

Sistema de Interacción Natural Avanzado (SINA): Proceso de mejora y ajuste para usuarios con parálisis cerebral y esclerosis múltiple

*Joan J. Muntaner Guasp, Francisco J. Perales López,
Francisca Negre Bennasar, Javier Varona Gómez y Cristina Manresa-Yee
Universitat de les Illes Balears*

INTRODUCCIÓN

El desarrollo de la tecnología en la última década ha provocado un proceso, lento en un inicio y extraordinariamente acelerado en los últimos años, de marcada tecnificación en los diferentes procesos desarrollados en la actividad humana aplicado a múltiples campos y desde diversas perspectivas: en el trabajo, en la educación, en nuestra forma de comunicarnos y de acceder a la información e, inevitablemente, también en nuestra forma de disfrutar del ocio y del tiempo libre.

Los perfiles de la mayoría de los profesionales se han visto afectados y se ha hecho necesario un proceso de adaptación a nuevas demandas, surgidas básicamente por la introducción de las nuevas tecnologías en los diferentes entornos de trabajo. Este hecho ha provocado, a la vez, nuevas necesidades de formación para posibilitar y facilitar esta adaptación.

Respondiendo a los cambios que la inminente entrada del Espacio Europeo de Educación Superior comienza a provocar en el contexto universitario, cada vez se hace más necesario una correcta, operativa y funcional forma de introducir la tecnología en los procesos educativos.

La Universidad, mediante las funciones que engloba: formación, investigación y en general prestación de servicios a la sociedad, tiene que posibilitar y facilitar el acceso a la formación superior al alumnado poniendo a su alcance los recursos que posibiliten y potencien la continuidad de los

estudios en todos sus niveles y adaptándose a la pluralidad de situaciones que se manifiestan en nuestra sociedad.

Evidentemente, las TIC tienen un papel muy importante en este proceso de adaptación continuo de las necesidades educativas a las diferentes situaciones personales, laborales y sociales. El momento y el espacio en que se realiza el acto educativo ya no son determinados por las coordenadas de tiempo y espacio y se pueden adaptar a cada uno de los diferentes perfiles de usuario, adaptándose a los requerimientos y a las necesidades de los ciudadanos y poniendo a nuestra disposición todo un conjunto de herramientas y recursos telemáticos que pueden posibilitar esta adaptación a las diferentes realidades.

Como explicábamos antes, el gran potencial de las TIC va diseñando un nuevo escenario que permite, además de adaptar el tiempo y el momento a las diferentes situaciones personales, posibilitar el acceso a la base de datos más grande existente, compartir recursos, trabajar de forma colaborativa y, en pocas palabras, gestionar el conocimiento de manera efectiva. Esta situación nos lleva a reflexionar sobre el gran abanico de posibilidades que ofrecen las tecnologías a toda la población, y especialmente a las personas con discapacidad, en lo referente, entre otras cosas, al acceso a la educación. Esta reflexión, evidentemente, tiene que concluir en la determinación de medidas que posibiliten una mejora del acceso en toda la etapa educativa y para toda la población, sin excepciones por causas involuntarias

En este momento, todo planteamiento dirigido a posibilitar y mejorar el acceso a la tecnología en cualquier ámbito educativo requiere que el usuario sea capaz de interactuar de forma correcta y operativa con el ordenador. El SINA se diseñó pensando en las personas que tienen profundamente limitadas sus posibilidades de movimiento y se basa en un diseño intuitivo que procura atender al máximo posible los criterios de normalización. La utilización es muy intuitiva y natural: se requiere sólo una cámara USB estándar y una aplicación multimodal que es capaz de detectar el movimiento de la cara de la persona e interpretar sus movimientos y que permite la utilización de la mayoría de aplicaciones instaladas en el ordenador.

La primera iniciativa, con la idea de posibilitar el acceso a la educación a las personas con discapacidad, se ha centrado en posibilitar el acceso al ordenador al colectivo de personas con una discapacidad motora grave y/o degenerativa (Parálisis Cerebral/Esclerosis Múltiple) mediante el SINA. Las acciones desarrolladas en esta primera fase se han centrado en:

- Identificar el perfil del usuario que puede aprovecharse de las prestaciones del SINA.
- Ajustar el SINA a las necesidades de este perfil y dotarlo de la máxima flexibilidad posible para que pueda adaptarse a cada usuario.

Las futuras acciones tienen que dirigirse hacia la consecución de una correcta adaptación del usuario que interacciona con el SINA a las necesidades y situaciones que se generan en el momento de llevar a cabo el proceso de enseñanza-aprendizaje y a diseñar, implementar y evaluar nuevas situaciones que aprovechen las posibilidades que la tecnología pone a su alcance, diseñando recursos y proponiendo actuaciones con vistas a mejorar la calidad de vida de este colectivo.

A partir de un nuevo estudio de casos, en el cual se amplía en número de usuarios y se consideran diferentes contextos (centros específicos de educación especial, entornos hospitalarios...), dispondremos de nueva información que nos permitirá ofrecer el sistema y los diferentes servicios que lo acompañan a los centros educativos que atienden alumnos con el perfil determinado. Esta intervención tiene que acompañarse de acciones que, aprovechando el potencial de las TIC y de los diferentes servicios de Internet, permitan llevar a cabo las aspiraciones formativas de los usuarios dirigidas, como objetivo último, a poder acceder a todos los niveles educativos, desde la educación infantil hasta los estudios universitarios.

OBJETIVOS

El objetivo principal del proyecto es la experimentación de nuevos paradigmas de interacción basados en el diseño y mejora de una interfaz “natural” que respete las reglas del diseño para todos. El proyecto parte de un prototipo de una interfaz –SINA- con la intención de mejorar sus prestaciones y posibilitar el acceso al ordenador a las personas con graves afectaciones motoras en contextos reales.

En el marco del Plan Avanza y con el apoyo de instituciones autonómicas, la Universidad de las Islas Baleares se compromete a desarrollar las siguientes acciones:

- Implantar y desarrollar el proyecto de Sistema de Interacción Natural Avanzado (SINA) para la integración de personas con discapacidad en entornos informáticos
- Desarrollar la aplicación docente multimedia sobre el programa del ratón facial avanzado orientado a las personas con discapacidad
- Ofrecer el apoyo tecnológico necesario para el desarrollo de la experiencia
- Ofrecer la formación al profesorado de los centros escogidos para poder aplicar el proyecto desarrollado.
- Realizar el seguimiento pedagógico para la implantación del SINA y dar el apoyo necesario para su desarrollo.

El objetivo de este trabajo se centra en dar a conocer, por una parte, el SINA como sistema de interacción con el ordenador y, por otra, el proceso y los resultados de esta primera fase de la intervención dedicada a la mejora y ajuste del sistema a las necesidades presentadas en contextos reales.

DESARROLLO DEL PROYECTO

1. Proceso de selección de los centros y de los usuarios

Los centros seleccionados para la implantación y el desarrollo del SINA son:

ASOCIACIÓN DE PARÁLISIS CEREBRAL DE BALEARES (ASPACE)⁴⁷
<<http://aspaceib.org/>>

Los criterios seguidos para seleccionar los usuarios para analizar las posibilidades del SINA y las diferentes modificaciones que serán necesarias realizar al prototipo con el objetivo de ajustar las necesidades de cada uno de los usuarios a las prestaciones que el sistema puede ofrecer, han sido:

1. Necesidad de un acceso alternativo al ordenador. Como primer criterio se tuvo en cuenta la necesidad que presenta el usuario para acceder al ordenador de una forma alternativa a la utilizada actualmente, priorizando a las personas que no disponen en la actualidad de un sistema lo suficientemente efectivo para interactuar con el ordenador.
2. Posibilidad de trabajar objetivos curriculares y/o del programa rehabilitador. En segundo lugar se priorizan los usuarios que tienen posibilidades de trabajar objetivos curriculares una vez conseguida una correcta interacción con el ordenador.
3. Experiencia previa con el ordenador. A pesar de que la utilización del SINA, de entrada, no requiere experiencia previa con el ordenador, con tal de centrar la atención y el esfuerzo en la interacción con el SINA se priorizan los usuarios que ya conocían el funcionamiento del ordenador y que tienen una cierta experiencia de su uso.
4. Nivel cognitivo para entender el funcionamiento del programa. Se priorizan los usuarios que pueden entender el funcionamiento del programa y seguir las indicaciones de la terapeuta ocupacional.

⁴⁷ Organización fundada en Palma el 1976 por un grupo de padres de niños afectados de parálisis cerebral. Es una asociación privada sin fines lucrativos, legalmente constituida y declarada de utilidad pública, que atiende a personas con parálisis cerebral y síndromes afines. Su finalidad es potenciar al máximo las capacidades de las personas con parálisis cerebral en sus aspectos físicos, afectivos, cognitivos y psicosociales compensando y optimizando las capacidades que pueden afectar los procesos de desarrollo y aprendizaje, mediante un enfoque de tratamiento y de educación global e integral con tal de acceder a una mayor integración escolar, laboral y social.

Atendiendo a la población que atiende el centro, los criterios que se consideraron más adecuados para proceder a la selección de los usuarios fueron:

1. Posibilidad de utilización del SINA como herramienta de acceso al ordenador capaz de adaptarse a las necesidades futuras del usuario
2. Necesidad de un acceso alternativo al ordenador
3. Motivación para el aprendizaje de las TICs
4. Nivel cognitivo
5. Capacidad funcional
6. Conocimientos previos de informática
7. Posibilidad de utilización del SINA como una forma de acceso al ordenador más funcional que la utilizada habitualmente

2. Implantación y desarrollo del proyecto

La coordinación de la intervención se ha realizado mediante reuniones con los equipos de la Universidad de las Islas Baleares y los centros colaboradores. En el caso de ASPACE también se realizaron contactos con las familias. El intercambio de información se ha canalizado mediante el correo electrónico y la colaboradora de la Universidad, que asistía a las sesiones en ASPACE y en ABDEM y acompañaba al personal y mantenía en contacto e informado a todo el equipo.

Todo el personal implicado en el proyecto asistió a una primera reunión en cada centro, con el objetivo de explicar los objetivos, presentar el SINA y explicar las posibles utilidades como también lo que se esperaba de la colaboración mutua.

Se confeccionaron dos hojas de registro: una hoja de evaluación de los usuarios y una hoja de registro para recoger toda la información que pudiera aportar información de las sesiones. También se acordaron sistemas para grabar imágenes y vídeos para poder observar y analizar la sesión.

⁴⁸ Entidad sin ánimo de lucro, de ámbito autonómico, constituida el año 1994. Reúne unas 300 personas, entre afectados, amigos, familiares y personas interesadas en colaborar con la mejora de la calidad de vidas de las personas con esclerosis múltiple.

El objetivo de la asociación es ayudar a las personas afectadas de esclerosis múltiple a mejorar su calidad de vida y su autonomía, y sensibilizar la comunidad de las Islas Baleares respecto a las consecuencias físicas y psicosociales de esta enfermedad.

La asociación tiene la sede en el Centro de Día. Este centro es el punto de encuentro para los socios y sirve como plataforma desde la cual se trabaja y se da a conocer a la comunidad.

3. Desarrollo de la aplicación docente multimedia.

La Unidad de Gráficos y Visión por Ordenador e Inteligencia Artificial (UGi-VIA) del Departamento de Matemáticas e Informática de la Universidad de las Islas Baleares (UIB) ha sido la encargada de desarrollar el programa informático del proyecto SINA. Una de las líneas de investigación de este grupo es la creación de interfaces basadas en visión por ordenador (VBI). La idea de este tipo de interfaces se basa en la forma en la que se produce la comunicación humana, en la cual el sentido de la vista proporciona una gran cantidad de información que puede ser analizada y utilizada para la interacción hombre-máquina. Más concretamente, cuando un usuario se sienta delante de un ordenador, se puede asumir que su cara es visible por una webcam⁴⁹, un dispositivo muy común hoy en día. Es natural, entonces, plantear una nueva interfaz basada en movimientos de la cabeza y de las características faciales del usuario.

Al inicio del proyecto, el grupo había desarrollado algoritmos de interacción perceptual a través de sistemas multimodales capaces de analizar las imágenes de una cámara en tiempo real para encontrar el movimiento de diferentes partes del cuerpo del usuario. Estos algoritmos están definidos de forma genérica dentro del campo científico de la visión por ordenador como algoritmos de *detección* y de *seguimiento*. Los algoritmos de *detección* sirven para encontrar la región de la imagen en que se encuentra el objeto de interés, por ejemplo una cara. Por otra parte, *seguimiento* implica encontrar este objeto y dar los cambios de posición a lo largo del tiempo. De hecho, el *seguimiento* se puede considerar como una repetición de la detección que mantiene la información de las posiciones previas del objeto de interés para evitar posibles errores de la detección. Las posibles aplicaciones de estos algoritmos dependen del objetivo que se pretenda conseguir. En el caso de escoger la cara de una persona como objeto de interés, estos algoritmos son capaces de encontrar la cara del usuario en una imagen (detección) y conocer sus movimientos en todo momento (seguimiento). Después, estos movimientos de la cara del usuario se pueden enviar a un programa específico que los convierta en una determinada acción, como es el caso del objetivo principal de este proyecto, de dar acceso al ordenador a usuarios afectados motóricamente y que no pueden utilizar los dispositivos de entrada clásicos, como el teclado o el ratón.⁵⁰

Con estos algoritmos se desarrolló un prototipo totalmente innovador e intuitivo alrededor de la aplicación SINA para poder evaluar estos algo-

49 Una webcam o cámara para la web es una cámara de vídeo que está preparada para que lo que graba pueda ser transmitido utilizando la web. Básicamente la diferencia entre una webcam y un dispositivo común de fotografía digital o vídeo digital es que son dispositivos económicos, más pensados con vista a obtener una buena velocidad de transferencia que a conseguir una gran calidad de imagen.

50 Varona, J. [et al.]. «Hands-free vision-based interface for computer accessibility». *Journal of Network and Computer Applications* (2008), doi:10.1016/j.jnca.2008.03.003

ritmos con personas con este tipo de discapacidad. Este programa permite sustituir las acciones de un ratón traduciendo los movimientos de la cabeza en movimientos del cursor del ordenador y, con la ayuda de una sencilla interfaz, el acceso a sus funciones estándares, como la pulsación derecha o izquierda, la doble pulsación o el arrastre (ver el diseño UML de esta aplicación en la fig. 1). En este sentido, se desarrolló una interfaz de usuario inicial que sólo consistía en dos ventanas: una para visualizar las imágenes resultantes del proceso de visión por ordenador y otra para permitir el acceso a las acciones habituales de un ratón (ver fig. 2).

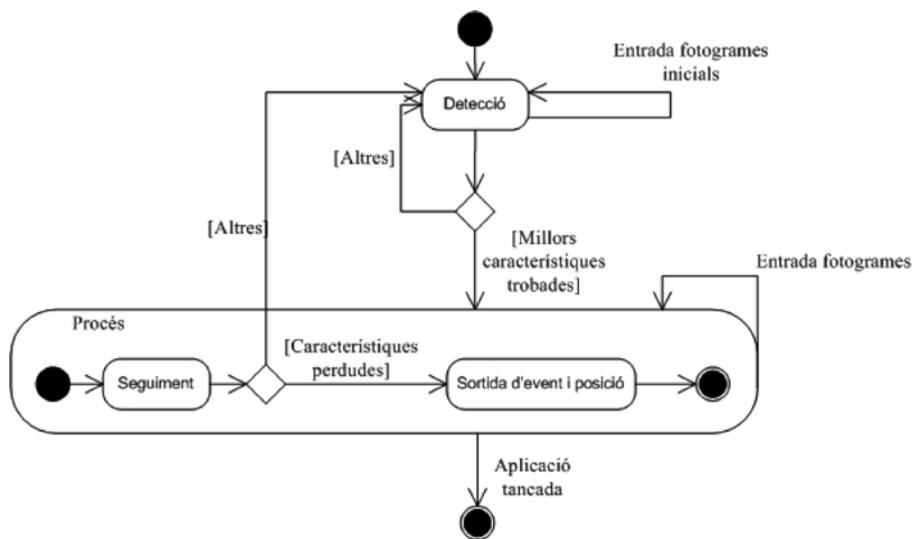


Figura 1. Diagrama inicial del diseño UML del programa SINA basado en los algoritmos de visión por ordenador desarrollados por la UIB



Figura 2. Interfaz inicial del proyecto, SINA v0

Este primer prototipo se instaló en los centros de estudio a principios de septiembre del 2007. Además, se formó al personal de los centros para que entendieran el funcionamiento para ayudar a los usuarios en sus sesiones y para poder transmitir a los investigadores los problemas que presentaba el prototipo durante las sesiones con los usuarios.

En las primeras sesiones con los usuarios aparecieron los primeros problemas y las primeras sugerencias para mejorar la aplicación por parte del personal de ambos centros.

Estas primeras sugerencias son las siguientes:

U1. Esconder la ventana de visualización de imágenes una vez iniciado el proceso, porque si se mantiene activa reduce la zona de trabajo del usuario en la pantalla principal

U2. En relación a la ocultación de la ventana de vídeo, poner una imagen pequeña en la ventana de las acciones para ver que el seguimiento de las características faciales del usuario es correcta.

U3. Dar la posibilidad de configurar la aplicación con el perfil adecuado de cada usuario (o por el tipo genérico de discapacidad o enfermedad).

Para poder integrar estas mejoras de uso en la aplicación, se hizo una nueva interfaz (SINA v1) añadiendo una configuración de parámetros para perfiles de usuario con los parámetros siguientes:

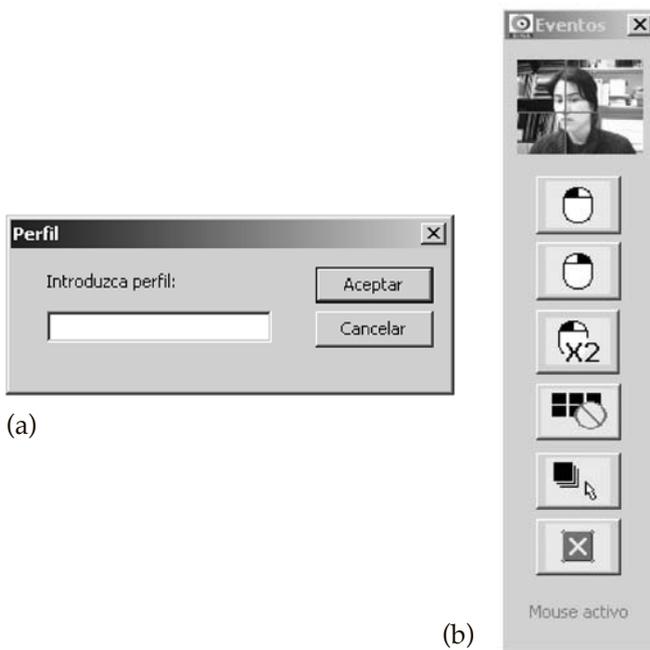


Figura 3. (a) Ventana de inicio para establecer el perfil del usuario; (b) Nueva interfaz, SINA v1

- Selección de la acción inicial
- Posición de la ventana de acciones
- Relación entre movimientos del usuario y desplazamiento del cursor
- Tiempo de parada para activar la acción

En la nueva versión del programa SINA, la aplicación se inicia con el perfil del usuario (ver fig. 3a), que contiene los valores de los parámetros anteriores para cada tipo de usuario y con la nueva ventana de acciones, que contiene la imagen de referencia del usuario (ver fig. 3b). Además, la ventana de vídeo se esconde automáticamente una vez iniciada la aplicación.

4. Realización del apoyo tecnológico y pedagógico del SINA

Con la versión SINA v1, se ha realizado la mayor parte del estudio del uso de la nueva interfaz, ya que desde el principio los usuarios se han adaptado muy bien al programa. De todas formas, ha habido un apoyo tecnológico y pedagógico continuo para resolver las dudas y los problemas que han aparecido durante el proceso de implantación de la aplicación en los centros. Esta interacción multidisciplinaria entre los usuarios finales, terapeutas, especialistas en didáctica y el apoyo informático ha sido clave para mejorar considerablemente el rendimiento final del sistema SINA, demostrando que la colaboración y el asesoramiento con las personas implicadas ha sido efectiva, consiguiendo que la dimensión técnica del proyecto se adaptara a situaciones y contextos reales, teniendo en cuenta las necesidades personales y educativas de los usuarios y de los profesionales que los atienden.

Finalmente, como resultado de este contacto continuo, se plantearon las mejoras siguientes:

Referente al funcionamiento de la aplicación, el problema más grande era la dependencia del usuario con discapacidad de la ayuda de un profesional para poder usar la aplicación. Desde el punto de vista técnico, este hecho era debido al funcionamiento de los algoritmos de visión artificial, concretamente en la recuperación de posibles errores del algoritmo de seguimiento. Esto implicaba que el profesional tuviera que ayudar al usuario a iniciar de nuevo la aplicación.

Para resolver este problema, se modificaron los algoritmos para encontrar la cara del usuario siempre que la tuviera mirando hacia el frente y para actualizar los puntos de seguimiento. Así, el punto no se desplazaría fuera de la región de la nariz y sólo se reiniciaría cuando la cara del usuario no fuera visible.

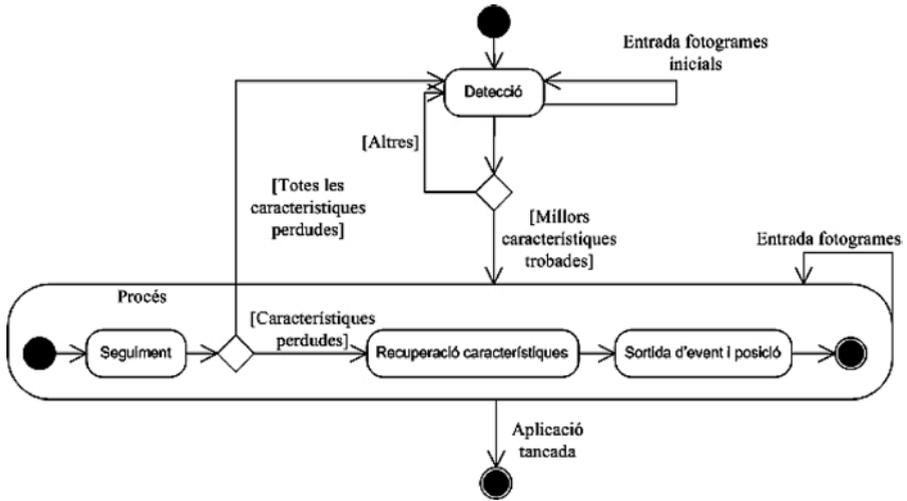


Figura 4. Diagrama final del disseny UML del programa SINA basat en algorismes de visió per ordinador desenvolupats per la UIB

Paralelamente se dissenyó una interfaz más amigable (ver fig. 5)



Figura 5. Interfaz nueva

Para facilitar el aprendizaje del programa por parte de los usuarios, se planteó la realización de una aplicación de entrenamiento basada en juegos didácticos de causa-efecto, de movimiento del cursor y de practicar las acciones de la botonera y del ratón. (ver fig. 6)

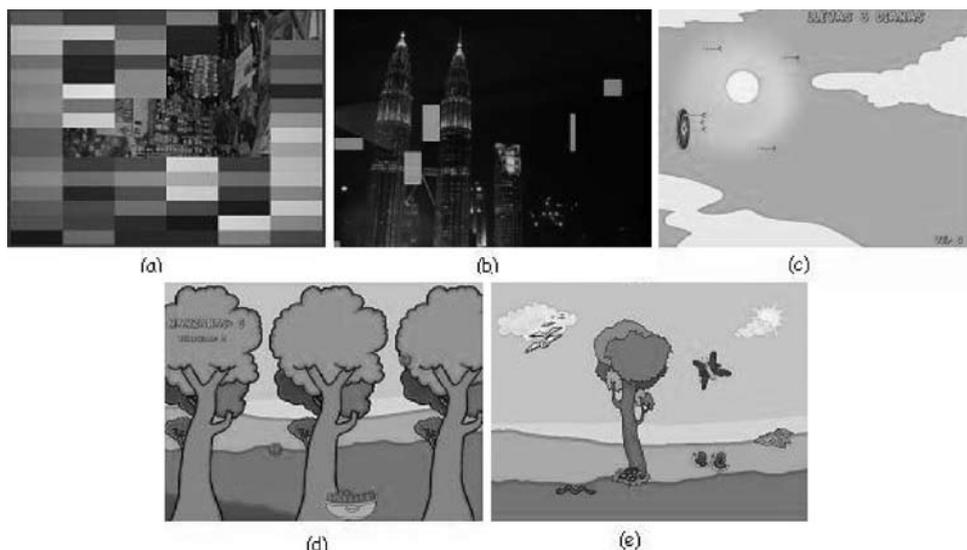


Figura 6. Juegos para entrenar el SINA. (a) (b) Acción-reacción, (c) (d) Movimiento vertical y horizontal y (e) Acción arrastre

Finalmente, es necesario señalar el desarrollo inicial de una página web para difundir el proyecto y, sobretodo, como una nueva vía de apoyo tecnológico y de colaboración entre usuarios del proyecto: <<http://dmi.uib.es/~ugiv/sina/>>

5. Desarrollo del Plan de formación del profesorado

Las acciones dirigidas al desarrollo del Plan de formación del profesorado se han centrado en maximizar al máximo la capacidad intuitiva que muestra el sistema, posibilitando, en la mayoría de los casos, la resolución de la situación por parte del personal de los centros. En los casos en que se necesitaba la actuación del equipo de la Universidad, se procedía a atender la demanda y a incorporar las innovaciones necesarias acompañadas del asesoramiento considerado más adecuado. Cabe señalar que en este proceso el aprendizaje ha tenido un carácter marcadamente bidireccional en el que todos los participantes del proyecto nos hemos beneficiado de la experiencia abarcando diferentes puntos de vista profesionales y personales.

6. Realización del seguimiento pedagógico para la implantación del SINA

La metodología utilizada ha sido la misma que en el apartado anterior, colaborando con las personas implicadas y procurando que la dimensión técnica del proyecto se adaptara a situaciones y contextos reales, teniendo en cuenta las necesidades personales y educativas de los usuarios y de los profesionales que los atienden.

RESULTADOS Y CONCLUSIONES

En general, podemos señalar que el SINA ha resultado un recurso motivador y funcional con vista a posibilitar el acceso al ordenador y a las aplicaciones utilizadas, básicamente Internet. Ha sido un ejemplo claro de “adaptación de la tecnología al usuario, y no del usuario a la tecnología”. Por otra parte, cabe destacar la importancia de la función socializadora del trabajo con el SINA, que ha estado demostrado en las presentaciones y las actividades públicas hechas y las contribuciones del sistema como futura herramienta rehabilitadora.

El SINA, como prototipo innovador e inicial que es, aún cuenta con determinadas limitaciones: en general presenta más dificultades si se utiliza con un ordenador portátil con cámara integrada. Tiene una funcionalidad limitada para órdenes con voz y la escritura se hace con un teclado virtual que limita la velocidad habitual de escribir. Las prestaciones aumentarían considerablemente si se complementan estas restricciones con un procesador de voz y de dictado más potente y nuevas aplicaciones multimedia adaptadas a las necesidades de los usuarios en particular.

En este momento disponemos de un recurso -SINA- que puede permitir el acceso y la interacción con el ordenador a un colectivo de personas que identificamos como aquellas que muestran una gran limitación de las posibilidades de movimiento y/o aquellas que presentan un cuadro degenerativo, y que ha generado muy buenas expectativas para posibles aplicaciones futuras.

El reto, en este momento, se plantea desde dos perspectivas: por una parte ampliar y mejorar las posibilidades del SINA con nuevas aplicaciones que permitan una nueva adaptación a un abanico más amplio de usuarios y, por otra parte, proporcionar nuevas herramientas y asesoramiento para trabajar con el SINA en diferentes contextos, básicamente en las aulas educativas y en contextos hospitalarios.

Nuestra intención, como comentábamos en la introducción, es aprovechar las prestaciones que las TIC ponen a disposición de la sociedad para colaborar en la mejora de la calidad de vida de las personas con discapacidad. El acceso a la formación y a la educación es un elemento imprescindible para cualquier ciudadano y es el objetivo de nuestra propuesta.

Pensamos que las personas con discapacidad motórica grave son un colectivo que se encuentra en una clara desventaja respecto a la mayoría de ciudadanos y representan el colectivo de personas al cual dirigimos nuestras acciones.

BIBLIOGRAFIA

- Manresa [et al. 2006] C. Manresa-Yee, J. Varona, F.J. Perales. "Towards Hands-Free Interfaces Based on Real-Time Robust Facial Gesture Recognition". *Lecture Notes in Computer Science* 4069, 2006.
- Turk M. Turk, "Computer Vision in the Interface". *Communications of the ACM*. 47(1), 2004.
- Negre, F. (2001) *Tecnologies de la Informació i la Comunicació i Paràlisi Cerebral Infantil: Procés d'introducció i organització del Departament de TIC en un Centre per a Persones amb Paràlisi Cerebral Infantil* "Universidad de las Islas Baleares. Departamento de Ciencias de la Educación.
- Suárez, CL. (1998). Las nuevas tecnologías de la información y la comunicación: Posibilidades y perspectivas para el acceso a la información para personas con discapacidad. *Documentación y biblioteca*. Volumen 87, 43-47
- Varona, J. [et al.]. «Hands-free vision-based interface for computer accessibility». *Journal of Network and Computer Applications* (2008), doi:10.1016/j.jnca.2008.03.003
- [ABDEM] Asociación Balear de Esclerosis Múltiple: <http://www.abdem.es/> Última consulta, Julio 2008
- [ASPACE] Asociación Parálisis Cerebral Infantil (Illes Balears): <http://aspacib.org/> Última consulta, Julio 2008
- [SINA07] Sistema de Interacción Natural Avanzado: <http://dmi.uib.es/~ugiv/sina/> Última consulta, Julio 2008

Este trabajo ha sido subvencionado por el Gobierno Autonómico de las Islas Baleares en el marco del Plan Avanza. También ha sido parcialmente subvencionado por los proyectos nacionales de I+D+i del Ministerio de Educación TIN2007-67896 y TIN2007-67993 y el contrato Ramon y Cajal del Dr. J. Varona (parcialmente subvencionado por fondos FEDER). Agradecer al resto del equipo de desarrollo de las aplicaciones: Ramón Mas, Ramón Martín, Pilar Ribas y Cristina López-Polín. Finalmente, agradecer especialmente la colaboración de los centros ASPACE y ABDEM y Petra Juan