



SINA

Sistema de Interacción Natural Avanzado
el ordenador al alcance de todos

**Premi d'investigació del
Consell Econòmic i Social 2008**

AUTORES

**Francisco José Perales
Joan J. Muntaner
Javier Varona
Francisca Negre
Cristina Manresa**

El jurat del I Premi d'investigació del Consell Econòmic i Social (CES) es compona, d'acord amb les seves bases reguladores, per les persones següents:

PRESIDENT: Llorenç Huguet Rotger, president del CES
SECRETÀRIA: Núria Garcia Canals, secretària general del CES
VOCALS: Josep Oliver Marí, vicepresident primer del CES, Margarita Báñez Moreno, vicepresidenta segona del CES, Ferran Navinés Badal, economista del CES i Francisco Manuel Kovacs Reus i Antoni Roig Muntaner, experts designat per la Comissió Permanent del CES.

Aquest jurat va decidir, el 4 de novembre de 2008, concedir el premi esmentat a la present obra, "atesa la seva qualitat, vinculació amb l'àmbit R+D+i, considerat una de les prioritats del CES, i la seva repercussió social, amb l'aplicació pràctica de noves tecnologies sobre persones amb discapacitat".

La responsabilitat de les opinions expressades en aquesta publicació corresponen exclusivament als seus autors i la seva publicació no implica que el Consell Econòmic i Social s'identifiqui amb aquestes.

El jurado del I Premio de investigación del Consejo Económico y Social (CES) está formado, de acuerdo con sus bases reguladoras, por las personas que se indican a continuación:

PRESIDENTE: Llorenç Huguet Rotger, Presidente del CES
SECRETARIA: Nuria García Canals, Secretaria General del CES
VOCALES: José Oliver Marí, vicepresidente primero del CES, Margarita Báñez Moreno, vicepresidenta segunda del CES, Ferran Navinés Badal, economista del CES y Francisco Manuel Kovacs Reus y Antoni Roig Muntaner, expertos designados per la Comisión Permanente del CES.

Este jurado decidió, el 4 de noviembre de 2008, conceder dicho premio a la presente obra, dada su calidad, vinculación con el ámbito R+D+i, considerado una de las prioridades del CES, y su repercusión social, con la aplicación práctica de nuevas tecnologías sobre personas con discapacidad.

La responsabilidad de las opiniones expresadas en esta publicación corresponden exclusivamente a sus autores y su publicación no implica que el Consejo Económico y Social se identifique con ellas.

Depósito legal:
I.S.B.N.:

ÍNDICE



AGRADECIMIENTOS	05
PREFACIO	07
PRESENTACIÓN	09
INTRODUCCIÓN	13
1. DISCAPACIDAD Y TECNOLOGÍA	17
1.1. La concepción de la discapacidad	18
1.2. La cultura de los apoyos	19
1.3. La tecnología como forma de apoyo	20

2. EL ACCESO A LAS NUEVAS TECNOLOGÍAS	25
2.1. El acceso al ordenador, eAccesibilidad	26
2.2. Interacción para personas con discapacidad	29
2.3. Dispositivos de entrada para personas con discapacidades	33
Sistemas estándar	35
Dispositivos de apoyo	38
Adaptaciones	42
Clasificación	43
3. EL PROYECTO SINA, UN MODELO DE INVESTIGACIÓN INTERVENCIÓN	45
3.1. El convenio SINA, una respuesta desde la universidad	46
3.2. El Sistema de Interacción Natural Avanzado (SINA)	47
3.3. Aprendiendo a utilizar el SINA	55
3.4. SINA en la práctica, las experiencias en los centros	60
La experiencia en ASPACE	61
La experiencia en ABDEM	68
4. CONCLUSIONES	71
4.1. Objetivos alcanzados	72
4.2. Expectativas del SINA	73
4.3. SINA para tod@s	74
REFERENCIAS	77
LISTA DE ACRÓNIMOS	81

AGRADECIMIENTOS

Dr. Francisco José Perales
Dr. Joan J. Muntaner

Este proyecto de investigación e implantación del SINA (Sistema de Interacción Natural y Avanzado), para posibilitar la accesibilidad de las personas con discapacidad motriz a un uso normalizado del ordenador, ha sido posible gracias a la firma de un convenio de colaboración entre el Gobierno de las Illes Balears, el Instituto de Servicios Sociales y Deportivos de Mallorca, la Fundación iBIT y la Universitat de les Illes Balears (UIB), en el marco del desarrollo del Plan Avanza del Ministerio de Industria, Turismo y Comercio del Gobierno de España.

Los componentes de los dos grupos de investigación de la UIB implicados en este proyecto quieren agradecer, en primer lugar, la iniciativa tomada por el Gobierno de las Illes Balears; con el fin de facilitar la transferencia de la tarea de investigación desarrollada en la UIB a la sociedad, en este caso concretado en el acceso a las tecnologías de la información y comunicación de las personas con discapacidad.

En segundo lugar, agradecemos al Instituto de Servicios Sociales y Deportivos de Mallorca el apoyo dado a esta propuesta y por facilitar tanto la relación como la comunicación con los centros donde hemos desarrollado el presente proyecto.

Asimismo, damos las gracias a la Fundación iBIT por la disponibilidad, la ayuda y la comprensión con las dificultades y los problemas surgidos en el día a día de la realización y puesta en práctica del proyecto. A todo su personal, con una mención especial a la dirección, por la gestión en la adquisición y la cesión de los materiales necesarios para poder llevar a buen puerto toda esta compleja tarea.

De la misma manera, expresamos nuestro agradecimiento de una forma muy especial a la dirección del CEE Pinyol Vermell de ASPACE (del centro de día de ASPACE y de la Asociación ABDEM) por la recepción, el apoyo, la ayuda y la colaboración que siempre nos han dado para poder realizar la aplicación del SINA.

Queremos manifestar un reconocimiento explícito y un fuerte abrazo al personal de estos centros, que con su esfuerzo, trabajo, paciencia y dedicación, han hecho posible la mejora y el desarrollo real del proyecto. Agradecimientos muy sinceros y reconocidos a Aina Ferretjans, Maricel Tornabene de ASPACE, a Núria Moreno y a Enric Brunet de ABDEM, a Petra Juan por su labor en la recopilación de datos y sincronía con los terapeutas de los centros.

Por último, deseamos mostrar nuestro reconocimiento a todos aquellos usuarios que han probado y utilizado el SINA en el día a día y han luchado: sin su aportación, su esfuerzo y su constancia, este proyecto no hubiera sido una realidad nunca. La verdad es que hemos conseguido un equipo maravilloso. Muchas gracias a todos por vuestra implicación y vuestro trabajo.

PREFACIO

Ilustrísima Rectora de la UIB, Dra. Montserrat Casas

No cabe duda de que el acceso a la tecnología es un factor determinante de la calidad de vida. Hoy la informática ha pasado a formar parte de nuestra cotidianeidad. Consultamos las cosas más diversas en internet, leemos la prensa de todo el mundo a través de la red, tenemos acceso a nuevos modos de formación online, nos comunicamos con personas distantes geográficamente.

Sin embargo, estas acciones habituales no pueden ser compartidas por algunos sectores de la población. Los afectados por estas carencias, no solamente son los ciudadanos de lugares que no disponen todavía de las infraestructuras adecuadas para ello, sino que algunos de nuestros conciudadanos ven reducido su acceso a la informática por estar afectados por alguna discapacidad. Es en este punto en el que la investigación ha de jugar un papel importante, mejorando las oportunidades y los apoyos a aquellos colectivos con necesidades especiales, para que puedan tener una auténtica igualdad de oportunidades en el uso de las tecnologías aproximándolas al “diseño universal”.

Este es el valor del proyecto denominado sistema de interacción natural avanzado (SINA). La unión de instrumentos pedagógicos con las nuevas tecnologías para abrir nuevos horizontes a las personas con discapacidad, especialmente a las personas con movilidad reducida, es una muestra del trabajo desempeñado por dos grupos de investigación de la Universitat de les Illes Balears: la Unidad de Gráficos y Visión por Ordenador e Inteligencia Artificial y el Grupo de Investigación de Escuela Inclusiva y Diversidad dirigidos por los Doctores Francisco Perales y Joan Jordi Muntaner respectivamente. Las sinergias entre ambos grupos son un ejemplo claro de innovación. El conocimiento creado en la universidad se aplica por primera vez mediante un proceso innovador que permite incrementar la más importante de todas las riquezas sociales, la calidad de vida de sus ciudadanos. Los esfuerzos conjuntos de los dos equipos han dado como resultado que las personas con parálisis cerebral o esclerosis múltiple puedan llevar a cabo las mismas acciones diarias que hacemos todos nosotros y puedan disponer de más recursos y estrategias para una mejor integración y formación.

A todos los profesores que han trabajado en el proyecto SINA nuestra más sincera felicitación y agradecimiento por conseguir aunar educación, técnica y dimensión rehabilitadora para que, todas las personas y en particular aquellas con necesidades especiales, puedan tener la calidad de vida que se merecen.

PRESENTACIÓN

President del Consell Econòmic i Social de les Illes Balears, Llorenç Huguet i Rotger

Amb la creació del seu premi d'investigació i la posada en funcionament de la seva primera edició, l'any 2008, el Consell Econòmic i Social ha volgut impulsar la difusió de treballs de recerca en matèria econòmica i social rellevants en l'àmbit de les Illes Balears com una contribució al foment de l'activitat en R+D+i.

Posar en marxa una iniciativa de bell nou és una tasca plena de reptes i, fins i tot, obstacles, que només el convenciment d'una institució i la fermesa dels seus membres, permeten superar amb èxit.

Con la creación de su premio de investigación y la puesta en funcionamiento de su primera edición, en 2008, el Consejo Económico y Social ha querido impulsar la difusión de trabajos de investigación en materia económica y social relevantes en el ámbito de las Islas Baleares como una contribución al fomento de la actividad en I+D+i.

Poner en marcha una iniciativa por primera vez es un trabajo repleto de retos e, incluso, obstáculos, que sólo el convencimiento de una institución y la firmeza de sus miembros, permiten superara con éxito.

Amb el consens que defineix la filosofia i manera de fer del Consell Econòmic i Social, que constitueix la seva raó de ser i el seu principal valor afegit, s'ha apostat amb decisió per aquesta iniciativa. Així ho posa de manifest l'acord unànime de la Comissió Permanent i del Ple, per crear el premi i assentar-ne les bases de futures edicions. Però, és just agrair el suport, igualment ferm, de la Direcció General de R+D+i del Govern de les Illes Balears, sense el qual hagués estat impossible la posada en funcionament d'aquest guardó.

En aquest context, em complau presentar el primer fruit d'un procés amb vocació de continuïtat, que es concreta en l'aparició de la publicació del projecte SINA (Sistema d'Interacció Natural Avançat), dedicat a facilitar l'accés normalitzat a l'ordinador de persones amb discapacitat motora. El Jurat d'aquesta primera edició del premi va decidir concedir-li el guardó "atesa la seva qualitat i la seva repercussió social, amb l'aplicació pràctica de noves tecnologies sobre persones amb discapacitat".

Con el consenso que define la filosofía y el funcionamiento del Consejo Económico y Social, que constituye su razón de ser y su principal valor añadido, se ha apostado con decisión por esta iniciativa. Así lo pone de manifiesto el acuerdo unánime de la Comisión Permanente y el Pleno para crear el premio y asentar las bases de futuras ediciones. Pero es justo agradecer el apoyo, igualmente firme, de la Dirección General de I+D+i del Gobierno de las Islas Baleares, sin el cual hubiera sido imposible la puesta en funcionamiento de este galardón.

En este contexto, me complace presentar el primer fruto de un proceso con vocación de continuidad, que se concreta con la aparición de la publicación del proyecto SINA (Sistema de Interacción Natural Avanzado), dedicado a facilitar el acceso normalizado al ordenador de personas con discapacidad motora. El Jurado de esta primera edición del premio decidió concederle el galardón "teniendo en cuenta su calidad y su repercusión social, con al aplicación práctica de nuevas tecnologías sobre personas con discapacidad".

De manera institucional, però també personal, em plau felicitar l'equip de recerca interdisciplinar (d'informàtica i de pedagogia) de la nostra Universitat a l'hora que encoratjar-los per continuar en aquesta tasca de transferència de coneixements a la societat que, en aquest cas, s'adreça a apropar l'ordinador i el seu ús a un col·lectiu que pot trobar-hi, encara que sigui només una mica, un al·licient per interactuar en un món virtual, però avui real.

Si és de ressaltar la qualitat del treball presentat, també vull deixar palesa la generosa actitud de l'equip de recerca que ha volgut destinar la dotació econòmica del premi a les dues institucions que hi han col·laborat, ABDEM i ASPACE, per entendre que elles en poden donar un destí que reverteixi directament amb actuacions en favor dels col·lectius que representen.

Institucionalmente, y también personalmente, me complace felicitar al equipo de investigación interdisciplinar (de informática y de pedagogía) de nuestra Universidad y animarle para continuar este trabajo de transferencia de conocimientos a la sociedad que, en este caso, de dirige a acercar el ordenador y su uso a un colectivo que puede encontrar, aunque sólo sea un poco, un aliciente para interactuar en un mundo virtual, pero hoy real.

Además de resaltar la calidad del trabajo presentado, quiero dejar patente la generosa actitud del equipo de investigación, que ha querido destinar la dotación económica del premio a las dos instituciones que han colaborado con dicho equipo, ABDEM y ASPACE, por entender que ellas pueden dar un destino que revierta directamente con actuaciones a favor de los colectivos que representan.

INTRODUCCIÓN

Palma de Mallorca, Campus de la UIB, Diciembre de 2008

El acceso y la utilización del ordenador es a principios del siglo XXI un requisito fundamental para la integración en la sociedad del conocimiento y se debe hacer desde la igualdad de oportunidades. Los sistemas ordinarios de acceso al ordenador son cada vez más sencillos, cómodos y fáciles de usar, pero no han alcanzado todavía el objetivo de permitir un uso indiscriminado para toda la población, sin excepciones, pues no se contemplan suficientes procedimientos de adaptación a las necesidades de ciertos colectivos de usuarios.

La concepción actual de la discapacidad centra su objetivo no sobre la persona y sus limitaciones, sino sobre las oportunidades que le ofrece su entorno en forma de apoyos, que deben ser cuanto más naturales y normalizados mejor. La utilización del ordenador por parte de las personas con discapacidad motórica requiere la incorporación de apoyos (ayudas técnicas) que permitan el acceso al mismo de manera natural, cómoda y fácil, puesto que los sistemas estándar no ofrecen suficientes opciones para ello.

La Universidad, mediante las funciones que engloba (formación, investigación y en general prestación de servicios a la sociedad) trabaja e investiga para poner al alcance de la población nuevos recursos y sistemas que posibiliten una mejora en su calidad de vida. En este colectivo se incluyen también aquellas personas con más necesidades para poder disfrutar de una auténtica igualdad de oportunidades, aproximándonos a la aplicación de lo que se conoce como “Diseño Universal”.

En este contexto, donde confluyen estas tres variables planteadas anteriormente, en la *Universitat de les Illes Balears* surge un proyecto indisciplinar que promueve el diseño y la implantación de un original sistema de acceso al ordenador que ha de permitir el manejo del ordenador por parte de las personas con discapacidad motórica grave: el SINA (Sistema de Interacción Natural Avanzado).

El SINA surge del estudio y de la investigación desarrollada por el Grupo de investigación de Gráficos y Visión e Inteligencia Artificial por ordenador del Departamento de Matemáticas e Informática de la UIB, quienes diseñan y producen un sistema de interacción con el ordenador que sustituye al ratón convencional, sin necesidad de introducir elementos físicos sobre el usuario; puesto que la simple utilización de una cámara Web y el nuevo software permitirá la fácil realización de esta tarea. La incorporación al equipo de trabajo del Grupo de Escuela Inclusiva y Diversidad del Departamento de Pedagogía Aplicada y Psicología de la Educación de la UIB, posibilita la realización de las adaptaciones y los protocolos precisos para la aplicación del SINA por parte de usuarios con algún tipo de discapacidad. Es decir, se centraría en aquellas personas que tienen serias dificultades para acceder por los medios ordinarios al uso del ordenador; o bien, que las adaptaciones de las que disponen no cumplen con todas las demandas y necesidades de rapidez y comodidad que exige y precisa el usuario con discapacidad.

La aplicación del SINA en ámbitos ordinarios y naturales fue posible gracias a la firma del Convenio de Colaboración entre el Gobierno de las Illes Balears, el Instituto de Servicios Sociales y Deportivos de Mallorca, la Fundación IBIT y la *Universitat de les Illes Balears* en el marco del Plan Avanza del Ministerio de Industria, Turismo y Comercio del Gobierno de España, que dotó al proyecto de los materiales necesarios y humanos para su desarrollo e investigación.

La elaboración del proyecto de investigación e intervención técnica y educativa planteado desde la Universidad, se realizó en los centros Pinyol Vermell y Centro de día de ASPACE de Baleares, así como en el centro de rehabilitación y formación de la Asociación ABDEM en Palma, donde encontramos un total apoyo por parte de sus responsables y una implicación nunca suficientemente agradecida de los profesionales de ambas instituciones, con especial mención a las terapeutas ocupacionales, sin cuya colaboración y trabajo no hubiese podido realizarse nunca con éxito este proyecto.

La utilización del SINA por parte de los distintos usuarios con discapacidad motórica más o menos graves que no tenían acceso al ordenador por medio de los sistemas estándar o que disponían de ayudas técnicas alternativas poco satisfactorias, nos ha permitido alcanzar, entre otros, los objetivos siguientes:

- Adecuar y adaptar mejor el software a las necesidades y demandas de los usuarios, lo cual nos ha llevado a una mejora del propio sistema.
- Facilitar el acceso y el uso del ordenador por parte de unos usuarios que tenían muchas dificultades para tener una interacción fluida y fructífera con el ordenador.
- Introducir actividades lúdicas y educativas que favorecían el desarrollo integral de la persona, a la vez que facilitaban el uso del nuevo sistema.
- Satisfacer las necesidades de los usuarios, ante la posibilidad de realizar actividades nuevas, normalizadas y cotidianas, ante las que anteriormente tenían muchas dificultades añadidas.
- Detectar mejoras posturales y mayores niveles de relajación y menores conductas de cansancio ante el ordenador y en algunos casos una rehabilitación funcional importante.

La consecución de estos resultados no sólo ha ratificado la hipótesis inicial de que el SINA es un recurso útil y válido para facilitar y promover el acceso al ordenador de las personas con discapacidad funcional grave, sino que nos ha abierto nuevas perspectivas y posibilidades a investigar y desarrollar en un futuro próximo.

En este sentido, ya hemos iniciado un nuevo proyecto que completa y desarrolla el que ahora presentamos, fundamentalmente en una doble vertiente: por una parte, la aplicación del SINA en otros contextos y personas, con la finalidad de ratificar y generalizar los datos obtenidos hasta el momento; por otra parte, profundizar en la mejora técnica del SINA para adaptarse y responder mejor a las demandas y necesidades de los usuarios, así como en la utilización y aplicación en situaciones de aprendizaje más complejas y diversas, con el objetivo de mostrar que se trata de un apoyo relevante y útil para alcanzar mayores cotas de igualdad y de calidad de vida para las personas con discapacidad.

1. DISCAPACIDAD Y TECNOLOGÍA

La calidad de vida de las personas con discapacidad, no es sólo una cuestión de protección económica o de disponibilidad de centros y servicios. La calidad de vida depende también de la accesibilidad del medio físico, de la habitabilidad de los ambientes y, también, de la existencia y disponibilidad de recursos que permitan salvar las barreras de comunicación y movilidad, posibilitando una participación social plena, en condiciones de integración y normalización.

En este capítulo presentamos cómo las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TICs) representan un apoyo para que las personas con discapacidad alcancen estos objetivos. Más concretamente, veremos como la asistencia tecnológica es importante para las personas con discapacidad porque permite desarrollar una vida activa y autónoma, y crear un vínculo de conexión con el entorno que les rodea, aumentando su autoestima y consideración, y por tanto su calidad de vida.

1.1. LA CONCEPCIÓN DE LA DISCAPACIDAD

La perspectiva de análisis y actuación en los planteamientos sociales ha sufrido en los últimos años una modificación significativa que traslada el objeto del problema desde la persona como único responsable, a reconocer que existen restricciones en las actividades y barreras para la participación de las personas que tienen una discapacidad. “De este modo se ha producido un cambio en el objetivo del análisis teórico, que ha pasado de los individuos y sus insuficiencias a los entornos que agudizan la discapacidad y las actividades sociales hostiles” (Barnes, 1999).

Esta interpretación se ha reflejado en la definición de retraso mental que publicó la Asociación Americana de Retraso Mental en 1992 (AAMR, 1997), revisada tanto en 1997 como en 2002 y consolidada con la publicación en 2001 de la clasificación Internacional de funcionamiento (CIF) por la Organización Mundial de la Salud (OMS). Este documento promueve la mejora de las condiciones del entorno en que se desenvuelve y vive la persona con discapacidad como eje de la intervención social, pues este entorno se convierte en barreras o facilidades para la participación de la persona con discapacidad en todos los ámbitos de su vida.

En consecuencia, el problema no está en el individuo, en la persona con discapacidad, por el hecho de ser de una manera determinada, sino en las condiciones del entorno en el que vive esta persona y en las oportunidades, recursos, servicios y ayudas de que se dispone para que todos y cada una de nosotros podamos desarrollar al máximo nuestras capacidades, independientemente de las individualidades de cada uno. En este contexto, deben adaptarse los entornos sociales de manera que puedan tratarse las necesidades de todos los miembros de la sociedad y evitar posibles exclusiones. El entorno, por tanto, debe ser suficientemente flexible para permitir su adaptación a las necesidades que genera.

Este modelo de entender la discapacidad plantea dos novedades relevantes: por una parte, la imperiosa necesidad de adaptar el entorno a las necesidades de las personas para que éstas puedan desarrollar sus actividades desde la igualdad; por otra parte, se contempla la diversidad y la diferencia no como un estigma, sino como un valor en positivo, a potenciar, puesto que enriquece las relaciones sociales y a la comunidad en su conjunto. La aplicación de este análisis de la realidad exige la aparición en el contexto social natural de unos servicios y apoyos normalizados, que ofrezcan a las personas con discapacidad las oportunidades precisas de participación en igualdad de condiciones, sin obviar ni eliminar necesariamente sus limitaciones, sino a pesar de ellas.

1.2. LA CULTURA DE LOS APOYOS

Entender y atender la discapacidad desde esta nueva perspectiva nos conduce a romper con la cultura deficitaria, individual y terapéutica que ha llevado a la marginación y a la exclusión a las personas con discapacidad. Asimismo, nos introduce en una cultura donde los apoyos determinan y delimitan las posibilidades de integración de cualquier persona promoviendo la idea de que aquello que es positivo para todos se convierte en imprescindible para algunos.

Este cambio sólo puede realizarse en la práctica desde el convencimiento absoluto de la necesidad del cambio y a partir de la modificación de antiguas ideas y valores. Como escribe Stainback (1999): “Si realmente queremos que alguien forme parte de nuestras vidas, haremos todo lo que haga falta para acoger a esta persona y adaptarnos a sus necesidades”.

Alcanzar este objetivo requiere un nuevo complemento, un paso más para lograr la plena normalización de las personas con discapacidad, que se concreta en el concepto de apoyos, entendidos como elementos naturales que ofrece cada contexto social determinado para posibilitar y potenciar la participación, la relación y/o la interacción de cualquier persona en todos los ámbitos de actuación. Los apoyos se definen como todos aquellos recursos y estrategias que promueven los intereses y metas de las personas, con y sin discapacidades, que les posibilitan el acceso a recursos, información y relaciones propias de ambientes de trabajo y de vivienda integrados; y que dan lugar a un incremento de su autonomía, productividad, integración comunitaria y satisfacción personal (AAMR, 1997). Se plantean tres aspectos claves de los apoyos:

1. Se refieren a recursos y estrategias.
2. Posibilitan a las personas el acceso a recursos, información y relaciones en entornos integrados.
3. Su uso da lugar a una mayor integración y a un aumento del desarrollo y crecimiento personal.

Los apoyos pueden provenir de diferentes fuentes, ya sea uno mismo (habilidades, competencias, información), otros (familiares, amigos, educadores), tecnología (ayudas técnicas, tecnologías de la información y las comunicaciones) o los servicios de habilitación (logopedia, fisioterapia). Su intensidad y duración pueden variar en función de las

personas, situaciones y momentos vitales; por otro lado, deben abarcar todas las posibles facetas de la vida de la persona. El principal objetivo de estos apoyos es fomentar una integración con éxito.

Para aplicar y concretar estas aportaciones en la realidad de nuestra sociedad, se hace necesario abrir un proceso general de reflexión, que se concreta en tres apartados claves:

1. Se requiere situar a las personas con discapacidad en los contextos culturales típicos, de modo que puedan tener libre acceso a todos aquellos servicios a los que accede sin dificultad cualquier ciudadano, desde la comprensión de que vivimos en un mundo de diferencias y que la lucha consiste en integrar las mismas. (Vlachou, 1999).

2. Se requiere un análisis de los contextos para determinar los apoyos que precisa cada persona para tener ocasión de participar e intervenir en todas y cada una de las dinámicas sociales de su entorno, no desde la especificidad, sino desde lo común y lo ordinario, donde lo que es imprescindible para algunos es provechoso para la mayoría.

3. Se requiere la potenciación de los apoyos normalizados como instrumentos, que surgen y están a disposición en el entorno, para que sean utilizados por quienes los requieran y cuando sea menester, con el objetivo de permitir a las personas con discapacidad la oportunidad de participar en cualquiera de las posibles dinámicas sociales que se ofrecen (todo ello, como miembros de pleno derecho y sin exclusiones).

1.3. LA TECNOLOGÍA COMO FORMA DE APOYO

En la cultura de los apoyos, las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TICs) en general, y las ayudas técnicas en particular, son importantes para las personas con discapacidad. Primero, porque ofrecen la posibilidad de desarrollar una vida activa y autónoma; segundo, permiten mantener un vínculo de conexión con el entorno que les rodea, aumentando su dignidad y consideración. Si bien es cierto que las TICs ponen a nuestra disposición un gran número de recursos, instrumentos y medios, este proceso de tecnificación no incide de igual forma en todos los estamentos sociales. De ahí que, posiblemente, el colectivo que más y mejor puede beneficiarse de ello no encuentra en la tecnología el apoyo necesario para superar todas las barreras que,

por diferentes motivos, condicionan e incluso obstaculizan el pleno desarrollo de las capacidades con las que se cuentan. Según Sancho (2008) “En la sociedad actual, profundamente influida por el desarrollo de las tecnologías de la información y la comunicación, el problema se sitúa en la constatación de que ciertos grupos de chicas y chicos corren el riesgo de no poder participar plenamente de las nuevas formas de aprendizaje, bien por su condición social, bien por tener algún tipo de incapacidad de partida, bien por las dos cosas”.

En cualquier caso, creemos oportuno resaltar que el problema no está en la tecnología en sí misma, puesto que los avances producidos en este campo son infinitamente superiores a las necesidades que, desde el punto de vista técnico, se requieren para posibilitar el acceso a la información y a la interacción social, cultural o educativa, aspectos necesarios para poder desarrollar al máximo las facultades de cada uno de nosotros. Los avances producidos, por poner un ejemplo, en el campo del ocio ponen de manifiesto la capacidad de adaptación de la tecnología a las necesidades concretas de los usuarios, permitiendo la realización de un gran número de actividades encaminadas a la diversión y, últimamente, también a la educación de determinados aspectos.

Ante este panorama debemos plantearnos en qué consiste realmente la brecha digital. Soto y Fernández (2008) reflexionan al respecto y comentan “Podríamos relajar un poco esta preocupación bajo la idea de minimizar el impacto de la evolución lenta y titubeante con tal de llegar a buen puerto. Pero sería un error. Las tecnologías emergentes, las nuevas facetas de lo digital, no han parado de medrar ni parece que en el más lejano de los horizontes vaya a disminuir aunque sea levemente su marcha, por lo que no deberíamos permitir que la cada vez mayor distancia entre las que la sociedad asimila y naturaliza y las que la Educación incluye y aprovecha en el aula”

Esta situación resulta paradójica si atendemos a las posibilidades que estas tecnologías aportan al campo de la educación en general, y al campo del alumnado con necesidades específicas de apoyo en concreto. En Cabero y Córdoba (2008) encontramos una lista de las ventajas que podemos atribuir a las TICs, de las que destacamos:

- Ayudan a superar las limitaciones que se derivan de las discapacidades cognitivas, sensoriales y motrices del alumnado.
- Favorecen el diagnóstico de los alumnos y alumnas.

- Respaldan un modelo de comunicación y de formación multisensorial.
- Propician una formación individualizada.
- Evitan la marginación, la brecha digital, que introduce el verse desprovisto de utilizar herramientas de desarrollo de la sociedad del conocimiento.
- Facilitan la inserción sociolaboral de aquel alumnado con dificultades específicas.
- Proporcionan momentos de ocio.
- Ahorran tiempo para la adquisición de habilidades y destrezas.
- Propician el acercamiento de estas personas al mundo científico y cultural, y el estar al día de los conocimientos que constantemente se están produciendo.
- Favorecen la disminución del sentido del fracaso académico y social.

Este campo ya ha sido analizado desde diferentes perspectivas y en diferentes estudios. Las posibilidades de los ordenadores en el campo de la discapacidad cuenta con estudios anteriores a la fecha actual. Sirva de ejemplo el trabajo de Negre (2001) en el que, en base a la revisión bibliográfica del momento –finales de los 90- y del estudio de las posibilidades de las TICs en el campo de los trastornos motrices en un centro para personas con parálisis cerebral infantil (ASPACE) se concretan en las siguientes áreas de intervención:

1. Posibilitar la realización de determinadas actividades limitadas o imposibles de realizar como consecuencia de la problemática motriz.
2. Facilitar una adecuada interacción en los procesos instructivos.
3. Facilitar la integración personal, escolar, social y laboral.
4. Ayudar en la realización de evaluaciones psicopedagógicas y otros tipos de valoraciones.
5. Ayudar a mejorar los procesos de rehabilitación y seguimiento de determinados trastornos.

Ante este panorama de “desaprovechamiento social y educativo” de los avances tecnológicos, hemos de plantearnos las responsabilidades que debemos asumir los profesionales de la educación; pues, retomando a Soto y Ferrández (2008), “Nuestra desatención y mala organización afectan también al aprovechamiento de las nuevas tecnologías digitales que emergen continuamente en el horizonte ya que se genera cada vez más palpablemente una educación en dos velocidades: rápida e inaccesible una; lenta, mal organizada pero incluyente la otra”.

Es evidente, por tanto, que se hace necesario un modelo de intervención educativa y social capaz de ofrecer una respuesta efectiva en este ámbito; ya que, como apuntábamos antes, debemos ser capaces de determinar los factores que inducen y determinan las posibilidades de participar activamente en la sociedad actual: la sociedad de la información y el conocimiento.

Las ayudas técnicas están íntimamente ligadas al esfuerzo que se realice en el campo de la investigación tecnológica. Es necesario perfeccionar constantemente las ayudas al uso y ofrecer soluciones innovadoras a los nuevos problemas que plantea la cada vez más compleja vida en la que nos desenvolvemos. En esta línea de actuación, la incorporación de las nuevas tecnologías al campo de la discapacidad ha contribuido en gran medida a que algunas barreras a las que se enfrentan estas personas puedan ser superadas.

2. EL ACCESO A LAS NUEVAS TECNOLOGÍAS

Para poder utilizar las nuevas tecnologías, es prioritaria la posibilidad de acceder a los dispositivos de entrada. Usuarios sin ningún tipo de impedimento motor pueden utilizar sistemas de acceso estándar como son el ratón y el teclado para interactuar con el ordenador. ¿Cómo acceden los usuarios funcionalmente diferentes a al uso de estos dispositivos de entrada de datos? En un principio, las ayudas tecnológicas para los usuarios con discapacidad fueron diseñadas para posibilitar el uso de los recursos disponibles en la sociedad, aquellos objetos y herramientas que inicialmente fueron diseñados para usuarios sin ningún tipo de discapacidad. Como suele ser habitual, no se plantearon las dificultades que su uso/empleo podía ocasionar a aquellos usuarios que presentaban algún tipo de disfunción. Posteriormente se cambió de perspectiva, pasando de un diseño ergonómico general a introducir mejoras y procurar un diseño realizado a la medida del usuario para, un tiempo después, pasar al diseño adaptado orientado a un sector concreto de la población y finalmente, converger en el Diseño Universal o Diseño para tod@s.

2.1. EL ACCESO AL ORDENADOR, eACCESIBILIDAD

Las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TICs) están presentes diariamente en muchas de nuestras actividades y son utilizadas por la mayoría de ‘ciudadanos de las sociedades modernas’ con propósitos educativos, laborales o de ocio. A pesar de ello, hay algunos sectores que incluyen personas con discapacidades o gente anciana que están en desventaja, ya que no tienen un uso tan normalizado de las TICs en sus vidas. En los últimos años, muchas actividades de investigación se han concentrado en diseños que pretenden desarrollar sistemas universalmente accesibles y que puedan ser utilizados por todo el mundo, sin que dependan de sus capacidades físicas o cognitivas (Obrenovic et al., 2007). Por ello, es necesario remarcar la necesidad de diseñar productos y servicios que se adecuen a la diversidad de la población indistintamente de sus condiciones físicas, cognitivas o sociales. Es decir, hay que realizar un Diseño Universal o Diseño para tod@s. Este cambio de perspectiva constituyó una nueva resolución que colaboró en la aparición del Diseño para Todos que se define/especifica en la Ley 51/2003 (BOE, 2003) de igualdad de oportunidades, no discriminación y accesibilidad universal de las personas con discapacidad; en cuyo Capítulo I, Art. 1 lo definen como “la actividad por la que se concibe o proyecta, desde el origen, y siempre que ello sea posible, entornos, procesos, bienes, productos, servicios, objetos, instrumentos, dispositivos o herramientas, de tal forma que puedan ser utilizados por todas las personas, en la mayor extensión posible”.

Las personas con diferentes capacidades están uniéndose al uso de las nuevas tecnologías por ocio o por cuestiones laborales. Por tanto, se están llevando a cabo grandes esfuerzos en nuestras sociedades para tener en cuenta la gran diversidad de usuarios existentes para crear unas sociedades donde todos sus ciudadanos tengan igualdad de oportunidades. La Sociedad de la Información Europea de la Comisión Europea está promoviendo con iniciativas como i2010, *The Information Space innovation & investment in R&D Inclusion* (2008), la “eAccesibilidad” con objetivo de asegurarse que las personas con discapacidades y las personas ancianas tengan acceso a las TICs con una base igual que los otros. Esta iniciativa incluye el quitar las barreras que se puedan encontrar cuando uno intenta acceder al uso de las TICs: sus productos, sus servicios y sus aplicaciones. Es por esta razón que el desarrollo de dispositivos útiles para acceder al ordenador ayudará en tareas de inclusión y eAccesibilidad.

Existen diferentes enfermedades y lesiones que pueden causar que una persona no sea capaz de tener el control total de sus capacidades físicas motrices haciendo que tengan un movimiento restringido, mala coordinación, fuerza reducida, espasmos o temblores. Sears et al. (2008), basándose en la “Clasificación Internacional de Deficiencias, Discapacidades y Minusvalías (CIDDM)” de la Organización Mundial de la Salud (OMS), define cuatro categorías de deficiencias físicas:

- **Desviación estructural:** casos donde hay una desviación significativa o la pérdida, total o parcial, de alguna parte del cuerpo. Por ejemplo, la falta de un dedo o una parte del cuerpo que se desvía de la media tanto en posición como en dimensión.
- **Funciones de movilidad (de hueso o de articulación):** en referencia a la capacidad que tiene el usuario para mover un hueso o una articulación.
- **Funciones de fuerza muscular:** hace referencia a la capacidad del usuario para generar fuerza contrayendo un músculo o un conjunto de músculos. Tiene relación con la pérdida parcial o total del control del músculo.
- **Funciones de movilidad:** hace referencia a la habilidad del usuario de controlar los movimientos voluntarios e involuntarios. Como ejemplo de movimiento voluntario tendríamos la dificultad de realizar un cambio rápido en la dirección del movimiento y como involuntario el temblor en las manos.

Ejemplos de estas deficiencias físicas serían: lesiones de espina dorsal ¹, pérdida o lesión de extremidades, parálisis cerebral ², distrofia muscular³, esclerosis múltiple ⁴, espina bífida ⁵, esclerosis lateral amiotrófica⁶, artritis o enfermedad de Parkinson⁷ (Web Accessibility in Mind, 1999).

1 Es una lesión de la espina dorsal que causa pérdida de sensación y control motriz, normalmente causada por accidentes, tumores, etc. La parálisis de las piernas se llama paraplejía y si en las extremidad superiores como en la inferiores es tetraplejía.

2 Es cualquier desorden neurológico que aparece en la infancia o temprana edad y afecta al movimiento del cuerpo permanentemente y a la coordinación muscular.

3 Es un desorden genético donde los genes de las proteínas musculares están dañados. Se caracteriza por una degeneración progresiva de los músculos.

4 La mielina se erosiona, provocando que las fibras nerviosas se vuelvan incapaces de enviar señales desde el sistema nervioso a los músculos del cuerpo.

5 Es una condición congénita en la que la espina no se cierra correctamente durante el primer mes de embarazo. La médula espinal queda sin protección ósea.

6 Es una enfermedad degenerativa que impide que las neuronas envíen impulsos a los músculos y éstos se debilitan a lo largo del tiempo

7 Es un desorden del sistema nervioso central que causa temblores incontrolables y/o rigidez en los músculos.

Los usuarios con cualquiera de estas condiciones pueden no ser capaces de utilizar de forma efectiva los dispositivos tradicionales de entrada a un ordenador, pero, por fortuna, actualmente existen muchos sistemas de interacción diferentes que tienen en cuenta las necesidades de las personas con capacidades diversas.

En la siguiente sección, se listarán diferentes dispositivos de entrada que utilizan los usuarios con discapacidades motrices.

En España, según los datos provisionales de la Encuesta de Discapacidad, Autonomía personal y situaciones de Dependencia (EDAD) realizada en el año 2008 (la anterior fue en 1999) del Instituto Nacional de Estadística (INE), el número de personas con discapacidad alcanza los 3,8 millones, lo que supone el 8,5% de la población. Siguiendo con los datos de la encuesta, hay 1,39 millones de personas que no pueden realizar alguna de las actividades básicas de la vida diaria sin ayuda. Los principales grupos de discapacidad de las personas de seis y más años residentes en hogares son los de movilidad (que afecta al 6,0% de la población), vida doméstica (4,9%) y autocuidado (4,3%). (Instituto Nacional de Estadística, 2009).

TABLA 1:
Personas de seis o más años con discapacidad según el grupo de discapacidad. (Fuente INE).

	AMBOS SEXOS		VARONES		MUJERES	
	Nº de personas	Tasa por 1000	Nº de personas	Tasa por 1000	Nº de personas	Tasa por 1000
TOTAL	3787.4	89.70	1510.9	72.58	2276.5	106.35
Visión	979.0	23.19	371.3	17.84	607.7	28.39
Audición	1064.1	25.20	455.7	21.88	608.5	28.43
Comunicación	734.2	17.39	336.6	16.17	397.5	18.57
Aprendizaje Realización tareas	630.0	14.92	264.5	12.70	365.5	17.07
Movilidad	2535.4	60.05	881.5	42.34	1653.9	77.27
Autocuidado	1824.5	43.21	645.0	30.98	1179.5	55.10
Vida doméstica	2079.2	49.24	605.8	29.10	1473.4	68.83
Relaciones personales	621.2	14.71	291.7	14.01	329.5	15.39

2.2. INTERACCIÓN PARA PERSONAS CON DISCAPACIDAD

El término de Interacción Persona Ordenador (IPO) hace referencia a la forma en que los humanos se comunican con los ordenadores utilizando reglas físicas y lógicas. Es la forma en que una persona experimenta la interacción con el ordenador, con las aplicaciones instaladas y con los dispositivos físicos. En ello se incluye todos los aspectos de la experiencia humana, desde aspectos obvios como la disposición de los objetos en la pantalla o la fiabilidad y accesibilidad de los dispositivos de entrada y salida (Shneiderman, 1998).

Desde que los ordenadores aparecieron, los estudios de investigación han estado pensando formas de interacción entre personas y máquinas. Por ello, el área de Interacción Persona Ordenador nació como una disciplina que estudia aspectos de diseño, evaluación e implementación de los sistemas de computación para el uso humano y todos los fenómenos vinculados. La IPO es un área multidisciplinar que engloba profesionales de diferentes campos tales como: informática (diseño de aplicaciones e ingeniería de las interfaces humanas), psicología (la aplicación de teorías de procesos cognitivos y análisis del comportamiento humano), sociología y antropología (interacciones entre tecnología, trabajo y organización), diseño industrial o tecnología educativa (ver figura 1).



Figura 1. Áreas relacionadas con la Interacción Persona Ordenador

Los objetivos principales de una buena interacción persona-ordenador son el obtener la disminución de errores, un aumento en la satisfacción del usuario y un mejor rendimiento en todas las tareas que involucren una persona y un ordenador.

Para conseguir esta comunicación hombre-máquina, se necesita una "interfaz". Ésta es un conjunto de dispositivos, tanto lógicos como físicos que permiten interactuar de una manera precisa y concreta con un sistema informático (Fundación Vodafone España, 2005). "La interfaz es una superficie de contacto entre dos entidades. En la interacción persona-ordenador estas entidades son la persona y el ordenador. La interfaz de usuario es el principal punto de contacto entre el usuario y el ordenador; es la parte del sistema que el usuario ve, oye, toca y con la que se comunica" (Lorés et al, 2006).

Con la intención de obtener una interacción persona-ordenador de alta calidad, los paradigmas de interfaces de usuario han evolucionado de forma importante y se han adaptado tecnológicamente y al conocimiento usuario en cada fase (ver figura 2). Desde que nacieron los ordenadores, se han hecho muchos esfuerzos para mejorar su rendimiento en general y también, por tanto, en todos los elementos necesarios para interactuar con un ordenador, desde tarjetas perforadas hasta sistemas de realidad virtual.



Figura 2: Ejemplos de interfaces utilizadas para interactuar con el ordenador: (a) tarjeta perforada, (b) primer ratón, (c) teclado de Microsoft, (d) Mando de la Nintendo Wii.

En los inicios de la informática, la interacción se conseguía a través de tarjetas perforadas o interruptores. Era poco amigable y complejo y realmente no había un paradigma de interacción. Las líneas de comando aparecieron en los 70, primero a través de terminales de teletipo y luego con teclados electrónicos y monitores basados en texto. Era el primer acercamiento a una comunicación más fácil y amigable y toda la comunicación con la máquina se hacía a través de texto y utilizando unos protocolos rígidos. En los 80, nacieron las interfaces gráficas de usuario (IGU) junto con las WIMP (Ventanas, Iconos, Menús y Dispositivos de puntero. Windows, Icons, Menus and a Pointing device en inglés) en Xerox PARC. Era un paradigma de interacción revolucionario, el paradigma del

escritorio, que incrementó de manera notable la intuición del usuario. Hoy en día, el paradigma de escritorio es universal en la mayoría de sistemas operativos. A pesar de que actualmente las IGU basadas en WIMP son las más populares, existen otros sistemas de interacción. Por ello, los estudios de investigación para obtener nuevos paradigmas de interacción basados en otras fuentes de percepción de información (como el sonido, el tacto o la visión) siguen siendo importantes y se han convertido en un campo en auge que pretende desarrollar interfaces más naturales, intuitivas, no invasivas y eficientes.

Porta (2002) discute que la última generación de interfaces gráficas de usuario se puede clasificar en tres posibles categorías aunque a veces se convierten en categorías, superpuestas de acuerdo con el tipo de entradas y salidas que acepten o proporcionen.

- Interfaces de usuario multimedia: proporcionan al usuario diferentes tipos de salidas (al menos dos). Están enfocados hacia el multimedia (como texto, gráfico, sonido, etc.). Hoy en día la mayoría de interfaces desarrolladas explotan el multimedia de alguna forma.
- Interfaces de usuario perceptivas: proporcionan al ordenador capacidades perceptivas para que la información implícita y explícita del usuario y de su entorno pueda ser convenientemente adquirida. La máquina es capaz de ver, oír, etc.
- Interfaces de usuario multimodales: explotan múltiples formas de entradas y/o salidas. Como la salida multimodal, no difiere mucho de la de multimedia. Esta categoría se puede considerar como un subconjunto de las interfaces de usuario multimedia. Para ser más estrictos, las de multimedia normalmente se concentran en el medio utilizado y las multimodales se concentran más en los canales de percepción (vista, oído, tacto, etc.) (Turk and Robertson, 2000).

La fusión de todas estas interfaces introduce el concepto de *Perceptual User Interface* (PUI) que busca adquirir unas interfaces más naturales e intuitivas que aprovechan conocimientos de la forma natural en que las personas interactúan entre ellas y con el mundo. Las PUIs pueden utilizar el lenguaje humano mediante el reconocimiento y generación de la voz. Las técnicas de visión por ordenador e inteligencia artificial, animación gráfica y visualización, sensores de tacto y de retroalimentación con fuerza (hápticos), aprendizaje, modelado de usuario y gestión del diálogo son otras áreas propias de las PUIs (Turk and Robertson, 2000).

Además, diferentes dispositivos como teléfonos móviles o agendas electrónicas (PDAs) están invadiendo nuestra sociedad y también necesitan de una interfaz, por lo que pueden beneficiarse de la investigación hecha para los ordenadores, añadiendo las adaptaciones adecuadas a estos sistemas.

Shneiderman (1998) dice que cualquier sistema cuya intención de uso sea la interacción persona-ordenador tiene que decidir que es aceptable para los siguientes requerimientos:

- **Tiempo de aprendizaje:** es el tiempo necesario para aprender a utilizar la interfaz. Con interfaces complicadas, el aprendizaje se hace por niveles (ver figura 3).



Figura 3. 'Niveles' de tiempo de aprendizaje.

- **Velocidad de rendimiento:** es la velocidad de la interfaz de usuario, no la velocidad del software. Es el número de caracteres a teclear, botones a apretar, clics de ratón o movimientos del ratón a ejecutar para llevar a cabo una operación. Este factor entra normalmente en conflicto con el tiempo de aprendizaje, ya que las interfaces más rápidas suelen ser más complicadas de aprender.
- **Ratio de errores:** el ratio de errores producido por un usuario puede ser debido a la mala estructura de la interfaz de usuario. Se ve afectada por factores como la consistencia o la organización de las pantallas en las IGUs.

- **Retención a lo largo del tiempo:** cuanto más cerca esté la sintaxis de las operaciones a la comprensión del mundo por parte del usuario más fácil le será para recordar la interfaz. Ahora bien, si el tiempo de aprendizaje es rápido, la retención se vuelve algo de menor importancia.
- **Satisfacción subjetiva:** hace referencia a cómo de cómodo se siente el usuario con el software. Esto es un criterio a medir, y depende del gusto individual del usuario y su experiencia.

En algunos casos, como es el caso de sistemas de interacción persona-máquina, además se debería medir:

- **Respuesta en tiempo real del ordenador por cuestiones de retroalimentación:** un sistema opera en tiempo real si el usuario no percibe un retraso entre su acción y la respuesta del sistema.

2.3. DISPOSITIVOS DE ENTRADA PARA PERSONAS CON DISCAPACIDADES

Los problemas y los obstáculos de interacción con el ordenador a los cuales se enfrentan los usuarios difieren según sus limitaciones y discapacidades. Se pueden distinguir tres momentos de interacción con el ordenador donde los usuarios con algún tipo de discapacidad pueden encontrar dificultades: la entrada, el procesamiento y la salida de la información. Si consideramos las dificultades motrices, el principal problema de comunicación con el ordenador se encuentra en la fase de entrada de datos, en la accesibilidad física a los dispositivos de entrada. Por otra parte, si se tienen en cuenta las limitaciones sensoriales (por ejemplo problemas auditivos o visuales) el principal inconveniente se encuentra en las salidas que provienen del ordenador. Por último, los usuarios con limitaciones psíquicas tienen como principal dificultad el procesamiento de la información e incluso pueden tener problemas de accesibilidad a la entrada y a la salida por cuestiones de entendimiento (ver figura 4). En este proyecto nos centramos en usuarios con limitaciones motoras, por tanto la clasificación y los dispositivos comentados más adelante son dispositivos de entrada de datos.

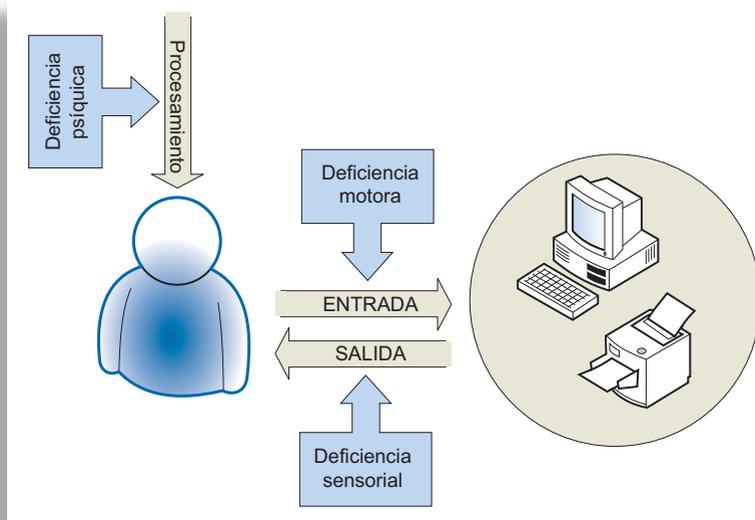


Figura 4: Principales dificultades de acceso al ordenador para diferentes deficiencias

A la hora de clasificar los dispositivos de entrada para un usuario con una discapacidad motriz, una de las características importantes del dispositivo es su estandarización, es decir, se tiene que tener en cuenta la normalización. La normalización significa permitir a las personas con algún tipo de discapacidad llevar una vida tan próxima a los colectivos considerados “normales” como sea posible (Bank-Mikkelsen, 1975).

Siguiendo el criterio de normalización, podemos clasificar los dispositivos de entrada para usuarios con problemas motrices como:

- **Dispositivos estándar:** se consideran como dispositivos estándar todos aquellos que son utilizados de forma generalizada por los usuarios sin discapacidades.
- **Dispositivos de apoyo:** cuando no son eficientes los dispositivos estándares para conseguir la interacción del usuario con el ordenador, existen los dispositivos que emulan el teclado o el ratón.

Junto con los dispositivos de apoyo, e incluso directamente con los sistemas de entrada estándar, podemos utilizar:

- **Adaptaciones:** son aquellos recursos que facilitan el acceso y la utilización del dispositivo de apoyo o del dispositivo estándar como, por ejemplo, un licornio o un conmutador.
- **Individualizaciones del dispositivo de apoyo:** hacen referencia a la estrategia personal que tiene como objetivo facilitar la utilización de la adaptación o del dispositivo como, por ejemplo, el hecho de colocar el periférico a una altura o posición específica a través de un brazo extensible, o el uso de diferentes sistemas para ayudar a sujetar la adaptación.

El esquema de selección del dispositivo de entrada siguiendo criterios de normalización debería ser el indicado en la figura 5.

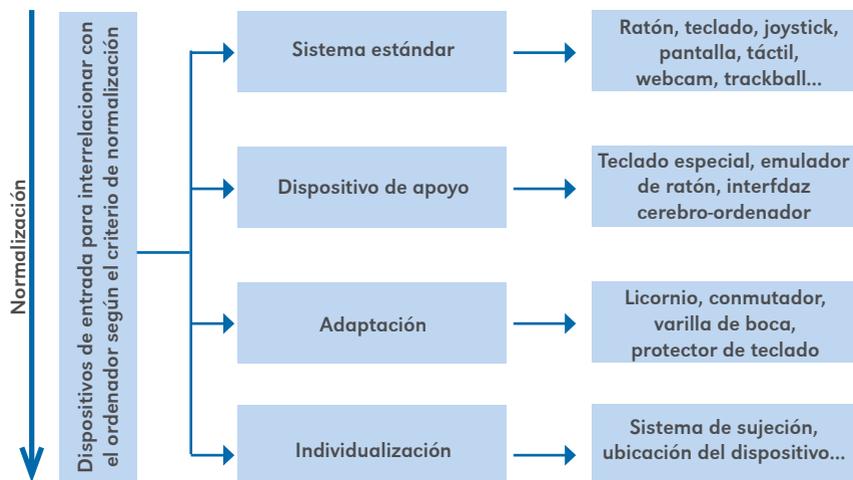


Figura 5: Clasificación de dispositivos de entrada según criterio de normalización

SISTEMAS ESTÁNDAR

Teclado

De forma análoga a la máquina de escribir, el teclado es un dispositivo que consta de una serie de teclas que, al ser pulsadas accionan el interruptor correspondiente a un carácter alfanumérico. Cooper (1983) presenta una historia detallada del desarrollo del teclado de ordenador. Diferentes aspectos del diseño, incluyendo el tamaño y la forma de las

teclas, la altura del teclado, tamaño e inclinación, e incluso la fuerza requerida para la pulsación, clasifican los teclados estándar con el fin de resolver cuestiones de ergonomía o de limitar en que ámbitos debe usarse este dispositivo.

Una característica importante del teclado es la distribución de sus teclas. Se han desarrollado diferentes distribuciones para teclados alfabéticos, numéricos y signos de puntuación. La distribución QWERTY es la más común, pero no la más adecuada en cuanto a ergonomía o rapidez. Esta distribución nació con el fin de evitar ciertas limitaciones mecánicas, como la obstrucción de las palancas al escribir con rapidez en las antiguas máquinas de escribir. La disposición DVORAK (Dvorak et al., 1936) mejora la eficiencia de la escritura reduciendo el movimiento mecanográfico necesario para escribir el texto, en lengua inglesa (ver figura 6). Hay otras distribuciones (ABC, Opti, QWERTZ, etc) y existen muchas evaluaciones y trabajos de investigación que tratan de determinar cuál de ellos es mejor. Sin embargo, los resultados son muy variados y en ocasiones contrapuestos. (Norman and Fisher, 1982.; Liebowitz and Margolis, 1990).



Figura 6: Distribución de teclas DVORAK (Fuente: Microsoft)

Actualmente hay disponibles diferentes teclados ergonómicos en el mercado. Normalmente constan de una superficie convexa con el teclado dividido en dos secciones para conseguir una posición más natural de las muñecas y un alineamiento de los brazos, evitando la lesión por esfuerzo repetitivo (RSI, Repetitive Strain Injury). Algunos ejemplos de este tipo de teclados son Microsoft® Natural Keyboard, Goldtouch® Adjustable Ergonomic Keyboard o Kinesis® Ergonomic Keyboard. Otros como Safetype Keyboard™ Works cambian el punto de vista del teclado, desarrollando un teclado ergonómico vertical.

Ratón

Un ratón es un dispositivo de puntero que permite al usuario navegar en una interfaz gráfica de usuario, detectando el movimiento en la superficie plana del soporte de éste. Estos dispositivos pueden tener uno, dos, tres o más botones y una rueda para la ejecución de diferentes eventos. Dependiendo de la tecnología del dispositivo, pueden ser mecánicos, ópticos u óptico-mecánicos. Los mecánicos detectan la posición a partir del movimiento de una bola sobre la que el dispositivo rueda. Los ópticos utilizan un diodo como un láser y fotodiodos para detectar el movimiento sobre la superficie. Los óptico-mecánicos consisten en una bola que acciona una rueda en el interior del ratón. Esta rueda contiene un círculo de agujeros para detectar un LED a través de un sensor mientras el ratón se desplaza.

Trackball

El trackball es una bola encajada en una cavidad que contiene sensores que detectan la rotación de la bola sobre dos ejes. El usuario rueda la bola con la palma de su mano, con los dedos o bien con el pulgar, lo que favorece la accesibilidad para algunos usuarios con discapacidad (ver figura 7).



Figura 7: trackball (Fuente: Microsoft)

Joystick

Un joystick consiste en una barra que pivota sobre una base, aportando su ángulo y dirección al sistema. Los usuarios impedidos en sus funciones motrices pueden manejarlo con las manos, con la barbilla, con la lengua o con cualquier parte de su cuerpo que sean capaces de controlar (ver figura 8).



Figura 8: Joysticks de mano, de boca y de mentón. (Fuente: Catálogo de ayudas técnicas del CEAPAT)

Touchpad

Es un dispositivo de puntero que consiste en una superficie plana especial que puede traducir el movimiento y la posición de los dedos del usuario a una posición en la pantalla. La operación de los botones se suele conseguir a través de toques sobre la superficie o apretando botones que suelen estar localizados cerca de la superficie táctil (ver figura 9).



Figura 9: Touchpad



Figura 10: Pantalla táctil

Pantallas táctiles

Una pantalla táctil es un dispositivo en forma de pantalla que puede detectar la presencia y localización de un apuntador como el dedo, una varilla de cabeza o boca o algún dispositivo similar (ver figura 10).

DISPOSITIVOS DE APOYO

Teclado virtual

Otro tipo de teclado es el teclado virtual (ver figura 11). Consiste en una herramienta de software que simula un teclado en pantalla con todas sus funcionalidades y que es accionado por un dispositivo de puntero. Esto es especialmente útil para usuarios cuya discapacidad no les permite utilizar un teclado físico. Normalmente este tipo de sistemas permite al usuario la configuración del tamaño del teclado y de sus teclas, su posición o el tipo de disposición de sus teclas. Habitualmente los sistemas operativos típicos incorporan uno de estos teclados virtuales es sus opciones de accesibilidad.

Se pueden encontrar tanto de forma gratuita como comercial.



Figura 11: Teclado virtual de Microsoft Windows

Teclado de una mano

Para usuarios incapaces de usar el teclado con las dos manos existen teclados de una sola mano que hacen mas cómodo su uso, como FrogPad™ (ver figura 12). Hay varios tipos, algunos con muchas teclas y otros con tan solo 5 teclas, una para cada dedo, donde más de una tecla es usada para un solo carácter.



Figura 12: Teclados Frogpad y Maltron para una sola mano

Ratón virtual

Consiste en una herramienta de software que simula un ratón en pantalla con todas sus funcionalidades y que es accionado por un dispositivo de puntero.

Emuladores de ratón

Son dispositivos físicos que simulan un ratón y todas sus funcionalidades sin la necesidad de tener un control tan preciso de la mano. El movimiento

del ratón se realiza al accionar una serie de botones para indicar el movimiento. Pueden ser accionados directamente con la mano o a través de una adaptación: un conmutador, un licornio, etc. (ver figura 13).

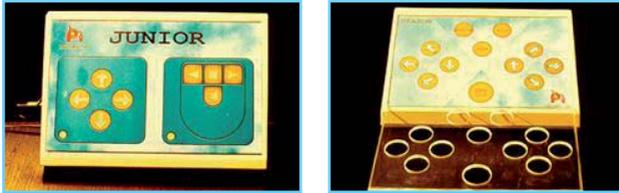


Figura 13: Emulador del ratón Junior y Traton.

Sistemas de pies

Sistemas como por ejemplo NoHandsMouse™ o FT07-01-02 Footime Foot Mouse con with Programmable Pedal (ver figura 14) utilizan pedales para los pies para conseguir emular las tareas del ratón. Estos sistemas se operan con los pies y consisten normalmente en dos pedales o un scroll y un pedal: un dispositivo para operar el puntero y otro para generar los eventos del ratón.



Figura 14: Feet systems: NoHandsMouse and Footime Foot Mouse

Interfaces basadas en visión

Las interfaces basadas en la visión utilizan la visión por computador para sentir y percibir al usuario y sus acciones dentro de un contexto IPO. Se necesita un dispositivo para capturar imágenes, una cámara y un software para procesarlas, analizarlas y reconocer en ellas movimientos humanos y gestos en tiempo real para utilizarlos en la comunicación con el ordenador. En secciones posteriores se hablarán más en detalle de este tipo de interfaces.

Sistemas de Reconocimiento de voz

En los sistemas donde se utiliza la voz para la interacción persona-ordenador, el software convierte los sonidos, la vocalización no verbal, las palabras o cualquier entonación en movimiento del cursor (Manaris et al., 1998, 2001; Dai et al., 2004; Mihara et a, 2005, Sporka et at., 2006)

Sistemas de Electro-encefalograma (EEG) y Electro-oculograma (EOG)

La interacción Cerebro-Ordenador (BCI, Brain Computer Interaction) es denominada a veces como interfaz neural directa o interfaz cerebro-máquina. Se trata de un canal de comunicación directo entre el cerebro humano y un dispositivo externo. Es un sistema de comunicación que traduce intenciones humanas, reflejadas en señales EEG del cerebro, en señales de control para un dispositivo de salida. El problema de este tipo de sistemas es que de momento son muy sensibles al ruido e invasivas (McFarland et al., 2005; ver figura 15).

Las señales EMG miden la respuesta muscular o la actividad eléctrica en respuesta a la estimulación nerviosa de un músculo. Son menos sensibles al ruido que las EEG (Felzer and Norman, 2008).

Las señales EOG provienen del movimiento de los ojos y pueden ser utilizadas para controlar también el cursor del ratón. Gips & Olivieri (1996, 2007) desarrollaron un sistema, Eagle Eyes, basado en esta tecnología para controlar el ratón y hoy en día hay escuelas en EUA donde se utiliza (ver figura 15).

Muchos acercamientos híbridos fusionan las diferentes señales de entrada; como por ejemplo Barreto et al. (1999), que utilizan las EEG y las EMG para controlar la posición del cursor del ratón. Otro representante de los sistemas híbridos es el sistema de Doherty et al. (2000), la interfaz Cyberlink, que utiliza entrada de señales EOG, EEG y EMG.

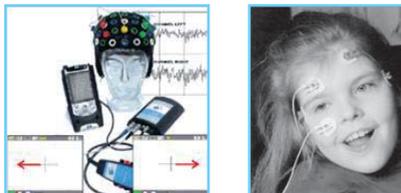


Figura 15: Sistema BCI de G.Tec, EagleEyes de EagleEyes Project

ADAPTACIONES

Protector de teclado

Los usuarios capaces de utilizar el teclado físico, pero con ciertas dificultades, pueden hacer uso de un protector de teclado, que consiste en una cubierta fabricada en plástico o plexiglás, que se ajusta sobre el teclado de forma que cada una de las teclas de la carcasa se corresponde con alguna de las del teclado. Este protector de teclado se diseña de tal forma que facilita la pulsación al usuario mediante sus dedos o mediante dispositivos de accesibilidad, como una varilla de boca o cabeza, evitando así pulsar dos teclas simultáneamente.

Pulsadores

Los pulsadores son un modo de interacción basado en interruptores encendido/apagado simples para activar eventos. Los pulsadores difieren en tamaño y forma dependiendo de la acción que ejecutan. Hay diferentes formas de activar estos pulsadores, por ejemplo: soplando/aspirando, mordiendo, tirando, pulsando o apretando. Un pulsador puede ser operado por cualquier parte del cuerpo capaz de producir un movimiento voluntario y consistente como los pulgares, los pies, manos, barbilla, lengua, etc. (ver figura 16). Más de un pulsador puede usarse con el fin de acelerar la interacción.



Figura 16: Pulsadores de mano, barbilla y de pie (Fuente: Catálogo de ayudas técnicas del CEAPAT)

Licornio y varillas de boca, pie u otra parte del cuerpo

Existen varillas atadas alrededor de la cabeza (licornio) o aguantadas por cualquier parte del cuerpo que controle el usuario como, por ejemplo, la boca o los dedos del pie. A través del movimiento de la cabeza, de la boca o de cualquier otra parte del cuerpo, la varilla puede utilizarse para hacer contacto físico con un teclado o con un trackball, para teclear o navegar (ver figura 17). No tienen un coste elevado y son fáciles de utilizar. La desventaja es que su uso puede ser agotador.

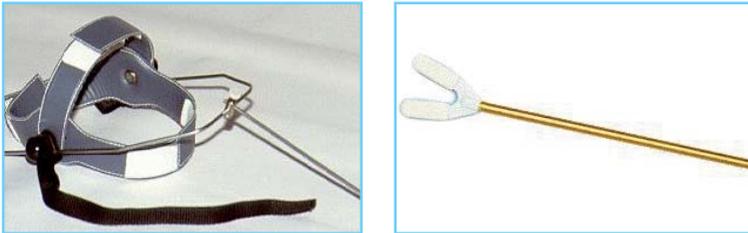


Figura 17: Licornio y varilla bucal (Fuente: Catálogo de ayudas técnicas del CEAPAT)

CLASIFICACIÓN

Hay que tener en cuenta que un mismo sistema estándar, con una pequeña adaptación, puede convertirse en un dispositivo eficiente para un usuario con limitaciones al utilizar los dispositivos de acceso habituales. En la tabla 2 se resume la clasificación.

Tabla 2: Clasificación de dispositivos de entrada para usuarios con discapacidades motrices

DISPOSITIVO	SISTEMA ESTÁNDAR	DISPOSITIVO DE APOYO	ADAPTACIÓN
Teclado	X		
Teclado virtual		X	
Teclado de una mano		X	
Protector de teclado			X
Ratón	X		
Ratón virtual		X	
Emulador de ratón		X	
Joystick	X		
Joystick de mentón, de boca, etc		X	
TrackBall	X		
Touchpad	X		
Sistema de pies		X	
Interfaz basada en visión		X	
Interfaz basada en EEG		X	
Interfaz basada en EMG		X	
Interfaz basada en EOG		X	
Interfaz basada en reconocimiento por voz		X	
Pantalla táctil	X		
Pulsador			X
Licornio			X
Varilla bucal, de pie, etc.			X

3. EL PROYECTO SINA, UN MODELO DE INVESTIGACIÓN/INTERVENCIÓN

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 eficiente con el ordenador. También hemos visto cómo es posible acceder a la tecnología, más concretamente a un ordenador, cuando una persona tiene una discapacidad por medio de nuevos interfaces de usuario. En este capítulo presentaremos el SINA, un nuevo paradigma de interacción del usuario para el acceso al ordenador, cuya principal ventaja es su naturalidad. El SINA se diseñó pensando en las personas que tienen seriamente 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 sencilla y natural: se requiere sólo una cámara Web estándar y una aplicación capaz de detectar el movimiento de la cara de la persona, e interpretar sus movimientos y que permita la utilización de la mayoría de aplicaciones instaladas en el ordenador.

Sin embargo, como se ha expuesto en capítulos anteriores, el nuevo dispositivo tecnológico, consecuencia del proceso de investigación, no soluciona el problema del acceso de las personas con discapacidad de forma completa. Es necesario también un trabajo de intervención, que estudie la respuesta de la persona con discapacidad al uso de este dispositivo, para mejorar su utilización y aprendizaje. Por esta razón, en este capítulo se presenta el modelo de investigación/intervención utilizado en este proyecto para completar el proceso. Como veremos a lo largo de este capítulo, la elección de este modelo de trabajo ha sido fundamental para la consecución de los objetivos propuestos, permitiendo el acceso a las personas con discapacidad a la tecnología. Finalmente, se mostrará cómo este modelo de trabajo ha permitido alcanzar nuevos objetivos inicialmente no planteados, que demuestran de qué modo la tecnología representa un apoyo importante para estas personas, en gran variedad de situaciones de su vida diaria.

3.1. EL CONVENIO SINA, UNA RESPUESTA DESDE LA UNIVERSIDAD

El 30 de marzo del año 2007 se firmó un convenio de colaboración entre la Vicepresidencia y Consejería de Relaciones Institucionales del Gobierno Balear, el Instituto de Servicios Sociales y Deportivos de Mallorca, la Fundación iBIT y la Universitat de les Illes Balears (UIB), para el desarrollo y la implantación del proyecto de integración y accesibilidad de personas con discapacidad. Todo ello se integraría dentro del marco del convenio de desarrollo del Plan Avanza del Ministerio de Industria, Consumo y Turismo del Gobierno de España; cuyo objetivo es el desarrollo de una aplicación informática mediante un sistema avanzado de acceso al ordenador y su implantación en las asociaciones ASPACE (Asociación de Parálisis Cerebral) y ABDEM (Asociación Balear de Esclerosis Múltiple) de las Illes Balears.

En dicho convenio, la Universitat de les Illes Balears, mediante la Unidad de Gráficos, Visión e Inteligencia Artificial (UGiVIA) dirigido por el Dr. Francisco José Perales, y el grupo de investigación Escuela inclusiva y diversidad (GREID), dirigido por el Dr. Joan Jordi Muntaner, 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
- Dar el apoyo tecnológico necesario para el desarrollo de la experiencia
- Dar 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.

Todas las acciones mencionadas anteriormente finalizaron con éxito a finales del mes de junio de 2008, dando como resultado la firma de un nuevo convenio que asegura su continuidad en la actualidad.

3.2. EL SISTEMA DE INTERACCIÓN NATURAL AVANZADO (SINA)

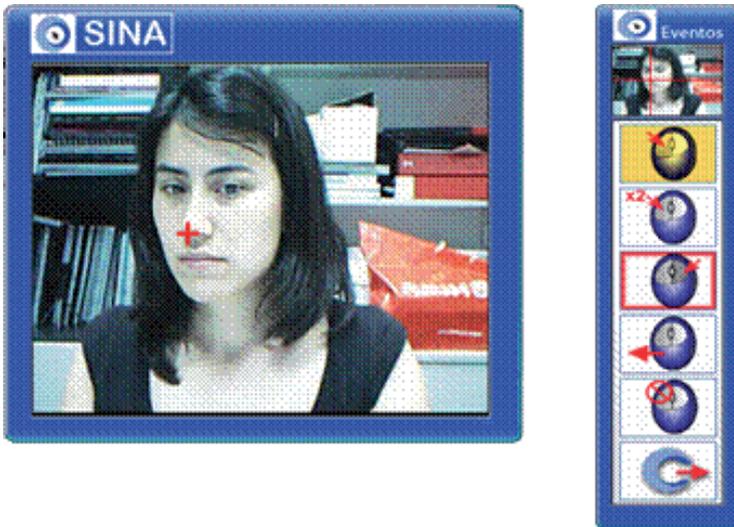


Fig. 18: Interfaz gráfica de usuario. A la derecha se muestra la botonera gráfica de selección de Eventos.

El núcleo del proyecto SINA es una aplicación desarrollada en la Universitat de les Illes Balears (UIB), que tiene como objetivo permitir la interacción con el ordenador a personas que tengan un movimiento funcionalmente reducido de manos o brazos, y que les impida hacer un uso efectivo de los dispositivos tradicionales de entrada al ordenador. Esta aplicación permite cumplir uno de los principales objetivos del proyecto SINA: llegar al máximo número de personas.

Por esta razón, para su uso sólo se necesita tener instalado la aplicación y una cámara web, un periférico de bajo coste de los ordenadores. Esto es posible debido a la tecnología utilizada para su desarrollo, la visión por computador. No existen pues ni marcadores físicos sobre la persona, ni ningún tipo de radiación por parte del dispositivo ⁸. La ventaja de utilizar visión por computador y no trabajar con marcadores, sensores o cualquier otra marca, es que se consigue un sistema no invasivo sobre el usuario, por lo que se normaliza su situación frente al ordenador. Es decir, a nivel de uso, no hay ninguna diferencia entre los usuarios que accedan al ordenador mediante la aplicación SINA, tengan o no tengan discapacidad. De esta forma se alcanza el objetivo de “diseño para todos” o diseño universal.

Para entender el sistema evitando los aspectos y conceptos más técnicos o sofisticados (ver Manresa-Yee C., Varona J., Perales F.J. (2006)), la aplicación SINA es un sistema que detecta la cara y la nariz, es capaz de seguir los movimientos de la nariz y convertirlos en el movimiento del cursor del ratón. Para realizar acciones con el ordenador existe una botonera gráfica que contiene todos los eventos de un dispositivo usual de acceso como el ratón: clic del botón izquierdo, doble clic del botón izquierdo, clic del botón derecho y arrastre (ver figura 18). La forma de ejecutar estas acciones es por medio de lo que se llama “clic en espera”: el usuario selecciona una acción situándose en el botón de evento apropiado y se mantiene estático en esta posición hasta que se selecciona. A partir de la selección, en cualquier sitio de la pantalla (por ejemplo un botón o una ventana) donde se quede el usuario estático durante un cierto tiempo predefinido se ejecuta la acción seleccionada.

8 Es muy importante evitar marcadores físicos que estigmatizan a la persona y radiaciones infrarrojas que su uso prolongado en tejidos blandos como la cornea y cristalino pueden llegar a ser perjudiciales, especialmente en menores donde el desarrollo del ojo no es completo, pudiendo generarse procesos de desnaturalización por calor.

Desde un punto de vista técnico, descrito en Varona et al. (2008) y Manresa-Yee et al. (2006), para conseguir una interfaz de usuario fácil y amigable, el sistema es totalmente automático y está compuesto por dos módulos principales: Inicialización y Proceso, que se relacionan entre sí para poder recuperarse de posible errores (ver figura 19).

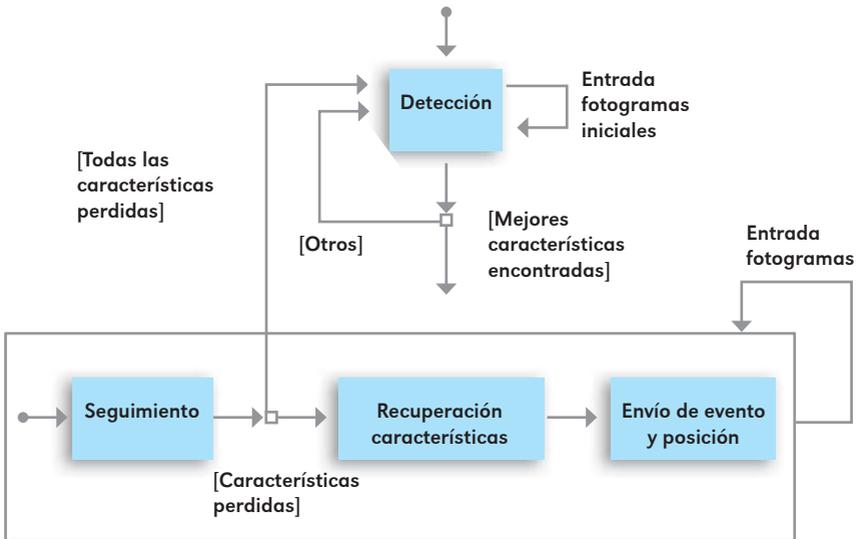


Figura 19: Diagrama final del diseño UML del programa SINA basado en algoritmos de visión por ordenador desarrollados por la Unidad de Gráficos, Visión por computador e Inteligencia Artificial (UGiVIA) de la Universitat de les Illes Balears (UIB).

El módulo de Inicialización es el responsable de extraer las características faciales del usuario. Esta fase localiza su cara y extrae las mejores características faciales sobre la región de la nariz para realizar el seguimiento. La fase de Proceso se encarga de hacer el seguimiento de las características faciales, recuperarse de la pérdida de éstas y de enviar el evento y la posición del ratón al sistema operativo.

Para detectar la cara del usuario de forma automática, éste ha de permanecer quieto durante aproximadamente uno o dos segundos. Este tiempo de espera es debido a que la detección de la cara se considera robusta cuando durante un número predefinido de fotogramas, la región de la cara se detecta sin grandes cambios en su posición (ver figura 20 (a)). A partir de este instante, es posible localizar las características faciales más adecuadas para llevar a cabo el seguimiento.

Concretamente, se ha seleccionado la nariz como facción de la cara para realizar el seguimiento porque:

- es la parte de la cara más centrada,
- siempre está visible en todas las posiciones de la cara mirando hacia la pantalla (incluso permite leves rotaciones),
- y no está ocluida por ninguna barba, bigote o gafas.

Sobre la región de la imagen donde se ha localizado la nariz, se detectan determinadas características geométricas adecuadas a los procesos de seguimiento automático mediante técnicas de visión por computador. Idealmente, estas características deberían ser las fosas nasales y las esquinas de la nariz (ver figura 20(b)).

Finalmente, las posiciones de todas las características detectadas se combinan de forma adecuada para dar como resultado final un punto de referencia para la nariz. En la figura 20(c) se ilustra el punto de referencia considerado en diferentes usuarios de muestra. Este punto es el que finalmente se envía al sistema operativo para controlar el cursor por la pantalla. De esta forma, un movimiento de la cabeza hacia la derecha provocaría un movimiento del cursor hacia la derecha de la pantalla; por tanto, el usuario solo debe mover su cabeza en la dirección en la que quiere desplazar el cursor por la pantalla.



Figura 20. (a) Detección automática de la cara. (b) Conjunto inicial de características. (c) Punto final considerado: punto de referencia.

Es importante señalar que la aplicación es robusta en cuanto a cambios leves de rotaciones o escalados, por lo que el usuario puede moverse de forma flexible (por ejemplo puede acercarse o alejarse del monitor sin afectar al funcionamiento del interfaz). Por ejemplo, en la figura 21 se muestra una secuencia de funcionamiento de la aplicación, donde es posible comprobar cómo el punto de referencia (en azul) se mantiene correctamente localizado en todo momento. Sin embargo, puede ocurrir que a medida que el usuario se mueva, por cambios de iluminación o movimiento rápidos, las características se desplacen de su lugar original y se vayan perdiendo. Para evitar la pérdida de características en todo momento, se recalculan nuevas características que se añaden a las características que aún se mantienen de forma totalmente transparente al usuario, para prevenir y corregir este tipo de errores. Esta característica es muy importante porque garantiza un uso continuo de la aplicación sin provocar la frustración del usuario por tener que realizar una continua inicialización del sistema.



Fig. 21. Ejemplo de funcionamiento de la aplicación.

A través del seguimiento de la nariz, la interfaz puede simular el movimiento del cursor. La precisión necesaria tiene que ser suficiente para controlar el movimiento del cursor y posicionarlo sobre el lugar deseado de la pantalla. La traducción de la posición de la imagen a la posición del cursor en la pantalla se puede hacer de dos formas: absoluta o relativa. Si trabajáramos con posiciones absolutas, la posición se traduciría directamente sobre la pantalla, pero esto requeriría un seguimiento muy exacto y preciso, ya que un error pequeño de seguimiento en la imagen supondría un error magnificado en pantalla. Por esta razón, se utiliza el movimiento relativo para controlar el movimiento del ratón, que no es tan sensible a la precisión del seguimiento. Así, cuando el usuario quiere mover la posición del ratón a un lugar en particular, simplemente ha de mover la cabeza en la dirección deseada.

Para realizar acciones se utiliza la barra de eventos de la figura 22 que contiene todos los eventos del ratón: el clic del botón izquierdo, el doble clic del botón izquierdo, el clic del botón derecho, el arrastre, junto a las opciones de desactivar todos los eventos del ratón y de salir de la aplicación. Como hemos explicado anteriormente, el modo de funcionamiento es por medio de lo que se llama “clic en espera”. El usuario tiene que posicionarse sobre uno de los eventos durante unos instantes; éste se selecciona y, a partir de ahí, en cualquier sitio donde se quede el usuario estático durante un cierto tiempo predefinido se ejecuta el evento. La única excepción de funcionamiento es el evento de “Arrastre”. Para ejecutar la operación de arrastre, el primer sitio donde se mantenga el cursor durante unos segundos, sería como “clicar” el botón izquierdo del ratón y mantenerlo. Cuando se quisiera ejecutar la operación de arrastre, se tendría que mantener el cursor en un mismo sitio durante unos segundos: esta acción equivaldría a “clicar” el botón izquierdo y mantenerlo. La operación de “botón-arriba” del botón izquierdo se realizaría cuando se mantuviera el cursor nuevamente sobre otra zona de la pantalla.

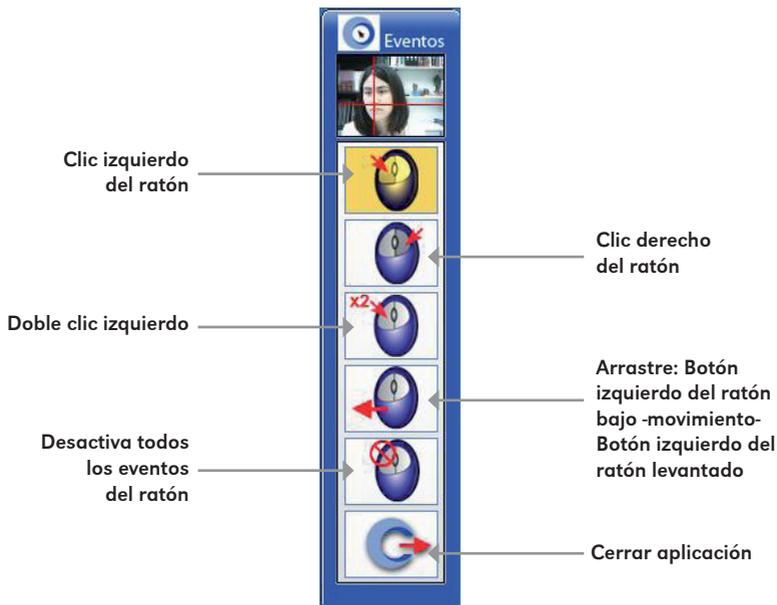


Figura 22: Botonera de Eventos.

La versión presentada en el libro de la botonera de eventos es el resultado de un proceso de mejora interactiva e iterativa entre los usuarios, los terapeutas ocupacionales y los expertos informáticos. Este ha sido un punto clave en la mejora del rendimiento del sistema y de la aceptabilidad por parte de los usuarios finales, que veían que sus necesidades y requerimientos de mejora de la funcionalidad de la aplicación se reflejaban inmediatamente en la interfaz del sistema. Ha sido un objetivo primordial del proyecto SINA poder adaptarse al usuario y sus necesidades, con el propósito de ser más eficiente y satisfacer al máximo las necesidades funcionales de la persona con discapacidad.

A continuación, para completar la presentación conceptual de la aplicación SINA, describiremos cómo debe ser utilizada por parte del usuario. En primer lugar, el usuario deberá colocarse delante del monitor, en una posición cómoda, natural y con la cara centrada en la imagen.

Cuando empieza el programa, y de forma opcional, se muestra la pantalla de selección de usuario (ver figura 23). Esta opción es útil cuando más de un usuario puede utilizar el ordenador donde está instalado SINA y se emplea para poder crear perfiles específicos. El perfil de un usuario consiste en el conjunto de parámetros de la aplicación más adecuados

para dicho usuario. Este conjunto de parámetros se guarda en un fichero de configuración para cada usuario que vaya a utilizar el SINA, con una serie de propiedades que se pueden modificar para poder adaptar el sistema al usuario, en cuanto al tiempo de mantenimiento del cursor sobre una zona de la pantalla para que ejecute un evento, evento inicial con el cual se quiere iniciar y la posición de la botonera gráfica de los eventos en pantalla.



Figura 23: Pantalla de selección de usuario

Una vez seleccionado el perfil, se inicia la aplicación. Entonces, a partir de este momento, el usuario debe mantenerse estático durante unos segundos para que se detecte automáticamente la cara. Un cuadrado rojo marcará la zona de la cara (ver figura 24) y encontrará el punto de referencia más adecuado para el seguimiento de los movimientos de la cabeza. Este punto será aproximadamente la punta de la nariz en la mayoría de los casos.



Figura 24: Ventana de imagen, donde se muestra el resultado de la detección.

Una vez detectada la cara y seleccionado el punto de referencia, la ventana de imagen se minimiza y aparece una imagen pequeña con una cruz en la barra gráfica de los eventos del ratón (ver figura 25).

El punto central de la cruz corresponde a la posición de referencia y se utiliza para comprobar en todo momento que el usuario está correctamente localizado por el sistema: debería estar centrado en la nariz. A partir de ese momento el control del cursor se hará a través de movimientos de la cabeza.

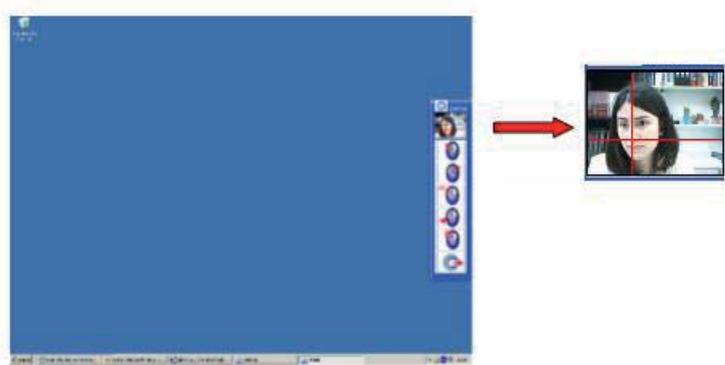


Figura 25: Escritorio y barra de Eventos SINA con la imagen de referencia.

3.3. APRENDIENDO A UTILIZAR EL SINA

El SINA, debido a su carácter intuitivo, responde de forma natural a los movimientos de la cara y posibilita su utilización de forma muy sencilla, por lo que no plantea dificultades en el aprendizaje de su manejo. El SINA se aprende usándolo, de la misma forma que se aprende a utilizar cualquier tipo de interfaz, buscando siempre la forma más fácil y cómoda para el usuario.

El primer paso consiste en conseguir la comunicación entre la máquina y el usuario. Las principales características que debe presentar el interfaz es la facilidad de aprendizaje y la facilidad de uso. En nuestro afán por resultar útil al mayor número de usuarios, destacamos de forma muy especial la capacidad de adaptación a las características que éstos puedan presentar.

En este sentido, el SINA se dirige de forma muy especial a las personas con discapacidad, básicamente en el área motriz. Teniendo este objetivo principal en mente (el poderse adaptar al mayor número de usuarios posibles), el SINA incluye una serie de aplicaciones que tienen como objetivo principal facilitar ese proceso de comunicación, que puede resultar complicado para aquellos usuarios con dificultades intelectuales y que presentan verdaderas restricciones para establecer una relación de causa-efecto entre el ritual de las acciones que se despliegan en el momento de comunicarse con la máquina.

Con el objetivo del aprendizaje lúdico-didáctico en mente y pensando en un nuevo sistema que introdujera un lenguaje que combinara movimientos corporales con desplazamientos del cursor en la pantalla (básicamente usuarios de corta edad (educación infantil) y usuarios con afectación intelectual), se diseñaron una serie de aplicaciones/actividades que pueden descargarse desde la misma página del SINA (<http://sina.uib.es>) y que, de forma incremental y adaptada, ofrecen la posibilidad de entrenar las habilidades necesarias con el fin de comprender la relación causa-efecto de sus movimientos; para una vez conseguido, entrenar las principales acciones que controlarán el cursor.

Los objetivos de las aplicaciones para el aprendizaje de SINA son los siguientes:

1. Mantener una postura correcta y funcional.
2. Identificar y comprender la relación entre el movimiento de la cabeza y el efecto que éste produce en la pantalla.
3. Identificar y comprender la relación entre el movimiento de la cabeza y los cambios de posición del cursor en la pantalla.
4. Entrenar la relación causa-efecto a través del movimiento libre y voluntario.
5. Entrenar el control del ratón de forma sistemática a través de:
 - Movimientos horizontales.
 - Movimientos verticales.
 - Movimiento libre.
6. Comprender y entrenar las utilidades de la ventana de comandos.
7. Entrenamiento de acciones específicas:
 - Selección.
 - Arrastre.

Para poder trabajar estos objetivos se diseñaron las siguientes aplicaciones:

- Actividades de Acción / Reacción (causa-efecto).
- Actividades de movimiento.
- Actividades para practicar los eventos del ratón.
- Actividades para practicar el evento de “Arrastre”.

Las actividades de Acción / Reacción sirven para que el usuario sea consciente de que el movimiento de su cabeza tiene un significado para el ordenador; es decir, tiene que ser capaz de establecer la relación causa-efecto de su acción. Son actividades sin eventos de ratón, simplemente se operan con el movimiento del cursor del ratón. Una primera aplicación, *SINABloques*, es una imagen que puede ser configurada por el terapeuta profesional para motivar al usuario y que está tapada por bloques. El usuario tiene que pasar sobre todos los bloques para mostrar la imagen. Para poder aumentar y disminuir la dificultad del juego, se puede configurar el tamaño de los bloques (ver figura 26(a)).

La segunda aplicación, *SINABloques II*, es muy parecida a la primera. El usuario tiene que descubrir unos bloques, pero la imagen sólo está tapada donde el instructor quiere. Por tanto, el instructor, además de configurar el número de bloques, puede escoger su posición sobre la imagen y su tamaño (ver figura 26(b)).



Figura 26: (a) *SINABloques* (b) *SINABloques II*.

Las actividades de movimiento sirven para que el usuario practique los movimientos de cabeza vertical y horizontal. Son juegos sin eventos de ratón que simplemente se operan con el movimiento del cursor del ratón. El primero, para practicar el movimiento vertical, el *SINADiana*, es una diana que tiene que parar unos dardos que vuelan desde la parte derecha de la pantalla. La aplicación sólo responde al movimiento vertical del usuario (ver figura 27(a)). El segundo juego, el *SINAManzanas*, es para practicar el movimiento horizontal. Consiste en una cesta que tiene que recoger unas manzanas caídas de la parte superior de la pantalla. Esta aplicación sólo responde a los movimientos horizontales (ver figura 27 (b)).



Figura 27: (a) *SINADiana* (b) *SINAManzanas*.

Para dificultar o facilitar los juegos, el monitor puede aumentar o disminuir el tamaño de los objetivos (manzanas o dardos) y del recolector (diana o cesta), así como aumentar la velocidad de vuelo o de caída de los objetivos en cada uno de los niveles de dificultad. También se ha realizado una aplicación para avanzar en la práctica del movimiento vertical, el *SINAPong*. Se trata del clásico juego *Pong* donde el usuario tiene que parar el elemento volador que irá rebotando contra las paredes. Esta aplicación sólo responde a los movimientos verticales de cabeza del usuario (ver figura 28).

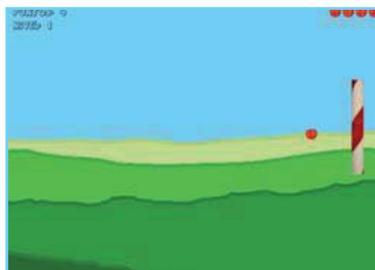


Figura 28: *SINAPong*.

Las siguientes aplicaciones son para practicar las acciones de la botonera. La acción más difícil de ejecutar es el arrastre, ya que implica quedarse quieto sobre un objeto, realizar un movimiento y volver a quedarse quieto. Una aplicación desarrollada para practicar esta operación es la creación de paisajes, el *SINAPaisaje*, donde el usuario puede colocar en la posición deseada los diferentes objetos que se presentan mediante el arrastre (ver figura 29).

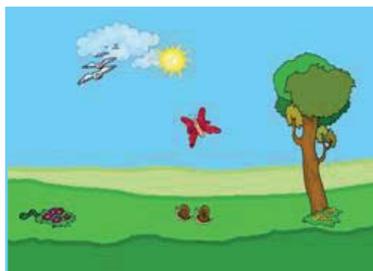


Figura 29: *SINAPaisaje*.

Finalmente, el *SINAPaint* es una aplicación simple para dibujar con selección de colores y grosor del lápiz (ver figura 30). Para dibujar se hace un clic izquierdo donde se desee empezar a dibujar y, hasta que no se vuelva a hacer clic izquierdo del ratón, se estará dibujando. Esta forma de trabajar es para evitar la operación de arrastre que es la más complicada con el SINA.

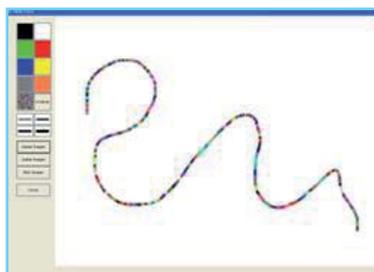


Figura 30: *SINAPaint*.

3.4. SINA EN LA PRÁCTICA, LAS EXPERIENCIAS EN LOS CENTROS

Con el objetivo fundamental de permitir el acceso a las nuevas tecnologías, y más concretamente el uso del ordenador como herramienta de apoyo, la primera iniciativa se ha centrado en posibilitar el acceso al ordenador al colectivo de personas con una discapacidad motriz mediante la aplicación SINA (Manresa-Yee et al. 2008, Muntaner et al. 2008).

Las acciones desarrolladas en esta primera fase se centran 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.

Para desarrollar ambas acciones se han seleccionado las siguientes asociaciones para la implantación y el desarrollo del SINA:

ASOCIACIÓN DE PARÁLISIS CEREBRAL DE BALEARES (ASPACE)

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.

<http://aspaceib.org/>

ASOCIACIÓN BALEAR DE ESCLEROSIS MÚLTIPLE (ABDEM)

Entidad sin ánimo de lucro, de ámbito autonómico, constituida el año 1994. Reúne unas 250 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, así como sensibilizar a la comunidad de las Illes Balears sobre 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.

<http://www.abdem.es/>

La coordinación de la intervención se ha realizado mediante reuniones con los equipos de la Universidad y los centros colaboradores. En el caso de ASPACE también se realizaron contactos con las familias. En concreto, todo el personal implicado en el proyecto asistió a una primera reunión en cada centro, con el fin de explicar los objetivos, presentar el SINA y explicar las posibles utilidades como también lo que se esperaba de la colaboración mutua.

El intercambio de información se ha canalizado mediante visitas periódicas de los diferentes miembros del equipo de trabajo de la Universitat de les Illes Balears. Además se contrató una persona con titulación en Educación Especial, quien se encargó de que se mantuviera un contacto permanente entre el equipo de trabajo de la Universidad y los terapeutas de los dos centros, asistiendo a las sesiones en ASPACE y en ABDEM, así como manteniendo informado a todo el equipo de trabajo.

Como forma de control y evaluación, 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.

LA EXPERIENCIA EN ASPACE

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

- **La 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. De esta forma, priorizamos a las personas que no disponen en la actualidad de un sistema lo suficientemente efectivo para interaccionar con el ordenador.

- **La posibilidad de trabajar objetivos curriculares y/o del programa de rehabilitación.** En segundo lugar se priorizan los usuarios que tienen posibilidades de trabajar objetivos curriculares una vez conseguida una correcta interacción con el ordenador.
- **La 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 conocen el funcionamiento del ordenador y que tienen una cierta experiencia de su uso.
- **El nivel cognitivo para entender el funcionamiento del programa.** Se priorizan los usuarios que pueden entender el funcionamiento del programa y seguir las indicaciones del terapeuta ocupacional.

Siguiendo estos criterios, en la Tabla 3 se resumen las características y los objetivos planteados con el SINA de los usuarios finalmente escogidos para realizar la experiencia en ASPACE.

Para la fase de aplicación se realizaron entre dos y tres sesiones de entrenamiento semanales de veinte a treinta minutos y los objetivos consistían en:

- El ajuste y adecuación del programa a cada usuario.
- La selección de las aplicaciones más adecuadas para el entrenamiento de cada usuario, teniendo en cuenta sus capacidades y motivaciones.

Durante toda la fase de aplicación se recopiló toda la información de cada sesión para realizar el proceso de evaluación del SINA, que se resume a continuación, para cada usuario (debido a la especificidad de características y objetivos de cada uno en particular). Se ha dividido la presentación de los resultados en tres fases diferentes:

- Al inicio de la utilización de SINA.
- Durante las sesiones.
- Al final de la experiencia.

También se describe una conclusión particular de cada usuario. Cabe resaltar que esta valoración ha sido realizada por los profesionales del centro ASPACE en colaboración con el equipo de la Universidad.

Tabla 3: Usuarios de SINA en la experiencia en el centro ASPACE.

USUARIO	EDAD	DIAGNÓSTICO	ACCESO AL ORDENADOR	OBJETIVOS PLANTEADOS CON EL SINA
1 (Ju)	5	P.C.I. Tetraplejía de predominio izquierdo y de tipología espástica.	Pulsador en tareas de causa-efecto y se inicia el barrido de opciones.	<ul style="list-style-type: none"> - Mejorar el control cefálico. - Aumentar la autonomía y la interacción con el entorno.
2 (G)	13	Plurideficiente. Parálisis cerebral infantil, tetraplegia, espástico atetósico con mayor afectación en las extremidades inferiores por la espasticidad y en las extremidades superiores por la atetosis. Muy frecuentemente presenta problemas respiratorios, problemas digestivos y crisis epilépticas.	Barrido de opciones automático y dirigido, se ha entrenado con una palanca de control (joystick) sin resultados satisfactorios.	<ul style="list-style-type: none"> - Desarrollar la estructuración espacial. - Mejorar el acceso al ordenador. - Desasociar los movimientos cervicales
3 (M)	15	Aciduria glutémica 1.	Mediante licornio y se inicia con la palanca de control.	<ul style="list-style-type: none"> - Mejorar el acceso al ordenador. - Conseguir una comunicación más funcional. - Corregir la postura de trabajo.
4 (Je)	42	Enfermedad neurodegenerativa espinocerebelosa progresiva	Con el ratón numérico y el estándar con mucha dificultad.	<ul style="list-style-type: none"> - Mejorar el acceso al ordenador.
5 (S)	30	Parálisis cerebral infantil de tipo tetraparesia espástica con trastorno afectivo bipolar.	Teclado numérico con protección por carcasa.	<ul style="list-style-type: none"> - Mejorar el control cefálico. - Mejorar el acceso al ordenador.
6 (P)	16	Distrofia muscular de Duchenne con diagnóstico de hiperactividad.	Con el ratón y teclado estándar.	<ul style="list-style-type: none"> - Facilitar la introducción de ayudas técnicas a medida que se necesiten a causa de la agravación de su situación. - Experimentar accesos alternativos a los periféricos convencionales. - Servir de usuario de control.

USUARIO 1 (JU)

Inicialmente:

- Alto nivel de motivación
- Conseguía dirigir el cursor y mantener la postura para hacer clic.

Durante las sesiones:

- Durante la sesión mantenía la cabeza siempre recta
- Se produjo una decaída general del estado físico y del nivel de motivación que, añadido a los inconvenientes iniciales del programa, hizo que se decidiese suspender las sesiones.

Actualmente:

- Se introdujo nuevamente al SINA pero no realiza las sesiones.
- Se continúa trabajando con programas causa-efecto

Conclusión:

- La valoración del trabajo con el SINA nos permite afirmar que se puede utilizar como actividad de refuerzo y que sirve para trabajar con su control cefálico.

USUARIO 2 (G)

Inicialmente:

- No seguía las indicaciones.
- Los movimientos eran bruscos, amplios y sin coordinación.
- No era capaz de dirigir el cursor, necesitaba la guía verbal y física del profesional para hacer los movimientos.
- No mantenía la atención y perdía frecuentemente el foco.
- Para entrenarse se utilizó el Microsoft Paint y diferentes presentaciones/actividades en formato Microsoft Powerpoint muy sencillas.

Durante las sesiones:

- Aunque le resultaba difícil, la motivación se mantenía muy alta.

Actualmente:

- Es capaz de dirigir el cursor en la dirección deseada. En ocasiones todavía utiliza el ensayo-error, pero aún así llega al punto deseado y puede seleccionar.
- Es capaz de hacer movimiento de la cabeza más continuos y coordinados.

- Es capaz de mantener la atención en la tarea.
- Comienza a poder interactuar con programas muy sencillos.

Conclusión:

- El SINA le permite explorar la direccionalidad de forma directa e interactuar autónomamente con programas sencillos.

USUARIO 3 (M)

Inicialmente:

- Trabajaba con el cuello flexionado realizando un gran esfuerzo motriz.
- Perdía frecuentemente el foco a causa de movimientos involuntarios o por dirigir la atención a otros estímulos.
- La trayectoria del cursor era discontinua y descoordinada.

Durante las sesiones:

- Participó muy activamente en la elección de las aplicaciones a utilizar.
- El entrenamiento se ha realizado principalmente con el Memory y con aplicaciones de aprendizaje de manejo del ratón.

Actualmente:

- Controla más los movimientos de la cabeza y en una postura más correcta.
- Casi no aparecen movimientos involuntarios de la cabeza durante la sesión.
- Trabaja de forma relajada.
- Es capaz de dirigir el cursor de manera controlada y de reseguir trayectorias.
- Es capaz de hacer clic en la botonera para seleccionar la función.
- Está generalizando las habilidades adquiridas con el manejo de la palanca de control.
- Ha comenzado a utilizar un teclado virtual.

Conclusión:

- Con SINA disfruta de un acceso más rápido que con otros dispositivos.

USUARIO 4 (JE)

Inicialmente:

- Mostraba fatiga física y psíquica.
- No era capaz de dirigir el cursor al punto deseado por falta de coordinación de los movimientos cefálicos.
- No era capaz de hacer clic a causa de los temblores.
- Resultó difícil ajustar su perfil a las variables que ofrece el SINA.

Durante las sesiones:

- Comenzamos a entrenar específicamente las direcciones y el mantenimiento de la cabeza en postura fija con plantillas del *Microsoft Paint*.
- Estaba motivada y no mostró frustración en ningún momento.

Actualmente:

- Trabaja aspecto cognitivos con programas educativos como el *Clic*.
- En este momento no puede hacer clic sobre la botonera porque aún se entrena. Además se está mirando que la botonera sea configurable o tenga diferentes acciones de activación.

Conclusión:

- Con SINA puede interactuar de forma satisfactoria con el ordenador sin fatiga.

USUARIO 5 (S)

Inicialmente:

- Intentaba dirigir el cursor con la mirada.
- El reconocimiento facial costaba mucho a causa de variables ambientales y por la posición en flexión de la cabeza.

Durante las sesiones:

- El foco se desplazaba a menudo por falta de control cefálico.
- A causa de la poca funcionalidad estuvo a punto de dejar de participar en el proyecto.
- Junto con el fisioterapeuta se reforzó el control y los movimientos cefálicos (horizontales, verticales y diagonales) con plantillas del *Microsoft Paint*.

Actualmente:

- Está trabajando aspecto cognitivos con programas educativos, como el *Clic*, y con programas de ocio.
- Aún no consigue utilizar la botonera, ni hacer clic sobre los iconos de programas.

Conclusión:

- El SINA le permite trabajar y entrenar el control cefálico e interaccionar de manera más funcional con el ordenador.

USUARIO 6 (P)

Inicialmente:

- Demostró un buen dominio del movimiento del cursor.
- Presentaba dificultades para seleccionar los botones y mantener el tiempo de espera para hacer el clic.

Durante las sesiones:

- El entrenamiento se ha hecho mediante juegos en línea de coches y búsqueda de imágenes en Internet.
- Se fueron corrigiendo compensaciones posturales.

Actualmente:

- Es autónomo en el uso del ordenador.
- Utiliza todas las funciones de la botonera en cualquier aplicación.
- Escribe con el teclado virtual.

Conclusión:

- El SINA le ha facilitado la introducción de las ayudas posturales además de favorecer la interacción con el ordenador.

Como resumen de la experiencia, a continuación se enumeran las conclusiones del equipo de terapeutas de ASPACE al finalizar la experiencia con el SINA:

1. Ha servido de herramienta de rehabilitación y educación. Ha resultado muy motivadora para los usuarios.
2. Ha mejorado el acceso y la interacción con el ordenador de todos los usuarios.
3. Ha reducido el esfuerzo físico de estos usuarios a la hora de interactuar con el ordenador.

4. La comunicación con el equipo informático y las modificaciones aportadas han contribuido en gran manera a hacer más funcional el programa (resultado de la aplicación del método de investigación/interacción).

5. Ha sido muy importante el hecho de poder configurar un perfil para cada usuario.

6. Los parámetros valorados al principio (seguimiento ocular, control y movimientos cefálicos) no han resultado significativos a la hora de hacer un uso funcional del SINA.

Finalmente, debido al éxito de la experiencia, los profesionales de ASPACE sugieren como futuras mejoras del SINA las siguientes líneas de investigación:

- Adaptación y/o diseño de aplicaciones de acceso y de interacción con el ordenador para facilitar el desarrollo de las habilidades de los usuarios del centro.
- A causa del uso intuitivo del sistema, adaptación del sistema para usuarios con afectaciones más graves de su capacidad intelectual.
- Continuación en la investigación de nuevas posibilidades de ejecución de la aplicación.
- Aplicación del SINA como herramienta rehabilitadora y de trabajo educativo aplicado al aula.

LA EXPERIENCIA EN ABDEM

La primera actuación, después de explicar el proyecto y de presentar el SINA al personal del centro, fue la selección de los usuarios. En esta experiencia los criterios utilizados fueron:

- Posibilidad de utilización del SINA como herramienta de acceso al ordenador, capaz de adaptarse a las necesidades futuras del usuario.
- Necesidad de un acceso alternativo al ordenador.
- Motivación para el aprendizaje de las NT.

- Nivel cognitivo.
- Capacidad funcional.

Siguiendo estos criterios finalmente fueron escogidos tres usuarios con el mismo diagnóstico: esclerosis múltiple primaria progresiva. Los objetivos del proyecto se concretaron en:

- Facilitar el acceso a la sociedad de la información.
- Presentar el mundo virtual como una fuente de conocimientos y de información a la cual pueden tener acceso.
- Mejorar la conciencia postural delante de una actividad.
- Conseguir un método accesible de comunicación escrita.

Para el primer usuario la temporalización fue de una sesión semanal; las primeras sesiones se dedicaron al aprendizaje del manejo del ordenador y se amplió su uso a la utilización de aplicaciones de Internet. Como conclusión de su uso se encontró que las dificultades más grandes se han encontrado en el uso del teclado virtual y se propone la necesidad de ajustar el SINA para que pueda ser utilizado mediante la voz.

En el caso del segundo usuario, el entrenamiento también se ha realizado en una sesión semanal. Después de una primera fase de aprendizaje en la utilización del ordenador, se buscaron formas de acceso más funcionales y se solicitó modificaciones en el perfil y la adaptación del teclado virtual. Se utilizó el SINA para realizar actividades con *Clic* y para acceder a Internet. En este caso, el procesador de voz no se presenta como necesidad, sino como un complemento para la mejora de la interacción.

Finalmente, para el tercer usuario la temporalización era de dos sesiones semanales. Las primeras sesiones se dedicaron al aprendizaje del uso del ordenador, durante la cual se manifiesta un alto grado de motivación. Rápidamente se constató la necesidad de posibilitar la personalización del SINA; delante de la decaída de interés que se produjo, optamos por modificar el perfil y adaptar un teclado virtual. Las dificultades a causa del déficit visual que padece el usuario ha condicionado el desarrollo de las sesiones, detectando la necesidad de dirigir las sesiones a tareas concretas, sobre todo a utilizar los servicios de Internet. Un hecho motivador para este usuario fue que SINA le permitió trabajar el control postural de forma efectiva.

Después de la experiencia, cabe comentar que en este momento consideramos que los aspectos siguientes también se tendrían que haber tenido en cuenta:

- El hecho de tener conocimientos básicos sobre informática.
- Presentar el SINA como una posible herramienta de acceso al ordenador más funcional que la utilizada habitualmente.

4. CONCLUSIONES

Partiendo del objetivo de proporcionar recursos, formación y asesoramiento a la población que ve limitado su acceso al sistema educativo y así extender las posibilidades que las TIC ponen a nuestra disposición, en esta primera fase del proyecto nos hemos centrado en la población que presenta una afectación en el área motriz, en concreto en las personas que tienen muy limitadas las capacidades de movimiento y/o presentan un cuadro degenerativo.

En este momento disponemos de un recurso, el SINA, que puede permitir el acceso y la interacción con el ordenador en este colectivo de personas y que ha generado muy buenas expectativas para las 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 asesorar para trabajar con el SINA en diferentes contextos, básicamente en las aulas educativas.

4.1. OBJETIVOS ALCANZADOS

Como se ha planteado al principio del documento, partimos de los objetivos básicos siguientes que valoramos a continuación:

1. Implantar y desarrollar el proyecto de Sistema de Interacción Natural Avanzado (SINA) para la integración de personas con discapacidad en entornos informáticos. Este objetivo ha sido logrado de forma satisfactoria por los usuarios de los centros donde se ha aplicado el sistema de interacción natural.
2. Desarrollar la aplicación docente multimedia sobre el programa del ratón facial avanzado orientado a las personas con discapacidad. Para dar respuesta a esta necesidad, se ha avanzado en el ajuste del SINA y se ha acompañado de diferentes aplicaciones según las demandas de los participantes.
3. Dar el apoyo tecnológico necesario para el desarrollo de la experiencia. Este proceso de acompañamiento ha sido clave para poder actualizar las versiones del programa a las necesidades de los usuarios de forma permanente. Para ello, disponemos de un conjunto de aplicaciones finales mucho más estables y eficientes.
4. Formar al profesorado de los centros escogidos para poder aplicar el proyecto desarrollado. Este objetivo se ha materializado en un proceso de formación y asesoramiento continuo, ya que se considera un elemento clave para poder recoger los perfiles de los usuarios y transmitir las necesidades de adaptación al sistema informático.
5. Realizar el seguimiento pedagógico para la implantación del SINA y dar el apoyo necesario para desarrollarlo. El seguimiento pedagógico se configura como un elemento clave para poder evaluar las mejoras realizadas y valorar las consecuencias pedagógicas y potenciales del sistema. También ha resultado necesario para definir nuevas vertientes de futuro del sistema propuesto y desarrollado por los miembros del proyecto.

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 sido demostrado en las presentaciones y las actividades públicas hechas y las contribuciones del sistema como futura herramienta de rehabilitación.

El SINA, como prototipo innovador e inicial que es, aún cuenta con determinadas limitaciones funcionales: en general presenta más dificultades si se utiliza con un ordenador portátil con cámara integrada. Tiene una funcionalidad limitada para dar órdenes con voz y la escritura se hace con un teclado virtual que limita la velocidad habitual de escribir. Su adaptación automática a los usuarios todavía es reducida. Las prestaciones aumentarían considerablemente si se complementan estas restricciones con un sistema de reconocimiento y sintetización de voz o sonidos (ARS/TTS) y nuevas aplicaciones multimedia adaptadas a las necesidades de los usuarios en particular. El sistema podrá evaluar la eficiencia de los usuarios en la ejecución de sus tareas y adaptarse dinámicamente a su evolución y desarrollo, optimizando así el periodo de aprendizaje y la facilidad en el uso final de la herramienta.

4.2. EXPECTATIVAS DEL SINA

Nuestra intención es realizar, a corto o medio plazo, una serie de actuaciones encaminadas a:

- Realizar un conjunto de aplicaciones de interacción natural que validen el uso de las aplicaciones desarrolladas a partir del SINA. En este sentido creemos conveniente extender su utilización a más centros para validar su uso y mejorar el sistema.
- Realización de experiencias piloto de aprendizaje mediante la creación de aplicaciones didácticas y el estudio de la utilización de nuevas interfaces, para posibilitar la educación a distancia de personas con y sin discapacidad mediante la creación de un espacio virtual.
- Realización de experiencias piloto en rehabilitación física y cognitiva, así como un estudio formal de su uso para la mejora de la calidad de vida.
- Explorar nuevas fronteras en la neuroplasticidad del cerebro, diseñando protocolos de valoración funcional de áreas cerebrales que puedan ser cuantificadas para las tareas de entrenamiento y (viendo su adaptación mediante el uso del sistema).

En resumen, pretendemos llevar a cabo diferentes experiencias siguiendo el criterio de diseño para todos y que, mediante el uso habitual de Internet, contribuyan a favorecer una vida activa e independiente y la puesta en marcha de soluciones concretas para lograr la inclusión y permanencia activa en la sociedad del conocimiento.

4.3. SINA PARA TOD@S

En estos momentos contamos con una tecnología que cumple una serie de requisitos para poder ser operativa y funcional: una tecnología precisa, versátil y eficiente, todo ello con un diseño y funcionamiento sencillo e intuitivo, capaz de adaptarse al usuario.

El SINA es una tecnología accesible desde el punto de vista:

- **ECONÓMICO:**

Es una aplicación gratuita descargable desde la red (<http://sina.uib.es>) y que necesita únicamente una cámara web de uso convencional.

- **EDUCATIVO:**

El sistema ha demostrado una gran capacidad de adaptación al usuario y facilidad de uso, tanto del propio usuario como, si es el caso, del personal técnico y educativo que lo acompaña.

- **TECNOLÓGICO:**

Los avances en materia de visión por ordenador propician mejoras en el diseño de interfaces basadas en los movimientos de cabeza u otras características faciales.

Consideramos que la interfaz es clave para posibilitar el acceso al ordenador, sobre todo si se trata de usuarios con graves problemas de movilidad. Por otra parte, también es un elemento clave para cualquier usuario que quiera interactuar con la tecnología de forma rápida y eficiente, aprovechando todas las posibilidades de trabajo, bien sea acompañando la interacción con órdenes verbales o mediante el movimiento de cara o elementos de la misma. En el sistema SINA, hasta el momento nuestras acciones se han enfocado a las personas con cierta discapacidad funcional, pero ¿no sería útil para tod@s interactuar con el ordenador utilizando posibilidades alternativas al tradicional teclado y ratón? Nuestros planteamientos se han dirigido fundamentalmente a personas o colectivos con alguna discapacidad y este aspecto del SINA

también merece reconsiderarse pues, posiblemente, muchas mejoras que se introducirán en un futuro no muy lejano en temas de interacción usuario-ordenador, se apoyarán en estudios basados en mejoras dirigidas a personas con discapacidad.

Éste es pues, nuestro planteamiento principal: diseñar una línea de intervención/investigación centrada en el usuario, sin más. Cada usuario interaccionará a su manera y sus características físicas no deben marcar diferencias en los sistemas de acceso. En estos términos, el concepto de discapacidad física se relativiza y pierde connotaciones diferenciadoras.

Finalmente, con el objetivo de conseguir el “SINA para tod@s” como complemento del proyecto, hemos creado una página web para difundir el proyecto a nivel global y, sobre todo, como una nueva vía de apoyo tecnológico y de colaboración entre usuarios del proyecto: <http://sina.uib.es/>

Desde esta página uno puede descargarse la aplicación y todas las aplicaciones/juegos que se han diseñado para el rápido aprendizaje del SINA, al igual que leer las experiencias de las asociaciones que ya han utilizado el SINA o aclarar dudas a través del foro.

REFERENCIAS

A.A.M.R. (1997). Retraso mental: definición, clasificación y sistemas de apoyo. Madrid: Alianza.

Barnes, C. (1999): Las teorías de la discapacidad y los orígenes de la opresión de las personas discapacitadas en la sociedad occidental. Barton, L. (comp.): Discapacidad y sociedad. Morata. Madrid. Págs.: 59-76.

Barreto, A.B., Scargle, S.D., Adjouadi, M. (1999): A real-time assistive computer interface for users with motor disabilities. In: ACM SIGCAPH Computers and the Physically Handicapped, vol. (64), pp. 6-16. ACM Press, New York (1999).

Cabero, J.; Córdoba, M. (2007) "Las TIC como elementos en la atención a la diversidad". En Cabero, J.; Córdoba, M.; Fernández, JM. (coords.) Las TIC para la igualdad. Ed. MAD. Sevilla.

Cooper, W. (1983). Cognitive Aspects of Skilled Typewriting. Springer-

Verlag, New York.

Dai, L., Goldman, R., Sears, A. and Lozier, J. (2004) Speech-based cursor control: a study of grid-based solutions. Proc. ASSETS '04. New York: ACM Press, 94-101.

Doherty, E., Cockton, G., Bloor, C. Benigno, D. (2000) Mixing Oil and Water: Transcending Method Boundaries in Assistive Technology for Traumatic Brain Injury. Proceedings on the 2000 conference on Universal Usability, Arlington, Virginia, United States Pp: 110 – 117, 2000.

Dvorak, A., Merrick, N.L., Dealey, W.L. and Ford, G.C. (1936). Typewriting Behavior. , American Book Company, New York.

Felzer, T. and Nordmann, R. (2008), Evaluating the Hands-Free Mouse Control System: An Initial Case Study. In K. Miesenberger et al. (Eds.): ICCHP 2008, LNCS 5105, pp. 1188–1195, 2008.c_Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2008.

Fundación Vodafone España (2005). Tecnologías de la Información y las Comunicaciones y Discapacidad. Dependencia y Diversidad.

Gips J. (2007) The EagleEyes Project, Boston College. Octubre de 2006. <http://www.bc.edu/schools/csom/eagleeyes/> . Last updated November, 2007. Last visited September 2008.

Gips J. and Olivieri P. (1996), “Eagle Eyes: An eye control system for persons with disabilities” The Eleventh International Conference on Technology and Persons with Disabilities, Los Angeles, March 1996.

i2010, the Information Space innovation & investment in R&D Inclusion (1995). http://ec.europa.eu/information_society/activities/einclusion/policy/accessibility/index_en.htm . Last visited September 2008.

Instituto Nacional de Estadística, 2009. <http://www.ine.es/> . Last visited January 2009.

Liebowitz, S. T. and Margolis, S. E. (1990) The Fable of the Keys, Journal of Law and Economics, Vol. 30, No. 1, pp. 1-26, April 1990.

Lorés, J., Granollers, T., Lana, S. “Introducción a la Interacción persona-ordenador” .Curso Introducción a la Interacción Persona-Ordenador <http://griho.udl.es/ipo/ipo/libroe.html>. Last visited January 2008, Last

updated September 2006.

Manaris, B. and Harkreader, A. (1998): "SUITEKeys: A Speech Understanding Interface for the Motor-control challenged", Proc. of ASSETS '98, pp.108-115. 1998.

Manaris, B., McCauley, R. and MacGybers, V. (2001): "An Intelligent Interface for Keyboard and Mouse Control –Providing Full Access to PC Functionality via Speech", Proc. of International Florida AI Research Symposium (FLAIRS '01), pp.182-188, 2001.

Manresa-Yee C., Varona J. , Perales F.J., Negre, F. , Muntaner J.J. (2008) Experiences Using a Hands-Free Interface ASSETS'08, ACM 978-1-59593-976-0/08/10. pp. 261-262.

Manresa-Yee C., Varona J., Perales F.J. (2006) Towards hands-free interfaces based on real-time robust facial gesture recognition. Proceedings Fourth Conference on Articulated Motion and Deformable Objects (AMDO) 4069 pp. 504-513.

McFarland, D.J., Sarnacki, W.A., Vaughan, T.M., Wolpaw, J.R.: Brain-computer interface (BCI) operation: Signal and noise during early training sessions. *Clinical*

Neurophysiology 116, 56–62 (2005).

Mihara, Y., Shibayama, E. and Takahashi, S. (2005) The migratory cursor: Accurate speech-based cursor movement by moving multiple ghost cursors using non-verbal vocalizations. Proc. ASSETS '05. New York: ACM Press, 76-83.

Muntaner J.J. , Perales F.J., Negre, F., Varona, J., Manresa-Yee, C. (2008). Sistema de Interacción natural avanzado (SINA): Proceso de mejora y ajuste para usuarios con parálisis cerebral y esclerosis múltiple en La igualdad de oportunidades en el mundo digital. ISBN: 978-84-96997-02-8. pp 139-151.

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*. Universitat de les Illes Balears. Departamento de Ciencias de la Educación.

Norman, D.A. and Fisher, D., 1982. Why alphabetic keyboards are not easy to use: keyboard layout doesn't much matter. *Human Factors* 24 5,

pp. 509–519.

Obrenovic Z, Abascal J, Starcevic D. Universal accessibility as a multimodal design issue. *Comm ACM* 2007; 50(5):83-8.

OMS (2001). Clasificación Internacional del Funcionamiento de la discapacidad y de la salud.

Porta, M. (2002): “Vision-based user interfaces: methods and applications” *Int. J. Human-Computer Studies*, 2002.

Sancho, J. (2008) “Recursos tecnológicos para la excepcionalidad. Una plétora de posibilidades enmarcadas en la realidad”. En Hurtado, M.D. y Soto, F.J. (coords.) *La igualdad de oportunidades en el mundo digital*. Universidad Politécnica de Cartagena. Región de Murcia.

Shneiderman, B. (1998): “Designing the user interface: strategies for effective human computer interaction”, 3rd ed, Addison Wesley. March 1998.

Soto, F.J.; Fernández, J.J. (2008) “A vueltas con la Tecnología para la Diversidad”. En Hurtado, M.D. y Soto, F.J. (coords.) *La igualdad de oportunidades en el mundo digital*. Universidad Politécnica de Cartagena. Región de Murcia.

Sporka, A.J., Kurniawan, S.H. and Slavík, P. (2006) Acoustic control of mouse pointer. *Universal Access in the Information Society*, 4(3):237-245.

Stainback, S. y W. (1999). *Aulas inclusivas*. Narcea. Madrid.

Turk, M. and Robertson, G. (2000): “Perceptual User Interfaces” *Communications of the ACM*, vol.43, nº3, pp. 32-34, 2000.

Varona, J., Manresa-Yee, C., Perales, F.J. (2008) *Journal of Network and Computer Applications* 31 pp. 357-374 , 2008.

Vlachou, A.D. (1999). *Caminos hacia una educación inclusiva*. Madrid: La Muralla.

Web Accessibility in Mind (1999). <http://webaim.org/articles/motor//motordisabilities.php> Last visited September 2008

LISTA DE ACRÓNIMOS



- Universitat de les Illes Balears (UIB)
- Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TICs)
- Asociación Americana de Retraso Mental (AAMR)
- Organización Mundial de la Salud (OMS)
- Encuesta de Discapacidad, Autonomía personal y situaciones de Dependencia (EDAD)
- Instituto Nacional de Estadística (INE)
- Interacción Persona Ordenador (IPO)
- Clasificación Internacional de Deficiencias, Discapacidades y Minusvalías (CIDDM)

- Clasificación Internacional de funcionamiento (CIF)
- Interfaces gráficas de usuario (IGU)
- Ventanas, Iconos, Menús y Dispositivos de puntero. Windows, Icons, Menus and a Pointing device en inglés (WIMP)
- Perceptual User Interface (PUI)
- Automatic Speech Recognition (ASR)
- Text to Speech (TTS)
- Personal Digital Assistant (PDA)
- Repetitive Strain Injury (RSI)
- Centro Estatal de Autonomía Personal y Ayudas Técnicas (CEAPAT)
- Brain Computer Interaction (BCI)
- Electro-encefalograma (EEG)
- Electro-oculograma (EOG)
- Electro-miografía (EMG)
- Estados Unidos de América (EUA)
- Asociación de Parálisis Cerebral (ASPACE)
- Asociación Balear de Esclerosis Múltiple (ABDEM)
- Unidad de Gráficos, Visión e Inteligencia Artificial (UGiVIA)
- Escuela inclusiva y diversidad (GREID)
- Lenguaje Unificado de Modelado (UML-Unified Modeling Language en inglés)