

INCORPORACIÓN DE LAS TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN Y COMUNICACIÓN EN LA FORMACIÓN. EXPERIENCIAS, AVANCES Y TENDENCIAS

F. GONZÁLEZ - T. BATUECAS - R. SALVE - E. RODRÍGUEZ

Desde finales de los años noventa hasta la fecha se han realizado en Tecnatom diversos desarrollos e inversiones dirigidos a la incorporación de las Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC) al panorama general de la formación. Dentro de estas acciones se destaca en primer lugar la incorporación de soluciones de gestión de programas sistemáticos de formación para cubrir tanto los aspectos técnicos y metodológicos, como los relativos al servicio de formación en sí. El siguiente paso importante ha sido el desarrollo y puesta en explotación de una plataforma de teleformación que hemos denominado Campus Virtual de Tecnatom sobre el que se soportan y se ofrecen actualmente cursos de nuestro catálogo que han sido adaptados al entorno de e-formación. También se destacan acciones y participaciones en proyectos basados fundamentalmente en aplicación de la realidad virtual a la formación. Se citan brevemente un proyecto español para la formación en actividades de mantenimiento usando técnicas de Realidad Virtual (VIRMAN) y un proyecto europeo de Realidad Aumentada (STARMATE) y un proyecto para la formación en Protección Radiológica (PRVIR) y otro para formación de operarios de mantenimiento en ambientes radioactivos (SIMU2). Por último, se realiza una reflexión sobre los resultados obtenidos de estas acciones, conclusiones y futuras acciones.

Tecnatom has carried out for the last seven years developments and investments to use Information and Communication Technologies (ICT) in training area. This paper presents from chronological perspective, Tecnatom's representative experiences when implementing solutions and methods. Firstly a brief explanation of a Training Management and Training Area Intranet applications is provided, to focus next in the e-learning approach which has been followed to develop Tecnatom's Virtual Campus. Finally, the paper describes summaries of some interesting and innovative R&D projects on training application of the virtual and augmented reality, and the development of new e-learning courses in the area of maintenance. These projects are the following: VIRMAN, Spanish project to use virtual mock-ups in training, STARMATE European augmented reality application for training and guided maintenance, PRVIR virtual reality application for training in radiological protection, SIMU2 virtual reality application for training O&M personnel in radioactive environments.

INTRODUCCIÓN

El desarrollo de las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) está teniendo un impacto significativo en mundo educativo. En los últimos 6 años Tecnatom ha venido desarrollando diferentes productos que se pueden agrupar en:

- Herramientas para el desarrollo de medios didácticos.
- Plataformas electrónicas para llevar a cabo acciones formativas.
- Herramientas para la organización, gestión y registro de contenidos de los productos y acciones formativas, así como gestión del conocimiento.

El presente artículo describe acciones relevantes realizadas en los tres apartados citados. Evidentemente las acciones realizadas han supuesto disponer de entornos más flexibles y abiertos, con un creciente grado de aceptación y uso.

Dentro de estas acciones, la Intranet de Adiestramiento fue la que se realizó en un primer lugar y se encuentra totalmente implantada. Es una herramienta

de gestión de programas sistemáticos de formación para cubrir tanto los aspectos técnicos y metodológicos, como los relativos al servicio de formación. Constituye en sí una poderosa herramienta de gestión del conocimiento.

El creciente grado de aceptación de los cursos electrónicos, por su flexibilidad al permitir la adquisición de conocimientos con independencia del tiempo y lugar, unido a un mayor ámbito de difusión, nos hizo dar el siguiente paso importante, consistente en el desarrollo y puesta en explotación de una plataforma de teleformación que hemos denominado Campus Virtual de Tecnatom. Constituye un portal de Internet sobre el que se soportan y se ofrecen actualmente cursos de nuestro catálogo que han sido adaptados al entorno de la formación electrónica. Estamos en una etapa de desarrollo y adaptación de cursos en este entorno. Se destaca la existencia de programas completos de formación sobre tecnología de centrales nucleares, térmicas y ciclo combinado, protección radiológica, ensayos no destructivos y, últimamente, cursos dirigidos a la formación del personal de mantenimiento.

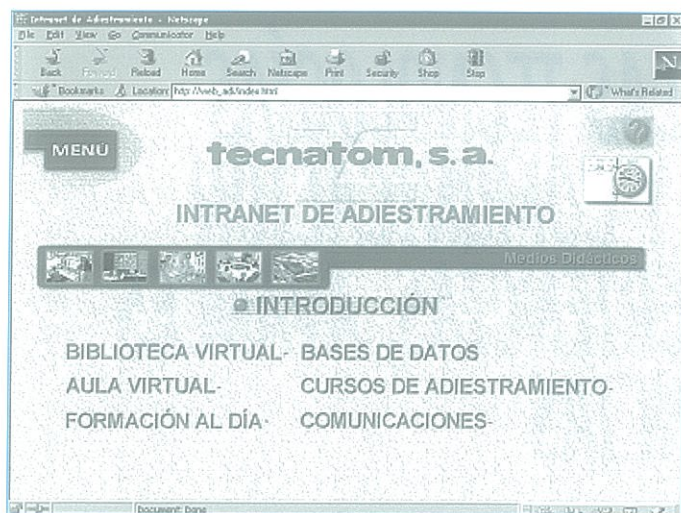


Figura 1. Menú Principal.



Figura 2. Menú de Bases de Datos.

También se citan en este artículo acciones y participaciones en proyectos basados fundamentalmente en aplicación de la realidad virtual a la formación, con fines de desarrollo de nuevas ayudas didácticas. Se citan brevemente un proyecto español para la formación en actividades de mantenimiento usando técnicas de Realidad Virtual (VIRMAN), un proyecto europeo de Realidad Aumentada (STARMATE), un proyecto para la formación en Protección Radiológica (PRVIR) y otro para formación de operarios de mantenimiento en ambientes radioactivos (SIMU2). Todos estos proyectos han creado un núcleo tecnológico suficiente para realizar un plan de actuación para aplicaciones específicas de realidad virtual en entornos formativos.

INTRANET DE TECNATOM

El desarrollo de una Intranet en TecnaTom para el área de Formación se ha planteado con el objetivo de centralizar toda la información y documentación necesitada por la plantilla de instructores para llevar a cabo sus actividades, incluyendo entre otras las siguientes fuentes:

- Información/documentación no gestionada y no elaborada por el área de formación, tal como documentación de referencia de las plantas, procedimientos de calidad, enlaces de Internet, etc.
- Información/documentación gestionada y desarrollada por el área de formación, tales como cursos, unidades didácticas, figuras, material de soporte pedagógico, presentaciones, banco de preguntas, programas, horarios, etc.

La Intranet de formación asiste al

personal de formación a la hora de:

- Realizar búsquedas de información y documentación para sus actividades.
- Realizar búsquedas sobre documentación oficial desarrollada por el área de formación: cursos, unidades didácticas, figuras, banco de preguntas, etc.
- Acceder o utilizar la información preparada y desarrollada por el personal de formación: ayudas pedagógicas, presentaciones, exámenes, certificados de evaluación, horarios, resúmenes, cuestionarios, informes, registros asociados a la formación, guiones de clase, etc.
- Preparar los guiones para la impartición de las clases.
- Gestionar los registros de formación relevantes.
- Controlar las modificaciones que afectan a la documentación oficial.
- Documentar los proyectos desarrollados por el área de formación.

La aplicación es accesible desde cualquier navegador de Internet y tiene, tal y como se muestra en la figura 1, las siguientes siete opciones principales:

- Introducción
- Biblioteca Virtual
- Cursos de Adiestramiento
- Aula Virtual
- Bases de Datos
- Formación al Día
- Comunicaciones

De particular interés para el trabajo diario del instructor es la opción de Bases de Datos (Figura 2), que permite el acceso a los diferentes tipos de información/documentación gestionada por

el área de formación.

Funciones que están disponibles en esta opción son:

- Cursos
- Figuras
- Ayudas Didácticas
- Banco de Preguntas
- Presentaciones
- Proyectos de Adiestramiento

Al seleccionar cualquiera de estas opciones se muestran los correspondientes formatos de búsqueda cuyos campos varían dependiendo de la opción seleccionada.

Una vez que la búsqueda ha sido definida y ejecutada los resultados obtenidos son presentados tal y como se muestra en la figura 3.

La opción de Aula Virtual permite a los instructores preparar e impartir las clases, gestionar los registros asociados, controlar las modificaciones que afectan a la documentación de formación y describir en detalle aquellos proyectos llevados a cabo en el área de formación.

Las opciones disponibles se muestran en la figura 4.

La información relativa a los cursos se organiza en dos grandes grupos, documentación general aplicable al curso en su totalidad (documentos generales, ayudas, programas, resúmenes, exámenes, etc) y documentación de la unidad didáctica específica (documento, figuras, banco de preguntas, guiones, etc.).

La opción de gestión de cursos incluye tres opciones: la gestión de cursos propiamente dicha (contrato, cliente, lugar, fechas, instructores, medios necesarios, informes, etc.), así como la gestión de alumnos y de clientes.

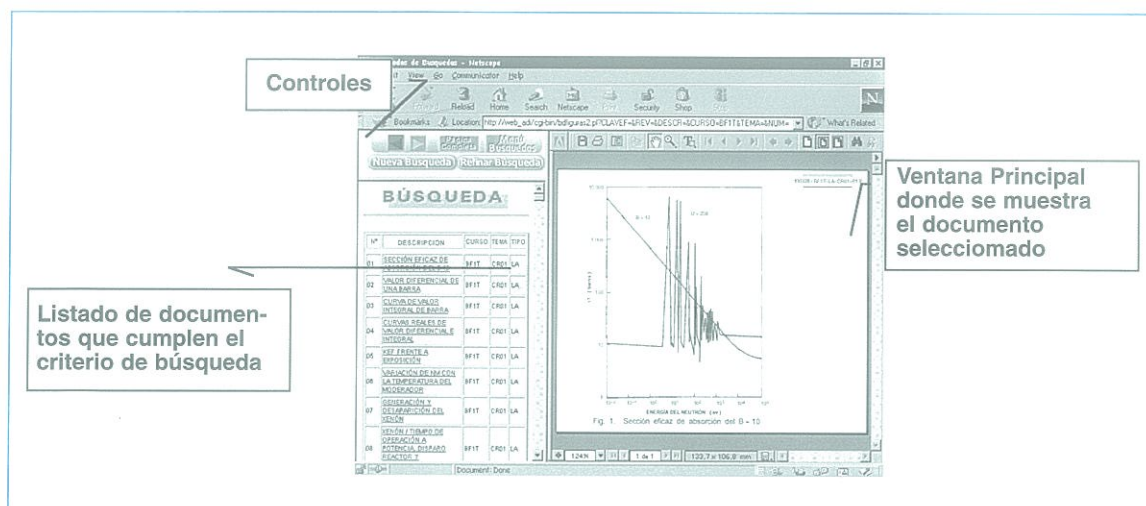


Figura 3. Formato de Búsqueda.

CAMPUS VIRTUAL

La implantación de la formación "online", "e-learning" o formación electrónica en TECNATOM ha perseguido un posicionamiento técnico global en este ámbito orientado a:

- Promover un cambio cultural en el área de formación.
- Abordar los aspectos técnicos, metodológicos y de servicios asociados a los emergentes entornos de formación electrónica basados en las Tecnologías de la Información y Comunicación.
- Utilizar herramientas y plataformas de formación electrónica del estado del arte.
- Soportar el desarrollo de nuevos entornos de entrenamiento integrando, formación electrónica, simulación y tecnologías avanzadas de interfaz hombre-máquina.

Cuando se plantea ofrecer a través de Internet medios orientados al apren-

dizaje, es necesario tener en cuenta dos aspectos básicos:

- El material formativo necesita no sólo ser accesible sino que debe estar organizado y estructurado adecuadamente. Hoy en día hay multitud de información disponible en Internet y en las intranets pero básicamente sin procesar. Sin una estructura este material es tan bueno como inaccesible.
- Por otra parte, es necesario un proceso para guiar al alumno a través de este material de estudio.

La implantación de las estrategias de formación electrónica en TECNATOM se han focalizado en el proyecto de diseño y desarrollo de un Campus Virtual. En dicho proyecto y partiendo de la elaboración de una metodología de transposición didáctica para la conversión de contenidos presenciales en contenidos de formación electrónica y del desarrollo de cursos prototipo, se ha pasado a una fase de

desarrollo de cursos y planes de formación para el Campus Virtual de TECNATOM tanto en el ámbito corporativo como para el sector eléctrico.

El Campus virtual de TECNATOM (Figura 5), Tcampus, www.tcampusvirtual.com, contiene una amplia variedad de recursos para fortalecer la mediación en el aula virtual, el control de los procesos de enseñanza y aprendizaje y estimular al alumno a

través de un sistema compuesto, entre otros elementos, a través de:

- Aula virtual de estudio
- Intercambio directos con los profesores
- Trabajo en grupo
- Aula de autoevaluaciones
- Aula de Exámenes
- Correo interno del Campus
- Listas de correo
- Soporte administrativo
- Encuestas (Alumnos, Profesores, Cursos)
- Salas de debate – Tutorías on-line -
- Foros de debate vinculados a los cursos
- Base de conocimiento
- Funciones de auditoría
- Tablón de anuncios
- Ayuda
- Etc.

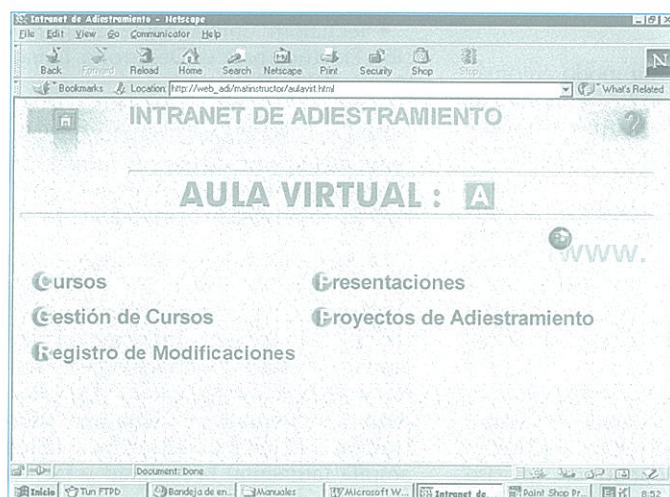


Figura 4. Aula Virtual.

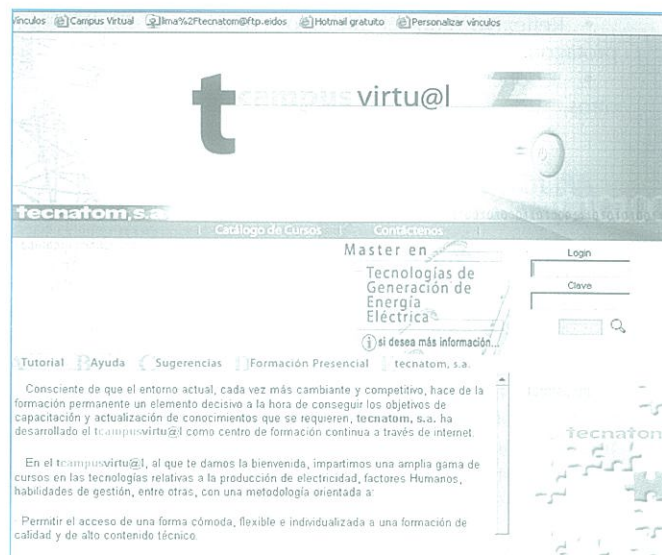


Figura 5. Campus Virtual de Tecnatom.

El Tcampus agrupa y proporciona acceso al diferente material formativo de forma fácil permitiendo:

- Navegar desde una necesidad formativa concreta al material específico en una estructura jerárquica y organizada.
- Ofrecer planes formativos a audiencias determinadas u ofrecer paquetes específicos a alumnos individuales.
- Realizar búsquedas sobre los diferentes cursos disponibles.
- Proporcionar información sobre lo que ocurre en el Campus.
- Realimentar al alumno en cuanto a las dudas y comentarios que puedan surgir.
- Ayudarle de manera contextual en su navegación a través del campus.

Están actualmente disponibles en el Tcampus cursos on-line, entre otras, en las siguientes áreas: centrales de generación de energía eléctrica (nucleares, térmicas, ciclo combinado, hidráulicas), protección radiológica, mantenimiento, ensayos no destructivos, etc.

La experiencia resultante de la participación de diferentes cursos a través del Campus Virtual de TECNATOM revela que para que una acción formativa en modalidad de e-learning sea exitosa, el proceso debe ser:

- Significativo, centrado en problemas y casos.
- Centrado en el alumno en lugar de centrado en el profesor.
- Activo, potenciando el concepto "aprender haciendo".
- Constructivo, elaborando los nuevos conceptos a partir de los anteriores.
- Autoverificado a través de todo el proceso (autoevaluaciones).
- Reflexivo con el alumno como protagonista.
- Cooperativo, aprendiendo con otros.

APLICACIONES DE LA REALIDAD VIRTUAL A LA FORMACIÓN

La Realidad Virtual se presenta como una herramienta con un alto potencial en el área de formación en mantenimiento. Adicionalmente y muy destacable, su uso en plataformas sencillas con requerimientos muy bajos de hardware y software, hacen estas herramientas muy flexibles y reconfigurables. Potencialmente son capaces de acomodarse a las necesidades específicas.

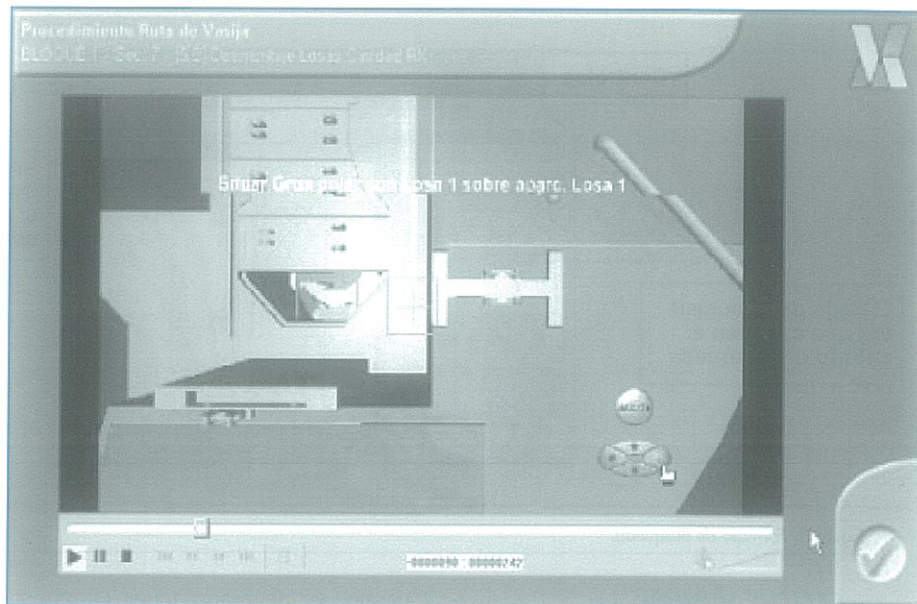


Figura 6. Realidad virtual. Edificio de contención CN Trillo.

Proyecto VIRMAN. Maquetas virtuales para la formación en mantenimiento

El proyecto VIRMAN tiene como objetivo el desarrollo de un curso de mantenimiento basado en la animación de imágenes virtuales en tres dimensiones para montaje, desmontaje y movimiento de equipos. Se trata de modelar en tres dimensiones equipos, salas, edificios o despieces de equipos y dotarles de animación. Cada curso se presenta a los alumnos por medio de secuencias y acciones que pueden representar un procedimiento o tarea de mantenimiento concreta. La animación de las imágenes virtuales, apoyada con fotografías, vídeos, textos, mensajes o avisos, permite el desarrollo de cursos con un alto valor didáctico y fáciles de mantener.

Se ha especificado que el sistema disponga de tres modos de funcionamiento:

- Funcionamiento en modo automático. El sistema le muestra al alumno la secuencia y los pasos del procedimiento, con explicaciones y ayudas sobre el proceso o tarea de mantenimiento.
- Funcionamiento en modo de entrenamiento (Figura 6). En este modo de funcionamiento el alumno se entrena en la ejecución de la tarea, realizando los pasos del procedimiento. En este modo, el sistema le informa de los errores cometidos.
- Funcionamiento en modo de evaluación. Sin ninguna ayuda por parte del sistema, el alumno debe ejecutar el procedimiento, quedando un registro

para que el instructor valore la evolución del aprendizaje y el grado de capacitación alcanzado.

Como escenario piloto y demostrador de las potencialidades de la herramienta se ha elegido el procedimiento de ruta de vasija de las recargas de CN Trillo. En este escenario se modelan la contención y los equipos/herramientas que se mueven durante las operaciones de recarga. Se describe la secuencia de acciones que se llevan a cabo durante la recarga de combustible de acuerdo con el procedimiento específico de la planta.

Los participantes en el proyecto son:

- Laboratorio Decoroso Crespo de la Facultad de Informática de la Universidad Politécnica de Madrid.
- Empresarios Agrupados (EE.AA.).
- Central Trillo I, como planta piloto.
- Tecnatom¹ (inicialmente la Agrupación Eléctrica para el Desarrollo Tecnológico, A.I.E.-DTN).

Proyecto STARMATE. Aplicación de realidad aumentada para la formación o como sistema de ayuda para la ejecución de tareas de mantenimiento.

La Realidad Aumentada surge como un desarrollo del concepto de Realidad Virtual. Se trata de "aumentar" la realidad con información adicional. Se están viendo los objetos reales y se está interactuando con ellos, pero el sistema proporciona una información adicional (virtual) que ayuda o amplía (aumenta) la realidad y facilita

(1) Para este desarrollo se ha utilizado la herramienta VTR (Halden Virtual Reality Toolkit), desarrollado por el proyecto internacional Halden, del que es miembro TECNATOM.

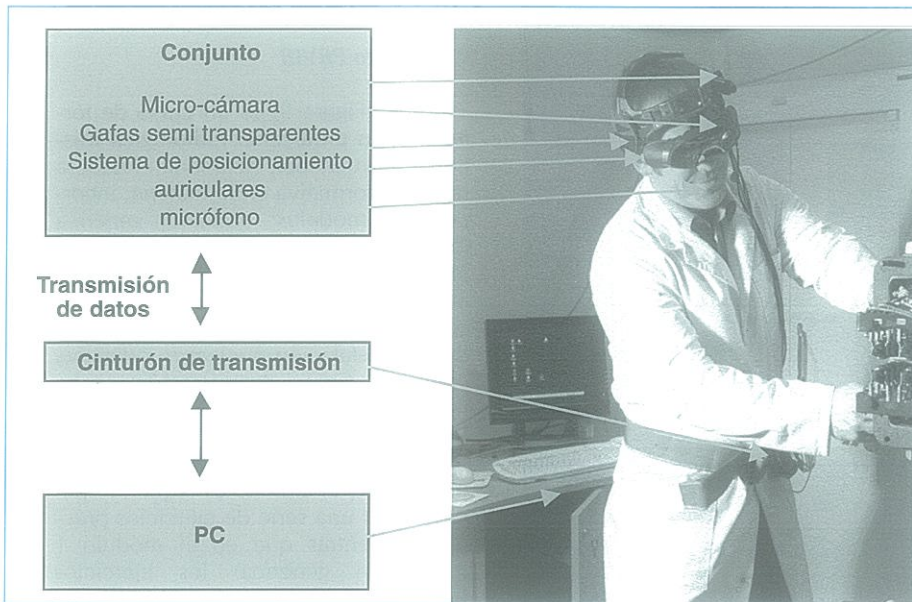


Figura 7. Equipo de usuario y sistema Starmate.

la ejecución o aprendizaje de la tarea.

El alumno o técnico de mantenimiento dispone de un sistema (Figura 7) compuesto por unas gafas especiales que permitiendo ver la realidad se comportan a su vez como el monitor de un ordenador. Además dispone de un micrófono y auriculares que le facilita las ayudas y guías para la ejecución de la intervención. Con las manos libres para realizar su trabajo, el usuario actúa con el sistema mediante su voz y recibe en forma de imágenes virtuales las instrucciones para realizar el trabajo que pueden ser documentos, textos, gráficos, audio o vídeo. En la imagen se muestra una representación del sistema.

Las aumentaciones o restituciones es el concepto que se utiliza para denominar a todas las ayudas que el usuario, alumno o trabajador recibe del sistema. Estas restituciones de pueden clasificar en:

- Mensajes de texto
- Imágenes/gráficos
- Vídeos
- Modelos en 3D de piezas o partes del equipo
- Audio: Sonidos codificados, instrucciones o explicaciones

Las restituciones visuales pueden registrarse en las gafas del usuario en alguna de las formas siguientes:

- Referenciadas al equipo. La imagen mostrada en las gafas se comporta como una parte más del equipo. Este tipo de restitución aparece fijada en un punto concreto del componente y no

se desplaza con el movimiento del operario. Para ello se dispone de un sistema de posicionamiento que se explica más adelante.

- Referenciadas al operario, de tal forma que se desplaza con el movimiento de la cabeza del usuario. Las imágenes le siguen con la mirada.
- Referenciadas al mundo. Estas imágenes pasan a ser un objeto más del entorno en el que se encuentra el operario.

En la figura 8 se muestran ejemplos de lo expuesto anteriormente. El sistema puede mostrar en una parte de la realidad un diagrama de cableado, la salida de un osciloscopio, el procedimiento de intervención, planos del fabricante...

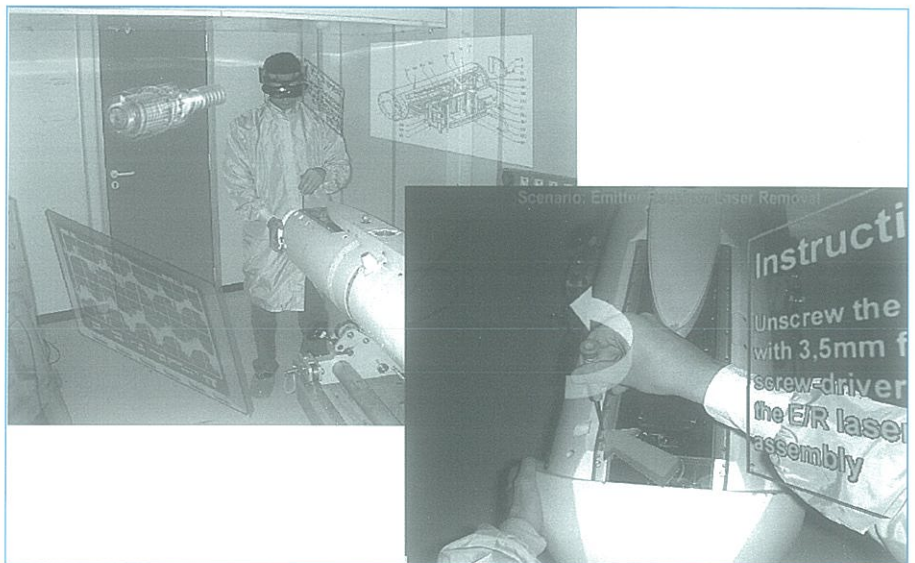


Figura 8. Aumentaciones vistas por el usuario al usar el Starmate.

Como se mencionó anteriormente, de dispone de un sistema de posicionamiento que permite saber las coordenadas de cada parte del equipo objeto de la intervención de mantenimiento, así como la posición de operario. De esta forma se pueden representar imágenes virtuales sobre la realidad. Ésta es una utilidad fundamental del sistema pues permite señalar partes del equipo y ayudar al usuario en la ejecución de las intervenciones.

En la figura 8 se observan ejemplos de lo que el operario vería en las gafas. Aparecen flechas superpuestas sobre el objeto real, indicando los tornillos que deben ser aflojados. Estas flechas, mediante el sistema de posicionamiento, permanecen siempre señalando los tornillos, independientemente de los movimientos y posición del usuario. Adicionalmente, recibe información o instrucciones sobre la tarea en forma de audio o caja de texto.

Existe un puntero virtual, representado como un rayo láser, que sale del centro de la frente del usuario. Es visto solamente por el usuario en las gafas del sistema y cuando él lo desea. Con este puntero el operario/alumno puede designar parte de un equipo o seleccionar una de las restituciones (ventanas) para pedir nuevas ayudas o mover dichas restituciones.

Al usuario se le presenta en las gafas un menú en 3D de navegación a partir del cual conoce el paso y la acción en el que se encuentra dentro de un escenario, curso o intervención de mantenimiento. Conoce los pasos restantes, el número de acciones en cada paso, la duración estimada de cada una de ellas, el tiempo invertido hasta ese momento y el tiempo restante.



Figura 9. Proyecto PRVIR.

Las interacciones entre el sistema y el usuario se realizan mediante voz, de esta forma el alumno o trabajador mantiene sus manos libres para ejecutar la tarea. Existe un sistema de reconocimiento de voz de modo que todas las interacciones con el sistema se realizan mediante ordenes dadas por la voz. Se han establecido palabras clave sencillas para realizar las acciones, tales como "paso siguiente", "paso anterior", "paso 4", etc.

Otra de las facilidades del sistema es la capacidad para almacenar anotaciones del usuario. En cualquier momento

o en el momento que la intervención lo requiera, el usuario podrá grabar información o registrar los datos necesarios para realizar posteriormente el informe sobre la intervención. Esta facilidad también puede ser utilizada para efectuar las preguntas durante un proceso de evaluación de la formación.

El proyecto STARMATE se ha desarrollado dentro del programa IST Europeo (Information Societies Technology), de costes compartidos, en el que participaron 6 socios: Thomson, CSII, ZGVD, Dune, CASA y Tecnatom. Ha durado tres años y se inició en enero de 2000.

Proyecto PRVIR

PRVIR (Figura 9) es un curso de formación en protección radiológica asistido por ordenador. Acomodándose a la reciente normativa en la materia, incorpora dos módulos: formación genérica (nociones sobre las radiaciones, blindajes, unidades y dispositivos de medida, etc.) y formación específica (centrada en las características y procedimientos de una instalación nuclear o radiactiva concreta). Como demostración, se ha realizado un curso para la CN Vandellós II.

Tras ser instruido en los conceptos pertinentes, el alumno es requerido para realizar una serie de ejercicios prácticos. Mientras que en el módulo 1 (formación genérica) los ejercicios prácticos consisten en baterías de preguntas, en el módulo 2 se le presenta el entorno físico concreto (Vandellós II, en el prototipo) y las actividades a realizar, en formato 3D interactivo (realidad virtual). A continuación, el alumno reconstruye la animación previamente visualizada manejando un maniquí. El sistema informa a cada paso si la acción simulada es correcta o no.

Los participantes en el proyecto han sido:

- Laboratorio Decoroso Crespo de la Facultad de Informática de la Universidad Politécnica de Madrid.
- Vandellós II, como planta piloto.
- Tecnatom (inicialmente la Agrupación Eléctrica para el Desarrollo Tecnológico, A.I.E.-DTN).

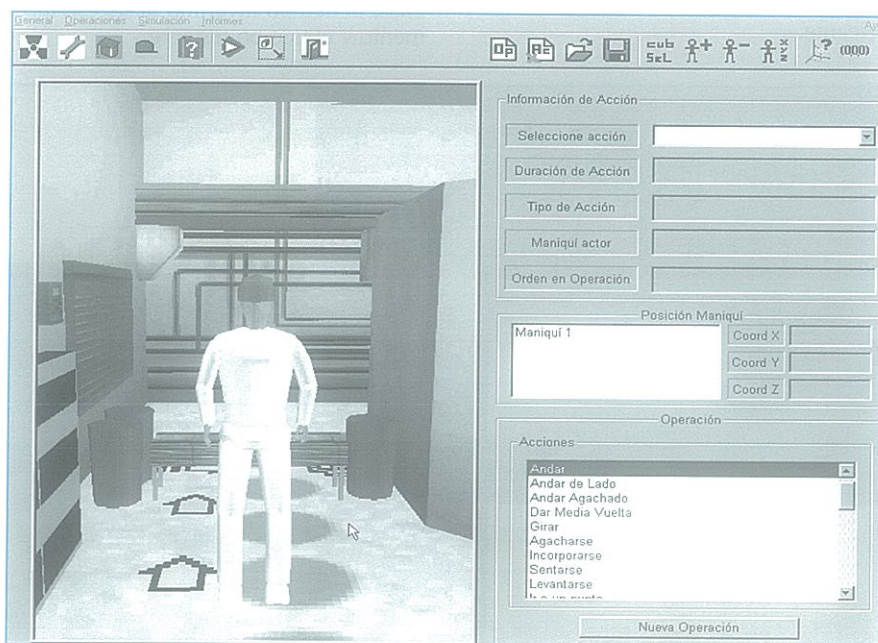


Figura 10. Proyecto SIMU2.

Proyecto SIMU2

SIMU2 (Figura 10) es una herramienta basada en realidad virtual ideada para planificar intervenciones de mantenimiento en entornos radiactivos y que incluye un módulo de formación. El sistema reproduce visual e interactivamente el entorno real donde se va a producir la intervención y, mediante una serie de herramientas, permite simular acciones humanas representadas por maniquíes. Introduciendo los datos adecuados (fuentes, geometrías, blindajes, dosis medidas en varios puntos), el programa permite calcular la dosis que hipotéticamente recibirían los operarios al llevar cabo las tareas simuladas. El interés de esta aplicación desde el punto de vista de la formación radica en la posibilidad de reproducir visualmente la secuencia de operaciones construida, incluyendo comentarios, con el objeto de instruir a los operarios que la llevarán a cabo realmente:

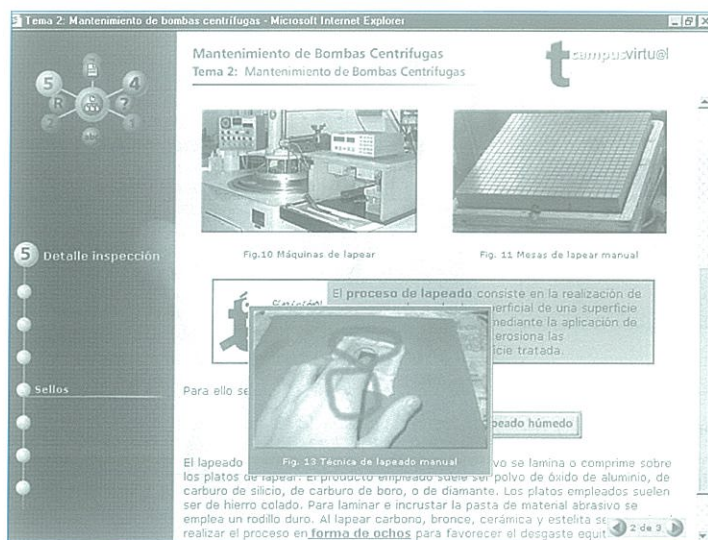


Figura 11. Curso de mantenimiento de bombas centrífugas en la plataforma de formación electrónica de Tecnatom.

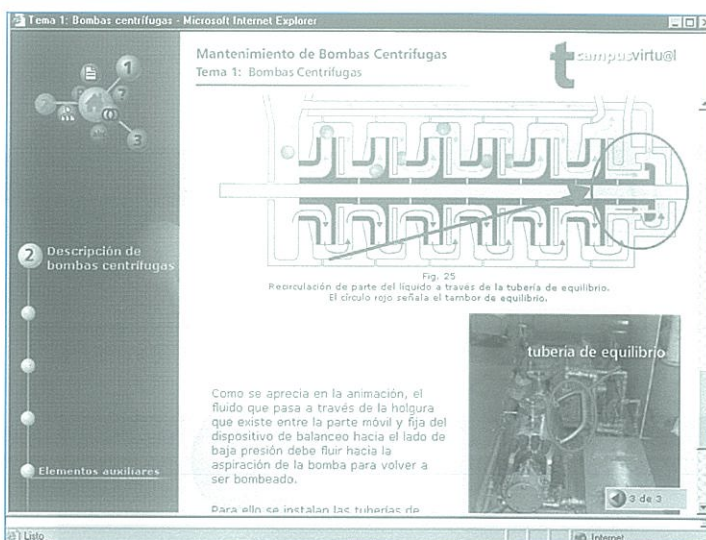


Figura 12. Curso de mantenimiento de bombas centrífugas.

• Laboratorio Decoroso Crespo de la Facultad de Informática de la Universidad Politécnica de Madrid.

• CIEMAT.

• Central nuclear de Almaraz, como planta piloto.

• Tecnatom (inicialmente la Agrupación Eléctrica para el Desarrollo Tecnológico, A.I.E.-DTN).

ACCIONES EN CURSO

Desarrollo de cursos de formación en mantenimiento para el entorno Campus Virtual

Dentro de una etapa de crecimiento de nuestra oferta de cursos en el entorno del Campus Virtual, se ha iniciado un proyecto de inversión cuyo objetivo es el desarrollo de cursos dirigidos a la formación del personal de mantenimiento. El primero de los desarrollos ha sido un curso de mantenimiento de bombas centrífugas. El objetivo final es continuar en esta línea y disponer de una amplia oferta de formación en las especialidades mecánica, eléctrica e instrumentación y control. El proyecto se llevará a cabo en varios años.

Toda la problemática asociada a las bombas centrífugas se afronta con texto apoyados (Figuras 11 y 12) sobre fotografías, animaciones, efectos visuales y vídeos ilustrativos que permiten al alumno adquirir los conocimientos deseados y cumplir con los objetivos generales.

Para el control del proceso de aprendizaje se han dispuesto actividades interactivas que permiten comprobar el grado de comprensión alcanzado (Figura 13).

El modelo no da de lado a la figura del maestro, sino que la potencia como

elemento motivador y permite crear unos lazos comunicativos entre ellos novedosos y que animan al estudio.

Este primer tema ya finalizado se encuentra disponible en el <http://www.tcampusvirtual.com> de TECNATOM. El siguiente paso que se está dando es el desarrollo de un curso de instrumentación y control titulado "curso general de mantenimiento de instrumentación".

Plan de realidad virtual

Consciente de la potencialidad de la tecnología de la realidad virtual, TECNATOM está desarrollando un plan interno que tiene como objetivo estructurar el know-how disponible hasta el momento y adquirir nuevas habilidades y medios para explotar y potenciar esta tecnología tanto en sus actividades tradicionales como en otras nuevas que puedan ser de interés para la empresa. Cabe mencionar que, en el ámbito de este plan de actualización, se ha destacado temporalmente a un ingeniero a las instalaciones del proyecto internacional Halden, en Noruega, institución puntera en este campo y en la tecnología nuclear.

Se han identificado hasta 14 posibles desarrollos en los ámbitos del

adiestramiento, la protección radiológica, la simulación, el mantenimiento, los ensayos no destructivos o el diseño de interfaces hombre-máquina. Es de esperar que como resultado de este plan se lancen al mercado nuevos servicios y productos, en este caso, específicamente relacionados con la formación.

CONCLUSIONES Y DEBATE

Se han dado pasos muy importantes en los últimos años, que en algunos casos son difíciles de asimilar en el corto tiempo transcurrido. La rápida evolución de las TIC con nuevos avances, capacidades, productos, plantea enormes desafíos y riesgos a las empresas que se dedican a la formación. La adaptación a estos cambios, la creación de conocimientos en este nuevo

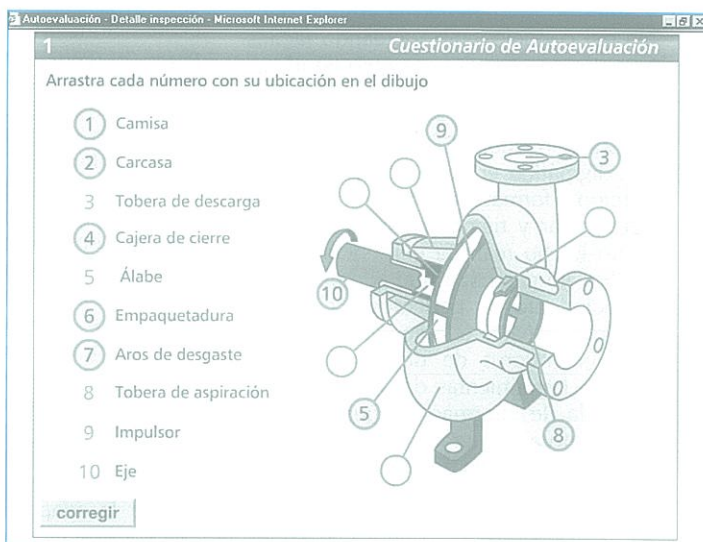


Figura 13. Curso de mantenimiento de bombas centrífugas. Juegos interactivos para afianzar los conocimientos.

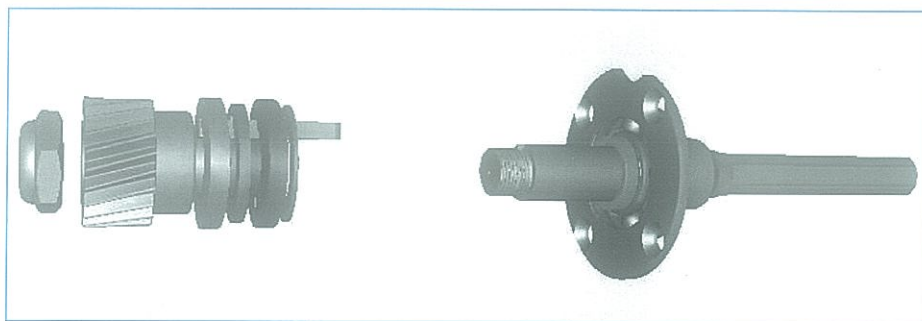


Figura 14. Plan de realidad virtual. Desarrollo de medios didácticos en 3D.

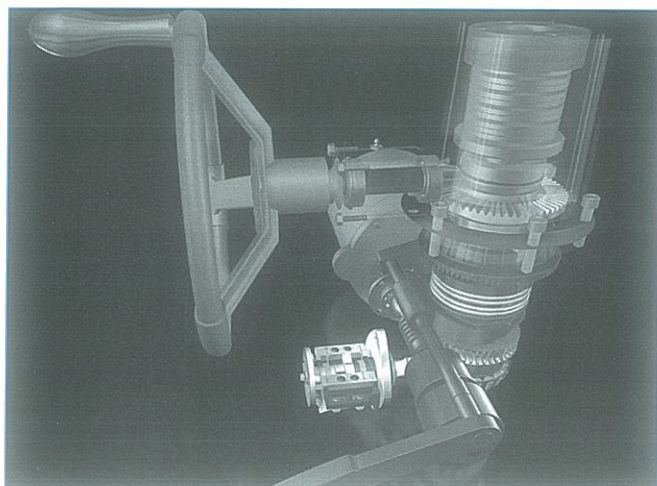


Figura 15. Animaciones virtuales para explicar el funcionamiento de equipos.

entorno y la optimización del valor que ofrecen los medios electrónicos requieren cada vez más capacidades e inversiones.

Evidentemente las TIC ofrecen un potencial valioso para la formación en todas las vertientes citadas en el artículo. Como herramientas de desarrollo de mejores medios didácticos, creando nuevos entornos de formación flexibles y abiertos, permitiendo la gestión óptima del conocimiento y creando fáciles foros de debate e intercambio de ideas. No obstante, los métodos y fórmulas para su creación no están desarrollados y estandarizados. Es muy atractivo y paradigmático el hecho de poder proporcionar formación a medida, en cualquier lugar y tiempo, pero todavía no es un hecho real. La existencia de los medios no garantiza que adquieran los conocimientos, podemos conectar electrónicamente a la gente, pero no se establecen foros de debate; disponemos de herramientas de intercambio y recogida de información, pero no hay una cultura de creación de conocimiento y puesta en común.

Evidentemente todos los proyectos en estas líneas introducen valor añadido al generar mayor transparencia, calidad y grado de difusión de la oferta formativa.

En concreto y en lo relativo a los programas de formación electrónica, su efectividad es función del grado de desarrollo e imaginación empleado. Es evidente que el uso pedagógico de la formación electrónica permite obtener conocimientos de calidad para ejecutar una tarea de una forma amena. Es claro el creciente uso de la formación electrónica en las empresas para dotar al personal de los conocimientos necesarios. Lo que es evidente es que la tecnología no conseguirá sustituir a los

maestros. Los métodos didácticos seguidos en los sistemas de formación electrónica están desarrollados por pedagogos o especialistas en formación, y el éxito depende de la calidad de su trabajo.

Otro reto importante al que se enfrenta el entorno educativo dentro de este nuevo contexto es el cambio requerido en la función del personal docente. El maestro o instructor deberá pasar de realizar una función de suministrador o transmisor de contenidos, a realizar un papel orientador, apoyando al alumno en su tarea de adquisición de competencias.

Como conclusión, se puede decir que se está popularizando el uso de Internet como plataforma para soportar formación electrónica y surgen de forma ilimitada usos de las TIC en ámbitos formativos y educativos. Claramente estos avances son positivos y dan valor añadido a la formación, pero una oferta eficaz, estable y económicamente rentable debe pasar por diseño y desarrollos adecuados, con métodos pedagógicos innovadores y con calidad, sin olvidar la adaptación del personal docente a este entorno. Todo esto nos llevará a consolidar con éxito las TIC en el entorno de la formación.



Francisco GONZÁLEZ AÑEZ es ingeniero industrial por la E.T.S.I.I. de Madrid y diplomado por el OIEA en la realización de APS. En 1983 se inicia sus trabajos en el departamento de seguridad nuclear de Empresarios Agrupados, continuando en el CIEMAT en 1986 en proyectos relacionados con

desarrollos de metodología en APS: Fiabilidad Humana y Causa Común. En 1988 se incorpora a TECNATOM S.A., donde participa en el área de tratamiento de experiencias operativas y es jefe de Proyecto en la gestión y mantenimiento de las bases de datos de las centrales nucleares españolas de Incidentes Operativos y de Fiabilidad de Componentes. En 1998 se incorpora al área de formación como jefe de Proyectos de desarrollo y planes de formación del personal de Mantenimiento de centrales nucleares españolas. Desde principios de 2003 es jefe del Centro de Formación en Mantenimiento de TECNATOM.



Tomás BATUECAS es licenciado en Ciencias Físicas por la Universidad Autónoma de Madrid en 1982 y Master en Ingeniería Nuclear por el CIEMAT en 1983. Desde 1986 trabaja en TECNATOM, donde actualmente es jefe de Proyectos en la Unidad de Nuevas Tecnologías. Su experiencia principal se ha

enfocado principalmente al área de simulación en tiempo real y a las tecnologías de la información y la comunicación aplicadas a la formación.



Ricardo SALVE comenzó su trayectoria profesional en Empresarios Agrupados como ingeniero de diseño mecánico. Incorporado a UNESA y desde CIEMAT participó en el proyecto LOFT. Posteriormente participó en la gestión del plan de I+D nuclear del PIE como secretario del Grupo de Investigación

de UNESA y dirigió varios proyectos internacionales (PHEBUS, LACE, LACE-E y ACE). En DTN fue director de I+D promoviendo, entre otros, varios proyectos relacionados con la Realidad Virtual y fue miembro del Comité de Aplicación del PIE. Actualmente en TECNATOM es jefe de Proyectos Sectoriales.



Enrique RODRÍGUEZ MARTÍN es ingeniero técnico industrial por la Universidad Politécnica de Madrid. Ingresa en TECNATOM en 1994 como jefe de Taller de mantenimiento de amortiguadores. Cualificado como Nivel II en la técnica de inspección visual y prueba funcional de

amortiguadores, participa en las inspecciones de soportes y pruebas funcionales de amortiguadores en centrales eléctricas. En 2000 pasa a formar parte del grupo de Formación en Mantenimiento de la División de Adiestramiento donde desempeña, actualmente, las funciones de instructor especialista en el área mecánica.