS APLICACIONES FARMACÉUTICAS

Existen muchas aplicaciones destinadas a la farmacia clínica en Estados Unidos. Según búsqueda en la base de datos IPA, hasta diciembre de 1998 se referenciaban 14 aplicaciones multimedia y 21 referencias referentes al término multimedia y farmacia.

Por otra parte, la base de datos Medline en todo el año 1999, tan sólo refleja tres aplicaciones todas referentes a la práctica clínica. Si la búsqueda se hace extensiva a años anteriores, no aparece ningún ítem con los términos multimedia y farmacia, aunque puede observarse que programas multimedia sí están referenciados (ver tabla 5) la mayor parte de los cuales son para aplicaciones médicas (radiología, clínica).

¹ Autor de *La meta*, novela industrial, basada en la dirección por contratos y en el método OPT (Tecnología de Producción Optimizada).

² El catálogo disponible en Internet ofrece alrededor de 40 títulos (enero /2000). WWW.coacs.com/pccal.

AÑOS	Nº REFERENCIAS A PROGRAMAS
1999	130
1997-98	174
1996	108
1995	112
1994	108

Tabla 5: N° de referencias de la base de datos Medline del término Multimedia

Incluso revistas especializadas como el American Journal of Pharmaceutical Education (ver tabla 6) incorpora un número importante de referencias en cada número.

AÑO	TÉRMINO	Nº referencias o artículos
AÑO 2000	Multimedia	1
	Internet	2
	Problem Based Learning	0
	Computer	2
AÑO 1999	Multimedia	2
	Internet	10
	Problem Based Learning	10
	C-rom	2
AÑO 1998	Multimedia	2
	Internet	10
	Problem Based Learning	7
	Computer	20
AÑO 1997	Multimedia	1
	Internet	8
	Problem Based Learning	6
	Computer	10
Período 1996-1987	Multimedia	0
	Internet	2
	Problem Based Learning	17
	Computer	35

Tabla 6: Referencias a artículos sobre la temática multimedia

11.5 OTROS MATERIALES MULTIMEDIA PARA DOCENCIA UNIVERSITARIA

Los materiales disponibles en estos momentos están siendo un número tan amplio que se hace necesario la confección de un catálogo de materiales multimedia. Como muestra se recoge en la tabla 7 algunos trabajos que fueron motivo de comunicación en la I Jornada Multimèdia Educatiu celebrada en Barcelona en 1999

(7), aunque la lista se ha engrosado en la jornada del 2000 (tabla 8, 63).

RESPONSABLE	MATERIAL
Dpto. Fisiología Facultat de Biologia (UB)	Casos de resolución de problemas, hipertextos multimedia de consulta y tutoría vía Internet (64).
Geologia i Enginyeria Geològica (UB)	Sistema multimedia con casos prácticos (reales o simulaciones) para estudio personal (65).
Facultat de Físiques (UB)	Hipertexto y autoevaluación en formato multimedia (66).
Facultat d'Història (UB)	Tutorial como complemento docente (67).
Facultat Ciències de l'Educació i Psicologia Universitat Rovira i Virgili (Tarragona)	Herramientas telemáticas (comunicación y buscadores) para reforzar conocimientos presenciales (68).

Tabla 7: Materiales Multimedia Universitarios UB (presentados en la I Jornada Multimèdia Educatiu)

RESPONSABLE	MATERIAL
Dpto. Farmacia y Tecnología Farmacéutica Facultat de Farmacia (UB)	AIM de fabricación comprimidos de paracetamol
Dpto. Prehistoria (UB)	Hipertexto de Cultura Ibérica
Dpto. Estadística. Univ. Complutense de Madrid.	Simulador de estadística
Univ. Ramon Llull	Plataforma para creación productos multimedia
Univ. Cantabria	Aplicación para aprendizaje de matemáticas
Dpto. Física Aplicada i Optica (UB)	Hipertexto Óptica Física
Pedagogía. Univ. Rovira i Virgili (Tarragona)	Asignatura virtual.
Ingenieria (no aparece universidad)	Multimedia de ingeniería
CEIS (Cuba)	Libros electrónicos de Periféricos de Computadoras
CEIS (Cuba)	Conceptos básicos de computación
EAD. Univ. Nacional de Quilmes (Argentina)	Multimedia de historia.
UNED	Guía de alimentación y salud
Escuela Univ. Estudios Empresariales (Univ. Valladolid)	Aplicación sobre organización y gestión de empresas
UOC	Asistente para la creación de materiales WEB
UOC	Asistente para la evaluación de materiales BENVIC

Tabla 8: Materiales Multimedia Universitarios (presentados en la II Jornada Multimèdia Educatiu)

En algunos casos la utilización de estos materiales está cambiando la impartición de asignaturas, hasta ahora los docentes se han atrevido mayoritariamente con las optativas o las asignaturas de libre elección, ya que al tratarse de grupos reducidos facilita “el control de la situación”. No obstante hay proyectos que integrarán estos cambios a todas las áreas y asignaturas donde sea factible aplicarlos Según Reinard Roll (69), secretario general del International Council for Distance Education:

“la Universidad ha llegado al límite de su capacidad. La enseñanza a distancia converge y se mezcla con las aulas tradicionales”

Esta línea es la que ha iniciado desde fuera, la biblioteca de la Universitat de Barcelona ofreciendo la posibilidad de realizar dossiers electrónicos donde se contempla información relativa a una asignatura concreta. Y en estos dossiers los responsables del Grup Docent de l'Hospital del Sagrat Cor (70), han añadido materiales adecuados para la enseñanza clínica (radiografías, electrocardiogramas, etc.); además con las consultas más frecuentes de los alumnos y se han desarrollado casos clínicos, de esta manera los alumnos tienen accesible información para la ampliación y resolución de posibles dudas de la asignatura.

Otro ejemplo de la gran profusión de este tipo de materiales en el mundo docente universitario lo presenta el resumen extraído de los abstract del 1er Congreso Internacional: "Docencia Universitaria e Innovación" (Junio/2000), ver tabla 9

RESPONSABLE	MATERIAL (título)
D. Anatomía Patológica. F. Medicina (UB)	Pràctiques d'anatomia patològica general (imatges a investigar por los alumnos)
D. Expressió Gràfica a l'enginyeria. (UPC)	AIM sobre Programació lineal i no lineal
D. Estadística (UPC)	AIM Diseño experimentos
D. Psicología Educativa (UAB)	Programa para la evaluación personalizada de la asignatura
E.U. Politècnica Vilanova i la Geltrú (UPC)	Programa de autoaprendizaje inglés técnico.
ETSI Industrial Terrassa (UPC)	Laboratorio virtual de extensometría
S. Enginyeria Sistemes (UPC)	Aplicación para edición, corrección problemas on-line
ETSI Ind. (UPC)	AIM "Virtual Brain"
ETSI Ind. Valencia (UPC)	Libro electrónico sobre Ingeniería de Materiales
D. Física Aplicada i Optica (UPC)	Hipertexto sobre Optica-Física
D. Fisiología. F.Biología (UB)	Hipermedia de Fisiología animal Ambiental
D. Física . CU Verganza. Universidad León.	Cd-rom sobre electricidad
D. Enginyeria Electrònica. Vilanova i la Geltrú. (UPC)	Tutor ial d'electrònica
D. Física. Escuela Politécnica Superior. Univ. Córdoba.	Laboratorio virtual simulación campos magnéticos
UPC Barcelona	Plataforma @kademía
CEIS. Fac. Ingeniería Industrial. La Habana	Libros electrónicos de periféricos computadoras
ETS Terrassa (UPC)	Campus digital semipresencial asignatura Ingeniería de organización industrial
D. Electrotecnia. EUEIT (UPC)	Laboratorio de Experimentación remota interactiva
EUIF Blanquerna (UAB)	Programa de Enfermería
D. Cirurgia i Orotopedia. F.Medicina. UNESP. Brasil	Simulador de Medicina
D. Construcció (UPC)	Tutorial sobre conocimiento
D. Matemática Aplicada (UPC) Valencia	Matemáticas asistida por ordenador

Tabla 9: Resumen de materiales presentados en el 1er Congreso Internacional de Docencia Universitaria e Innovación (junio-2000)

Otro proyecto interesante es el planteado por el proyecto @KADEMIA (71), con la idea de crear un entorno virtual que permita una enseñanza flexible en términos de presencialidad (con CD ROM, DVD, evaluaciones y test enviabes vía Internet a los profesores, etc.).

11.6 ESTUDIOS RELACIONADOS CON LA ACEPTACIÓN DE LOS MATERIALES MULTIMEDIA

Uno de los indicadores que demuestra que la tecnología multimedia se encuentra en un nivel de desarrollo bastante incipiente, al menos en la enseñanza multimedia, lo demuestra la ausencia de estudios de eficiencia, no ya en nuestro país sino en Estados Unidos (ver apartado 11.4 de este mismo capítulo). No obstante, se están realizando ciertos sondeos entre los usuarios que ya empiezan a dar un esbozo en cuanto a su aceptación e idoneidad.

Es de resaltar el estudio del profesor Díez (9) en que preguntaba a los alumnos de la asignatura Cronobiología (cursos 95/96 y 96/97) después de realizar las prácticas de simulación: el 67% (correspondiente a un 42% que las califican con 7 y 8 más el 23% que las calificaron con un 9 o 10) contestaron que las prácticas de simulación les ayudaron a entender los conceptos de las clases teóricas.

Otro estudio publicado sobre la aceptación de la EAO ácido - base (26) entre los usuarios una vez utilizada, dio resultados alentadores para los profesores, ya que el 64% consideraron la aplicación muy adecuada para el aprendizaje de la química, mientras que el 67% de los encuestados incitaban a los autores al desarrollo de otros programas similares, y un 75% manifestó que la disponibilidad del material es un punto básico para su utilización, es decir si sólo está disponible en prácticas no es útil. Los alumnos destacan la utilidad del material para sedimentar conceptos ya vistos con el profesor.

Otro estudio que da una conclusión que afecta a la aceptabilidad del material multimedia es el de la profesora Dra. MJ García (72), en que muestra que los alumnos de farmacia todavía prefieren sus apuntes, las fotocopias o los libros frente a los materiales multimedia; en el mismo estudio se dice que ello se debe probablemente porque no estén habituados a hacerlo y entonces resulta más complejo y no tan accesible como los otros materiales. Cabe decir, aún hoy en día puede contemplarse en catálogos de editoriales (73), que muchos materiales calificados como multimedia sólo son transcripciones a pantalla de los libros tradicionales, es decir páginas y páginas de texto ilustradas, que poco aportan al manual tradicional, lo cual ha provocado una imagen errónea del material multimedia. Estos libros electrónicos deberían ser nombrados como tal es para no producir confusiones en los usuarios.

Otra evaluación respecto a la aceptabilidad de los materiales multimedia utilizados para la enseñanza de temas de tecnología farmacéutica (16), concluía que la enseñanza había resultado agradable (62.6%) o muy agradable (5.3%). En cuanto a la calificación de los programas utilizados, respecto al Basic Calculations in Pharmacy un 74% de los alumnos encuestados lo encontraron como bueno (60%) o muy bueno (14%).

Respecto a Methods of filling of hard gelatin capsules el porcentaje se eleva al 77.9% (repartidos entre 56.5% bueno y muy bueno 21.3%). La valoración de la utilidad de los programas está relacionada principalmente con la resolución de dudas o ampliación de conocimientos.

Nuestro grupo de investigación realizó recientemente un trabajo de este tipo en que se valoraban las prácticas de la asignatura Farmacia Galénica III (74), obteniéndose como resultados los expuestos en la tabla 10.

PRÁCTICAS	TIPO: LAB/INF	VALORACIÓN (%)
Valoración de comprimidos de paracetamol	LABORATORIO	36.1
Te'n recordes de les NCF?	INFORMÁTICA	26.2
Valoración calidad del vidrio para inyectables	LABORATORIO	24.6
Cálculos básicos en Farmacia	INFORMÁTICA	8.2
Llenado de cápsulas duras	INFORMÁTICA	4.9

Tabla 10: Prácticas ordenadas según la valoración de los alumnos (La segunda es una parte de la AIM que se presenta)

En este momento se está preparando un estudio entre tres grupos de alumnos: Alumnos que sólo han visto las prácticas al realizarlas, alumnos que han visto solo las prácticas a través de la aplicación y alumnos que después de ver la aplicación multimedia han realizado las prácticas. La hipótesis de trabajo es que el tercer grupo obtendrá resultados mucho mejores que los dos anteriores.

11.7 ESTUDIOS RELACIONADOS CON LA EFICACIA DE LOS MATERIALES MULTIMEDIA

Como ya se ha introducido anteriormente (ver capítulo 9), en la empresa Motorola, se aplicará pronto la tecnología multimedia para formación en seguridad. Sus esfuerzos han sido reforzados por un pequeño pero significativo estudio que analizó una formación simulada (realidad virtual) frente a un grupo de control formado con formación tradicional en el laboratorio. Todos los alumnos aprobaron, pero los

únicos exámenes perfectos fueron los del grupo multimedia (75).

Uno de los pocos trabajos que han llevado a cabo estudios comparativos sobre las herramientas multimedia (en este caso un hipertexto sobre Riesgos de laboratorio) y las clases tradicionales es el llevado a cabo por G Franco (76) quién concluía que a pesar de que la valoración de los alumnos fue ligeramente mejor para la clase tradicional, no existían diferencias significativas entre los alumnos con resultados por encima del 75%; por el contrario se valoraba la facilidad, la presentación atractiva, el poder repetir en casa la experiencia.

Otro estudio publicado (77) es para un módulo dedicado a traumatología en que se evaluaron los siguientes criterios: claridad, descripción detallada, presentación, estructura, motivación por aprender, ahorro de tiempo y retención en memoria. El sistema EAO obtuvo una puntuación un 15-20% mejor que las clases, a pesar que el 80% de los participantes tenían experiencia limitada con ordenadores. Un 100% encontró útil la EAO y un 90% lo utilizaron para prepararse los exámenes o como suplemento a la lectura (40%).

Otro estudio interesante es el que se llevó a cabo para comparar la efectividad a largo término (1 año) de un libro electrónico multimedia y una clase estándar. Se efectuó examen pretest, postest y otro test al cabo de un año; en este caso los resultados de la clase tradicional fueron mejores que los del libro multimedia, pero al cabo de un año no existían diferencias significativas entre los dos grupos de formación (78). Este estudio se volvió a repetir en 1997, para una muestra de 89 alumnos de tercer año de medicina. Los alumnos se dividieron en 4 grupos (de un libro electrónico multimedia, una clase estándar y un libro impreso más un grupo control) y contestaron al final del programa un examen test de respuesta múltiple idéntico para todos. La conclusión es que la mayor efectividad detectada justo al acabar el programa para el grupo multimedia no permanece al cabo de un año; según el estudio estadístico ANOVA al cabo del año no existían diferencias significativas entre los 4 grupos de alumnos (79).

Por último sin valorar cuantitativamente los resultados, la Dra. Rueda (80), concluye ideas interesantes (que quizás también son aplicables a la enseñanza de adultos): la eficacia del aprendizaje de conceptos mediante materiales multimedia en niños (11 a 14 años) está relacionada con los mayores tiempos de navegación, mayor número de temas leídos, repetición de los temas y mayores conocimientos previos. Además este tipo de usuarios relacionan los ejercicios gráficos y el test con juegos y no como material de aprendizaje, lo cual favorece el aprendizaje.

11.7.1 EXPERIENCIA PRÁCTICA: EVALUACIÓN DE LA EFICACIA PEDAGÓGICA DE UN PROGRAMA MULTIMEDIA FRENTE A LA FORMACIÓN PRESENCIAL

Tras dos años de utilizar los programas multimedia diseñadas por PCCAL International de la Universidad de Bath, “Basic Calculations in Pharmacy v.3.0” y “Methods of filling of hard gelatin capsules v.2.0”, en las prácticas de la asignatura Farmàcia Galènica III, se propuso un estudio comparativo entre la formación presencial (llevada a cabo por un profesor) y la formación mediante el programa multimedia (17, 19). Para ello se escogió el programa “Basic Calculations in Pharmacy” de PPCAL, por ser el que más posibilidades ofrecía, por su interactividad y por presentar una estructura didáctica fija para todos los módulos: presentación escueta del tema e ideas básicas, cuestiones de entrenamiento guiadas por el programa y al final, cuestionario de trabajo sobre el tema, cuyas dudas pueden consultarse en las ayudas del programa. Como resumen el programa puntuaba las cuestiones resueltas sin ayuda, como método de valoración del alumno. Al finalizar el módulo el alumno debe responder a las cuestiones del guión de prácticas (21), preparadas expresamente, de las cuales se destacaron las más significativas, distinguiéndolas como CUESTIONES PUNTUABLES, que fueron las utilizadas para la valoración de los resultados. Si la respuesta fue correcta al primer intento se asignaba un punto (1), si fue errónea, la puntuación asignada era cero puntos (0).

La metodología de la clase presencial fue idéntica: explicación del tema por parte del profesor, explicación de tres cuestiones modelo y a continuación los alumnos realizaban el test del tema sobre el ordenador y contestaban las CUESTIONES PUNTUABLES del guión de prácticas. Los resultados para ambos grupos fueron muy similares (tabla 11).

CUESTIÓN N°	RESULTADOS FORMACIÓN PRESENCIAL	RESULTADOS FORMACIÓN MULTIMEDIA
1	100 %	94 %
2	60 %	58 %
3	30 %	36 %
4	90%	95 %

Tabla 11: Resultados del estudio en porcentajes

Aunque no se pueden extraer conclusiones definitivas sobre el estudio, ya que existieron importantes diferencias motivacionales entre ambos grupos de alumnos (ver tabla 12), sí que cabe destacar algunas puntualizaciones como que el 100% de cuestiones correctas lo obtienen pocos alumnos (alrededor del 5% de los participantes), para ambos tipos de formación. Ambos grupos de alumnos fallan por igual, la

cuestión más compleja (la 3) que es la que se aparta del modelo presentado por el programa y requiere atención especial para su resolución.

FORMACIÓN PRESENCIAL	FORMACIÓN MULTIMEDIA
Asistencia voluntaria interés (mayoría) ambiente relajado / cordial durante la sesión periodo previo a vacaciones sin dificultades por el idioma	asistencia obligatoria interés (minoría) ambiente académico / “de clase” durante la sesión periodo lectivo dificultad por el idioma

Tabla 12: Diferencias entre ambos grupos de formación

Al comparar el sistema tradicional con el sistema multimedia es de remarcar que los alumnos no muestran actitud diferente frente a los dos métodos de enseñanza y el resultado es similar para ambos casos. Por lo tanto, el material multimedia es tan efectivo como los métodos tradicionales y ofrece a los estudiantes un refuerzo para el aprendizaje. Los resultados no demostraron diferencias estadísticamente significativas entre ambas metodologías de enseñanza (18, 19). Así puede decirse que las nuevas tecnologías de formación favorecerán una mayor independencia de los alumnos en su formación, particularmente en temas relacionados con el aprendizaje basado en problemas (81). Ver anexo I, póster presentado.

11.7.2 ESTUDIO COMPARATIVO DEL APRENDIZAJE DE LAS NORMAS DE CORRECTA FABRICACIÓN MEDIANTE UN PROGRAMA MULTIMEDIA DE AUTOPRENDIZAJE PARA FORMACIÓN CONTINUADA DE PERSONAL DE BASE DE LA INDUSTRIA FARMACÉUTICA

Ver anexo I, póster presentado.

11.7.3 ESTUDIO DE UNA MICROUNIDAD DIDÁCTICA DE LA APLICACIÓN MULTIMEDIA INTERACTIVA DESARROLLADA

En 1996 con motivo de la Jornada de la *“De la reflexió a la innovació pedagògica en l’ensenyament de ciències aplicades a Farmàcia”*, se preparó un ejercicio práctico autoevaluador del cumplimiento de las Normas de Correcta Fabricación, basado en unas imágenes de personas que no respetaban estrictamente las normas de correcta fabricación dentro del Servei de Desenvolupament del Medicament (SDM) el formato póster resultó ser demasiado aparatoso para poder pasarlo a todos los alumnos, aunque

los grupos de alumnos de trabajo práctico lo valoraron positivamente con lo cual se pensó que sería adecuado cambiar el formato a otro más manejable (fotos en tamaño folio). El mismo ejercicio (ahora con formato álbum de fotos y cuestionario para anotaciones) se pasó a los alumnos de la asignatura Farmacia Galènica III del primer cuatrimestre del curso 1999/00 en formato papel, obteniéndose como resultados (82) y conclusiones que los errores se localizan entre un 40% y un 70%, dependiendo de la fotografía de que se trate. Entre las diferentes impresiones de los alumnos se recogió las ganas de participar en este tipo de ejercicios (el 100% de los alumnos entregaron el cuestionario, 297 alumnos) que han valorado positivamente el poder hacer algo diferente (comunicación presentada en **la Primera Trobada de Professors de Ciències de la Salut** (20-21/ enero/ 2000).

Tras esta experiencia tan positiva, se pasó el mismo ejercicio al formato electrónico multimedia y se aplicó a los alumnos del segundo cuatrimestre de la asignatura Farmacia Galènica III, en las prácticas obligatorias. Los resultados se comparan, así como las impresiones subjetivas relativas a este tipo de material (83, 84) que se aplicarán en la aplicación definitiva. Para que ambos formatos fueran comparativos en la versión electrónica se incorporaron fallos “trampa”.

En la tabla 14 se presentan los resultados obtenidos comparativamente del grado de acierto de las dos modalidades de ejercicios:

Nº FOTO	FORMATO PAPEL	FORMATO MULTIMEDIA
1	59.6	61.3
2	72.7	94.7
3	52.0	79.9
4	57.7	64.5
5	48.2	60.5
6	42.7	69.1

Tabla 13: Resultados comparados de las dos versiones del mismo ejercicio

Entre los resultados que se encontraron cabe destacar la diferencia del tiempo empleado en acabar la actividad, que supuso entre 15-20 minutos para el formato electrónico y 40-45 minutos para el formato papel. En cuanto a los resultados, se aplicó un test estadístico de t Student encontrándose diferencias significativas entre los dos grupos.

Una de las limitaciones encontradas en el formato electrónico es que los comentarios que surgen “sobre la marcha” son anotados en el papel, por ejemplo detalles o fallos no previstos como errores, con lo cual en la aplicación final se ha dejado abierta una hoja de observaciones donde se recogen los comentarios de los usuarios. Entre las ventajas del formato multimedia cabe destacar que la gestión de los datos es más sencilla ya que se dejan archivos en el disco del ordenador que demuestran el itinerario, resultados, etc.

11.8 BIBLIOGRAFIA

- 1 Catálogo de novedades de software disponible PCCAL en Internet: [http:// www://coacs/pccal](http://www://coacs/pccal)
- 2 Miller LG. Exploring the potencial impact of the electronic revolution on pharmacy education. *Journal of Pharmacy Teaching* 1998; 6 (3): 3-7.
- 3 Felkey BG, Johnson KW. Interactive technology for use in pharmacy education. *AACP- ANNUAL - MEETING*. 1993; 94 (JULY): IV-1.
- 4 Actes de la primera Jornada Facultat de Farmàcia (13/ febrer/ 1998). ***“De la reflexió a la innovació pedagògica en l'ensenyament de ciències aplicades a Farmàcia”***. Publicacions de la Universitat de Barcelona. Barcelona. 1999: 268.
- 5 Rodríguez JL. Presentació d'experiències d'innovació docent universitària amb suport Multimèdia. *IV Jornada sobre docència universitària..* Barcelona, 7 novembre 2000.
- 6 Simon J, Blanché C, Vallés J, Benedí C. Materials didàctics telemàtics adaptats als diferents cicles de l'ensenyament de Botànica. Comunicació oral. Actes de la primera Jornada Facultat de Farmàcia (13/ febrer/ 1998). ***“De la reflexió a la innovació pedagògica en l'ensenyament de ciències aplicades a Farmàcia”***. Publicacions de la Universitat de Barcelona. Barcelona. 1999: 349-358.
- 7 Barceló MC, Benedí C, Blanché C, Hernández M, Gómez A, Martín J, Molero J, Ribera MA, Rovira AM, Rull J, Seoane JA, Simon J, Suárez M, Vallés J. La innovació docent a la Unitat de botànica de la Facultat de Farmàcia de Barcelona: experiències i resultats (1992-1997). Actes de la primera Jornada Facultat de Farmàcia (13/ febrer/ 1998). ***“De la reflexió a la innovació pedagògica en l'ensenyament de ciències aplicades a Farmàcia”***. Publicacions de la Universitat de Barcelona. Barcelona. 1999: 152-157.
- 8 Simon J. Experiències multimèdia en la docència de la Facultat de Farmàcia (UB). Comunicació oral. I Jornades Multimèdia Educatiu. Barcelona. 5-7 juliol. 1999: 57.
- 9 Díez A. Utilització de la simulació en la docència. Actes de la primera Jornada Facultat de Farmàcia (13/ febrer/ 1998). ***“De la reflexió a la innovació pedagògica en l'ensenyament de ciències aplicades a Farmàcia”***. Publicacions de la Universitat de Barcelona. Barcelona. 1999: 81-86.
- 10 Lastra CF, March MA, Modamio P, Tobaruela G, Santos T, Braza A, Mariño EL. Innovaciones pedagógicas en las asignaturas de pregrado de la Unidad de Farmacia Clínica y Farmacoterapia en el Plan de estudios de Farmacia reformado en 1992: Aproximación a un estudio económico. Actas de la Primera Trobada de Professors de Ciències de la Salut (20-21/ enero/ 2000). Campus de Bellvitge. Universitat de Barcelona. Barcelona. 2000: 42.
- 11 Lastra CF, March MA, Modamio P, Braza A, Gasquet JA, Oliva M, Poveda R, Sebarroja J, Mariño E. Incorporación de nuevas tecnologías de enseñanza en la unidad de Farmacia Clínica y Farmacoterapia. Actes de la primera Jornada Facultat de Farmàcia (13/ febrer/ 1998). ***“De la reflexió a la innovació pedagògica en l'ensenyament de ciències aplicades a Farmàcia”***. Publicacions de la Universitat de Barcelona. Barcelona. 1999: 257-264.
- 12 Lastra CF, March MA, Modamio P, Amadó P, Blanchart M, Gascón P, Miró A, Travé P, Mariño EL. Experiencia en la docencia clínica en Farmacia Comunitaria con más de 350 alumnos en 2 años. Actes de la primera Jornada Facultat de Farmàcia (13/ febrer/ 1998). ***“De la reflexió a la innovació pedagògica en l'ensenyament de ciències aplicades a Farmàcia”***. Publicacions de la Universitat de Barcelona. Barcelona. 1999: 432-435.
- 13 Bourne D. “First course in Pharmacokinetics and Biopharmaceutics”. R B Murray: “Introduction on Pharmacokinetics”, dentro del curso ERASMUS: Desarrollo de Nuevos Sistemas Terapéuticos sobre el perfil biofarmacéutico y farmacocinético. Unidad de Farmacia Clínica y Farmacoterapia. Barcelona. 1997.
- 14 Modamio P, Sebarroja J, Gasquet JA, Fernández C, March MA, Mariño E. La página de internet en la Unidad de Farmacia Clínica y Farmacoterapia: experiencia de uso. 1er Congreso Internacional: “Docencia Universitaria e Innovación” Barcelona, 26-28 junio 2000.
- 15 Figuerola I, Sorní X, Salgado I. La documentació d'especialitats farmacèutiques com a eina didàctica d'Història de la Farmàcia. Actas de la primera Jornada Facultat de Farmàcia (13/ febrer/ 1998). ***“De la reflexió a la innovació pedagògica en l'ensenyament de ciències aplicades a Farmàcia”***. Publicacions de la Universitat de Barcelona. Barcelona. 1999: 241-243.
- 16 Alcalde MT, Haulbault L, Suñer J, Barbé C. Evaluación del autoaprendizaje mediante programas de simulación. Actas de la primera Jornada Facultat de Farmàcia (13/ febrer/ 1998). ***“De la reflexió a la innovació pedagògica en l'ensenyament de ciències aplicades a Farmàcia”***. Publicacions de la Universitat de Barcelona. Barcelona. 1999: 567-574.
- 17 García Montoya E, Pérez P, Salvadó A, Suñé JM, Tico JR: *“Formación presencial versus formación multimedia: análisis de un caso práctico sobre tecnología farmacéutica”*, Sevilla, 4-6 d'octubre de 1999, dins el II Congreso Nacional de Informática y Farmacia (INFORFARMA'99) organizado por la Sociedad Española de Informática de la Salud (SEIS). Comunicació tipus pòster.

- 18** García Montoya E. "Las herramientas multimedia y su aplicación en la formación universitaria de la tecnología farmacéutica: evaluación de un programa de autoaprendizaje", Madrid, 11 de febrer de 1999, dins les 1as Jornadas de Tecnología Farmacéutica. Participació en la taula rodona sobre Eines Multimèdia. Resum publicat al llibre de ponències: pàg. 127-135.
- 19** Coderch M, García Montoya E, Pérez P, Miñarro M, Tico JR, Suñé JM: "Evaluación de dos programas de autoaprendizaje para la enseñanza universitaria de Tecnología Farmacéutica", Madrid, 10-12 de febrer de 1999, dins les 1as Jornadas de Tecnología Farmacéutica. Comunicació tipus pòster. Resum publicat al llibre de ponències: pàg. 162.
- 20** García Montoya E. "Multimedia y su aplicación en la formación", Barcelona, 1 desembre de 1998, dins del XIX Symposium de la Asociación Española de Farmacéuticos de la Industria. Participació en la taula rodona sobre Formación de Personal. Resum publicat al llibre de ponències: pàg. 401-410.
- 21** Text Guia nº 163. Farmàcia Galènica III. Edicions UB. Barcelona. 1999.
- 22** Font M, Gracia L. La informática educativa: un ejemplo de la aplicación de las nuevas tecnologías informáticas a la docencia en Farmacia. Actas de la primera Jornada Facultat de Farmacia (13/ febrer/ 1998). "**De la reflexió a la innovació pedagògica en l'ensenyament de ciències aplicades a Farmàcia**". Publicacions de la Universitat de Barcelona. Barcelona. 1999: 163-165.
- 23** Palop A. Adecuación del material didáctico a una situación concreta alumnos-materia: preparación de un tutorial para la interpretación de espectros de resonancia magnética nuclear. Actas de la primera Jornada Facultat de Farmacia (13/ febrer/ 1998). "**De la reflexió a la innovació pedagògica en l'ensenyament de ciències aplicades a Farmàcia**". Publicacions de la Universitat de Barcelona. Barcelona. 1999: 231-234.
- 24** Fernández MC, Rodrigo JA, Gutiérrez JA. Influencia de la tecnología w w w en la enseñanza superior. Actas de la primera Jornada Facultat de Farmacia (13/ febrer/ 1998). "**De la reflexió a la innovació pedagògica en l'ensenyament de ciències aplicades a Farmàcia**". Publicacions de la Universitat de Barcelona. Barcelona. 1999: 166-170.
- 25** González Velasco F, Fraile MV. Aplicación de los sistemas de autor a las enseñanzas de la Fiscoquímica. Actas de la primera Jornada Facultat de Farmacia (13/ febrer/ 1998). "**De la reflexió a la innovació pedagògica en l'ensenyament de ciències aplicades a Farmàcia**". Publicacions de la Universitat de Barcelona. Barcelona. 1999: 190-191.
- 26** Arrizabalaga A, Berraondo R, Fdz. de Aranguiz MY, Andrés Ordaz FJ. El concepto ácido-base. Una experiencia con EAO. Actas de la primera Jornada Facultat de Farmacia (13/ febrer/ 1998). "**De la reflexió a la innovació pedagògica en l'ensenyament de ciències aplicades a Farmàcia**". Publicacions de la Universitat de Barcelona. Barcelona. 1999: 192-193.
- 27** Arrizabalaga A, Berraondo R, Fdz. de Aranguiz MY, Andrés Ordaz FJ. La termodinámica en la enseñanza asistida por ordenador. Actas de la primera Jornada Facultat de Farmacia (13/ febrer/ 1998). "**De la reflexió a la innovació pedagògica en l'ensenyament de ciències aplicades a Farmàcia**". Publicacions de la Universitat de Barcelona. Barcelona. 1999: 203-208.
- 28** Chung U, Danziger L, Dean-Holland M, Kawahara N, Watanabe M. Integrating multimedia into the pharmacy curriculum. *AACP-ANNUAL-MEETING* 1994; 95 (Jul): XI-3.
- 29** Schilcht Jr, Livengood B, Sherpherd J. Development of multimedia computer applications for clinical pharmacy training. *American Journal of Pharmaceutical Education* 1997; 61 (3): 187-292.
- 30** Longe RL. Developing computer-assisted instruction to teach physical examintion to Doctor of Pharmacy students. *AACP-ANNUAL-MEETING* 1997; 95 (Jul): 58.
- 31** Faulkner TP, Sprague JE. Application of several multimedia approaches to the teaching of CNS pharmacology: Parkinson's disease and antiparkinsonism drugs. *American Journal of Pharmaceutical Education* 1996; 60 (4): 417-421.
- 32** Miller LG, Narducci WA. Nebraska Drug Information on Network: educational model for community sites. *American Journal of Pharmaceutical Education* 1996; 60 (2): 131-135.
- 33** Bolger MB. Cyber Patient: multimedia pharmacokinetic simulation program for case study generation in a problem-solving curriculum. *American Journal of Pharmaceutical Education* 1995; 59 (4): 409-416.
- 34** Schulman KA, Bootman JL, Brokk RA, Piech CT, Ayers WR. Interactive computer program to teach clinical economics. *AACP-ANNUAL-MEETING* 1994; 95 (Jul): X-8.
- 35** Skau KA. Elective curse on computer-assisted instruction modules developed by pharmacy students. *AACP-ANNUAL-MEETING* 1994; 95 (July): XI-9.
- 36** Dawson K, Fassett WE. Interactive multiemdia role-play simulation: building skills in pharmacist-patient communication. *AACP-ANNUAL-MEETING* 1993; 94 (July): VII-5.
- 37** Chisholm MA, Dehoney J, Poirier S. Development and evaluation of a computer-assited instructional program in an advanced pharmacotherapeutics course. *American Journal of Pharmaceutical Education* 1996; 60: 365-369.
- 38** Mehvar R. computer-assisted generation and grading of pharmacokinetics assignments in a problem-solving course. *American Journal of Pharmaceutical Education* 1997; 61: 436-441.

- 39** Gerrett D. Postgraduate program in social and administrative pharmacy by multimedia. *Pharm Journal* 1994; 252 (Jan 15): 88-89.
- 40** McKenzie MW, Johnson SM, Bender KJ. Competency based, self-instructional modules on medication history interviewing for pharmacy students: rationale, description and formative evaluation. *American Journal of Pharmaceutical Education* 1977; 41 (May): 133-142.
- 41** Rowe RC, Upjohn NG. Formulating Pharmaceuticals using expert systems. *Pharmaceutical Technology International* 1993; september: 46-52.
- 42** Podczek F. K. Knowledge based system for the development of tablets. Proceedings of the 11 th Pharmaceutical Technology Conference 1992; vol. I: 240-264.
- 43** Lai F K Y. Experts systems as applied to pharmaceutical technology. En: J.Swarbrick and J Boylan, editores. Encyclopedia of Pharmaceutical Technology. New York: Marcel Dekker; 1992, vol 5: 361-378.
- 44** Wood M. Expert systems save formulation time. *Laboratory Equipment Digest* 1991; december: 17-19.
- 45** Turner J. Product formulation expert system DTI *Manufacturing Intelligence Newsletter*. 1992; 8: 12-14.
- 46** Bentley P. Products Formualtion expert system (PFES) en Rowe RC and Roberts RJ Intelligent software for product formulation. London: Taylor and Francis. 1998: 27-41.
- 47** Ramani RV, Patel MR, Patel SK. An expert system for drug preformulation in a pharmaceutical company. *Interfaces* 1992; 22: 101-108.
- 48** Rowe RC, Hall J, Roberts RJ. Film coating formulation using an expert system. *Pharmaceutical Technology Europe* 1998; october: 72-82.
- 49** Rowe RC, Rowe MD, Roberts RJ. Formulating film coatings with the aid of computer simulations. *Pharmaceutical Technology* 1994; 18 (10): 132-139.
- 50** Florentiny D, Guimaraes R, Thomas A, Loppinet V. Simulation d'un système productif en entreprise pharmaceutique (logiciel Siman) et application des principes du management par les contraintes. *STP Pharma Practiques* 1997; 7 (1): 45-49.
- 51** Rowe RC, Upjohn NG. An expert system for the formulation of pharmaceutical tablets. *DTI Manufacturing Intelligence Newsletter*. 1993; 14: 13-15.
- 52** Rowe RC, Upjohn NG. An expert system for the identification and solution of film coating defects. *Pharmaceutical Technology International* 1993; 5 (3): 34-38.
- 53** Rowe RC, Roberts RJ. The effect of some formulation variables on crack propagation in pigmented tablet film coatings using computer simulation. *International Journal Pharmacy* 1992; 86: 49-58.
- 54** Lai FKY. A prototipe expert system for selecting pharmaceutical powder mixers. *Pharmaceutical Technology* 1988; 12 (8): 22-31.
- 55** Bateman SD. The development and validation of a capsule formualtion knowledge-based system. *Pharmaceutical Technology* 1996; 20 (3): 174-184.
- 56** Hogan J, Shue P-I, Podczek F, Newton M. Investigations into the relationship between drug properties, filling and the release of drugs from hard gelatin capsules using multivariates satatistical analysis. *Pharmaceutical Res* 1996; 13: 944-949.
- 57** Lai S, Podczek, Newton JM, Daumesnil R. An expert system to aid the development of capsules formulations. *Pharmaceutical Technology Europe* 1996; october: 60-68.
- 58** Stegemann S. A computer aided program designed for immediate release formulation of hard gelatin capsules. En: 1as Jornadas de Tecnologia Farmacéutica: 10-12 febrero de 1999; Universidad de San Pablo CEU y AEFI, editores. Boadilla del Monte, Madrid: 83-85.
- 59** Curso "The use of computers in Pharmaceutical education and training", organizado per la Summer School, Formació Continuada Les Heures de la Fundació Bosch y Gimpera. Barcelona, 17-19 julio, 1995.
- 60** Rowe RC. Expert systems for parenteral development. *PDA Journal of Pharmaceutical Science and Technology* 1995; 49: 257-261.
- 61** Stricker H. Dar Galesnische Entwicklungs system Heidelberg. *Pharm Ind* 1991; 53: 571-578.
- 62** Stricker H, Fuchs S, Haux R, Robler R, Ruppprecht B, Shmelmerr V, Wielgel S. Das Galenische Entwicklung System Heidelberg: systematische Rezepturent wicklung. *Pharm Ind* 1994; 56: 641-647.
- 63** CD-ROM (actas). II Jornadas Multimedia Educativo. Barcelona, 5, 6 y 7 de julio de 2000.
- 64** Fdez Borrás J, Blasco J, Pagés T, Sánchez J, Viscor G. Resolución de hipótesis experimentales para el aprendizaje de la Fisiología Animal. Comunicació oral. I Jornades Multimèdia Educatiu. Barcelona. 5-7 juliol. 1999: 12, 19.
- 65** Carmona JM, Pinto V. Un producte multimèdia d'hidrogeologia dins el marc del TEAM (Tecnologies Aplicades a l'Educació i Aprenentatge Multimèdia). Comunicació oral. I Jornades Multimèdia Educatiu. Barcelona. 5-7 juliol. 1999: 9.
- 66** Carnicer A, Labastida BI, Juvells CI, Moneo D, Vallmitjana ES. Hipertexto multimedia de Óptica Fisica. Comunicació oral. I Jornades Multimèdia Educatiu. Barcelona. 5-7 juliol. 1999: 10.
- 67** Carreras A. Tutorial d'Història Econòmica Mundial. Comunicació oral. I Jornades Multimèdia Educatiu. Barcelona. 5-7 juliol. 1999: 11.

- 68** Contijoch T, Henríquez P, Padilla D, Gisbert M. Docencia Universitaria con Herramientas Telemáticas una perspectiva discente. Comunicació oral. I Jornades Multimèdia Educatiu. Barcelona. 5-7 juliol. 1999: 14.
- 69** Roll Reinar. Entrevista en *La Vanguardia*, suplemento *Ciencia y Vida*. 3 febrero 1996. pág. 16.
- 70** Brasó J, Delàs J, Molins L, Gil de Bernabé E, Parra O, Arboix A. Dossiers electrònics: l'oportunitat que ofereix per a la docència una nova iniciativa a la Universitat de Barcelona. Actas de la Primera Trobada de Professors de Ciències de la Salut (20-21/ enero/ 2000). Campus de Bellvitge. Universitat de Barcelona. Barcelona. 2000: 51.
- 71** Romera PL: @CADEMIA: entorno virtual para la enseñanza flexible. Actas de la Primera Trobada de Professors de Ciències de la Salut (20-21/ enero/ 2000). Campus de Bellvitge. Universitat de Barcelona. Barcelona. 2000: 59.
- 72** García MJ, Calderó G, Herrera M, Ismael E, Juanmartí E, Argudo A, Cuchi M. Elaboració d'apunts i accés dels alumnes a la informació de les assignatures. Actas de la primera Jornada Facultat de Farmàcia (13/ febrer/ 1998). *"De la reflexió a la innovació pedagògica en l'ensenyament de ciències aplicades a Farmàcia"*. Publicacions de la Universitat de Barcelona. Barcelona. 1999: 253-256.
- 73** Catálogo de 1999. Editorial Masson. Pag. 3.
- 74** García Montoya E. "Valoració objectiva de les pràctiques Farmàcia Galènica III: Punt de vista dels alumnes". Barcelona, 5-7 octubre del 2000, dins Jornades de Creativitat a l'Ensenyament Universitari. Comunicació oral. Organitzat pel Departament de didàctica de l'expressió Musical i Corporal. Caràcter Nacional.
- 75** Lewis D. Will virtual reality become the standard in safety training? *Safety + Health* 1997; january: 38-43.
- 76** Franco G. Sperimentazione di un ipertesto come strumento didattico innovativo nell'insegnamento-apprendimento dei rischi lavorativi. *Med Lav* 1997; 182, 6: 554-563.
- 77** Kallisnowski F, Mehrabi A, Gluckstein C, Benner A et al. Computer based learning in surgical education and continuing education. *Chirurg* 1997; 68: 433-438.
- 78** Erkovent WE, D'Alessandro MP, Galvin JR, Albanese MA, Michaelsen VE. *Academic Radiology*. 1994; 1 (3): 287-292.
- 79** D'Alessandro DM, Kreiter CD, Erkovent WE, Winter RJ, Knapp HR. Longitudinal follow-up comparison of educational interventions: multimedia textbook, traditional lecture and printed textbook. *Academic Radiology*. 1997; 4 (11): 719-723.
- 80** Rueda. Hipertexto: representación y aprendizaje. <http://www.pangea.org/org/espinal/hipertex.htm>
- 81** Branda L. El aprendizaje basado en problemas. (Conferencia inaugural). Actas de la Primera Trobada de Professors de Ciències de la Salut (20-21/ enero/ 2000). Campus de Bellvitge. Universitat de Barcelona. Barcelona. Enero/ 2000: sin numerar.
- 82** García Montoya E, Aparicio RM, Pérez Lozano P, Guerrero M, Coderch M, Miñarro M, Salvadó A, Suñé Negre JM, Tico JR. Te'n recordes de les NCF?. (Comunicación tipo poster). Actas de la Primera Trobada de Professors de Ciències de la Salut (20-21/ enero/ 2000). Campus de Bellvitge. Universitat de Barcelona. Barcelona. Enero/2000: 40.
- 83** . García Montoya E, Pérez P, Miñarro M, Suñé JM, Tico JR: "Estudio comparativo entre los resultados de una actividad didáctica sobre Normas de Correcta Fabricación en formato multimedia y formato papel", Barcelona, 26-28 junio de 2000, dins el "1er Congreso Internacional: "Docencia Universitaria e Innovación". Comunicació tipus pòster. Resum publicat al llibre de ponències pàg. 139. Organitzat pels ICES de la UB, UAB i UPC. Caràcter Internacional.
- 84** . García Montoya E, Pérez P, Orriols A, Miñarro M, Suñé JM, Tico JR: "Actividad didáctica multimedia versus actividad didáctica tradicional: aplicabilidad a la enseñanza de la Tecnología Farmacéutica", Barcelona, 5-7 julio de 2000, dins les "II Jornades Multimedia Educativa". Comunicació tipus pòster. Resum publicat al llibre de ponències pàg. 25. Organitzat pel ICE de la UB. Caràcter Nacional.

ANEXO I: CARÁTULA PROVISIONAL PARA EL CD-ROM

The image shows a software interface with a background of a hand holding a tablet. On the left, the acronym 'SDM' is written vertically in a large, purple, serif font. The main content area is white with a light purple grid pattern. At the top right, the text 'Servei de Desenvolupament del Medicament' is displayed in a bold, black, sans-serif font, followed by 'Departament de Farmàcia i Tecnologia Farmacèutica' and 'Facultat de Farmàcia i Ciències de la Salut, Universitat de Barcelona' in a smaller font. The title 'Fabricación de comprimidos de paracetamol' is centered in a large, bold, blue, sans-serif font. Below the title is a navigation menu consisting of five colored buttons: 'Entrenamiento' (red), 'Visita virtual al SDM' (purple), 'Prácticas' (blue), 'Normas de Correcta Fabricación' (teal), and 'Salir' (grey). The background image shows a hand holding a white tablet, with a blurred background of a person's face.

SDM

Directores del projecte:
Dr. Josep Maria Solé i Nogre
Director Tècnic del Servei de Desenvolupament del Medicament
Professor Titular del departament de Farmàcia i Tecnologia Farmacèutica
Dr. Josep Ramon Ticó Grau
Director Tècnic Adjunt del Servei de Desenvolupament del Medicament
Professor Titular del departament de Farmàcia i Tecnologia Farmacèutica
Dr. Jordi Gratacós Rotg
Professor Titular del departament de Dibuix, Facultat de Belles Arts

Coordinadora del projecte:
M^a. José Rubio Hurtado

Autora:
Encarna García Montoya
Professora Associada del departament de Farmàcia i Tecnologia Farmacèutica
Responsable de Garantia de Qualitat del Servei de Desenvolupament del Medicament

Programadora multimèdia:
Gloria Figueras Sánchez
Tècnic informàtic de Gubio Plans

Diseñador gràfic:
La PAGE Original

dibuixant:
Raül Parralho Nieto

Agradecimientos:
Bea Aparicio Peláez, Mireia Aparici d'Albert, Blanca Ladera Luengo,
Departament de Farmàcia i Tecnologia Farmacèutica
Montserrat Figueras Sánchez, Tècnic informàtic SDM, sccp
Pilar Pérez Lázaro, Julieta Soto Vidal, Anna Oriola Rotg,
Tyleria López Paz, Anna Riera

SDM **Servei de Desenvolupament del Medicament**
Departament de Farmàcia i Tecnologia Farmacèutica
Facultat de Farmàcia i Ciències de la Salut
Universitat de Barcelona

Fabricación de comprimidos de paracetamol

Entrenamiento Visita virtual al SDM Prácticas
Normas de Correcta Fabricación

Salir

CONCLUSIONES

❶ Se propone la siguiente formulación para la elaboración de comprimidos de paracetamol en el laboratorio de prácticas de Farmacia Galénica II, concluyéndose que la misma es adecuada al fin previsto, siendo robusta y reproducible:

<i>Paracetamol</i>	<i>150 mg</i>
<i>Celulosa microcristalina</i>	100 mg
<i>Almidón de maíz</i>	80 mg
<i>Talco</i>	8 mg
<i>Estearato Magnésico</i>	2 mg
<i>Solución de engrudo de almidón 6% (aglutinante)</i>	10 mg

❷ Los componentes de la fórmula son compatibles química y galénicamente, lo cual garantiza su estabilidad química hasta el análisis en el laboratorio de prácticas de Farmacia Galénica III (entre seis meses y un año).

❸ El método de fabricación desarrollado y optimizado se ha concluido como adecuado para los equipos disponibles en el SDM. Los equipos implicados han sido cualificados según las NCF. Se han descrito los programas de cualificación y otros métodos relacionados (formación de personal, limpieza,

etc.) para asegurar la fiabilidad del proceso desarrollado. Los márgenes de trabajo seguros se especifican a continuación:

ETAPA	VARIABLES OPERATIVAS	ESPECIFICACIÓN (según los resultados de optimización)	
		CALIFICACIÓN inicial	CONSIDERACIÓN final
TAMIZACIÓN POLVO	LUZ MALLA INTENSIDAD DE VIBRACIÓN ALIMENTACIÓN MAQUINA (ORDEN, MP) CAPACIDAD ÚTIL	VARIABLE VARIABLE (3 posic) VARIABLE CONSTANTE	≥0.4 mm y ≤0.75 mm II Paracetamol, almidón, avicel Cubrir el rotor
MEZCLADO INICIAL	VELOCIDAD (rpm) TIEMPO CAPACIDAD ÚTIL	CONSTANTE VARIABLE A DETERMINAR	— 10 minutos (±5 min) óptima 100%
PREPARACIÓN SOLUCIÓN AGLUTINANTE	TIPO AGITADOR (TAMAÑO DEL VASO) CANTIDAD DE AGUA VELOCIDAD rpm TIEMPO TEMPERATURA (sistema calefactor)	FIJADO: ancla A DETERMINAR FIJADO VARIABLE FIJADO	Indiferente: ancla o aspas 500 ml (al 6%) — dependerá del procedimiento 80° C (tras dispersión) y 40°C después
AMASADO	TIEMPO ADICIÓN AGLUTINANTE VELOCIDAD MALAXADORA TEMPERATURA SOL. AGLUT. TIEMPO DE MALAXADO	VARIABLE CONSTANTE FIJADA VARIABLE A DETERMINAR	en los 10 primeros minutos — 40 ° C 20 minutos
GRANULACIÓN POR EXTRUSIÓN	LUZ NETA TAMIZ VELOCIDAD MAQUINA VELOCIDAD ALIMENTACIÓN	VARIABLE CONSTANTE MANUAL	2 mm (indiferente 1- 3mm) — —
SECADO	TIEMPO DE SECADO TEMPERATURA ENTR. AIRE TEMPERATURA SALIDA AIRE TEMPERATURA DE SECADO EFICIENCIA SECADO (DIFERENCIAS DE T°) FLUJO AIRE CANTIDAD DE CARGA BANDEJAS	VARIABLE - - - - - - VARIABLE	< 40 horas — — entre 39 - 40° C — — 1 bandeja: ≈750 g
GRANULACIÓN SECA	VELOCIDAD ALIMENTACIÓN TAMIZ VELOCIDAD	VARIABLE FIJADO CONSTANTE	— 1 mm —
MEZCLADO FINAL	VELOCIDAD (rpm) ALIMENTACIÓN (ORDEN MP) TIEMPO CAPACIDAD ÚTIL	CONSTANTE CONSTANTE VARIABLE	— 1° granulado seco y después MP extragranulares entre 10 y 15 minutos no influye carga
COMPRESIÓN	VELOCIDAD FUERZA COMPRESIÓN	CONSTANTE A DETERMINAR	-- franja media

El proceso de validación realizado conlleva asegurar que el proceso de obtención de los comprimidos de paracetamol sea siempre fiable y reproducible, y esto será así siempre que se respeten los márgenes de control de proceso establecidos en la documentación, que se ha demostrado fácil de controlar. Se propone una reducción del tamaño de lote al 75%, ya que este tamaño está dentro del margen “seguro” determinado en la validación (mínimo experimentado 50%) y supondrá un ahorro importante en el gasto de material.

④ Se han establecido los márgenes de seguridad de fallo para los parámetros críticos del proceso de compresión, siendo los siguientes:

① tiempo de amasado: 20 minutos.

② tiempo de secado: < 24 horas a $40^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$

③ tiempo de mezclado de las sustancias extragranulares: 10 minutos.

⑤ Se concluye la fórmula como válida en base a la fabricación de tres lotes piloto cumpliendo todas las especificaciones previstas. Los resultados físico-químicos obtenidos durante el proceso de validación, cumplen con las especificaciones establecidas habitualmente en la industria farmacéutica.

⑥ Se ha comprobado la validez de la fórmula (incluso la no optimizada) al analizar retrospectivamente los datos de las guías de elaboración de los alumnos de 3 cursos académicos. Se ha detectado una mejora con los cambios que se ha ido introduciendo en las nuevas ediciones del método, que incorporan las conclusiones que se han ido extrayendo del trabajo experimental que se presenta.

⑦ Se ha concluido que el método de análisis es válido, en base a sus parámetros de linealidad, selectividad, precisión (repetibilidad y reproducibilidad) y exactitud. El método se ha optimizado y simplificado desde un punto de vista analítico.

⑧ Se ha desarrollado un método analítico que reduce el impacto económico, y lo que es más importante, el medioambiental, ya que han sido sustituidos reactivos orgánicos por agua desionizada.

⑩ Se ha realizado un material inédito para la docencia universitaria farmacéutica. El referido material ha dado lugar a una aplicación informática multimedia que ha sido convenientemente contrastada y será editado por la Universidad de Barcelona, en el año 2001:

① Se han llevado a cabo diversas validaciones y testeos de uso, y, así mismo, pruebas de validación informática. Se ha demostrado que existían **diferencias estadísticamente**

significativas entre la docencia de un mismo tema presentado con material multimedia y el mismo presentado con material gráfico por un profesor. Habiéndose obtenido mejores resultados para el ejercicio basado en el material multimedia.

② Este material se alimenta de forma externa por bases de datos que facilitan su actualización. La ventaja conseguida es doble, por un lado económica, ya que se pretende evitar las siempre caras y engorrosas reprogramaciones, así como los errores que el mencionado mantenimiento, necesariamente, puede provocar.

③ La aceptación, en la práctica, del material ha sido excelente, siendo acogido por la práctica totalidad de los alumnos de forma plenamente satisfactoria, tal como consta, de forma escrita, por las observaciones de los mismos, incluso en la misma aplicación informática.

④ Se ha realizado y verificado un sistema de autoalimentación de datos que permite revisar los resultados del alumno a posteriori por el profesor. Esta posibilidad facilita la autoformación de los alumnos, de forma autónoma y no presencial, para las tareas más repetitivas del proceso formativo.

⑤ Se ha constatado que las mejoras de la atención y la interactividad que las modernas herramientas informáticas proporcionan a la docencia, hacen de las mismas un gran aliado a los efectos de provocar en el alumnado un grado de inquietud e interés que provoca un incremento significativo y proporcional de la atención y una mejora global en la enseñanza teórico-práctica de los contenidos de la temática desarrollada.