



**Universitat de les Illes Balears**



**Universitat de Lleida**



**UNIVERSITAT  
ROVIRA I VIRGILI**

**PAUTAS ERGONÓMICAS PARA LA  
INTERACCIÓN PERSONA ORDENADOR  
DISEÑO Y USO DE SISTEMAS PARA EL  
ACCESO A LAS TIC DE USUARIOS CON  
GRANDES DISCAPACIDADES MOTORAS**

Tesis doctoral

**AUTORA**

**Iosune Salinas Bueno**

**DIRECTORA**

**Dra. Francisca Negre Bennasar**

Doctorado Interuniversitario en Tecnología Educativa: Aprendizaje Virtual y Gestión  
del Conocimiento

*Departament de Pedagogia Aplicada i Psicologia de l'Educació*

Universitat de les Illes Balears

**Noviembre 2011**



A todos los que lo habéis hecho posible



# Agradecimientos

Sois muchos los que habéis hecho posible que haya llegado hasta aquí, y aunque no me caben todos los nombres, espero que en alguna parte de esta página os sintáis identificados.

El primer agradecimiento es para mis padres, porque me educaron como lo hicieron. Tan sencillo y complejo como eso. A los dos, gracias por ser un modelo. Para muchas cosas.

A Jesús, además, le debo haberse abstraído del papel de padre para orientarme, darme la información necesaria para tomar las decisiones y resolver los problemas que se me iban planteando, a partir de su visión experta y su lectura crítica.

Embarcarme en este proyecto se lo debo a Xisca Negre. Mi agradecimiento es tanto por la oportunidad que me dio en su momento como por la pasión y la responsabilidad social que me ha contagiado por el camino. Y en el proceso, por su orientación y su visión multidisciplinar, multidimensional e integradora, necesaria para que esto saliera adelante.

Incorporarme en el equipo de investigación del SINA fue fácil gracias al talante de sus miembros, a los que agradezco su acogida. Debo recordar especialmente a Cristina Manresa, que enseguida se puso codo con codo a trabajar conmigo diferentes aspectos de mi estudio para integrarlos en el proyecto global. A todos, compartir este proyecto ha sido, y sigue siendo, una experiencia enriquecedora.

Una persona clave en el proceso de investigación ha sido Miquel Salom, ya que facilitó muchísimo mi incorporación a la dinámica del proyecto y al trabajo de campo, por lo que suyo es parte del mérito de esta tesis. Gracias por todo eso y por los ratos de coche, sesiones de SINA, e incluso canciones compartidas.

El proceso de investigación fue posible gracias a los profesionales responsables de las sesiones del SINA en los diferentes centros participantes en el proyecto: logopedas, psicólogas, fisioterapeutas... Gracias por la paciencia que habéis tenido conmigo, y por la constancia y la ilusión con la que trabajáis día a día.

Evidentemente, este proyecto habría sido imposible sin los usuarios. Gracias a Ma, Se, Gu, MAS, Co, Is, Sa, El, Ra, Ga, Ni, Ca y Ou, por su participación, por dejarse observar y estudiar. Y por seguir trabajando con el ordenador, aprendiendo y riendo cada día.

A mis compañeros les debo el haberme dejado espacio y tiempo para avanzar. Además de haberme servido de inspiración, de referencia, haber reflexionado conmigo o haberme asesorado. Gracias por todos los cafés, tés, reuniones de pasillo y partidos de padel en los que todo esto se ha ido gestando.

Me queda el agradecimiento a todos los amigos que han tenido que jugar el papel de lectores, críticos, revisores, maquetadores, transcriptores, asesores, seguidores del #ThisisThesis y hasta conejillos de indias. Gracias por escucharme, apoyarme, ilusionaros e involucraros en este proyecto, por los ratos de ocio necesarios como vía de escape y por no dejarme desaparecer de vuestras vidas durante este tiempo. No me cabéis todos aquí, lo que solo es señal de la suerte que tengo.

Finalmente, me queda agradecerle muchas cosas a Albert, que ha vivido conmigo esta tesis con todo lo que ello implica. Gracias por compartir los momentos de alegría o de frustración, de ilusión o de cansancio que han ido apareciendo por el camino. Por los abrazos cuando he necesitado fuerzas y todos los desayunos que ha tenido que preparar para que yo pudiera trabajar las mañanas de domingo en la tesis. Gracias por recorrer este camino conmigo.







# Índice

Resumen.....	19
Abstract.....	20
1 INTRODUCCIÓN.....	23
1.1 Presentación del estudio.....	25
1.2 Estructura del Informe.....	28
2 Contextualización.....	31
2.1 Las TIC y la sociedad de la información.....	33
2.2 De la sociedad de la información a la sociedad del conocimiento.....	35
2.3 Igualdad de oportunidades en la sociedad del conocimiento.....	36
2.4 Discapacidad y acceso a las TIC.....	40
2.5 Interacción persona ordenador de personas con discapacidad.....	42
2.6 SINA como recurso de apoyo.....	57
2.7 Condiciones ergonómicas en la interacción con el ordenador de personas con grandes discapacidades físicas.....	66
3 Definición del problema.....	77
4 Objetivos.....	85
5 Alcance del estudio.....	89
6 Marco teórico de referencia.....	95
6.1 El sistema hombre-máquina.....	100
6.2 Ergonomía.....	104
6.3 Interacción persona ordenador (IPO).....	111
6.4 Ergonomía en la interacción persona ordenador .....	113
6.5 Discapacidad.....	115
6.6 Diseño universal.....	125
6.7 Tecnología en el contexto educativo .....	129
6.8 Innovación tecnológica en el contexto educativo.....	134

6.9 El punto de encuentro .....	139
7 Metodología.....	143
7.1 Metodología seleccionada.....	145
7.2 Variables del estudio.....	147
7.3 Muestra del estudio.....	149
7.4 Consideraciones éticas.....	153
7.5 Fases y estructura del estudio.....	154
7.6 Técnicas e instrumentos para la recogida de datos.....	160
7.6.1 Análisis documental.....	164
7.6.2 Entrevistas.....	171
7.6.3 Observación.....	179
7.6.4 Recogida de datos y su correspondencia con la estructura del estudio.....	183
7.7 Posibles limitaciones del estudio .....	189
7.8 Análisis de datos.....	190
8 Presentación y análisis de los resultados.....	196
8.1 Fase de análisis de la situación y definición del problema.....	203
8.1.1 Punto de partida: pautas ergonómicas generales y experiencias previas.....	204
8.1.2 Perfiles de usuario: capacidades de los usuarios.....	209
8.1.2.1 Datos obtenidos sobre capacidades de los usuarios.....	211
8.1.2.2 Resumen de los datos.....	228
8.1.3 Las condiciones de uso del SINA.....	236
8.1.3.1 Datos obtenidos sobre las condiciones de uso del SINA.....	238
8.1.3.2 Resumen de los datos .....	278
8.2 Fase de desarrollo de soluciones.....	285
8.2.1 Manual de pautas ergonómicas para el acceso al ordenador mediante SINA. .	287
8.3 Fase de evaluación de soluciones en la práctica .....	300
8.3.1 Valoración de las pautas por parte de los informantes clave.....	300

8.3.1.1 Datos obtenidos sobre la valoración de las pautas ergonómicas propuestas .....	301
8.3.1.2 Resumen de los datos.....	307
8.3.2 Validación de las pautas y criterios ergonómicos propuestos.....	308
8.3.2.1 Datos obtenidos sobre la eficacia de las pautas ergonómicas aplicadas. .	310
8.3.2.2 Resumen de los datos.....	324
8.4 Fase de análisis de la situación y definición del problema (2º ciclo de diseño y desarrollo).....	326
8.5 Fase de desarrollo de soluciones (2º ciclo de diseño y desarrollo).....	332
8.6 Fase de evaluación de soluciones en la práctica (2º ciclo de diseño y desarrollo) ..	335
8.6.1 Validación de las pautas y criterios ergonómicos propuestos.....	335
8.6.1.1 Datos obtenidos sobre la eficacia de las pautas ergonómicas aplicadas..	336
8.6.1.2 Resumen de los datos.....	342
8.7 Fase de producción de documentación y principios de diseño.....	344
8.7.1 Resultados de la validación.....	344
8.7.2 Principios de diseño.....	353
9 Conclusiones.....	357
9.1 Reflexiones sobre el proceso seguido y el abordaje del tema.....	360
9.2 Cumplimiento de los objetivos de investigación.....	365
9.3 Principales aportaciones de la investigación.....	366
9.4 Propuestas y líneas de investigación futuras.....	372
BIBLIOGRAFIA.....	377
Bibliografía consultada: publicaciones.....	379
Bibliografía consultada: normativas y estándares.....	389
Bibliografía consultada: páginas web institucionales y de organismos consultados.....	391
Publicaciones derivadas de esta investigación.....	393
ANEXOS.....	395

# Índice de Figuras

Figura 2-1. Clasificación de dispositivos de entrada de datos según su estandarización (diseño para una población general o estándar) o su individualización.).....	45
Figura 2-2. Trackball (izquierda) y joystick (derecha).....	47
Figura 2-3. Touchpad o ratón de placa (izquierda) y pantalla táctil (derecha).....	48
Figura 2-4. Imagen de un teclado virtual.....	48
Figura 2-5. Teclado de conceptos (izquierda) y teclado de una mano (derecha).....	49
Figura 2-6. Ratón para pie (izquierda) y pulsador o conmutador (derecha).....	50
Figura 2-7. Carcasa para teclado (izquierda) y licornio o varilla para la cabeza (derecha)..	52
Figura 2-8. Logotipo del SINA.....	57
Figura 2-9. Botonera gráfica del SINA.....	58
Figura 2-10. Imágenes del uso del SINA en las sesiones individuales.....	61
Figura 2-11. Imágenes de SINABloques y SINABloques II con diferentes configuraciones. .....	64
Figura 2-12. De izquierda a derecha, imágenes de SINADiana, SINAPong y SINAManzanas. ....	64
Figura 2-13. Izquierda, imagen del SINAPaint. Centro y derecha, imágenes de dibujos realizados con el SINAPaint.....	65
Figura 2-14. De izquierda a derecha, imágenes de SINAPaisaje, SINAMemory, SINASimón y SINAMaze.....	65
Figura 2-15. Postura de referencia teórica en sedestación. Fuente: Ergonomic SeatingTN..	68
Figura 2-16. Plano de Frankfurt (1) y línea de visión (2) de un usuario, formando el ángulo de la línea de visión ( $\alpha$ ).....	70
Figura 6-17. Situación central del marco teórico de referencia.....	97
Figura 6-18. Esquema del marco teórico de referencia. ....	99
Figura 6-19. Esquema del sistema hombre-máquina.....	101

Figura 6-20. Esquema del análisis y abordaje ergonómico del sistema H-M en el caso de personas con discapacidad.....	121
Figura 6-21. Abordaje de la situación desde la ergonomía.....	124
Figura 6-22. Situación central y elementos que incluye el abordaje desde el diseño universal.....	128
Figura 6-23. Abordaje de la situación central desde la perspectiva de la innovación tecnológica en el contexto educativo.....	134
Figura 7-24. Proceso de la investigación de diseño y desarrollo (Reeves, 2000).....	154
Figura 7-25. Estructura de la investigación, adaptando el esquema de Reeves.....	157
Figura 7-26. Fases y tareas del estudio. Adaptado del esquema de fases de la investigación de diseño y desarrollo (Reeves, 2000).....	159
Figura 7-27. Entrevista inicial (Ei): Preguntas teóricas de investigación y su correspondencia con las preguntas de entrevista.....	174
Figura 7-28. Entrevista de evaluación inicial de las pautas ergonómicas (Ep_i): Preguntas teóricas de investigación y su correspondencia con las preguntas de entrevista.....	176
Figura 7-29. Entrevista de valoración de la aplicación de las pautas ergonómicas (Ep_val): Preguntas teóricas de investigación y su correspondencia con las preguntas de entrevista.....	178
Figura 7-30. Variables e instrumentos de recogida de datos que se combinaron en diferentes fases de la investigación. ....	195
Figura 8-31. Plano de Frankfurt (1) y línea de visión (2) de un usuario, formando el ángulo de la línea de visión ( $\alpha$ ).....	209
Figura 8-32. Imagen de la usuaria 1 Ma.....	214
Figura 8-33. Imagen del usuario 2 Se.....	215
Figura 8-34. Imagen del usuario 3 Gu.....	216
Figura 8-35. Imagen de la usuaria 4 MAS.....	217
Figura 8-36. Imagen de la usuaria 5 Co.....	218
Figura 8-37. Imagen de la usuaria 6 Is.....	219
Figura 8-38. Imagen de la usuaria 7 Sa.....	220
Figura 8-39. Imagen del usuario 8 El.....	221
Figura 8-40. Imagen del usuario 9 Ra.....	222

Figura 8-41. Imagen del usuario 10 Ga.....	223
Figura 8-42. Imagen de la usuaria 11 Ca.....	224
Figura 8-43. Imagen del usuario 13 Ni.....	227
Figura 8-44. Postura de los usuarios 1 Ma, 3 Gu, 8 El, 9 Ra, 10 Ga y 13 Ni.....	234
Figura 8-45. Postura de los usuarios 2 Se y 4 MAS.....	235
Figura 8-46. Postura de los usuarios 6 Is, 7 Sa y 11 Ca.....	235
Figura 8-47. Imagen de perfil y frontal de la postura de trabajo de la usuaria 1 Ma.....	240
Figura 8-48. Ángulo visual de la webcam de la usuaria 1 Ma.....	247
Figura 8-49. Imagen de perfil y frontal de la postura de trabajo del usuario 2 Se.....	248
Figura 8-50. Usuario 2 Se: Ángulo de inclinación de la cabeza (plano de Frankfurt 30°), provocando un ángulo de visión de -30°. .....	249
Figura 8-51. Ángulo visual de la webcam del usuario 2 Se.....	250
Figura 8-52. Imagen de perfil y frontal de la postura de trabajo del usuario 3 Gu.....	251
Figura 8-53. Ángulo visual de la webcam del usuario 3 Gu.....	252
Figura 8-54. Imagen de perfil y frontal de la postura de trabajo de la usuaria 4 MAS. Se indica en línea punteada en verde la situación aproximada de la columna, y su postura....	253
Figura 8-55. Ángulo visual de la webcam de la usuaria 4 MAS.....	255
Figura 8-56. Imagen de perfil y frontal de la postura de trabajo de la usuaria 5 Co.....	257
Figura 8-57. Ángulo visual de la webcam de la usuaria 5 Co.....	258
Figura 8-58. Imagen de perfil y frontal de la postura de trabajo de la usuaria 6 Is.....	259
Figura 8-59. Ángulo visual de la webcam de la usuaria 6 Is.....	260
Figura 8-60. Imagen de perfil y frontal de la postura de trabajo de la usuaria 7 Sa.....	261
Figura 8-61. Usuaria 7 Sa. Ángulo de la línea de visión.....	262
Figura 8-62. Imagen de perfil y frontal de la postura de trabajo del usuario 8 El.....	263
Figura 8-63. Imagen de perfil y frontal de la postura de trabajo del usuario 9 Ra.....	265
Figura 8-64. Usuario 9 Ra: Ángulo de la línea de visión.....	266
Figura 8-65. Imagen de perfil y frontal de la postura de trabajo del usuario 10 Ga al inicio de la sesión.....	267

Figura 8-66. Usuario 10 Ga apoyado en el respaldo.....	267
Figura 8-67. Imagen de perfil y frontal de la postura de trabajo de la usuaria 11 Ca.....	269
Figura 8-68. Usuaría 11 Ca: ángulo de la línea de visión.....	270
Figura 8-69. Ángulo visual de la webcam de la usuaria 11 Ca.....	271
Figura 8-70. Imagen de perfil y frontal de la postura de trabajo del usuario 13 Ni.....	273
Figura 8-71. Ángulo visual de la webcam del usuario 13 Ni.....	274
Figura 8-72. Postura inicial de la usuaria 4 MAS (a la izquierda) y postura en la fase de validación (a la derecha).....	311
Figura 8-73. Imagen de la usuaria 4 MAS captada por la webcam en fase de análisis (a la izquierda) y en la fase de validación (a la derecha).....	311
Figura 8-74. Imagen de la webcam de la usuaria 7 Sa en la fase de análisis (izquierda) y en la fase de valoración (derecha).....	314
Figura 8-75. Ángulo de la línea de visión de la usuaria 7 Sa en la fase de análisis (izquierda) y en la fase de valoración (derecha).....	315
Figura 8-76. Ángulo visual de la webcam e imagen de la webcam del usuario 9 Ra en la fase de análisis (izquierda) y en la fase de valoración (derecha).....	318
Figura 8-77. Imagen de la webcam del usuario 9 Ra en la fase de análisis (izquierda) y en la fase de valoración (derecha).....	320
Figura 8-78. Ángulo de visión de la usuaria 11 Ca en la fase de análisis y en la fase de validación.....	321
Figura 8-79. Imagen de la webcam de la usuaria 11 Ca en la fase de análisis (izquierda) y en la fase de valoración (derecha), tras la aplicación del zoom.....	322
Figura 8-80. Imagen de las sesiones con el SINA de la usuaria 6 Is en la fase de análisis (izquierda) y en la fase de valoración (derecha).....	337
Figura 8-81. Imagen de perfil y frontal de la postura de trabajo de la usuaria 7 Sa en la fase de validación del segundo ciclo de la investigación.....	339





# RESUMEN

La sociedad del conocimiento tiene como base el acceso, la transmisión e intercambio de información, y la comunicación entre miembros de la misma, principalmente a través de las tecnologías de la información y la comunicación (TIC). Es responsabilidad de esta nueva sociedad garantizar que todos sus ciudadanos adquieran las competencias necesarias para su participación social independientemente de sus capacidades, características u origen. Para ello, uno de los pilares fundamentales será posibilitar la participación en procesos formativos a todos sus miembros, teniendo en cuenta la diversidad de capacidades, habilidades y necesidades.

Las personas con discapacidad pueden alcanzar un acceso ordinario a las tecnologías a partir del cumplimiento de los principios del diseño universal y garantía de la accesibilidad, o bien a través de productos de apoyo. Es el caso de los sistemas de acceso al ordenador basados en visión por ordenador que detectan el movimiento de la cabeza, en los que se centra esta investigación, destinados a dar respuesta a las necesidades de acceso a personas cuya capacidad no permita el uso de otro tipo de dispositivos, como es el caso de personas con graves limitaciones de la movilidad.

Los requisitos y recomendaciones ergonómicos habituales no recogen situaciones como estas, que implican nuevos elementos en el equipo de trabajo (la cámara que detecta el movimiento de la cabeza), y en los que las personas que utilizan el ordenador no cumplen los estándares antropométricos, presentando diversidad de posturas y adaptaciones al esfuerzo y al movimiento al interactuar con el ordenador.

Se pretende mediante esta investigación identificar las condiciones ergonómicas adecuadas para el uso de dispositivos de entrada de datos basados en visión por ordenador mediante la detección de movimientos de la cabeza, concretamente el SINA, por parte de personas con grandes discapacidades motoras, para establecer las pautas necesarias para garantizar un mínimo esfuerzo físico al usar el ordenador, teniendo en cuenta sus características y las de su afección, el entorno y equipo a utilizar, las tareas y los tiempos de trabajo.

Se decidió utilizar la metodología de diseño y desarrollo, por estar orientada a una mejor comprensión de los pasos de un proceso de creación, elaboración, y evaluación de un producto, en este caso las pautas ergonómicas. El proceso de investigación se completó en dos ciclos continuos de diseño, validación, análisis y rediseño.

Los resultados constan de la identificación de las condiciones ergonómicas adecuadas para el uso del ordenador mediante el SINA, y de las pautas ergonómicas para la adecuación del uso del ordenador mediante este dispositivo a cada usuario, reunidas en un manual que queda disponible a todos los usuarios del SINA y al público en general. Asimismo, se aportan los principios de diseño en los que se basó la propuesta de solución al problema de investigación.

# ABSTRACT

The knowledge society is based on accessing, transferring and sharing information as well as communication among members, mainly through information and communication technologies (ICTs). This new society is responsible for ensuring that all citizens acquire the skills needed for social participation regardless of their abilities, characteristics or origin. With this purpose, it will be necessary to enable all members to participate in educational processes, taking into account the diversity of skills, abilities and needs.

People with disabilities can achieve regular access to technologies when principles of universal design and accessibility are guaranteed. Otherwise, they can access to technology through assistive technologies, such as alternative input devices.

This is the case of human computer interaction (HCI) by means of vision-based hands-free input devices using head movement detection, specifically SINA, which is the focus of this research.

Ergonomic requirements and recommendations are addressed to anthropometric and demographic standard users, equipments and workstations. They neither cover HCI with input devices that involve new equipment elements such as the camera that detects motion, nor present specific recommendations for people with diversity of postures and movements in their interaction with the computer.

This research aims to identify the appropriate ergonomic conditions for the use of vision-based hands-free input devices using head movement detection by people with severe motor disabilities, as well as setting guidelines to ensure minimal physical effort for the target user population, taking into account their characteristics, abilities and needs, the environment and equipment, the tasks and working times.

The design and development methodology was used, as it is directed toward a better understanding of the steps in a process of creating, processing, and evaluation of a product, in this case the ergonomic guidelines. The research process was completed by two cycles of design, validation, analysis and redesign.

The results include the identification of appropriate ergonomic conditions for using the computer with SINA, and the ergonomic guidelines to adapt the use of the computer to each individual. These guidelines are compiled in a manual that is available for SINA users, as well as for the general public. Results also provide design principles on which the research problem solution was based on.

*Clic.*

*Todo empieza con un clic.*

*Se abre una ventana.*

*Ya está lista para trabajar, esperando a que todo se acabe de cargar.*

*¡Ahora! El ordenador también está listo “Muy bien, pequeño, vamos allá”. Sonríe. A veces lo humaniza, después de tantas horas frente a frente.*

*“Primero pondremos algo de música, siempre está bien trabajar con música. Veamos... ¡Oh! ¡Será posible!” Otra vez ha cerrado la ventana por accidente. Siempre le pasa lo mismo... en fin, paciencia.*

*Empieza de nuevo: abre la ventana, espera a que todo se cargue... y selecciona música. “¿Qué ponemos hoy? Algo movido, necesito animarme. Esto mismo irá bien”. Selecciona el archivo y... ya está, empieza a sonar. Mucho mejor.*

*Sentada frente al ordenador, va moviendo ligeramente la cabeza. Pero no al ritmo de la música, aunque le gusta tenerla de fondo. Su ritmo es otro, sus movimientos marcan el recorrido del puntero en la pantalla.*

*Se detiene.*

*Clic... y una ventana se abre. Un teclado virtual.*

*Vuelve a moverse, y el cursor le sigue. Y así, con su particular ritmo de movimientos y pausas, va marcando tecla a tecla, escribiendo.*

*Puede que esté chateando, o contestando un mail. Puede que esté escribiendo un ensayo, o una redacción. O quizá trabajando. O que esté utilizando un sistema de comunicación alternativo para llamar a alguien, porque el ordenador es su manera de comunicarse.*

*Quién sabe...*



# **1 INTRODUCCIÓN**



# 1 Introducción

## 1.1 Presentación del estudio

Las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) son un elemento imprescindible para el acceso, transmisión e intercambio de información, aspectos clave en la llamada sociedad del conocimiento. Sin embargo, encontramos situaciones en las que determinadas personas no pueden acceder no ya la información, sino a la utilización misma de la tecnología, impidiendo su participación en la sociedad. Los motivos para estas situaciones son varios (personales, sociales, económicos,...), siendo uno de los principales la presencia de alguna discapacidad que impida la interacción con la tecnología, diseñada para personas con capacidad funcional completa.

Con el fin de garantizar la igualdad de oportunidades en el acceso a las TIC para todos los ciudadanos de la sociedad del conocimiento, es imprescindible asegurar una interacción persona ordenador basada en el diseño universal, que garantice que todos puedan utilizar la tecnología (en este caso, el ordenador) que les permita la participación en la sociedad. Para ello, se investiga de manera multidisciplinar el diseño, evaluación e implementación de los sistemas de interacción, y sistemas y recursos de apoyo.

Uno de los sistemas aparecidos en los últimos años es el desarrollado por la UGiVIA (Unidad de Gráficos y Visión por Ordenador e Inteligencia Artificial) e implantado por dicha unidad y por el GREID (Grupo de Educación Inclusiva), con la colaboración del Grupo de Tecnología Educativa, todos ellos grupos de investigación de la Universitat de les Illes Balears (UIB). El producto de apoyo desarrollado, SINA (Sistema de Interacción Natural Avanzado), permite la interacción persona ordenador a partir de una aplicación que permite el seguimiento de la nariz, de manera que el usuario puede controlar el movimiento y eventos del ratón. Para llevar a cabo las acciones del ratón existe una botonera gráfica siempre visible sobre la pantalla que incluye todos estos eventos. SINA trabaja en

condiciones normales de iluminación y fondo, con una webcam estándar por lo que se obtiene un sistema de bajo coste. Además no se necesita colocar ningún sensor ni elemento externo sobre el usuario, por lo que se normaliza su situación delante del ordenador.

La implantación del SINA se realizó de manera gradual en diferentes centros educativos. En la primera fase se empezó en dos centros (uno con una población mayoritariamente con parálisis cerebral infantil y el otro con personas con esclerosis múltiple), a modo de pilotaje. Posteriormente se incorporó en la dinámica de centros de educación especial y talleres ocupacionales, y por último inició su integración en aula en centros ordinarios, siempre a partir de un proceso participativo y de estrecha cooperación entre los centros y los profesionales participantes y el equipo de investigación en sí, que integraba diferentes disciplinas del campo de la informática y de la educación.

A pesar de que el propio diseño del SINA respetaba los principios del diseño universal, por los cuales un producto debe garantizar un uso equiparable y flexible, debe ser simple e intuitivo, la información debe ser perceptible, debe tener tolerancia al error, debe exigir poco esfuerzo físico y su tamaño debe ser adecuado para el acceso y uso. Estos dos últimos puntos requerían una atención especial en el caso de personas con discapacidades físicas que pudieran presentar características que determinaran unas condiciones específicas de uso (movimientos limitados o descoordinados, aparición de espasticidad, etc).

Se hacía necesario un estudio en detalle de las condiciones de uso del producto, tanto para el uso saludable por parte del usuario<sup>1</sup> como su utilidad como elemento de facilitación en la implantación y uso del producto.

---

<sup>1</sup> Las denominaciones “usuario”, “terapeuta”, “responsable” e “investigador” aparecen en género masculino cuando se habla de estas figuras de manera genérica, y deben entenderse referidas indistintamente al género masculino o femenino. Cuando se hace referencia a un usuario o una usuaria en concreto, o al terapeuta o a la terapeuta responsable de las sesiones del SINA se especifica el género correspondiente.



Ese fue el momento de incorporación de otra disciplina en el equipo de investigación del proyecto SINA<sup>2</sup>, la Ergonomía, y mi incorporación en el proyecto, añadiendo una visión desde el ámbito más concreto de la salud y la prevención.

El valor de la integración, dentro de un equipo de investigación ya constituido, de un perfil como el que yo aportaba provenía de una trayectoria académica y profesional y unas áreas de interés muy ligadas tanto a la promoción como a la recuperación de la salud y el bienestar de las personas.

La Fisioterapia, en primer lugar, me aportó una visión holística e integral de la salud, y herramientas para la promoción y recuperación de la salud. La Ergonomía, más adelante, me permitió profundizar más en el campo de la prevención, procurando por la salud de las personas al interactuar con máquinas, instrumentos, etc... con tecnología al fin y al cabo.

El master y la línea de doctorado en Tecnología Educativa, en los que me incorporé por relación con mi papel actual de docente, no estaban reñidos con mi anterior trayectoria, puesto que se trata de interacción de personas con la tecnología para alcanzar otro de los valores que se integran en el concepto de bienestar personal y social, la educación de los ciudadanos y la participación de las personas en la sociedad en igualdad de oportunidades.

La tesis que aquí presento supuso la oportunidad de trabajar en un tema que encajaba en mis líneas y áreas de interés, en el que pudiera aportar el conocimiento de las disciplinas desde las que provenía y cuyos resultados podían reportar un beneficio directo para las personas usuarias de tecnología.

Aparecía así esta investigación, integrada en el diseño, desarrollo e implantación del SINA, que pretendía el estudio ergonómico de la interacción de los usuarios con el ordenador mediante este dispositivo con el fin de establecer las pautas necesarias para garantizar un mínimo esfuerzo físico por parte de los usuarios, teniendo en cuenta sus características y capacidades, la configuración que permite el SINA, el entorno y equipo a utilizar, las tareas y los tiempos de trabajo.

---

<sup>2</sup> Dado que el SINA no es solo un producto final, sino que forma parte de un proceso de investigación e innovación desarrollado mediante el diseño, desarrollo, implantación y mejora, para orientar y ubicar al lector se hará referencia al proceso completo como “proyecto SINA”, mientras que al hablar del recurso de apoyo, el producto en sí, se nombrará como “SINA”.

## 1.2 Estructura del Informe

El informe que aquí se presenta se inicia con la contextualización del tema, situándonos en la sociedad en la que se desarrolla esta investigación y la importancia del uso de la tecnología en la conformación de la sociedad de la información.

En ella se plantea la necesidad de cumplir del principio de igualdad de oportunidades para que esta sociedad efectivamente se convierta en la sociedad del conocimiento que pretende ser, y las situaciones en las que este principio de igualdad no se cumple. Concretamente, se tratan las implicaciones de la presencia de discapacidad para la interacción persona ordenador, y las alternativas de acceso, para posteriormente introducir el sistema concreto de acceso al ordenador que se estudia, el SINA. Se exponen también las condiciones ergonómicas generales de la interacción persona ordenador para garantizar su uso saludable por parte de personas con grandes discapacidades físicas o motoras.

Se pasa entonces a enmarcar el estudio en sí, definiendo primero el problema de investigación, los objetivos y el alcance del mismo, para después establecer el marco teórico desde el que se aborda el tema. En este caso, son múltiples las perspectivas desde las que se estudia la cuestión a investigar, lo que convierte esta tarea en compleja, abordando materias y conceptos como Ergonomía, Interacción Persona Ordenador (IPO), Discapacidad, Diseño Universal, Inclusión o Tecnología Educativa para el análisis de una misma situación, eje del estudio, que es el de la interacción de una persona con discapacidad física con el ordenador mediante un recurso de apoyo (sistema de entrada de datos alternativo).

Se procede luego a la contextualización metodológica, estableciendo el tipo de estudio realizado, las variables y la muestra utilizadas, así como la estructura, las técnicas de recogida y de análisis de datos.

En el capítulo de presentación y análisis de los resultados se exponen las diferentes fases de la estructura del estudio, mostrando los resultados hallados en cada momento. Así,

se va desarrollando el estudio completo, recogiendo finalmente los resultados globales del mismo.

Por último, el capítulo de conclusiones presenta las reflexiones sobre el proceso, el abordaje y los resultados obtenidos, las aportaciones principales de esta investigación y las implicaciones, propuestas y líneas futuras de trabajo.



## **2. CONTEXTUALIZACIÓN**



## 2. Contextualización

### 2.1 Las TIC y la sociedad de la información

Vivimos en una sociedad en constante cambio, que continuamente se redefine y evoluciona en los roles, relaciones, principios y valores. Esta evolución, más pausada o en forma de revolución, viene marcada por múltiples factores como la economía, los movimientos sociodemográficos, los cambios políticos, culturales, educativos, etc. Uno de estos factores es el desarrollo y la innovación tecnológica, que en los últimos tiempos ha cobrado más protagonismo.

La sociedad en la que nos encontramos se ha ido conformando, en gran parte, por la revolución tecnológica experimentada en las últimas décadas. El final del siglo XX se caracterizó, además de por los sucesos históricos acaecidos en los diferentes países, por una transformación de la cultura hacia un paradigma tecnológico, principalmente en torno a las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) (Castells, Martínez Gimeno, & Alborés, 1999; 2001). Se detectaba ya que la sociedad industrializada empezaba a transformarse en una sociedad en la que el principal ímpetu no recaía ya sobre los procesos industriales en sí, en la que la información (y con ella la capacidad de almacenamiento, transmisión e intercambio) iba tomando una posición central.

Esta transformación fue acompañada de una democratización del uso de la tecnología. Clásicamente, muchas tecnologías solo podían ser utilizadas por aquellas personas que dominaban conocimientos y habilidades específicos. Sin embargo, en el contexto de este nuevo paradigma tecnológico se fue extendiendo y socializando el uso de la tecnología, y con él el diseño hacia las capacidades y necesidades humanas, lo que ha posibilitado que personas sin formación específica sean capaces de utilizar muchas de las tecnologías disponibles hoy en día, destinadas a mejorar la vida diaria (Shneiderman, Plaisant, & Sánchez Cuadrado, 2006).

El desarrollo tecnológico, acompañado por la socialización de las tecnologías, en este caso de la información y la comunicación, ha propiciado una sociedad que se ha dado en llamar sociedad de la información. Este término hace referencia a un modelo de sociedad en el que la creación, almacenamiento, distribución y manejo de la información es la actividad social y económica más significativa (Masuda, 1984; Castells et al., 1999; 2001).

La aparición de herramientas de comunicación mediada por ordenador como el correo electrónico, el Chat, la telefonía IP o la videoconferencia, la creación de las primeras comunidades virtuales, así como Internet y con ella infinitas posibilidades, entre ellas las redes sociales, han propiciado este cambio, flexibilizando las coordenadas espacio-tiempo en el acceso e intercambio de información y en la comunicación, y cambiando radicalmente la cantidad y calidad de información gestionada (creada, almacenada, rescatada) (Cabero & Llorente, 2006; Pérez i Garcías & Salinas, 2001; Pérez i Garcías, 2002; Mansell, 1990).

En este contexto, se producen una serie de cambios que transforman la sociedad que conocíamos, definidos por Duderstand (1997) (Salinas, 2004; Gisbert Cervera, 2004):

- La importancia del conocimiento como un factor clave para determinar seguridad, prosperidad y calidad de vida.
- La naturaleza global de nuestra sociedad.
- La facilidad con la que la tecnología posibilita el rápido intercambio de información.
- El grado con el que la colaboración informal entre individuos e instituciones está reemplazando a estructuras más formales, como corporaciones, universidades, gobiernos.

Así, las TIC han posibilitado el acceso casi ilimitado a la información generada por otros facilitando un rápido intercambio de información y suprimiendo barreras de espacio y tiempo antes presentes. Esto ha ido modificando a su vez las formas de organización humana, pasando a estructuras más ágiles y flexibles de colaboración y cooperación, tanto en ámbitos laborales como personales de los ciudadanos, en el contexto de una sociedad globalizada.



## 2.2 De la sociedad de la información a la sociedad del conocimiento

Uno de los elementos enumerados como cambios a consecuencia de la aparición de la sociedad de la información es la importancia del conocimiento como factor clave para la prosperidad y la calidad de vida. La información adquirida, por tanto, tiene un valor limitado si no se clasifica, analiza y procesa de manera reflexiva, creando por tanto conocimiento (Mansell, 1990).

La sociedad del conocimiento es el paso evolutivo siguiente a la sociedad de la información. Se trata de una sociedad que quiere acceder a la información como piedra de construcción para avanzar con el uso de la misma. Ambas sociedades comparten rasgos similares, pero tienen también diferencias (Mansell, 1990), siendo la conversión de información en conocimiento el factor crítico distintivo.

La sociedad del conocimiento sería aquella en la que sus miembros gozan de igualdad de oportunidades para tratar la información de manera analítica y con pensamiento crítico, incorporándola y transformándola en conocimiento. Se requiere, para ello, el fortalecimiento de los procesos de aprendizaje para asegurar tanto la creación de conocimiento como la apropiación social del conocimiento creado (Cisneros, García, & Lozano, 1998).

Los ciudadanos son aprendices permanentes a lo largo de la vida, y necesitarán competencias adecuadas para la participación en esta nueva sociedad (Valdés Payo, 2008; Gisbert Cervera, 2004; Cisneros et al., 1998; Salinas, 2004):

- Alfabetización digital: habilidades en el uso de las tecnologías de la información y la comunicación existentes, así como en el análisis, gestión, recuperación y evaluación de la información.
- Competencias relacionadas con el aprendizaje de nuevas situaciones, entornos y roles profesionales y sociales.

- Pensamiento analítico y crítico, para saber detectar, entre toda la información disponible, aquella que le resulta útil, reflexionar sobre ella y poder convertirla en conocimiento.

La Educación, entendida no solo como educación formal sino como todas aquellas fórmulas de aprendizaje, tiene en esta nueva sociedad un papel relevante, la responsabilidad de formar ciudadanos que participen activamente de la sociedad del conocimiento, como factor clave para obtener una mejor calidad de vida.

## **2.3 Igualdad de oportunidades en la sociedad del conocimiento**

Para hablar de una sociedad del conocimiento real debe garantizarse una igualdad de oportunidades a todos sus ciudadanos, tal como afirmaban Cisneros et al. (1998). El principio de igualdad efectiva supone que las necesidades de todas y cada una de las personas son de igual importancia, que el respeto a la diversidad humana debe ser el que inspire la construcción de las sociedades y que deben emplearse todos los recursos disponibles para garantizar que todos los ciudadanos disponen de oportunidades iguales a la hora de participar en la vida social (IMSERSO, 2003).

La interacción social, el acceso a la educación o al mundo laboral son algunos ejemplos de condiciones básicas para la participación plena en la sociedad de la información y del conocimiento en las que se debe garantizar la igualdad. En todas ellas, el acceso a las TIC constituye ya un elemento fundamental.

La velocidad del cambio tecnológico, factores económicos, políticos, culturales, demográficos o personales, pueden provocar que una parte de la población no forme parte de la sociedad digitalizada, creando la llamada *brecha digital* y provocando por tanto realidades de marginación y exclusión. En este sentido, encontramos situaciones en las que

determinadas personas no pueden acceder no ya la información, sino a la utilización misma de la tecnología, por lo que no se cumple el principio de igualdad de oportunidades y la evolución a sociedad del conocimiento no sería tal. Para cumplir con el principio de igualdad de oportunidades, la sociedad debería tener en cuenta la diversidad de situaciones a las que debe dar respuesta, como población en zonas geográficamente poco accesibles o con una alta dispersión demográfica, personas con pocos recursos económicos, de edad avanzada o personas con discapacidad. Personas a las que, precisamente, las TIC podrían en muchos casos ayudar y beneficiar, facilitando su acceso a la sociedad.

Las personas que presentan algún tipo de discapacidad forman parte de los casos que nombrábamos anteriormente, en los que se deben tener en cuenta la diversidad y las necesidades particulares que presentan, ya que son susceptibles de sufrir discriminación en sus oportunidades de participación en la sociedad si esta no ha tenido en cuenta sus características específicas.

La discapacidad se entiende como la interacción entre las condiciones de salud de una persona y el contexto en el que se desenvuelve, por lo que será este el que permita o no desarrollar al máximo las capacidades del individuo (OMS, 2001). La adaptación del entorno, utilizando los recursos necesarios para ello, posibilitará el desarrollo de sus capacidades y favorecerá su participación en la sociedad en igualdad de oportunidades.

El principio de igualdad de oportunidades se va integrando poco a poco en las estructuras económicas y sociales de los diferentes países. En este sentido, en los últimos años han aparecido diferentes normativas y proyectos nacionales e internacionales que pretendían garantizar la igualdad de oportunidades y la accesibilidad para personas que, por sus características, presentaran dificultades para el acceso a las TIC, principalmente por motivo de la presencia de alguna discapacidad.

En Europa, a partir de la “Comunicación de la Comisión sobre Igualdad de Oportunidades de las Personas con Minusvalía”, en 1996, se estableció en la Unión Europea (UE) que el principio de igualdad de oportunidades de todos los ciudadanos era un valor inalterable, común a todos los estados miembros, y el fundamento del planteamiento basado en el reconocimiento de los derechos de las personas con discapacidad (IMSERSO, 2003).

En España se promulgó la Ley 51/2003, de 2 de diciembre, de igualdad de oportunidades, no discriminación y accesibilidad universal de las personas con discapacidad (LIONDAU), que tenía aplicación directa en los ámbitos de espacios públicos, infraestructuras y edificación, transportes, bienes y servicios, y hacía mención especial a las tecnologías, productos y servicios relacionados con la sociedad de la información y medios de comunicación social.

Por su parte, el Plan de Accesibilidad ACCEPLAN 2003-2010 se puso en marcha con la intención de ser un marco de referencia, un documento de propuestas para la acción concreta en la que confluyeran todas las actuaciones de promoción de la accesibilidad del IMSERSO (IMSERSO, 2003).

A nivel internacional, más adelante, la Convención Internacional sobre los Derechos de las Personas con Discapacidad (2006), adoptada por la Asamblea General de las Naciones Unidas y ratificada por España, estableció la obligación de emprender o promover la investigación y el desarrollo, la disponibilidad y el uso de las nuevas tecnologías, incluidas las TIC, ayudas para la movilidad, dispositivos técnicos y tecnologías de apoyo adecuadas para las personas con discapacidad, con el fin de asegurar el acceso en igualdad de condiciones al entorno físico, el transporte, la información y las comunicaciones.

En cuanto a marcos normativos más específicamente dirigidos a la accesibilidad de las TIC, la UE definió su objetivo de la “eAccesibilidad” en Europa dentro de la iniciativa i2010 (Comisión Europea, 2007), que determinaba las orientaciones políticas generales de la sociedad de la información y los medios de comunicación. La UE concertó en 2006 una serie de objetivos en relación al uso y disponibilidad de Internet, a la alfabetización digital y a la accesibilidad a las TIC, que se plasmaron en la “Declaración de Riga” (2006). Posteriormente, en 2008, se emitió la Comunicación “Hacia una sociedad de la información accesible”, que reforzaba e impulsaba las acciones necesarias para alcanzar los objetivos marcados en Riga.

Como consecuencia de la implantación de estas políticas, Europa ha logrado reducir diferencias en el acceso y uso de servicios digitales en cuanto a factores como la edad, el género o el lugar de residencia. En relación a otros factores, como el nivel educativo, nivel

económico o la presencia de discapacidad, las disparidades de acceso se resisten a desaparecer (Observatorio Fundación Vodafone-CERMI, 2011).

Para lograr los objetivos establecidos por las diferentes normativas, declaraciones y planes existentes es necesaria la creación de estructuras, servicios, dispositivos que puedan ser utilizados por la mayor población posible sin distinción de sus condiciones sociales, físicas o cognitivas, facilitando así la accesibilidad y la participación de todos los ciudadanos en la sociedad según el principio de igualdad. Es decir, se requiere el diseño para todos, o diseño universal, que supone la creación de productos y entornos utilizables por el máximo número de personas sin necesidad de adaptación o diseño específico.

La accesibilidad y la aplicación de los principios del diseño universal, por tanto, son necesarias para garantizar que todos los ciudadanos puedan participar en igualdad de condiciones en la sociedad del conocimiento, sean cuales sean sus condiciones demográficas, geográficas, económicas, sociales o personales.

En el caso concreto de personas con discapacidad, la accesibilidad a las tecnologías, las TIC entre ellas, puede tener un beneficio aún mayor. Al igual que el resto de casos que nombrábamos susceptibles de padecer marginación o exclusión por sus características, la accesibilidad a las tecnologías en personas con discapacidad puede tener el efecto de equiparación de oportunidades, facilitando la participación de las personas con discapacidad en todos los niveles de la vida (Muntaner, 2000; Sánchez Montoya, 2002). Pero si vamos un paso más allá, en determinados casos de personas con algunos tipos de discapacidad el acceso a la tecnologías, y a las TIC entre ellas, puede ser una oportunidad de integración y normalización, e incluso la única manera de adaptar el entorno a sus necesidades y características, permitiendo por tanto el máximo desarrollo de sus capacidades físicas, mentales, y/o sociales y su autonomía personal (Gisbert Cervera, 1998; Muntaner, 2000; Negre, 2010).

## 2.4 Discapacidad y acceso a las TIC

La Encuesta sobre Discapacidades, Deficiencias y Estado de Salud de 2008 (INE, 2008) permitió conocer nuevas cifras sobre las personas con discapacidad en España. Estos datos favorecieron la comprensión de la situación a la que se enfrenta la sociedad a la hora de tener en cuenta la realidad social y la calidad de vida de personas con discapacidad, su acceso a bienes y servicios, los apoyos con los que cuentan o las barreras a las que se enfrentan.

Según los resultados obtenidos de la Encuesta, el número de personas mayores de 6 años con alguna discapacidad era de 3,85 millones, alcanzando una tasa del 85.5 por mil habitantes. Las deficiencias osteoarticulares eran las más frecuentes, aunque la deficiencia que causaba un mayor número de discapacidades por persona era la mental. Las discapacidades más frecuentes estaban relacionadas con la motricidad (moverse o trasladar objetos, uso de brazos o manos) (67,2%), el 55,3% presentaban problemas relacionados con las tareas domésticas y el 48,8% referían dificultades con las tareas del cuidado e higiene personal, aumentando la prevalencia con la edad. En total, eso suponía 2,8 millones de personas con dificultades para realizar las actividades de la vida diaria. En el caso de los niños menores de 6 años, se estudiaron las deficiencias que podrían producir discapacidades, siendo el número de niños en estas circunstancias de más de 60.000.

En cuanto a la participación en la sociedad, un 28,3% de las personas con discapacidad en edad laboral trabajaban, con el mayor porcentaje de población ocupada entre las personas con discapacidades auditivas y visuales (42,8% y 32,8%), un 21,6% correspondía a personas con limitaciones en la movilidad y el menor porcentaje se daba en aquellas personas con limitaciones de aprendizaje y de aplicación de conocimientos y desarrollo de tareas (8,2%) y de interacciones y relaciones personales (11%). La escolarización de los niños entre 6 y 15 años con discapacidad era alta, un 97,2%, en su mayoría en centros ordinarios en régimen de integración, y cerca del 20% en centros de educación especial, aunque en muchos casos se producían ausencias, que llegaban a más de un mes en el 14,6% de los casos. Las actividades de ocio principales eran ver la televisión,

escuchar la radio y realizar ejercicio físico, mientras que las actividades que requerían desplazamientos (viajar, asistir a cursos, visitar museos, etc.) eran poco frecuentes. En el ámbito de las relaciones sociales, la red social se limitaba en muchos casos al ámbito familiar más cercano. Siete de cada diez individuos encuestados manifestaron tener poca o ninguna posibilidad de establecer nuevas amistades, y a dos de cada tres les resultaba imposible o casi imposible dirigirse a personas fuera de su entorno.

Como se puede comprobar, ya en 2008 eran muchas las personas que requerían una adecuación de su entorno para el máximo desarrollo de sus capacidades, tanto si nos referimos al entorno físico inmediato como a su entorno familiar, laboral o social. A muchas de estas personas la tecnología, y las TIC en concreto, pueden resultarles de utilidad en esta tarea, facilitando su acceso a bienes y servicios, al mundo laboral, a actividades de ocio o a las relaciones sociales, así como a la educación, con el valor añadido de equiparación de oportunidades y formación de ciudadanos de la sociedad de la información.

Si se analiza el uso de ordenadores, acceso Internet y uso del teléfono móvil (Miranda de Larra, 2007) entre la población con algún tipo de discapacidad, se puede observar la diferencia de uso de uno a otro dispositivo o acceso según el tipo de discapacidad. El teléfono móvil había tenido más uso en general, ya que se trata de una herramienta de comunicación que aumenta la autonomía de la persona. El ordenador personal, por su parte, fue utilizado como herramienta de trabajo, de aprendizaje y de ocio, así como para la rehabilitación. Su uso fue más extenso entre las personas con discapacidad visual y discapacidad intelectual, por su valor como herramienta de aprendizaje y rehabilitación, así como por los apoyos recibidos por entidades como la ONCE, aunque según los encuestados las dificultades para su uso eran debidas a que los modelos de ordenador no eran adecuados, o en el caso de las personas con discapacidad física, el 64% de los encuestados alegaron serios problemas de ergonomía, y por tanto de accesibilidad. En relación al acceso a Internet, las personas con discapacidad era menos probable que fueran usuarios de Internet (Vicente & Lopez, 2009), y entre los que sí lo eran, era más habitual la navegación entre personas con discapacidad visual, y menor en el resto de casos, por motivos como la falta de formación, de comprensión o por la necesidad de acceder a través del ordenador, que de por sí puede presentar barreras.

La accesibilidad a las TIC es ya un elemento necesario para la participación social, e imprescindible para evolucionar hacia la sociedad del conocimiento, y aunque se hacen grandes esfuerzos para conseguir que todos los ciudadanos accedan a ellas, todavía hay mucho camino por recorrer. Para ello se deberán aplicar los principios del diseño universal, con la intención de que la utilización de diferentes TIC no necesite de adaptaciones ni modificaciones específicas, consiguiendo un acceso normalizado.

Sin embargo, en determinadas situaciones la aplicación de los principios del diseño universal no es suficiente para cubrir las necesidades de algunos individuos para su acceso a las TIC, por lo que se recurre a recursos, productos o sistemas de apoyo, que son aquellos fabricados específicamente para compensar las limitaciones en la actividad y en la participación.

De esta manera, personas con discapacidades graves o limitaciones muy concretas, a las que la accesibilidad general no haya dado respuesta, pueden alcanzar un acceso ordinario a las tecnologías a través de productos de apoyo. Dada la importancia de estos sistemas y recursos será necesario valorar la adecuación de diseño y uso de los mismos, con el fin de garantizar que las personas con discapacidad puedan participar en la sociedad en condiciones adecuadas (Negre, 2010).

## **2.5 Interacción persona ordenador de personas con discapacidad**

El ordenador personal, en sus diferentes tamaños, formatos y diseños, se ha convertido en uno de los dispositivos tecnológicos más familiares en la vida diaria de las personas, y se ha incorporado en ella como muchos otros instrumentos y aparatos habituales del hogar. Se trata de una herramienta muy versátil, tanto para trabajo u ocio con los programas del ordenador mismo, como en su papel de ventana a Internet o herramienta de comunicación cuando se cuenta con conexión.



En el contexto de la sociedad de la información y de la deseada sociedad del conocimiento, constituye una de las herramientas TIC fundamentales, por lo que se deberá garantizar su diseño basado en el diseño para todos y la igualdad de condiciones para que todos los ciudadanos puedan hacer uso de ellos.

La interacción persona ordenador (IPO) hace referencia a la forma en la que las personas se comunican con los ordenadores (Abascal & Nicolle, 2001; Abascal & Nicolle, 2005; Manresa Yee, 2009). La interacción en sí forma parte de un sistema compuesto por el usuario (sus características, experiencias, habilidades y necesidades), el ordenador (las aplicaciones y dispositivos de entrada y salida de datos), el ambiente en el que se realiza esta interacción (iluminación, temperatura, ruido, etc.) y el contexto de la tarea a realizar (dificultad y complejidad de la tarea y el ámbito en el que se encuentra: educativo, laboral, ocio, etc.)

Al abarcar tanto aspectos de diseño del ordenador como de estudio de la persona, y de la interacción entre ambos en un contexto determinado, la IPO implica necesariamente un enfoque multidisciplinar, convirtiéndose en el punto de encuentro de varias ciencias y disciplinas relacionadas con el conocimiento o estudio de los diferentes elementos del sistema (sistema hombre-máquina): informática, psicología, biomecánica, sociología, antropología, diseño industrial, ergonomía... y aquellas correspondientes al ámbito en el que esté ubicada la tarea (educación, salud, etc...).

A pesar de los esfuerzos por estas disciplinas de crear un sistema en el que la interacción sea eficiente, segura y satisfactoria y de la aplicación de principios de diseño universal, nos encontramos con situaciones en las que el conjunto del sistema no da respuesta a las características, habilidades y necesidades de la persona que lo utiliza. Este puede ser el caso de personas con diferentes tipos de discapacidad al encontrarse con diversos tipos de barreras a la hora de interactuar con el ordenador, provocadas por condiciones ergonómicas inapropiadas, el diseño inadecuado del equipo o la necesidad de recursos de apoyo o individualizaciones.'

El principal problema de comunicación con el ordenador para las personas que presentan algún tipo de discapacidad física, concretamente para el movimiento de brazos y

manos, es la accesibilidad física a los dispositivos de entrada de datos. La interacción persona ordenador está todavía basada en la combinación tradicional de interfaz, ratón y teclado, que requiere una elevada destreza manual y un gran control de la motricidad fina. En el caso de personas con discapacidad sensorial, la dificultad principal se encuentra en la interacción con los sistemas de salida de datos. Si, en cambio, hablamos de personas con discapacidad psíquica, pueden presentarse problemas relacionados con el procesamiento de la información, o bien con la comprensión del funcionamiento de dispositivos de entrada y salida de datos (Perales, Muntaner, Varona, Negre, & Manresa-Yee, 2009).

Nos centraremos ahora en los dispositivos de entrada de datos, ya que el tipo de usuarios que estudiaremos en esta investigación son personas con discapacidad física. Esto no significa, sin embargo, que olvidemos con ello que los diferentes tipos de discapacidad pueden presentarse simultáneamente, circunstancia que se deberá tener en cuenta a la hora de seleccionar un dispositivo de entrada adecuado para un usuario determinado, o bien al diseñar y desarrollar nuevos dispositivos o sistemas de entrada de datos.

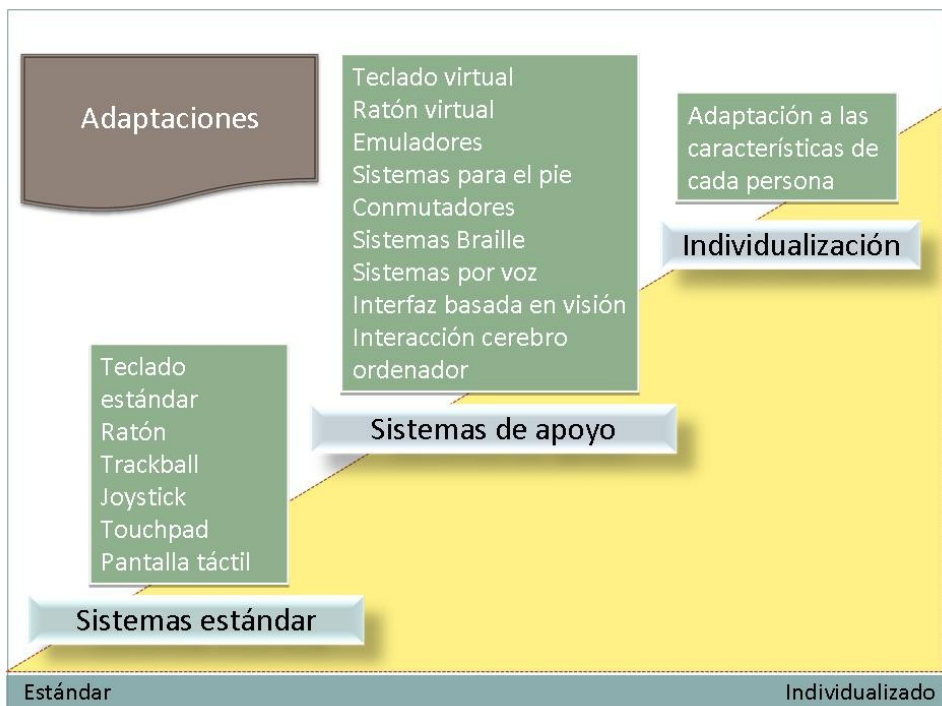
A continuación se presentan una serie de dispositivos de entrada de datos, clasificados según su nivel de estandarización o normalización (Perales et al., 2009), es decir, la proximidad a lo diseñado para la población general. Esta no pretende ser una lista exhaustiva de los dispositivos existente ya que, dado el rápido avance de la tecnología y de la informática, cualquier intento de catalogación de dispositivos tecnológicos queda rápidamente obsoleto. Sin embargo, se considera interesante para contextualizar el momento tecnológico en que aparece esta investigación.

Siguiendo este criterio de clasificación, encontraremos (CEAPAT, 2009; Manresa Yee, 2009; Perales et al., 2009; Sánchez Montoya, 2002)

- **Dispositivos estándar.** Aquellos utilizados de manera generalizada, diseñados para el usuario estándar y normalmente activados por contacto manual.
- **Dispositivos o sistemas de apoyo:** aquellos diseñados como alternativa a los dispositivos estándar para situaciones en los que éstos no resultan eficientes. Pueden utilizar para su activación el contacto de las manos, pero también puede darse

mediante contacto o presión de otras partes del cuerpo (pie, boca, cabeza). También se incluyen en este grupo los sistemas de interacción persona ordenador que no utilizan las vías antes nombradas, sino movimiento de la cabeza, reconocimiento de voz, movimiento de los ojos e incluso el pensamiento.

- **Adaptaciones.** Recursos de apoyo utilizados como accesorios de los dispositivos anteriores para que puedan resultar adecuados a personas con dificultades para manejarlos.
- **Individualizaciones.** Estrategias de adaptación que tienen como objetivo la optimización de la interacción de una persona concreta con el ordenador, teniendo en cuenta sus necesidades, habilidades y características, y no las de una población de usuarios.



**Figura 2-1. Clasificación de dispositivos de entrada de datos según su estandarización (diseño para una población general o estándar) o su individualización.)**

### **Dispositivos estándar de entrada de datos.**

- Teclado estándar. El teclado, a día de hoy el método principal de entrada de datos de texto, es un dispositivo que consta de una serie de teclas, normalmente colocadas según la distribución QWERTY<sup>3</sup>, que al ser pulsadas accionan el correspondiente carácter alfanumérico. Para su uso se requiere motricidad fina y un entrenamiento previo, para colocar los dedos en la posición adecuada y conocer la ubicación de los caracteres y funciones, y así utilizarlo de manera eficiente.
- Ratón. Es un dispositivo de puntero que permite al usuario navegar en una interfaz gráfica. Dado su bajo coste y su gran disponibilidad en el mercado es muy utilizado. Los ratones pueden ser mecánicos, ópticos u óptico-mecánicos y tener uno o más botones para la ejecución de diferentes eventos. Permiten una posición relajada del antebrazo y un reposo de la mano en posición cómoda, con un control preciso con pequeños movimientos. Requieren una coordinación de movimientos de la extremidad que lo maneja y de control de la prensión palmar, así como el establecimiento de la relación causa - efecto entre el movimiento del ratón y la direccionalidad en la pantalla.
- Trackball o ratón de bola. Se trata de un dispositivo de puntero basado en una bola encajada en una cavidad con sensores, de tal manera que el usuario acciona y rueda la bola a través de la palma de la mano o los dedos. Este tipo de dispositivo exige menos coordinación de movimiento que el ratón y es estable sobre el escritorio, permitiendo así el uso con golpes o movimientos enérgicos, aunque se sigue necesitando la relación entre el movimiento de la bola y el movimiento del cursor en la pantalla.

---

<sup>3</sup> QWERTY es la distribución más común de teclado. Su nombre proviene de las primeras seis letras de la fila superior de teclas.



**Figura 2-2. Trackball (izquierda) y joystick (derecha).**

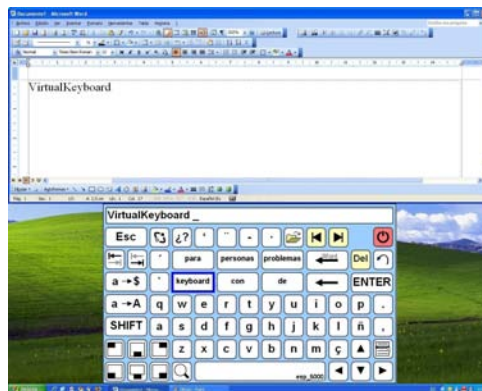
- Joystick. El joystick es una barra que pivota sobre una base, aportando ángulo y dirección al sistema. Originario de los dispositivos de control de aviones, su diseño estaba orientado a su uso manual, pero hoy en día existen joysticks diseñados para su activación con las partes del cuerpo que el usuario mantenga funcionales: barbilla, mejilla, lengua, etc.
- Touchpad. Los ratones tipo touchpad o también llamados de placa o tableta se basan en una superficie plana, sensible a la presión de un lápiz especial o del dedo, que traduce los movimientos de éstos a la posición del cursor en la pantalla. Las funciones correspondientes a los botones se realizan a través de toques sobre la misma superficie, o bien mediante botones adjuntos a la misma. Para su utilización se requiere de una motricidad fina y disociación del movimiento de los dedos.
- Pantalla táctil. Dispositivo que permite la interacción con la pantalla de manera directa y muy intuitiva, a través de una simple orden táctil transmitida a través de la yema de los dedos o de un accesorio tipo varilla, que puede manejarse mediante la cabeza, boca o fijación en alguna parte del cuerpo. Las exigencias de coordinación para la utilización de este tipo de dispositivos son menores, y al basarse en una comunicación táctil directa con los elementos de la pantalla, no requiere de asociación entre movimiento del dispositivo y movimiento del cursor.



**Figura 2-3. Touchpad o ratón de placa (izquierda) y pantalla táctil (derecha).**

### **Dispositivos o sistemas de apoyo**

- Teclado virtual. Software que simula un teclado en la pantalla, ofreciendo todas sus funciones, y que se activa mediante el clic del ratón. Este tipo de dispositivo permite la configuración de diferentes aspectos para adaptarlos al usuario, como el tamaño de teclado y de las teclas o la disposición de las mismas. A través de este dispositivo el usuario puede acceder a las funciones de un teclado utilizando cualquier sistema de manejo del puntero que se adapte a sus características y habilidades.



**Figura 2-4. Imagen de un teclado virtual.**

- Ratón virtual. Software que simula un ratón en la pantalla, ofreciendo todas sus funciones, y que se activa mediante el dispositivo de puntero.

- Emulador de ratón. Dispositivo físico o virtual que simula un ratón y todas sus funciones mediante el accionamiento directo o indirecto (a través de adaptaciones) de una serie de botones para indicar el movimiento.
- Emulador de teclado. Dispositivos físicos que realizan todas las funciones de un teclado a partir de la pulsación de una sola tecla o de conmutadores.
- Teclado de conceptos. Con una finalidad eminentemente comunicativa o educativa, este teclado está integrado por celdas sensibles al tacto, configurable en función del programa con el que se quiera utilizar, en el que cada celda o grupo de celdas puede ser asociado con cualquier palabra, carácter o función que se desee, a partir de plantillas diseñadas a la medida del usuario o grupo de usuarios al que va destinado.



**Figura 2-5. Teclado de conceptos (izquierda) y teclado de una mano (derecha).**

- Teclado ampliado. Se trata de un teclado con la misma distribución y teclas que el teclado estándar, pero de mayor tamaño para facilitar la localización y pulsación de las teclas.
- Teclado reducido. Puede ser un teclado con el número de teclas y funciones estándar o con funciones y teclas reducidas, de menor tamaño que el habitual, de tal manera que reduzca el movimiento necesario para su funcionamiento.
- Teclado de una mano. Teclados con distribución orientada al manejo con una sola mano, orientada a los usuarios que no tienen la capacidad de utilizar el teclado con ambas manos.

- Sistemas para el pie. Son dispositivos diseñados para la emulación del ratón, mediante el accionamiento de pedales. Pueden basarse en pedales tipo conmutador o bien un pedal y un scroll, de tal manera que se opere el puntero con este y se activen los eventos del ratón con el pedal.
- Conmutadores. Se trata de sistemas de tipo interruptor que permiten la entrada de datos por sistema de barrido o por codificación. Pueden activarse por presión, inclinación, soplo o palanca, pudiendo adaptarse así a las capacidades de los diferentes usuarios con limitación de movilidad.



**Figura 2-6. Ratón para pie (izquierda) y pulsador o conmutador (derecha).**

- Anotador electrónico en Braille. A través de estos dispositivos específicos de entrada de datos, el usuario puede tomar notas en braille, así como almacenar y transmitir la información.
- Sistemas de reconocimiento de voz. Este sistema estudia los parámetros de la voz del usuario, y permite la interacción con diferentes niveles: puede convertir sonidos (palabras, vocalización no verbal o cualquier entonación) en movimiento del cursor, o bien introducir datos y dar órdenes con la voz o dictar textos mediante el habla continua. De esta manera, pueden acceder al ordenador usuarios que no tengan capacidad de movimiento pero sí sean capaces de emitir sonidos de manera voluntaria.
- Sistema o interfaz basada en visión. Los sistemas o interfaces basados en la visión por ordenador localizan y perciben al usuario y sus acciones, en un contexto de interacción persona ordenador, reconociendo movimientos y gestos en tiempo real



para utilizarlos en la comunicación con el ordenador. A través de este sistema pueden acceder al ordenador personas que no tengan capacidad de movimiento de las extremidades, o bien que presenten espasticidad, movimientos incontrolados o temblores, utilizando los movimientos de la cabeza o de los ojos. Más adelante se explica este tipo de sistemas de manera más extensa.

- Sistemas de detección del movimiento de ojos a través de electrooculograma (EOG). Estos dispositivos detectan el movimiento de los ojos del usuario mediante electrodos colocados en la cabeza del mismo, y transforman las señales recibidas en órdenes al cursor, moviendo así el ratón en la pantalla.
- Interacción cerebro ordenador (Brain Computer Interaction, BCI) es la comunicación directa entre el cerebro y la máquina a través de la recogida de señales de EEG (electroencefalograma) y su transformación en señales de control para el ordenador.
- Sistemas híbridos de interacción. Existen sistemas que combinan diferentes tipos de señales (EOG, EEG e incluso EMG –electromiograma-) de detección de movimientos o actividad cerebral para la interacción con el ordenador, que transforman después en comandos al ordenador.

### **Adaptaciones**

- **Carcasa de teclado.** Es una cubierta con agujeros correspondientes a las teclas de un teclado estándar, fabricada en diferentes materiales, que se coloca sobre este. Su función es la de facilitar la pulsación de la tecla deseada y evitar pulsaciones accidentales de teclas próximas, posibilitando un uso funcional del teclado a aquellas personas que, aunque capaces de utilizar el teclado, lo hacen con dificultades debido a la precisión que requiere este dispositivo. La pulsación de teclas puede darse a través de los dedos o bien mediante varillas u otros elementos similares.
- **Bloqueador de tecla.** Tecla interruptor que se coloca encima de la tecla deseada (CTRL, Mayúscula, Alt, etc.) y que permite dejarla pulsada hasta que volvamos a accionar el bloqueador, ayudando así a los usuarios a transmitir la orden de una función específica que requiera combinación de teclas.



**Figura 2-7. Carcasa para teclado (izquierda) y licornio o varilla para la cabeza (derecha).**

- **Varillas.** Se trata de varas finas de diferentes materiales, con un final cerrado o bien adaptado para la incorporación de bolígrafos u otros útiles, que tienen la finalidad de posibilitar el contacto físico con alguno de los dispositivos (estándar o de apoyo) de entrada de datos que se esté utilizando. Existen diferentes modelos, orientados a la utilización con la parte del cuerpo que pueda utilizar el usuario: mano, boca o, en caso de que se quiera utilizar mediante los movimientos de cabeza, licornios, que son varillas sujetadas a la cabeza mediante cintas o un cabezal.

- Adaptadores para uso alternativo. Son suplementos que se adaptan a sistemas estándar o de apoyo para capacitar su uso de manera alternativa. Por ejemplo, la adaptación de ratón de bola o trackball para su uso con la barbilla.
- Redefinición de teclado. Programa que permite configurar la distribución de las teclas en el teclado, ya sea para un grupo de usuarios o con el objetivo de adaptar el uso del teclado para un solo usuario. La distribución final se puede indicar físicamente colocando unas etiquetas adhesivas sobre las teclas.

### **Individualización**

Una vez seleccionados los dispositivos de entrada y las posibles adaptaciones que requiera una persona para la interacción con el ordenador, la individualización es la adecuación de estos de manera personalizada en los casos necesarios, ya sea dentro de las posibilidades que los dispositivos y recursos ofrecen, o bien mediante el uso de diferentes sistemas y estrategias para optimizar el uso del dispositivo por parte de esa persona.

### **Sistemas de IPO basados en visión por ordenador**

Como hemos visto, entre las diferentes posibilidades para el acceso al ordenador de personas con diferentes afecciones de la movilidad se encuentran los sistemas basados en visión por ordenador. Estos funcionan mediante un dispositivo que captura los movimientos y gestos del usuario en tiempo real, percibiendo así al usuario y sus actos en el contexto de interacción con el ordenador (Manresa Yee, 2009).

El dispositivo en cuestión puede realizar el reconocimiento de los movimientos de diferentes partes del cuerpo, como la cabeza o los ojos. En el caso del seguimiento facial, para la interacción con el ordenador se requiere control de los movimientos de la cabeza. El sistema realiza el seguimiento del movimiento y gestos a través de detectores colocados en el usuario, o bien a través de la detección de la imagen por la propia cámara.

En el caso de realizar un seguimiento del movimiento de los ojos, este se produce mediante infrarrojos o también por la propia detección de imagen de la cámara web, con lo que solo es necesario el movimiento ocular intencional para su utilización.

Ambos sistemas permiten la interacción con el ordenador de personas que no tengan control manual o de extremidades, control verbal, o a los que otros sistemas alternativos de acceso al ordenador (mediante mejilla, bufido, etc) no hayan resultado de utilidad. También aportan un componente de interacción natural, ya que requieren pocos elementos externos al usuario. En el caso de los sistemas que no requieren un sensor colocado en el usuario, este componente es clave, ya que permiten una interacción transparente, autónoma y natural del usuario con el ordenador, para la que basta posicionarse ante la máquina.

Algunos ejemplos de este tipo de sistemas de interacción con el ordenador son:

- Seguimiento facial:
  - Por infrarrojos. El sistema consta de una unidad emisora de luz infrarroja y un sensor colocado sobre la cabeza del usuario mediante un sistema de sujeción. Algunos ejemplos son (CEAPAT, 2009):
    - Irdata 2000 o Irdata 2000 E, que consta de una unidad colocada sobre la pantalla que realiza el seguimiento de un sensor colocado en la cabeza por una cinta.
    - Smart-NAV. Cuenta con un dispositivo de emisión de un haz de luz infrarrojo que se refleja en un punto de unos 5mm que el usuario debe llevar colocado en la frente.
    - Tracker 2000, con un funcionamiento similar al Smart-NAV.
  - Por cámara web:
    - Ratón facial (URL: <http://www.crea-si.com/esp/rfacial.php>), desarrollado por CREA Sistemas Informáticos, es un sistema de seguimiento facial a través de webcam ordinaria, que cuenta con

una versión en código abierto, Enable Viacam (URL: [http://eviacam.sourceforge.net/eviacam\\_es.php](http://eviacam.sourceforge.net/eviacam_es.php) ), disponible para sistemas Linux y Windows.

- CameraMouse. Sistema de seguimiento facial desarrollado por la Universidad de Boston, de acceso gratuito. Requiere una cámara web ordinaria instalada. No necesita software especial para su interacción, por lo que se puede utilizar para el uso habitual del ordenador. (URL: <http://www.cameramouse.org> )
  - HeadMouse. Sistema gratuito de detección de movimientos de la cabeza y activación del clic por movimientos de la boca a través de webcam USB, desarrollado por Indra (URL: <http://www.tecnologiasaccesibles.com/> ).
  - SINA (Sistema de Interacción Natural Avanzado), es un sistema de seguimiento facial de acceso gratuito desarrollado por la *Universitat de les Illes Balears* (UIB), que se explica en el apartado siguiente (URL: <http://sina.uib.es> ).
- Seguimiento de los movimientos del ojo. Se puede basar en diferentes sistemas, como la detección de la posición del iris a través de iluminación infrarroja, la colocación de una cámara montada en la cabeza que enfoca directamente al ojo del usuario, la localización directa de los ojos a partir de la ubicación de la cara por parte de la webcam o una combinación de ellos.
    - Intelligaze™ es un sistema de detección de los ojos a través de una cámara situada sobre el monitor, desarrollado por alea technologies. (URL: <http://www.alea-technologies.de> )
    - IRISCOM™ , actualmente en el modelo TM4, es también un sistema de detección del iris a través de una cámara de infrarrojos USB ubicada bajo la pantalla. (URL: <http://www.iriscom.org/> ).

- ITU Gaze Tracker es el sistema basado en video diseñado por el Gaze Group de la *IT University of Copenhagen*, con el que se puede usar una cámara de video, webcam o cámara con visión infrarroja. Es un sistema abierto para el público (URL: <http://www.gazegroup.org/home> ).
- SINAeyes. Se trata del módulo del SINA que detecta los movimientos de los ojos, actualmente en fase de validación, desarrollado por la *Universitat de les Illes Balears* (UIB), y que una vez integrado en el SINA permitirá la interacción multimodular con el ordenador.

Como se ha visto, son varios los recursos de apoyo para el acceso al ordenador sin necesidad de un control de extremidades o control verbal, dando la posibilidad así a usuarios con discapacidades severas de interactuar de manera autónoma con el ordenador.

Aunque esta investigación intenta abordar una solución ergonómica para los diferentes sistemas de acceso al ordenador basados por visión por ordenador a través de webcam, el estudio de las condiciones de uso y el diseño se llevó a cabo con un sistema en particular, basado en el reconocimiento facial, que es el que se pasa a explicar a continuación.

Se pretende a través de este estudio contribuir a la mejora de este sistema, así como una posible generalización de las mejoras implantadas a sistemas de entrada de datos similares.

## 2.6 SINA como recurso de apoyo



**Figura 2-8. Logotipo del SINA.**

SINA, Sistema de Interacción Natural Avanzado, es una interfaz que utiliza técnicas de visión por ordenador con el objetivo de ofrecer un sistema de interacción y comunicación entre el usuario y el ordenador de manera natural, esto es, sin adición de ningún elemento externo al usuario. Se trata de una aplicación que, a través de la webcam, detecta la cara y la nariz de forma automática gracias a las características visuales del aspecto humano. Una vez ha detectada la nariz, el sistema la sigue para finalmente enviar al sistema operativo la posición del ratón. Se seleccionó la nariz como facción de referencia por tratarse de la parte más central de la cara, estar visible en todas las posiciones cuando el usuario se encuentra frente a la pantalla (incluso en el caso de realizar rotaciones), y no queda tapada por elementos como gafas, barba, bigote, etc.

Para llevar a cabo las acciones del ratón (clic izquierdo, clic derecho, doble clic y arrastre) existe una botonera gráfica siempre visible sobre la pantalla que incluye estos eventos. Estos se activan a través de lo que se denomina “clic en espera”: el usuario selecciona una acción posicionando el cursor sobre el botón del evento y espera un tiempo determinado y configurable hasta que se selecciona. A partir de la selección, en cualquier parte de la pantalla donde se mantenga el cursor durante un tiempo predeterminado, se ejecutará la acción.



**Figura 2-9. Botonera gráfica del SINA.**

SINA trabaja en condiciones normales de iluminación y fondo y necesita una webcam estándar, por lo que se obtiene un sistema de bajo coste. Se trata, además, de una interfaz que trabaja sin contacto ni necesidad de colocación de elementos de detección o marcadores sobre el usuario, favoreciendo así un uso natural y autónomo del ordenador por parte de este.

El SINA fue desarrollado por la UGiVIA (Unidad de Gráficos y Visión por Ordenador e Inteligencia Artificial) e implantado por dicha Unidad y por el GREID (Grupo de Educación Inclusiva), con la colaboración del Grupo de Tecnología Educativa, todos ellos grupos de investigación de la (UIB). Necesariamente el equipo de diseño y desarrollo del SINA es multidisciplinar, y está compuesto por profesionales de la educación especial, tecnología educativa, terapia ocupacional, fisioterapia, ergonomía e informática, lo que ha permitido que el proceso de diseño y desarrollo se haya enriquecido con el conocimiento de todos los participantes y que la mejora del sistema se ajuste a las necesidades reales del usuario.

En el diseño y desarrollo de la aplicación se trabajó con usuarios que tenían dificultades motoras –y en la mayoría de los casos también cognitivas- para su integración primero en un



contexto educativo, para poder utilizarlo después en otros ámbitos de la vida de los usuarios (ocio, salud, trabajo). Para ello, su implantación se realizó de manera gradual en diferentes centros educativos. En una primera fase (SINA I) se partió de un modelo prototipo del SINA y se empezó en dos centros, uno con una población mayoritariamente con parálisis cerebral infantil (ASPACE<sup>4</sup>) y el otro con personas con esclerosis múltiple (ABDEM<sup>5</sup>), a modo de pilotaje. Una vez incorporadas las mejoras aportadas por el pilotaje, en la segunda fase del proyecto (SINA II) se integró en la dinámica de centros de educación especial y talleres ocupacionales y asociaciones de personas con discapacidad congénita o adquirida (APROSCOM<sup>6</sup>, REHACER<sup>7</sup>, C.E.E. Joan XXIII<sup>8</sup>, Mater Misericordiae<sup>9</sup> y Centro Ocupacional Isla<sup>10</sup>), y por último se ha iniciado su integración en aula en centros ordinarios (SINA III), pilotando esta nueva situación en el C.E.P. Camilo José Cela.

Cada centro implicado en el desarrollo del SINA contaba con características diferentes, por lo que fue necesario adaptarse a cada uno de ellos, dentro de un protocolo común de implantación del SINA. Se facilitó el equipo informático necesario para la utilización del SINA a cada centro, consistente en ordenadores (fijos o portátiles), webcams (externas o integradas) y en algunos casos brazos extensibles.

Para su implantación se organizó el trabajo con el SINA en sesiones individuales de gabinete con un responsable, que según el centro era un maestro de educación especial, logopeda, terapeuta ocupacional o fisioterapeuta. Sólo en el caso de la integración del SINA en aula ordinaria la sesión del SINA se realiza en este entorno.

---

<sup>4</sup> ASPACE es la Confederación Española de Federaciones y Asociaciones de Atención a las Personas con Parálisis y Afines. En Baleares se halla el centro de la Asociación de Parálisis Cerebral de Baleares-ASPACE (URL: <http://aspaceib.org/>).

<sup>5</sup> ABDEM: Asociación Balear de Esclerosis Múltiple (URL: [www.abdem.es](http://www.abdem.es) )

<sup>6</sup> APROSCOM: Asociación de Protección de Personas con Disminución Psíquica de Manacor y Comarca. (URL: [www.aproscom.org](http://www.aproscom.org) ).

<sup>7</sup> REHACER: Asociación para la Rehabilitación de Accidentados Cerebrales de Baleares (URL: <http://www.rehacerbaleares.com> ).

<sup>8</sup> El C.E.E. Joan XXIII es un centro concertado de Educación Especial de la comarca de Inca (URL: <http://www.feapsbalears.org/inca.htm> ).

<sup>9</sup> Mater Misericordiae es un centro de atención integral a personas con discapacidad intelectual y plurideficiencias (URL: <http://www.mater-isla.com> ).

<sup>10</sup> Centro Ocupacional Isla: servicio diurno ocupacional a personas adultas con discapacidad y necesidades de soporte amplio (URL: <http://www.mater-isla.com> ).

Las primeras sesiones de cada usuario con un ordenador se dedicaban al ajuste del sistema al usuario, configurando los parámetros de la interfaz para adaptarlos a su rango de movilidad, precisión de movimientos, así como a la estabilidad de la cabeza. De esta forma, se debían configurar los siguientes parámetros:

- Posición de la botonera. La posición de la botonera en la pantalla es configurable, pudiendo aparecer en los laterales o en la parte superior o inferior de la pantalla.
- X e Y. Indican la relación entre el movimiento del usuario detectado por la cámara (en píxeles) y los píxeles de desplazamiento del cursor en la pantalla, tanto en horizontal ( $x$ ) como en vertical ( $y$ ). Esto posibilita, a partir de una configuración de  $x$  e  $y$  altas, que los usuarios con limitaciones de movilidad puedan realizar desplazamientos del cursor por toda pantalla mediante pequeños movimientos. La utilización de  $x$  e  $y$  altas implica una pérdida de la precisión del movimiento.
- Tiempo de clic ( $t_{clic}$ ). Es el tiempo de espera sobre una zona para que se realice el evento (clic) del ratón.
- Rango de clic ( $r_{clic}$ ). Es el rango en píxeles que puede moverse el cursor para provocar el clic. A mayores rangos será más fácil alcanzar un objetivo aunque no se ubique el cursor exactamente sobre él, pero también se perderá precisión y dificultará la pulsación sobre elementos pequeños o muy cercanos entre sí en la pantalla.
- Evento inicial. Se puede configurar el SINA para que arranque con alguno de los eventos del ratón activado (clic, doble clic, clic derecho o arrastre).

Las sesiones son individuales y las actividades se escogen para cada usuario teniendo en cuenta sus necesidades y habilidades. Los objetivos de las sesiones están personalizados para cada usuario y relacionados con el currículum a trabajar, pero se pueden agrupar en:

- Preparación para el manejo del ordenador como medio de aprendizaje, trabajo académico y de ocio.

- Mejora de la motricidad, estabilidad y postura del cuerpo.
- Mejora de la atención, memoria, concentración, organización espacial y otros aspectos cognitivos y educativos.

Se utilizan actividades, recursos y materiales de aprendizaje provenientes de diferentes fuentes: algunos están diseñados especialmente para el SINA (aplicaciones de causa-efecto, para entrenar movimientos horizontales y verticales, para entrenar los eventos del ratón y de ocio, que se explican más adelante) y son parte del desarrollo de la propia aplicación; otros son recursos de aprendizaje de que dispone el centro o que están publicados en la red; y por último se utilizan también materiales y recursos diseñados para el usuario o grupos reducidos de usuarios por parte del personal de cada centro, utilizables mediante el SINA u otros recursos de apoyo para el acceso al ordenador.



**Figura 2-10. Imágenes del uso del SINA en las sesiones individuales.**

En el momento de la implantación del SINA en cada centro se realizaron una serie de reuniones entre el equipo de desarrollo y los profesionales de los centros que iban a acompañar a los usuarios en las sesiones, para informar detalladamente sobre las posibilidades del SINA, formarles en su uso, seleccionar a los usuarios potenciales y para preparar dos registros: perfil de usuario (con información sobre el usuario, sus condiciones cognitivas, físicas y de comportamiento) y un registro de sesión (con información sobre las condiciones de entorno, de equipo, del usuario en el momento de la sesión y de las tareas realizadas). Así se implicó a los profesionales participantes en el establecimiento de

criterios para la selección de usuarios para el SINA y en el diseño de herramientas de recogida de datos. Una vez iniciadas las sesiones, el equipo de desarrollo se puso a disposición del personal para dar apoyo y evaluar las propuestas de mejora e incluirlas en el diseño.

Además de la recogida de información a través de los registros antes mencionados, se ha ido manteniendo contacto directo entre el grupo de investigación y los centros donde se lleva a cabo la implantación del SINA, con el fin de facilitar la toma de decisiones, mejorar el producto y el proceso, y extraer la información necesaria para ello.

Como apoyo a los centros y personal implicado en el desarrollo e implantación del SINA, se creó una figura con la responsabilidad de realizar el acompañamiento a los diferentes profesionales participantes en los centros, como elemento de soporte en las diferentes situaciones en que pudieran surgir problemas, sobre todo relacionados con aspectos más de índole educativa, desde posibles aplicaciones que pudieran utilizar, incompatibilidades entre programas, condiciones ambientales, etc., a la vez que era una figura que podía observar in situ para mejorar y ajustar el desarrollo del SINA.

De esta manera, se implicaba a los agentes educativos de cada centro, se identificaban necesidades a partir de ellos, y se mejoraba el proceso de enseñanza/aprendizaje de cada uno de los usuarios del SINA de manera individualizada.

### ***Aplicaciones para el aprendizaje del SINA***

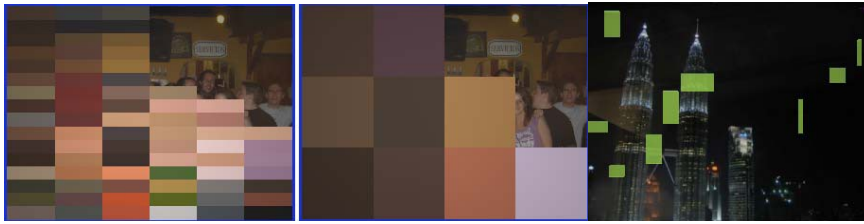
Junto con el diseño del prototipo del SINA se pusieron a disposición de los usuarios del SINA una serie de aplicaciones que, a modo de actividades lúdicas o juegos, fueran introduciendo al usuario en las habilidades necesarias para la comprensión y utilización del SINA. Las aplicaciones iniciales se fueron completando con otras, surgidas de las necesidades de los usuarios, de las propuestas surgidas y de la propia evolución y desarrollo del producto. Si bien el funcionamiento del SINA es de por sí bastante intuitivo, se consideró necesario el entrenamiento de las habilidades y coordinación óculo-motora para el funcionamiento eficiente del sistema.

Los objetivos de las aplicaciones para el aprendizaje del SINA son (Perales et al., 2009):

- Mantener de una postura correcta y funcional de base.
- Identificar y comprender la relación entre el movimiento de la cabeza y el efecto que este produce en la pantalla (SINABloques, SINABloques II).
- Identificar y comprender la relación entre el movimiento de la cabeza y los cambios de posición del cursor en la pantalla (SINABloques, SINABloques II).
- Entrenar la relación causa-efecto a través del movimiento libre y voluntario (SINABloques, SINABloques II).
- Entrenar el control del cursor de forma sistemática a través de:
  - Movimientos horizontales (SINAManzanas).
  - Movimientos verticales (SINADiana, SINAPong).
  - Movimiento libre (SINAPaint, SINAMaze).
- Comprender y entrenar las utilidades de la botonera de eventos del ratón (SINAPaisaje, SINASimón, SINAMaze).
- Entrenamiento de acciones específicas (SINAPaisaje, SINASimón, SINAMaze):
  - Selección.
  - Arrastre.

Con el fin de adquirir estos objetivos, las aplicaciones disponibles son (Perales et al., 2009; Salinas Bueno, Negre, & Manresa-Yee, 2010):

- SINABloques y SINABloques II. Se trata de una aplicación sin evento del ratón en el que se muestra una imagen configurable tapada por bloques. Al pasar el cursor por encima de los bloques se va mostrando la imagen.



**Figura 2-11. Imágenes de SINABloques y SINABloques II con diferentes configuraciones.**

- SINADiana y SINAPong, aplicaciones sin eventos de ratón para el entrenamiento del movimiento vertical, de manera más sencilla en el caso del SINADiana, en el que se deben atrapar flechas con una diana, y más avanzada en el SINAPong, en el que el usuario debe hacer rebotar una pelota.



**Figura 2-12. De izquierda a derecha, imágenes de SINADiana, SINAPong y SINAManzanas.**

- SINAManzanas es un juego similar al anterior, sin eventos de ratón, diseñado en este caso para practicar el movimiento horizontal, a través de la recogida de manzanas mediante una cesta situada en la parte inferior de la pantalla.
- SINAPaint es una aplicación para dibujar con selección de colores y grosor del lápiz. Se trabaja la creatividad, la imaginación y se anima al usuario a interesarse por el entorno, cultura y conocimiento, además de entrenar posturas de trabajo y su combinación con la coordinación motriz fina, la orientación y la atención.



**Figura 2-13. Izquierda, imagen del SINAPaint. Centro y derecha, imágenes de dibujos realizados con el SINAPaint.**

- SINAPaisaje. Se trata de una imagen de un paisaje en la que el usuario puede colocar diferentes elementos a su gusto, a través del arrastre del ratón, entrenando así esta función.
- SINAMemory. Esta aplicación presenta una serie de cartas boca abajo, que el usuario debe emparejar. Es una actividad que trabaja la selección, estimula la memoria a la vez que trabaja la atención y aspectos referidos a la orientación espacial.



**Figura 2-14. De izquierda a derecha, imágenes de SINAPaisaje, SINAMemory, SINASimón y SINAMaze.**

- SINASimón. El funcionamiento de esta aplicación es similar a la del famoso juego de mesa, cuyo objetivo es recordar una secuencia de botones, asociados a sonidos y colores. Esta actividad permite trabajar el clic, así como la memoria visual y sonora a partir de secuencias.
- SINAMaze. El jugador guía una esfera por un laberinto formado por bloques, dirigiéndola a través del clic. Esta actividad trabaja la precisión, el razonamiento y la orientación espacial.

## **2.7 Condiciones ergonómicas en la interacción con el ordenador de personas con grandes discapacidades físicas**

Como hemos dicho, la interacción persona ordenador forma parte de un sistema en el que se deben tener en cuenta todos los elementos con el fin de conseguir una IPO eficiente, segura y satisfactoria para el usuario.

Por ello la ergonomía, cuyo objetivo general es la adaptación de los sistemas hombre-máquina a las capacidades, necesidades y características de las personas, es una de las disciplinas que interviene en el área de la interacción persona ordenador.

En el caso que nos ocupa, abordamos sistemas en los que las personas que debe realizar la interacción con el ordenador presentan discapacidades que les impiden el uso de dispositivos de entrada de datos ordinarios, e incluso de muchos de los recursos de apoyo existentes, y que utilizan sistemas de detección de movimientos de cabeza. La identificación de las condiciones ergonómicas adecuadas en este tipo de situaciones es esencial, por tanto, para una interacción en condiciones de seguridad y bienestar para el usuario y de eficiencia del sistema.

La existencia de pautas, requisitos y recomendaciones ergonómicas para el uso de ordenadores aporta un marco de referencia que establece las condiciones adecuadas para la interacción persona ordenador. Estas se hallan recogidas en el estándar internacional ISO 9241, de requisitos ergonómicos para trabajos de oficina con pantallas de visualización de datos (PVD), las normas UNE 139801:2003 y UNE 139802:2003, de requisitos de accesibilidad al ordenador para personas con discapacidad, y el RD 488/1997, de disposiciones mínimas de seguridad relativas al trabajo con equipos que incluyen pantallas de visualización, entre otros.



Los criterios ergonómicos son, en general, aplicables, pero podemos hallar requisitos y recomendaciones que no son ajustables a la situación de uso del ordenador a través de un dispositivo de entrada de datos basado en movimientos de cabeza.

A continuación se describen los requisitos y recomendaciones generales para el uso de ordenadores que son útiles y adaptables en el caso de personas con discapacidades físicas cuya IPO se realiza a través de un sistema basado en visión por ordenador. En aquellos casos en que los criterios ergonómicos expuestos en estos estándares no son de aplicación, se aporta la experiencia de autores que hayan diseñado, desarrollado e implantado sistemas de entrada de datos similares.

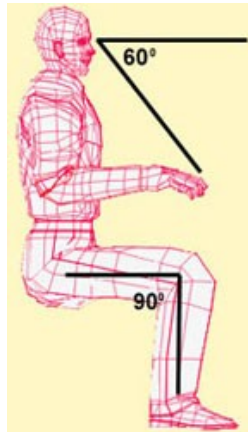
### ***Postura teórica de referencia y carga física***

Se entiende por postura teórica de referencia aquella postura especificada, en relación con el puesto de trabajo, para definir las posiciones relativas y las dimensiones. (ISO 9241-5:1998). Esta postura es cómoda de manera empírica, lo que no significa que sea óptima ni que haya que tender a mantenerla de manera constante. A partir de ella se desarrolla diseño del mobiliario y del puesto de trabajo, que debería facilitar la movilidad del usuario, permitiéndole efectuar ajustes voluntarios más o menos continuos de su posición.

Es importante definir la postura teórica de referencia con objeto de poder establecer requisitos aceptables de comodidad y especificar los datos antropométricos a considerar. En términos generales, la postura teórica de referencia en posición sentada es (9241-5:1998):

- Muslos aproximadamente horizontales, estando la parte inferior de las piernas en vertical. La altura del asiento debería ser igual o ligeramente inferior a la altura del poplíteo (corva) del usuario.
- Los brazos colgando a lo largo del cuerpo y los antebrazos horizontales.
- Las muñecas no desviadas ni extendidas.
- La columna vertebral erguida.

- La planta de los pies formando un ángulo recto con las piernas.
- La línea de visión está comprendida en un ángulo de visión de  $60^\circ$  por debajo de la horizontal (aproximadamente a  $35^\circ$ ).



**Figura 2-15. Postura de referencia teórica en sedestación. Fuente: Ergonomic Seating<sup>TN</sup>**

A la postura teórica de referencia se deberá aplicar la antropometría y biomecánica de la población general, y se acompaña con la recomendación de adaptarla a las características, limitaciones y habilidades de cada usuario.

Esta postura teórica de referencia es la que se observa también como punto de partida en los trabajos de Akram et al. (2006), Betke et al. (2002), Gorodnichy (2002), Oetjen & Ziefle (2009) y de Wu et al. (2009), también en aquellos casos en que los usuarios trabajan en silla de ruedas. Tras el análisis documental no se hallaron otras posiciones del usuario como postura teórica de referencia en sedestación.

La postura de trabajo debe ser equilibrada y estable, permitiendo mantener las partes del cuerpo y las articulaciones alineadas en posición neutra y confortable (ISO 9241-5:1998). En el caso de dispositivos activados por movimientos de cabeza, esta debe permanecer relajada y cómoda sobre el cuello y hombros, en posición alineada y estable. Esta estabilidad es esencial para poder garantizar la precisión de los movimientos (Kjeldsen & Hartman, 2001).

Los movimientos requeridos para la interacción con el ordenador deben permanecer dentro de un rango neutro para cada articulación, es decir, dentro de los límites aceptables de movimiento articular, de tal manera que se minimice la carga biomecánica, aumentando el bienestar del usuario (ISO 9241-400:2007). Se deberán evitar, asimismo, movimientos de articulaciones muy pequeños y precisos, así como posturas estáticas cerca del límite extremo de un movimiento (ISO 9241-20: 2008).

### ***Equipo de trabajo***

En la normativa nombrada anteriormente se identifican también las especificaciones ergonómicas para pantallas de visualización de datos, como pantallas de ordenador, y los requisitos y recomendaciones para el diseño y evaluación de dispositivos de entrada de datos.

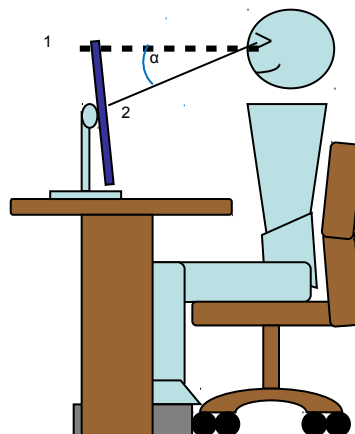
El usuario debería poder orientar, inclinar o hacer bascular la pantalla adaptándola a la altura de sus ojos, preferentemente mediante dispositivos de regulación del monitor, de manera que mantenga una postura cómoda (ISO 9241-5: 1998, RD 488/1997).

El diseño de las pantallas debe garantizar la legibilidad cómoda, segura y eficiente para la realización de tareas de oficina o equivalentes (ISO 9241-5: 1998, RD 488/1997). Los caracteres de la pantalla deben estar bien definidos y configurados de forma clara, con dimensión suficiente para poder distinguir claramente entre los caracteres C/G, X/K, 1/l, S/5, D/O/Q a la distancia recomendada adecuada para su agudeza visual (RD 488/1997). La altura de los caracteres según la distancia de visión debería ser (INSHT, 1989):

Distancia de visión	Altura de caracteres
400mm	2.6mm
500mm	3.2mm
600mm	3.8mm

Con el fin de definir y ubicar las dimensiones y posiciones relativas de la pantalla al usuario (distancia, altura, ángulo de inclinación) a partir de la postura de referencia se establecen los siguientes términos (ISO 9241-302:2008):

- Línea de visión. Discurre en el plano entre las pupilas del usuario y el objetivo en la pantalla.
- Plano de Frankfurt. Plano horizontal de orientación de la cabeza, en el que se hallan comprendidos los bordes superiores de los conductos auditivos externos (tragos) y los dos puntos más bajos del borde inferior de la órbita mientras el plano medial de la cabeza se mantiene vertical.
- Ángulo de visión. Es el ángulo entre la línea de visión y la línea ortogonal a la superficie del dispositivo en el punto donde la línea de visión intersecta la superficie del dispositivo.
- Ángulo de la línea de visión. Es el formado entre el plano de Frankfurt y la línea de visión.
- Ángulo de inclinación de la cabeza. Ángulo entre el plano de Frankfurt y el plano horizontal debido a la inclinación de la cabeza.
- Ángulo de inclinación de la pantalla. Ángulo formado por la intersección del plano del dispositivo y el plano vertical.



**Figura 2-16. Plano de Frankfurt (1) y línea de visión (2) de un usuario, formando el ángulo de la línea de visión ( $\alpha$ ).**

La distancia de visión debe ser mínimo de 300mm para cualquier dispositivo. Si se trata de tareas de oficina o equivalentes, la distancia recomendada está entre 400 y 750mm. En casos de niños que puedan requerir distancias menores, se puede establecer una distancia de visión entre 200 y 300mm (ISO9241-300:2008).

El ángulo de visión para pantallas destinadas a trabajos de oficina o equivalentes debe estar entre 0° y 45°, con una inclinación de la cabeza entre 0° y 20°, para asegurar condiciones de confort (ISO9241:302). Entre los investigadores que han desarrollado dispositivos controlados por movimiento de cabeza no se menciona un rango de distancias diferente.

En cuanto a la altura e inclinación de la pantalla, Wu et al. (2009) establecieron que la altura óptima de pantalla para usuarios en silla de ruedas era a la altura de los ojos o hasta 5cm por debajo con una posición vertical de la pantalla<sup>11</sup>, con el usuario sentado en posición erguida.

Las pautas que se establecen en la norma internacional son generales, con la intención de dar respuesta a necesidades de diseño para la diversidad de dispositivos existente o de futura aparición, ofreciendo unas indicaciones flexibles, que a su vez dejen lugar para la creatividad, siempre con el objetivo de crear un sistema IPO que respetara las características, habilidades y necesidades de las personas a las que va dirigido. Esto tiene como consecuencia que no todos los tipos de dispositivos tienen recomendaciones o requisitos específicos establecidos, y se deben aplicar por tanto algunos principios de diseño generales recogidos en la norma.

Es el caso de los dispositivos de entrada de datos controlados por movimientos de la cabeza, no se hallaron requisitos ni recomendaciones específicas para su diseño, desarrollo y uso. Son de aplicación, por tanto, aquellos requisitos y recomendaciones ergonómicas generales que no hagan referencia específica a dispositivos activados por manipulación.

---

<sup>11</sup> Para determinar la altura de la pantalla, la referencia se toma desde la parte superior de la misma.

En relación a principios, requisitos y criterios de diseño para los dispositivos físicos de entrada, se indica en la normativa internacional que el uso de dispositivos de entrada de datos debe suponer una carga biomecánica mínima, sin esfuerzos excesivos; debe permitir su ajuste a la posición de referencia del usuario y a los posibles cambios de postura; y su uso debe evitar la desviación indebida de las articulaciones de su respectiva posición neutra en la postura de referencia. El usuario debe contar con información sobre la utilización adecuada del dispositivo, para evitar esfuerzos excesivos y mejorar los resultados, así como un adiestramiento previo. El dispositivo debe diseñarse teniendo en cuenta las tareas a las que se destinará, es decir, la idoneidad para el contexto y tarea del que se trate en cada caso.

El uso de cámaras como parte de un dispositivo de entrada de datos no está recogido de manera específica en las normas ISO, por lo que serán de aplicación los requisitos y recomendaciones generales de pautas de accesibilidad para equipos y servicios de TIC (ISO 9241-400 e ISO 9241-20). En ellas se recogen recomendaciones como el hecho de permitir la individualización del sistema o dispositivo, el soporte a diferentes medios de interacción, la posibilidad de cambios de configuración y vuelta a la configuración por defecto, y la importancia de evitar la fatiga del usuario.

En cuanto a los estudios previos sobre dispositivos de entrada basados en visión por ordenador y activados por movimientos de la cabeza, Akram et al. (2006) sugirieron que los usuarios deben permanecer a una distancia de la cámara inferior a 1m y no demasiado cerca de ella, de tal manera que se evite que pequeños movimientos del usuario lo hagan salir del campo de visión de la cámara. Akram et al. (2006) y Lee et al. (2006) concluyeron en sus trabajos que el usuario debe estar posicionado frente a la cámara, con esta situada de tal manera que capture una imagen estrictamente frontal del usuario. La cámara debe estar bien ajustada para que el objetivo (el usuario) esté fácil y claramente localizado e identificado.

Para conseguir un plano frontal (normal) del usuario, el ángulo visual de la webcam debe ser próximo a  $0^\circ$ , por lo que la cámara tendría que estar a la altura de los ojos en usuarios en posición erguida. Debido a la ubicación habitual de las webcam externas sobre la pantalla, determinando un ángulo visual mayor que el frontal, se detecta al usuario en un ligero plano picado.

Kjeldsen (2006) y Morris & Chauhan (2006) afirmaron además que la resolución de la cámara es un factor importante para la fluidez de movimientos del cursor en la pantalla. No se hallaron otras referencias respecto a distancia, inclinación o ubicación de la cámara como parte de un dispositivo de entrada de datos.

Dentro de la adaptación a condiciones individuales, se debe tener en cuenta también la configuración del dispositivo. La norma internacional establece que la ganancia<sup>12</sup> del dispositivo debe ser adecuada a la tarea a realizar y ajustable al usuario, lo que corroboran Akram et al. (2006), Betke (2008), Gorodnichy (2002) y LoPresti et al. (2002) en sus respectivos trabajos.

En general existe una asimetría entre los movimientos verticales y horizontales a la hora de interactuar con el ordenador a través del movimiento de cabeza, siendo los movimientos de rotación (horizontales) de mayor amplitud que los movimientos de flexión y extensión (verticales) (Akram et al., 2006; Ferraz, 2002). La configuración del dispositivo debería permitir, por tanto, la adaptación independiente de los factores de ganancia vertical y horizontal, con el fin de adecuarlo a la amplitud de movimiento del usuario en cada dirección.

La configuración de valores altos de ganancia facilita el alcance de toda el área de la pantalla con movimientos de escasa amplitud, pero lleva consigo una pérdida de precisión (Akram et al., 2006). Valores bajos de ganancia, por el contrario, requieren movimientos de mayor amplitud para alcanzar todos los puntos de la pantalla, pero permiten a su vez conseguir mayores niveles de precisión. Betke et al. (2002), Kjeldsen (2006) y Morris & Chauhan (2006) afirmaron en sus trabajos que el ajuste del zoom de la cámara tiene efectos similares al de ajuste del factor de ganancia.

---

<sup>12</sup> Ganancia: Se trata del aumento proporcional de movimiento del puntero en la pantalla respecto al movimiento que realiza el usuario y detecta la webcam. Es decir, un mismo movimiento realizado por el usuario se verá amplificado horizontal y verticalmente en la pantalla conforme se configuren factores de ganancia mayores, respectivamente.

El sistema debería recordar la configuración adaptada a un determinado usuario, evitando así el proceso de adaptación cada vez que se inicia una sesión de trabajo (Gorodnichy, Dubrofsky, & Mohammad, 2007).

### **Mobiliario**

Además del equipo informático y de TIC, el mobiliario también forma parte del equipo de trabajo o equipo necesario para desarrollar la tarea. En el caso de usuarios que interaccionan con un ordenador, el mobiliario al que nos referimos suele ser mesa y silla de trabajo.

Los requisitos ergonómicos del mobiliario que forma parte del equipo de trabajo establecen que la mesa o superficie de trabajo debe ser regulable, y debe proporcionar soporte suficiente para el equipo, los dispositivos de entrada y el material asociado, así como para las manos y brazos del usuario, permitiéndole tanto el apoyo suficiente como posibles cambios de postura, en caso necesario. La silla de trabajo para tareas de oficina o similares debe tener las siguientes características:

- La altura del asiento adecuado para un usuario sentado en posición erguida es igual a la altura del poplíteo más la altura de la suela del calzado. Esta altura debe ser ajustable por el propio usuario.
- La profundidad del asiento debe ser adecuada al usuario, siendo inferior a la longitud poplíteo-trasero del usuario.
- La anchura del asiento debe ser mayor a la anchura de las caderas del usuario.
- Debe contar con un respaldo, que debe proporcionar apoyo a la espalda del usuario en cualquier posición sentada, especialmente a la región lumbar.
- El asiento debe permitir el ajuste a las características y necesidades del usuario, así como cambios frecuentes de postura, permitiéndole regular:
  - Altura del asiento.



- Ángulo del asiento.
- Desplazamiento relativo del asiento y respaldo.
- El asiento debe disponer de pies rodantes.
- Otros mecanismos que facilitan que las características del asiento faciliten la regulación y adaptación del mismo a diferentes posturas son:
  - Mecanismo pivotante, que permite modificar la orientación del cuerpo sin girar la columna vertebral.
  - Reposabrazos, que permiten el reposo del sistema muscular del cuello y de los hombros y pueden ayudar a levantarse y sentarse.
  - Reposapiés. Ofrece un apoyo adicional para que las piernas y los pies formen un ángulo cómodo, facilitando así el mantenimiento de la postura de referencia.

Además de la mesa y la silla, esta norma recoge algunos elementos de apoyo como los portadocumentos, reposamuñecas, etc, que no son de aplicación para este estudio. No se recoge en esta normativa referencia a sillas específicas como la silla de ruedas.

En casos específicos, cuando el espacio de la superficie de trabajo está limitado, se contempla el uso de un brazo pivotante para el monitor, aunque no se recomienda su uso por las restricciones que puede provocar en relación a otras recomendaciones. En caso de utilizar un brazo pivotante o similar, se debe garantizar que es estable y seguro y que durante su uso la altura de la línea superior de la pantalla no es mayor que la altura de los ojos, para usuarios sentados en posición erguida.

### ***Prevención de la fatiga***

Los requisitos y recomendaciones recogidos aquí tienen como objetivo general disminuir la carga biomecánica, es decir, el efecto del esfuerzo y la postura de trabajo sobre

el sistema musculoesquelético. Una de las manifestaciones de una elevada carga biomecánica, y por tanto de un desequilibrio entre los esfuerzos exigidos y las capacidades del usuario, es la aparición de fatiga.

Las recomendaciones más directamente relacionadas con la prevención de la aparición de fatiga, ya expuestas, se resumen en:

- Debe poder mantenerse una postura cómoda, sin desviación de la posición neutra de los segmentos corporales, y poder cambiar de postura cuando el usuario lo requiera.
- El uso de cualquier dispositivo no debe suponer un esfuerzo excesivo para el usuario, ni movimientos fuera de los límites aceptables de rango articular.
- Se deben evitar movimientos muy pequeños y precisos y posturas estáticas cerca del límite extremo de un movimiento.
- El usuario debe contar con información sobre la utilización adecuada del dispositivo, para evitar esfuerzos excesivos y mejorar los resultados.
- El dispositivo debe diseñarse teniendo en cuenta las tareas a las que se destinará, es decir, la idoneidad para el contexto y tarea del que se trate en cada caso.

Además se hallaron recomendaciones específicas destinadas a prevenir la fatiga por la introducción de pausas en el desarrollo de la tarea (ISO 9241-20: 2008), indicando que el dispositivo debe estar diseñado de manera que el usuario debe poder pausar las tareas y reanudarlas si siente fatiga. En los estudios sobre dispositivos de entrada de datos manejados por movimientos de cabeza no se han hallado referencias de recomendaciones diferentes a las habituales para el trabajo frente a pantalla de visualización de datos, que indican que en aquellos casos en los que se trabaje más de una hora seguida frente a PVD se deben introducir pausas regladas o cambios de actividad para prevenir la fatiga.

### **3 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA**



## 3. Definición del problema

La sociedad del conocimiento tiene la responsabilidad de garantizar que todos sus ciudadanos adquieran competencias necesarias para la participación independientemente de sus capacidades, características u origen.

Las personas con discapacidad, que pueden encontrarse con barreras para la participación originadas por factores de diseño, o por la propia exclusión o marginación debido a las deficiencias que presentan, deben tener vías adecuadas a sus capacidades que les permitan la participación en la sociedad en igualdad de condiciones.

Dada la importancia de las TIC para la construcción de la sociedad del conocimiento, este será uno de los ámbitos en los que se deberá adecuar y facilitar el acceso y a todos los ciudadanos, teniendo en cuenta la diversidad de capacidades, habilidades y exigencias. El uso del ordenador, uno de los equipos tecnológicos más generalizados y el principal representante de las TIC en la vida diaria de los ciudadanos, debe cumplir también estos requisitos.

La incorporación de las TIC en la educación es uno de los pilares para la formación de ciudadanos de esta sociedad en este aspecto. La llegada de los ordenadores al contexto educativo ha supuesto la formación de los estudiantes como usuarios de estas tecnologías y su incorporación al aula como recurso didáctico, complementando así el aprendizaje y desarrollo curricular del alumno como futuro ciudadano.

Para garantizar el acceso a esta formación y adquisición de competencias a todos los alumnos, y concretamente en el caso de alumnos con discapacidad, se debe asegurar su presencia, participación y progreso, y especialmente en el ámbito educativo, su presencia en el aula, habilitando situaciones que permitan su participación en igualdad de oportunidades, ya sea porque el propio diseño de los propios elementos del sistema o situación (equipo, mobiliario, espacios, ambiente) o mediante la utilización de recursos o sistemas de apoyo, que permitan el acceso al ordenador del alumno con discapacidad de manera eficiente y en condiciones de seguridad y salud.

Los principios del diseño universal determinan que cualquier dispositivo, equipo, producto o sistema creado debe ser simple e intuitivo, cómodo y exigir poco esfuerzo físico, garantizando la eficiencia del sistema atendiendo a las condiciones y características de cualquier usuario. Debe ser, en definitiva, ergonómico. En el caso de las personas con discapacidad, estos aspectos se hacen imprescindibles para posibilitar el acceso al ordenador, ya que su capacidad funcional y las deficiencias que pueda presentar modifican las condiciones de uso de los dispositivos, equipos o aparatos y de las condiciones que le rodean, y por tanto el diseño del puesto de trabajo debe dar respuesta a todas estas situaciones. En aquellos casos en los que se requiera un recurso de apoyo para el acceso al ordenador, este deberá cumplir los mismos principios.

Con el fin de garantizar el uso ergonómico del ordenador, existen requisitos y recomendaciones ergonómicas que abarcan todos los aspectos relacionados con el diseño de pantallas, condiciones del puesto de trabajo y exigencias físicas, dispositivos de entrada de datos y programas informáticos, y cómo tener en cuenta a los colectivos con limitaciones de la capacidad, ya sea mediante adaptaciones del diseño o proponiendo alternativas de acceso. Estos estándares son generales, por lo que los requisitos y recomendaciones establecen pautas específicas solo para aquellos dispositivos y aspectos conocidos y de uso generalizado (como las características de pantallas, teclados o software), ya que su intención es dar cabida a nuevas situaciones de interacción con el ordenador o con otro tipo de pantallas de visualización de datos que puedan aparecer, así como permitir la flexibilidad y creatividad en el diseño.

Esto, que es un aspecto positivo de cara a la incorporación de nuevas situaciones y de cara a la libertad y creatividad de los diseñadores, provoca en cambio que en las pautas ergonómicas existentes no se hayan hallado referencias, requisitos o recomendaciones para situaciones concretas en las que personas con grandes discapacidades motoras utilizan recursos de apoyo basados en visión por ordenador para el acceso al ordenador.

Las personas con grandes limitaciones de su capacidad física pueden ver reducidas las posibilidades de acceso al ordenador mediante las vías ordinarias. Sus características y capacidad funcional, concretamente la estabilidad y control de movimientos de tronco y

cabeza, determina en muchas ocasiones el uso del ordenador en posición diferente de la estándar.

Los estándares para el diseño ergonómico de puestos de trabajo y uso de ordenadores definen una postura de referencia del usuario basada en datos antropométricos de personas sin limitaciones de la capacidad funcional, y orientada al uso manual de dispositivos de entrada de datos. En el caso de pautas referidas a personas con discapacidad, la postura de referencia está basada en los datos antropométricos de usuarios de sillas de ruedas con capacidad de movimiento y control de tronco (ISO 9241-5: 1998, ISO 9241-20: 2008, ISO 9241-210: 2010). Es decir, todas las situaciones previstas parten de una posición de referencia en la que el usuario tiene el tronco erguido, lo que difiere de algunas situaciones que nos encontramos en la realidad de usuarios con grandes discapacidades motoras, que pueden requerir posiciones de otro tipo (e.g. inclinados hacia delante o con el asiento reclinado hacia atrás) para su estabilidad y accesibilidad.

Por otro lado, las capacidades físicas de estos usuarios a nivel de extremidades dificultan o impiden el uso de dispositivos de entrada de datos basados en manejo manual o que supongan el uso preciso de extremidades (como los dispositivos manejados con el pie), debiendo recurrir en la mayoría de casos a recursos de apoyo consistentes en dispositivos de entrada de datos alternativos (varillas o licornios, entradas por voz o dispositivos basados en visión por ordenador) (CEAPAT, 2009; Perales, Muntaner, Varona, Negre, & Manresa-Yee, 2009).

Los sistemas de acceso al ordenador basados en visión que detectan el movimiento de la cabeza, en los que se centra esta investigación, están destinados a dar respuesta a las necesidades de acceso a personas cuya capacidad no permita el uso de otro tipo de dispositivos. Por las características de funcionamiento del propio dispositivo suelen implicar la incorporación al sistema de un nuevo elemento (cámara fijada al usuario, webcam ordinaria u otro tipo de cámara o dispositivo de captación) que capte y transmita las imágenes al ordenador para su procesamiento (Gorodnichy, Dubrofsky, & Mohammad, 2007; Kjeldsen & Hartman, 2001; LoPresti, Brienza, & Angelo, 2002; Manresa-Yee, Ponsa, Varona, & Perales, 2010; Morris & Chauhan, 2006).

Los estándares analizados no recogen situaciones en las que un nuevo elemento como una webcam forme parte del uso del ordenador, y por tanto deba integrarse en el sistema en cuanto a ubicación, distancia, inclinación, etcétera, por lo que estos aspectos quedan a criterio del diseñador, si lo establece, o del usuario o la persona a su cargo en el momento del uso del dispositivo.

Por último, la capacidad funcional de las personas con grandes discapacidades motoras, o bien la presencia de determinadas deficiencias o alteraciones de la salud por diferentes motivos, pueden dar lugar a una adaptación diferente del cuerpo a las exigencias de la tarea, por lo que pueden aparecer consecuencias negativas. La más frecuente es la fatiga, que puede venir determinada por posturas mantenidas, movimientos que requieren demasiado esfuerzo o por tiempos prolongados de trabajo, aunque también es posible que las exigencias de la tarea y la respuesta de adaptación del usuario a la misma pueda acarrear otro tipo de consecuencias, como desencadenar episodios espásticos, temblores, etc., relacionados con la propia deficiencia que presenta el usuario (Tortosa Latonda & Instituto de Biomecánica de Valencia, 1999).

En los estándares publicados se pueden encontrar recomendaciones generales de adecuación de la tarea a las características de los usuarios, siempre desde una adaptación individualizada de las pautas generales (ISO 9241).

El proceso de diseño y desarrollo de dispositivos alternativos de entrada de datos basados en visión por ordenador debe integrar aspectos ergonómicos y de diseño universal, como cualquier proceso de diseño, y para ello debe considerar todos los elementos, procesos y relaciones en interacción que forman parte del mismo y de sus posibles aplicaciones, asegurando así un recurso tecnológico flexible, que cumpla con los principios del diseño universal y que se adapte a las características del usuario y atienda a las necesidades de la población de usuarios prevista y del contexto de su utilización.

Los sistemas de acceso al ordenador basados en visión que han ido apareciendo en los últimos años cumplen con estos requisitos y transmiten al usuario final algunas recomendaciones sobre su uso adecuado y las condiciones de trabajo que reflejan esta integración, aunque se centran más en definiciones técnicas o especificaciones concretas del



dispositivo en cuestión (Gorodnichy et al., 2007; Kjeldsen & Hartman, 2001; LoPresti et al., 2002; Manresa-Yee et al., 2010; Morris & Chauhan, 2006).

Por todo ello, las personas con grandes discapacidades motoras pueden encontrarse sin guía suficiente o sin respuesta a las características y necesidades concretas que presentan a la hora de acceder al ordenador, incluso con dispositivos tan específicos.

El SINA (Manresa Yee, 2009; Perales et al., 2009), destinado al acceso al ordenador mediante el movimiento de la cabeza, es uno de estos dispositivos basados en visión por ordenador. En su diseño se tuvieron en cuenta los principios del diseño universal, y en la documentación aportada al usuario y durante su implantación se dieron las recomendaciones generales ergonómicas para el uso del ordenador. Durante el desarrollo e implantación del SINA, a pesar de los principios y recomendaciones observados, se detectó el problema que aquí se plantea, y es, en definitiva, la necesidad de unas pautas y recomendaciones ergonómicas para el acceso al ordenador por parte de personas con grandes discapacidades físicas que usen dispositivos basados en visión por ordenador.

Se pretende mediante esta investigación identificar las condiciones ergonómicas adecuadas para el uso de dispositivos de entrada de datos basados en visión por ordenador, concretamente mediante la detección de movimientos de la cabeza, por parte de personas con grandes discapacidades motoras. La intención es dar respuesta al problema detectado, consiguiendo una pauta sencilla de uso del producto de apoyo para ayudar a normalizar su uso de manera cómoda y segura, a partir de requisitos ergonómicos y de salud, atendiendo a los diferentes perfiles de usuario, que sea suficientemente concreta para dar una orientación a actuales y futuros usuarios de nuestro dispositivo y lo suficientemente general como para transferirla a otras situaciones y dispositivos similares.

Se persigue así que el recurso de apoyo a utilizar, sea el SINA o cualquier otro dispositivo al que se puedan aplicar estas pautas, facilite realmente la participación en igualdad de condiciones en diferentes contextos por parte de personas con grandes discapacidades motoras. Se trata de evitar que un recurso de apoyo que puede aportar el valor de la equiparación pueda resultar inefectivo por causas evitables, como puede ser un uso en condiciones inadecuadas a las capacidades y características de este tipo de usuarios.



## **4 OBJETIVOS**



## 4. Objetivos

El objetivo de la investigación es identificar las condiciones ergonómicas adecuadas para el uso del dispositivo de entrada de datos basado en visión por ordenador SINA, de detección de movimientos de la cabeza, por parte de personas con grandes discapacidades motoras, con el propósito de establecer una pauta de uso del producto sencilla y fácil de aplicar a partir de requisitos ergonómicos y de salud, atendiendo a diferentes perfiles de usuario, con el fin de conseguir un uso del dispositivo lo más cómodo y eficiente para los usuarios en condiciones de seguridad y salud.

Se identifican en este objetivo general, a su vez, dos objetivos específicos, indispensables y complementarios para la consecución del primero.

En primer lugar, se deben identificar las condiciones ergonómicas específicas para el uso del SINA, para lo cual es necesario:

- Identificar las capacidades funcionales de los usuarios potenciales del SINA y relacionarlos con las diferentes configuraciones que ofrece el sistema.
- Identificar las condiciones de uso actual del SINA por parte de los diferentes usuarios y perfiles identificados.
- Identificar las condiciones ergonómicas adecuadas para cada uno de los perfiles y configuraciones.

A partir de este primer objetivo específico, el segundo consiste en la elaboración de las pautas ergonómicas para el uso del SINA y su validación, que se concretan en:

- Definir las pautas de uso ergonómico del SINA.
- Aplicar las pautas a los usuarios actuales, así como integrarlas dentro del sistema para su aplicación a otros posibles usuarios.

- Comprobar la eficacia de la aplicación de las pautas establecidas en cuanto a:
  - Prevención de la fatiga.
  - Uso eficiente de posturas y gestos según el perfil del usuario.
  - Condiciones del entorno y el equipo según el perfil del usuario.

## **5 ALCANCE DEL ESTUDIO**





## 5. Alcance del estudio

La presente investigación se centra en un recurso de apoyo ya existente, el SINA, y se enmarca en el proceso de diseño, desarrollo, implantación y rediseño de este dispositivo. Al tratarse de un proyecto de investigación e intervención técnica y educativa, el proyecto SINA es un proceso multidimensional y multidisciplinar en el que se interrelacionan diferentes facetas, visiones y áreas de conocimiento, abordando así los múltiples aspectos de interés para el buen desarrollo del SINA como producto.

Por un lado, todos los aspectos de metodología y desarrollo del proyecto se planificaron y trabajaron desde una dimensión organizativa. El proyecto SINA ha seguido durante su desarrollo una metodología basada en el diseño y desarrollo, realizando el seguimiento y análisis de resultados en las fases previas mediante estudio de casos. Desde esta visión se plantearon la planificación del pilotaje e implantación del SINA; el contacto y relación con los centros; la organización de las sesiones, primero en gabinete y después, en la última fase, en aula ordinaria; los aspectos de comunicación y coordinación entre investigadores y los profesionales participantes en los centros; y aspectos relacionados con infraestructuras y la aportación del material necesario para el uso del SINA.

La dimensión tecnológica hace referencia principalmente al diseño y desarrollo del dispositivo en sí, incluyendo diferentes aspectos del desarrollo del propio SINA: análisis de requerimientos, principios de diseño universal, estudio de la usabilidad, configuración, adaptabilidad y estudio de las condiciones ergonómicas, o aquellos requisitos de la infraestructura tecnológica que requerirá su uso. También se encarga de las aplicaciones diseñadas para el entrenamiento del uso del SINA y otras aplicaciones destinadas a trabajar diferentes habilidades y capacidades del usuario a partir de actividades de ocio.

Por su lado, la dimensión pedagógica se ocupa de la adaptación de las sesiones a los objetivos de aprendizaje de cada usuario, de la creación de materiales y objetos de aprendizaje relacionados con el currículum o con la adquisición de diferentes habilidades y capacidades, de la metodología de enseñanza-aprendizaje a utilizar, así como de todos

aquellos aspectos relacionados con el entorno de aprendizaje en los que influya la utilización del SINA.

Dentro de estas dimensiones, y de la estructura global del proyecto, la presente investigación se halla en el seno de la dimensión tecnológica. Como parte de ella, debe estar en estrecha coordinación con el resto de aspectos del desarrollo tecnológico del propio recurso de apoyo, ya que el estudio de las condiciones ergonómicas parte de la recogida de datos sobre el SINA, sus posibilidades de configuración, adaptabilidad y usabilidad y de las condiciones de uso.

Aunque la ubicación de esta investigación sea la dimensión tecnológica, la relación y coordinación con las demás dimensiones es esencial, como en el resto de aspectos del proyecto, para el buen desarrollo y evolución del producto.

Al ser un elemento que pasa a formar parte de un proyecto global, esta investigación debe estar necesariamente integrada en la filosofía, metodología y organización del proyecto, que cuenta ya con una población de estudio y una muestra delimitadas, un contexto de trabajo concreto y una organización y coordinación de los diferentes elementos que la conforman.

Dado que la metodología de diseño y desarrollo utilizada en el proyecto SINA es coherente con el planteamiento de esta investigación, esta es la metodología de investigación utilizada.

La recogida de datos se integra en la planificación temporal y organizativa del proyecto en general, lo que implica que el trabajo de campo y la recogida de datos quedan delimitados por el calendario escolar, actividades y eventos de cada centro, al tratar con instituciones educativas y centros escolares. Las herramientas e instrumentos de recogida de datos se integran lo máximo posible a las ya existentes para el estudio del uso del dispositivo, o bien se plantean otras que, conforme a la filosofía del proyecto, no suponga la utilización de procedimientos invasivos de recogida de datos. Es decir, se deben mantener las condiciones de uso del SINA, que suponen la no utilización de equipamiento o instrumentos sobre el usuario.

Las relaciones con los centros y usuarios se establecen a través de los propios recursos del proyecto, es decir, a partir de los responsables del proyecto y de la figura de contacto y coordinación creada para mantener el contacto de los centros.

La población de estudio la conformaban, en una primera fase del proyecto SINA (SINA I) en la que se realizó el pilotaje del SINA, personas con discapacidades motoras e intelectuales, mayoritariamente relacionadas con la presencia de deficiencias por una parálisis cerebral infantil, escolarizadas en un centro de educación especial. También participaron en el pilotaje personas con esclerosis múltiple que presentaban dificultades para el acceso al ordenador a través de los dispositivos de entrada de datos habituales.

En una segunda fase del proyecto SINA (SINA II), en la que se introdujo el dispositivo como recurso de apoyo en los gabinetes de especialistas de diferentes centros de educación especial, residencias y centros de día para personas con discapacidad motora o intelectual, la muestra se amplió, aunque el grupo mayoritario de usuarios siguió formado por personas (niños o adultos) con parálisis cerebral infantil que implicaban deficiencias como tetraplejias espásticas o atetósicas, retraso mental, episodios de espasticidad, etcétera, por lo que el acceso al ordenador quedaba gravemente limitado por las vías ordinarias de entrada de datos, e incluso por dispositivos alternativos de entrada de datos.

Aunque las características generales de los usuarios en cuanto a capacidad funcional (estabilidad, movilidad, capacidad intelectual, etcétera) eran aptas para el objetivo de este estudio, se optó por limitar esta investigación a aquellos usuarios con capacidades funcionales estables o en evolución por el desarrollo propio de la edad. Es decir, se optó por centrar el estudio en aquellas personas con deficiencias congénitas cuyas manifestaciones e influencia en su capacidad funcional estuviese estabilizada, descartando así para el objetivo de este estudio a aquellas personas que presentaran procesos adquiridos o degenerativos.

En cuanto al contexto de utilización del SINA, el proyecto SINA contemplaba ya una función eminentemente educativa del uso del SINA, tanto para el trabajo del currículum de los alumnos en el caso de centros de educación especial como otro tipo de aprendizajes en el caso de usuarios adultos, en centros de día o residencias. En el momento de inicio de esta investigación, el proyecto SINA estaba en la fase II de su desarrollo, es decir, se trabajaba en sesiones de gabinete con especialistas que guiaban al usuario en la sesión de utilización

del SINA, y se iniciaba la fase SINA III, de pilotaje de la utilización del dispositivo en aulas ordinarias.

Dada la necesidad de una muestra suficiente y en contextos equiparables de utilización del SINA, se decidió concentrar el presente estudio en las sesiones desarrolladas en gabinete con especialistas, tanto en centros de educación especial como en centros de día y residencias o talleres ocupacionales.

En resumen, la investigación que aquí se expone se centra en el estudio de condiciones ergonómicas de uso de un dispositivo concreto, el SINA, para luego generalizar aquellos aspectos que no sean exclusivos de la configuración de dicho dispositivo. Esto supone la integración del presente estudio en un proyecto global ya existente, dentro de la dimensión tecnológica, por lo que se debe seguir los principios, metodología y calendario marcados por el mismo. Asimismo, se cuenta ya con una población de estudio perfilada por el propio proyecto SINA, aunque a efectos de este estudio se delimita algo más, centrándose en personas cuya discapacidad tenga relación con deficiencias congénitas y estabilizadas, sin más evolución que la propia de la edad y evolución de la persona, y en un contexto educativo, ya sea orientado a los objetivos de aprendizaje del currículum escolar o a la adquisición de habilidades, capacidades y conocimientos en general.

## **6 MARCO TEÓRICO DE REFERENCIA**



## 6. Marco teórico de referencia.

Establecer el marco teórico de referencia en una investigación que se ubica en el punto de encuentro de varias disciplinas es una tarea compleja. A lo largo de los capítulos anteriores hemos nombrado diferentes áreas de conocimiento, ciencias y conceptos que, aunque inicialmente parezcan dispares, van interactuando y relacionándose necesariamente conforme se manifiestan en la sociedad situaciones en las que confluyen. En este capítulo se intentan mostrar las diferentes disciplinas y conceptos teóricos en los que se basa esta investigación, para llegar al lugar donde se ubica la misma y el contexto educativo en el que se realiza.

Para ello, será necesario conceptualizar el objeto de estudio a partir del punto de encuentro de las diferentes disciplinas. Se trata de una situación en la que una persona con discapacidad utiliza un ordenador mediante un recurso o sistema de apoyo, para su participación en igualdad de condiciones en la sociedad.

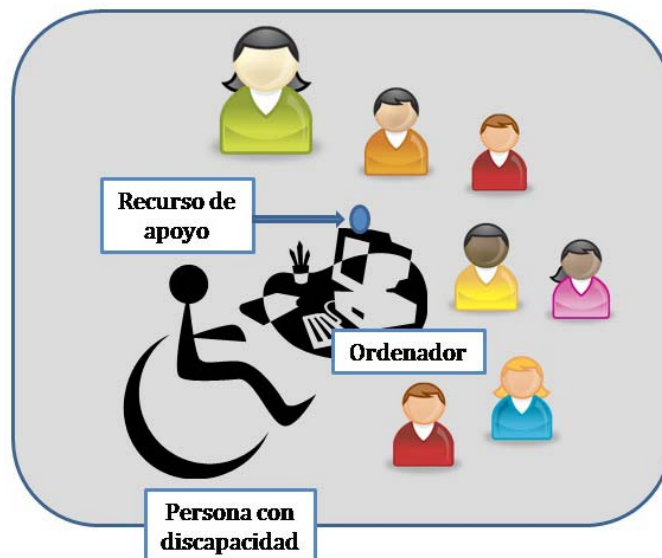


Figura 6-17. Situación central del marco teórico de referencia

A lo largo de este capítulo se analizarán diferentes aspectos de esta situación y de conceptos relacionados con ella, desde diferentes perspectivas. Primero, a través del análisis del sistema hombre-máquina y la interacción entre persona y máquina (en nuestro caso, entre persona y ordenador). Para ello, se abordará la situación desde la ergonomía (Figura 6 -18: elipse verde). Posteriormente se pasará de la situación genérica de una persona interaccionando con una máquina a una situación más concreta, en la que la máquina de la que hablamos es un ordenador, y por tanto se introduce el concepto de interacción persona ordenador, y en la que la persona que interacciona con el ordenador tiene un determinado grado de discapacidad, por lo que se tratará el concepto de discapacidad.

El concepto de discapacidad, y de participación en la sociedad, nos llevará a otro de los enfoques de este capítulo, desde el diseño universal y la presencia de recursos de apoyo para garantizar la igualdad de oportunidades (Figura 6 -18: elipse azul) de manera genérica, y en concreto en el ámbito educativo, a través de la visión de la inclusión educativa (Figura 6 -18: elipse amarilla).

Pasaremos después a un análisis desde el contexto educativo en el que se realiza esta investigación, ya que la introducción de una tecnología en un contexto educativo implicará un proceso reflexionado, analítico y sistemático que requerirá su propio análisis (Figura 6 -18: elipse roja).

Así abordaremos los diferentes conceptos y perspectivas que abordan la situación a la que hacíamos referencia, eje vertebral del estudio.



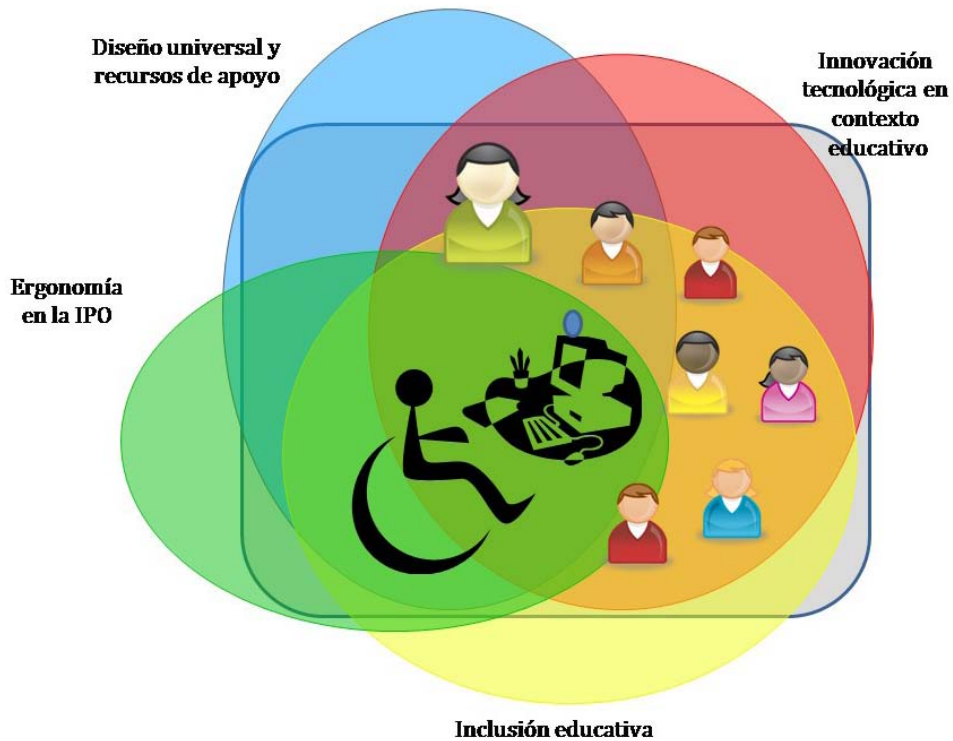


Figura 6-18. Esquema del marco teórico de referencia.

Cada elipse representa uno de los enfoques que se exponen en este capítulo, que abordan diferentes conceptos y aspectos de la situación central y su contexto. Los enfoques representados son: Ergonomía en la interacción persona ordenador (IPO) (elipse verde), Diseño universal y recursos de apoyo para la igualdad de oportunidades (elipse azul), Inclusión educativa (elipse amarilla) e Innovación tecnológica en el contexto educativo (elipse roja).

Para poder iniciar el análisis desde los diferentes abordajes nombrados, se deberá explicar primero la situación general, en la que una persona interactúa con una máquina. Para ello, hablaremos primero del sistema hombre-máquina.

## 6.1 El sistema hombre-máquina

Un sistema hombre-máquina, o humano-máquina (H-M)<sup>13</sup> es aquel formado por una o varias personas, una o varias máquinas que interactúan dentro de un contexto o ambiente para conseguir un resultado (Cañas Delgado, 2004; Cañas & Waerns, 2001).

Se trata de un concepto que se viene definiendo desde 1958, cuando Fitts (Fitts en Rodríguez Jouvencel, 1994) se refirió a él como “un conjunto de elementos comprometidos en la consecución de uno o varios fines comunes ligados a una red de informaciones cuyo rendimiento depende no sólo de las características de sus elementos, sino, también, de sus interacciones e interrelaciones”.

Evidentemente, el sistema hombre-máquina del que hablamos es un modelo, y como tal, es una representación de una realidad. Así, aunque la primera definición de sistema H-M es relativamente reciente (la hallamos a mediados del siglo XX ), la interacción del ser humano con máquinas, herramientas o artefactos, y la necesidad de equilibrio entre ambos y resto de elementos del sistema H-M existen desde el momento en que se creó la primera herramienta.

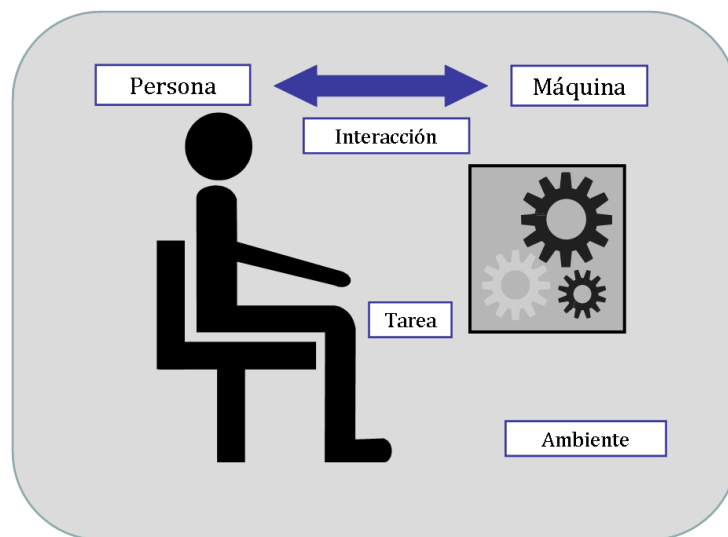
Este sistema fue concebido inicialmente en un contexto de análisis y estudio de puestos de trabajo, como veremos más adelante, por lo que hacía referencia a la interacción necesaria para cumplir una tarea que formaba parte del trabajo. Sin embargo, en la sociedad se han ido incorporando elementos tecnológicos, máquinas, con las que el hombre interactúa en su vida diaria en diferentes contextos (trabajo, ocio, tareas domésticas, etc.), por lo que el concepto de sistema H-M ha ido evolucionando necesariamente, ampliando su concepción a un sistema que tendrá como eje la relación entre el hombre y los elementos físicos y sociales del ambiente a través de artefactos, máquinas, útiles o instrumentos sin importar el contexto o ámbito del que se trate (Cañas & Waerns, 2001)(e.g. el uso de cualquier electrodoméstico,

---

<sup>13</sup> Actualmente se utilizan también los términos persona-máquina y persona-sistema, aunque por razones de uso de las siglas H-M, coincidentes además en inglés y castellano, la nomenclatura más habitual sigue siendo sistema hombre-máquina.

cajeros automáticos, máquinas para comprar billetes para el transporte, telefonía móvil, televisión, etc.).

Al tratarse de un sistema, es decir, un conjunto de componentes cuya interacción aporta nuevas cualidades que los elementos no tienen de forma aislada, estos cobran sentido en tanto forman parte del total. La eficacia del sistema, por tanto, resultará de la optimización de las partes que lo componen, tanto humanos como físicos, y de la conjunción de estas (Lillo Jover, 2000; Pereda Marín, 1993):



**Figura 6-19. Esquema del sistema hombre-máquina.**

- **Persona.** Por parte del ser humano participan en el sistema H-M sus características, necesidades, capacidades y habilidades, siendo los que afectan directamente al sistema:
  - Aspectos físicos y fisiológicos. Las dimensiones y la relación con el mundo exterior desde el punto de vista biomecánico, así como el comportamiento del cuerpo humano en cuanto a metabolismo y funciones respiratoria, cardiovascular y sensorial son los aspectos más estudiados (Tortosa Latonda & Instituto de Biomecánica de Valencia, 1999).

- Aspectos cognitivos. Incluyen aspectos individuales y de grupo, aunque las características del sistema cognitivo humano son el punto de referencia en cuestiones de interacción. Los procesos cognitivos individuales de interés son la percepción, aprendizaje, atención o motivación y su aplicación a la consecución de tareas como la búsqueda de información, interpretación de la misma, toma de decisiones, etc. En cuanto a aspectos de grupo, interesa estudiar cómo las personas se comunican, comparten y transfieren conocimientos (Cañas & Waerns, 2001).
- Otros aspectos de la persona, como edad y experiencia, que pueden influir en la interacción (Ferraz, 2002).
- **Máquina.** Se entiende como máquina todo aquel artefacto, aparato, herramienta o útil construido por el hombre con la finalidad de mejorar la ejecución de cualquier actividad humana. Su objetivo es cumplir una función concreta (ejecutar, mejorar o complementar una tarea) a partir de la relación o interacción con el ser humano, para actuar sobre el ambiente (Cañas & Waerns, 2001). Las características que aporta al sistema vienen dadas por el diseño, y tienen en cuenta:
  - Dimensiones y formas de la máquina, o de la parte de ella que entre en contacto con el ser humano.
  - Interfaz. Es el medio por el que se comunican la persona y la máquina. Su función es gestionar y regular múltiples estímulos sensoriales para una mejor comunicación e interacción entre el hombre y la máquina (Manresa Yee, 2009; Manresa-Yee, Ponsa, Varona, & Perales, 2010; Torrealba, 2004).
  - Ubicación, formas y dimensiones de los mandos (botones, agarres, pedales, etc).
  - Ubicación, forma y dimensiones de los indicadores.
- **Ambiente.** Se trata del espacio tridimensional inmediato en el que la persona se sitúa y que incluye a todas las personas y artefactos que se encuentran junto a ella

en dicho espacio (Cañas & Waerns, 2001). Es el espacio percibido directamente y con el que la persona puede interactuar, y aporta al sistema cualidades de iluminación, ruido, temperatura, ventilación y otros elementos o personas compartiendo el mismo espacio. Se trata de un elemento que influye sobre el resto de componentes del sistema, y que a su vez puede ser modificado por ellos. Por ejemplo, en una situación en la que la persona interactúe con el aparato de aire acondicionado en una habitación, la temperatura de la misma será un elemento del ambiente que influirá sobre la persona y la toma de decisiones que realice. Esta, a su vez, podrá influir en el ambiente a partir de la interacción con la máquina.

- **Interacción.** La interacción es un proceso que incluye los estímulos presentados a la persona (nivel sensorio-motor), los procesos perceptuales por los que la persona representa la información, el procesamiento cognitivo de la misma y la respuesta que elabora y transmite (a través del sistema motor) a la máquina, por la que modifica el ambiente. Los cambios provocados en el ambiente pueden constituir a su vez estímulos que reciba la persona, siendo por tanto un proceso cíclico (Cañas Delgado, 2004).
- **Tarea u objetivo.** Se entiende por tarea la finalidad que se debe alcanzar en unas condiciones determinadas. Es lo que el individuo debe lograr, a través de su actividad en el contexto del sistema H-M (Tortosa Latonda & Instituto de Biomecánica de Valencia, 1999; Cañas Delgado, 2004).

El sistema H-M se debe entender contextualizado en un entorno social determinado, y no de manera aislada. Como se ha dicho, el avance de la tecnología y su integración en la vida de las personas implica una interacción diaria con máquinas, independientemente del ámbito o contexto social en el que nos encontremos. Es por ello que la tarea y las demandas que se deriven de ella vendrán determinadas por el ámbito o contexto en el que se halle el sistema H-M, siendo diferentes si se trata del ámbito laboral, de ocio, de salud, educativo, etc.

## 6.2 Ergonomía

El término Ergonomía proviene etimológicamente del griego *ergon*, trabajo o actividad, y *nomos*, normas o leyes naturales, lo que nos llevaría a entender de manera general la Ergonomía como la ciencia del trabajo, que aplica los conocimientos para diseñar o corregir condiciones de trabajo siguiendo las leyes naturales. Sin embargo, el concepto actual de ergonomía es mucho más amplio, parte de un enfoque holístico y tiene unos objetivos ya no centrados en el trabajo, sino en todo el sistema hombre-máquina, con el objetivo de hacerlo más confortable, más fácil de usar, y mejorar la eficacia del sistema, como veremos al trabajar el concepto de Ergonomía (IEA, 2011; Cañas & Waerns, 2001; Lillo Jover, 2000; Rodríguez Jouvencel, 1994; Tortosa Latonda & Instituto de Biomecánica de Valencia, 1999).

La Ergonomía tiene como objetivo adaptar las tareas, y con ellas todos los elementos del sistema hombre-máquina, a la capacidad, necesidades y características de las personas, de tal manera que mejore la eficiencia, seguridad y bienestar de estas como parte de dicho sistema.

Tal como ocurre con el sistema H-M, la Ergonomía tal como la conocemos aparece a mediados del siglo XX, aunque su historia es mucho más larga. Así como afirmábamos que el primer sistema H-M apareció en el momento que el ser humano empezó a utilizar herramientas, con él nació la necesidad de adaptarlas a la personas para usarlas de manera cómoda y segura. Aunque llamado de otra manera, o de ninguna, se estaban aplicando principios ergonómicos al uso de útiles para la actividad humana. Así, lo que hoy conocemos como Ergonomía es fruto de una evolución en la manera de entender la relación entre el ser humano y las máquinas o la tecnología que crea para su aprovechamiento, y que es paralela a la propia evolución tecnológica de la sociedad (Lillo Jover, 2000).

Desde el momento en el que, en el Neolítico, el hombre empezó a crear herramientas con el fin de superar la limitación de la capacidad humana, empezó a su vez a diseñarlas para su comodidad. La proliferación de herramientas y útiles para cubrir las necesidades básicas del ser humano se fueron adaptando a las necesidades del mismo de manera intuitiva a lo largo de los siglos (Bonyuet, 2002).

El primer punto de inflexión en nuestra historia lo encontramos a partir de la Revolución Industrial (1870), en la que se pasa de una era de uso de herramientas a una era protagonizada por las máquinas, sobre todo en aquellos campos en los que se introdujo el motor de vapor. Es a partir de la interacción de los trabajadores con estas máquinas cuando se empieza a ser consciente de la necesidad de ajustar persona y máquina, aunque en esta época el principal fin era mejorar el rendimiento y la productividad. Los trabajos más ilustrativos en este sentido son los de Taylor, entre 1878 y 1903, que demostraron el aumento de productividad a partir del control y dirección de los esfuerzos de los trabajadores. Se instaura así una etapa en la que el centro de atención era la máquina, adaptando las habilidades de los trabajadores a los requerimientos de uso de esta (Bonyuet, 2002; Lillo Jover, 2000), en un enfoque maquinocentrista o procústeo<sup>14</sup>.

A finales del siglo XIX y principios del XX se da un incremento de diferentes energías, lo que favorece el desarrollo tecnológico de la sociedad, incluyendo sectores como el transporte, agricultura e industria.

Después de la Primera Guerra Mundial (1914-1918) se empieza a considerar, a partir del diseño de máquinas de guerra (principalmente tanques y aviones de guerra), que el ser humano no es una extensión de la máquina, sino que forma, junto con ella, un sistema en el que se integran todas las condiciones de trabajo, y que es la conjunción de todos estos elementos, entre ellos los factores humanos, los que hacen al sistema eficiente. Es a partir de este cambio de paradigma cuando empiezan a aparecer los primeros trabajos científicos. A partir de trabajos que demuestran la implicación no solo física de los trabajadores en su puesto de trabajo, sino también mental (Mayo (1939) y Mayo (1927) en Bonyuet, 2002), y otros como los de Kalff o Ginzberg que hacen cobrar importancia al entorno y las

---

<sup>14</sup> Hace referencia a Procusto o Procustes, personaje de la mitología griega. Procustes tenía una casa en la que invitaba a pasar la noche a los viajeros, ofreciéndoles una cama para dormir. Si la persona que se acostaba era demasiado baja, Procustes lo encadenaba de brazos y piernas para luego estirarlo hasta que su cuerpo encajaba en la cama. Si el huésped, en cambio, era demasiado alto, Procustes cortaba el sobrante de las extremidades, de manera que el huésped cupiera “cómodamente” en la cama. Esta figura mitológica se utiliza como metáfora de la adaptación de la persona a la máquina, aún a costa de su salud, y recoge un enfoque que considera que, dado que la persona es más versátil que la máquina, parece más efectivo que sea la persona la que se deba adaptar a la máquina y no al contrario.

condiciones ambientales del trabajador, es como se va conformando el modelo actual de sistema hombre-máquina.

La mitad del siglo XX es un punto de inflexión en la historia de la Ergonomía, ya que se considera ese momento como el de su nacimiento como disciplina. Tras la Segunda Guerra Mundial (1939-1945), en la que se habían multiplicado situaciones de interacción H-M en situaciones límite, con soldados poco preparados, con decisiones que tomar y errores de consecuencias dramáticas, el almirantazgo británico creó en 1949 un equipo multidisciplinar encargado de estudiar los factores humanos que formaban parte del sistema H-M, a fin de adaptar el sistema a las características físicas y psíquicas de las personas. La creación de este equipo es considerado por muchos autores (Lillo Jover, 2000; Pereda Marín, 1993; Rodríguez Jouvencel, 1994) como el momento de nacimiento de la Ergonomía.

Conforme transcurría la segunda mitad del siglo XX, y sobre todo hacia el final de este, la tecnología se fue incorporando a diferentes ámbitos de la vida de las personas. De la misma manera, la Ergonomía fue adaptando los útiles, herramientas y máquinas con los que interaccionaban las personas en estos ámbitos, desde la visión antropocéntrica, humanista, que posiciona a la persona como la prioridad a atender dentro del equilibrio del sistema H-M.

A su vez, manteniendo su carácter como disciplina del trabajo, la Ergonomía fue consolidándose en este ámbito, incorporándose en las políticas de salud laboral de diferentes países (Cañas Delgado, 2004; Uriarte, 1975), y en otros ámbitos a través de su inclusión en el diseño de productos en la industria.

En las últimas décadas, el desarrollo tecnológico no solo ha avanzado, sino que ha conllevado un cambio en la manera de trabajar e interaccionar con las máquinas. Así como en las fases anteriores las máquinas eran creadas para ayudar y complementar las capacidades físicas del ser humano, en los últimos tiempos asistimos a un desarrollo tecnológico dirigido a extender las capacidades mentales (Lillo Jover, 2000). Esto crea nuevas maneras de trabajar e interactuar en un sistema H-M, caracterizadas por un mayor protagonismo de las habilidades cognitivas, frente a un cambio en las exigencias físicas, que requieren menos fuerza pero mayor precisión y rapidez; una mayor conciencia de calidad de



vida y responsabilidad sobre la salud (propia y de compañeros); y la aparición cada vez más rápida de nuevas tecnologías, objetos y energías, que favorecen la creación de nuevas máquinas con las que interactuar y con las que aprender a interactuar (Cañas Delgado, 2004; Cañas & Waerns, 2001; Lillo Jover, 2000).

Desde su aparición como disciplina las definiciones de Ergonomía se han ido sucediendo y conviviendo entre ellas, reflejando el concepto que se tenía en cada momento de la disciplina y el enfoque de la misma.

La primera definición que encontramos es la publicada por la Organización Internacional del Trabajo (Oficina Internacional del Trabajo & Asociación Internacional de Ergonomía, 2000):

*Aplicación conjunta de algunas ciencias biológicas y ciencias de la ingeniería para asegurar entre el hombre y el trabajo una óptima adaptación mutua con el fin de incrementar el rendimiento del trabajador y contribuir a su bienestar (OIT, 1961).*

En el momento del nacimiento de la disciplina se hablaba de adaptación mutua y de una aplicación de la Ergonomía puramente laboral, tratando únicamente de trabajadores e incluyendo como objetivo, además del bienestar, el rendimiento de este trabajador.

Esta misma aplicación exclusiva al trabajo la podemos observar en las definiciones halladas en las décadas siguientes. Aunque algún autor ya apuntaba en otra dirección, no será hasta el final de los años ochenta cuando se acepta de manera general que la Ergonomía abarque ámbitos más amplios, introduciendo ámbitos de actuación dirigidos al usuario general o al consumidor (McCormick, 1981; Pheasant, 1988).

*La Ergonomía es el estudio del ser humano en su ambiente laboral (Murrell (1965) en Instituto Europeo de Salud y Bienestar Social, 2000).*

*Estudio del comportamiento del hombre en su trabajo (Grandjean (1969) en Grandjean, 1983).*

*Análisis de los procesos industriales centrado en los hombres que aseguran su funcionamiento (Faverge (1970) en Instituto Europeo de Salud y Bienestar Social, 2000).*

*Es el estudio multidisciplinar del trabajo humano que pretende descubrir sus leyes para formular mejor sus reglas (Cazamian, 1986).*

*Es el conjunto de conocimientos científicos relativos al hombre y necesarios para concebir útiles, máquinas y dispositivos que puedan ser utilizados con la máxima eficacia, seguridad y confort (Wisner (1973) en Instituto Europeo de Salud y Bienestar Social, 2000).*

*La Ergonomía trata de relacionar las variables del diseño por una parte y los criterios de eficacia funcional o bienestar para el ser humano (McCormick, 1981).*

*Es la tecnología que aplica y descubre información sobre la conducta humana, sus capacidades, limitaciones y otras características para el diseño y mejora de herramientas, máquinas, sistemas, tareas y trabajos par lograr que los ambientes laborales sean productivos, seguros, confortables y efectivos.(Chapanis (1985) en Lillo Jover, 2000).*

*Es la aplicación científica que relaciona a los seres humanos con los problemas del proyecto tratando de acomodar el lugar de trabajo al sujeto y el producto al consumidor (Pheasant, 1988).*

Durante los años noventa se van perfilando otros aspectos del concepto de Ergonomía. Además de un concepto más amplio, y no solo restringido al ámbito laboral, nos encontramos de manera más frecuente con concepciones que reflejan la aplicación de conocimiento científico tanto de las personas como de las máquinas y del ambiente que las rodea como herramienta para poder conseguir el objetivo que se propone, que acaba concretándose en términos de seguridad, eficacia del sistema, y bienestar y comodidad de la persona que forma parte del sistema hombre-máquina.

*La Ergonomía estudia cómo las personas, las máquinas y el ambiente se comunican e interactúan entre sí para, actuando sobre todos o algunos de sus elementos, llegar a optimizar los criterios de eficacia, seguridad, comodidad y satisfacción (Pereda Marín, 1993).*

*Grupo de disciplinas que se interesan por el estudio del equilibrio (o estabilidad) entre las condiciones externas e internas ligadas al trabajo, y que interaccionan en la biología humana (Rodríguez Jouvencel, 1994).*

*Campo de conocimientos multidisciplinar que estudia las características, necesidades, capacidades y habilidades de los seres humanos, analizando aquellos aspectos que afectan al diseño de productos o de procesos de producción (Tortosa Latonda & Instituto de Biomecánica de Valencia, 1999).*

Finalmente, a partir del año 2000, con varios debates todavía abiertos en relación a la concepción de Ergonomía como ciencia o como tecnología, y al enfoque más antropocentrista frente al de búsqueda del equilibrio entre la adaptación de hombre y máquina (el enfoque procústeo o maquinocentrista quedó descartado con la aparición de esta disciplina, siendo contradictorio con el concepto mismo de Ergonomía), la IEA (International Ergonomics Association) adoptó la siguiente definición oficial de ergonomía:

*Ergonomía (o Factores Humanos<sup>15</sup>) es la disciplina científica que se ocupa de la comprensión de la interacción entre los seres humanos y los demás elementos de un sistema, así como la profesión que aplica la teoría, principios, datos y métodos al diseño para optimizar el bienestar humano y el funcionamiento global del sistema (IEA, 2000).*

Dentro de esta amplia definición se establecieron diferentes ámbitos de especialización:

- La Ergonomía física se ocupa de la anatomía, antropometría, fisiología y biomecánica humana, y su relación con la actividad física. Así, analiza las posturas de trabajo, la manipulación manual de cargas, movimientos repetitivos, los trastornos músculo – esqueléticos relacionados con el trabajo, etc.

- La Ergonomía cognitiva estudia los procesos cognitivos en el lugar de trabajo tales como la percepción, memoria, respuesta motora, y su influencia sobre la interacción entre humanos y los demás elementos del sistema, con un interés especial en el diseño de la tecnología, la organización y los entornos de aprendizaje. Se analiza, por tanto, la carga mental del trabajo, la toma de decisiones, la adquisición de habilidades, los errores humanos, el estrés laboral, y gran parte de la interacción persona ordenador.

---

<sup>15</sup> Originalmente, el término Ergonomía fue el adoptado en Europa, mientras que Factores Humanos se utilizó inicialmente en Estados Unidos. Actualmente se utilizan como sinónimos.

- La Ergonomía social u organizativa. Estudia los sistemas de trabajo, incluyendo las estructuras, políticas y procesos organizativos. Analiza los canales y estilos de comunicación y mando, el diseño de horarios y turnos, la participación de los trabajadores, el trabajo cooperativo, teletrabajo y procesos de control de calidad.

Esta investigación está enfocada desde la Ergonomía física, y por tanto se centra en los aspectos que corresponden a este ámbito de especialización.

La definición de la IAE convive en nuestro caso con la realizada en 2003 por la Asociación Española de Ergonomía:

*Ciencia aplicada de carácter multidisciplinario que tiene como finalidad la adecuación de los productos, sistemas y entornos artificiales a las características, limitaciones y necesidades de los usuarios, para optimizar su eficacia, seguridad y confort (AEE, 2003).*

Estas dos definiciones, aunque puedan parecer diferentes en algunos aspectos, contienen la esencia del enfoque ergonómico, y los elementos comunes que la definen.

Establecen la Ergonomía como ciencia, aunque en el caso de la definición de la Asociación Española de Ergonomía se habla de ciencia aplicada. En esta se habla también del origen multidisciplinar del cuerpo de conocimientos propio de la Ergonomía, y que aplica después para alcanzar su objetivo. Efectivamente, son varias las ciencias y áreas de conocimiento que nutren la Ergonomía, y que le permiten el estudio de los diferentes elementos del sistema H-M: Anatomía, Fisiología, Psicología, Antropometría, Ingeniería, Física, etc.

Aunque la IAE parta del estudio de la interacción, y por tanto presenta una visión de equilibrio entre la adaptación de los diferentes elementos del sistema H-M, frente a la perspectiva aún más antropocentrista (habla directamente de adecuación de productos, sistemas y entornos artificiales a las personas) de la definición española, las dos definiciones tienen como objetivo el fin mismo de la Ergonomía: el bienestar y confort o comodidad de la persona en el contexto de un sistema H-M, y la eficiencia del mismo, mediante la adaptación de elementos del sistema.

La búsqueda de este equilibrio en el sistema, que garantice unas condiciones del mismo cómodas y favorables para la persona, se puede realizar cuando el sistema ya existe, corrigiendo aquello que se considere que no es adecuado, o bien realizar una intervención antes de que el sistema se ponga en marcha. Así, hablaremos de Ergonomía preventiva cuando el estudio de la optimización del sistema (siempre desde nuestra perspectiva antropocéntrica) se realice durante el diseño de los elementos del sistema H-M, a partir del estudio de las características, capacidades y limitaciones de los futuros usuarios. En cambio, se estará aplicando Ergonomía correctiva cuando se analice un sistema ya existente, proponiendo medidas correctoras en el caso de que el equilibrio del sistema, y por tanto el bienestar de la persona que forma parte del mismo, no esté garantizado.

Por último, ambas definiciones adoptadas han dejado ya de lado la especificación de un ámbito de aplicación exclusivamente laboral, dando cabida así al análisis de sistemas H-M en todas aquellas situaciones en la vida de las personas en las que interaccionan con máquinas, tal como se ve en el repaso histórico realizado. La Ergonomía pasa a integrarse y a ser reflejo de una sociedad consciente de la importancia de su salud y de la calidad de vida de las personas que la conforman, y de que la tecnología que incorpora a su estilo de vida debe formar parte del mismo de una manera equilibrada y cómoda.

### **6.3 Interacción persona ordenador (IPO)**

Las TIC son el máximo exponente de la integración de tecnología en nuestras vidas, y actualmente protagonizan la gran mayoría de situaciones de interacción entre personas y máquinas. Uno de los artefactos de este tipo de tecnologías que más se ha integrado en la sociedad, en diferentes formatos, es el ordenador. Ya sea un ordenador de sobremesa en casa como ordenador personal o en la oficina como herramienta de trabajo, un ordenador portátil o los nuevos formatos, más pequeños, con mayor portabilidad, estos artefactos son ya parte de nuestro día a día.

La Interacción Persona Ordenador (IPO) hace referencia a la forma en que los humanos se comunican con los ordenadores utilizando reglas físicas y lógicas (Abascal & Nicolle, 2001; Manresa Yee, 2009; Michalski, Grobelny, & Karwowski, 2006; Shneiderman, Plaisant, & Sánchez Cuadrado, 2006). La IPO es la forma en que una persona experimenta la interacción con el ordenador, las aplicaciones y los dispositivos de entrada y salida de datos. Forma parte de un sistema hombre-máquina, que en este caso estará compuesto por los siguientes elementos:

- El usuario (tanto si se trata de una persona o de un grupo de personas). Se abarcan las habilidades, experiencias, características, necesidades, etc. El diseño de la IPO tendrá en cuenta desde la disposición de objetos en la pantalla hasta la accesibilidad de los dispositivos de entrada y salida de datos.
- El ordenador, incluyendo ordenador de sobremesa, portátiles, Notebooks, etc. para cualquier uso, sea personal o profesional. En la IPO se tendrán en cuenta tanto los dispositivos físicos como las aplicaciones instaladas y los dispositivos de entrada y salida de datos.
- La interacción, entendida como la comunicación directa o indirecta entre el usuario y el ordenador.

Además, al tratarse de un sistema H-M, hablaremos también de:

- Ambiente: Incluye los aspectos relacionados con contexto físico (ambiente luminoso, temperatura, ruidos).
- Tarea a realizar.
- Contexto de la interacción. Contexto temporal y el contexto funcional de la interacción en sí, es decir, si se trata de un ámbito educativo, laboral, de ocio, etc.

Con la aparición de la IPO como sistema H-M con entidad propia, surgió también la IPO como disciplina, ocupándose del diseño, evaluación e implementación de sistemas informáticos interactivos para el uso humano, así como el estudio de los fenómenos que lo rodean (Hewett en Manresa Yee, 2009).

Al abarcar tanto aspectos de diseño de la máquina (en este caso el ordenador) como de estudio de la persona, y de la interacción entre ambos en un contexto determinado, la IPO implica necesariamente un enfoque multidisciplinar, convirtiéndose en el punto de encuentro de varias ciencias y disciplinas relacionadas con el conocimiento o estudio de los diferentes elementos del sistema hombre-máquina. Algunos ejemplos son:

- Informática: diseño de aplicaciones y de interfaces.
- Psicología: Aplicación de teorías de procesos cognitivos y análisis del comportamiento humano.
- Sociología y antropología: interacciones entre tecnología, trabajo y organización con el ser humano y la sociedad.
- Diseño industrial: diseño de productos para la interacción.
- Ergonomía: diseño y condiciones de uso adecuadas al usuario y eficiencia del sistema hombre-máquina (Helander, 1988; Manresa Yee, 2009).

## **6.4 Ergonomía en la interacción persona ordenador**

La incorporación de los ordenadores a la vida de las personas, en sus diferentes ámbitos, lleva consigo exigencias físicas y mentales diferentes a las tradicionales. La interacción con los ordenadores requiere mayor exigencia mental en cuanto a atención y concentración, ya que ofrece múltiples estímulos que la persona debe percibir e interpretar, y exige una mayor rapidez de respuesta. El esfuerzo físico exigido para la interacción con la máquina cambia, ya que no se trata de esfuerzos musculares de alta intensidad, pero sí de una posición prácticamente estática de grandes grupos musculares combinada con requisitos de precisión, coordinación y rapidez de movimientos, muchos de ellos de escasa amplitud,

en las extremidades, siendo la interacción de la persona con el ordenador principalmente manual.

Como podemos ver, la IPO no es más que una situación de interacción H-M más específica que, debido a la gran importancia que las TIC han cobrado en nuestra sociedad actual, tiene entidad propia. Las características distintivas de este tipo de interacción, debido a los requisitos concretos de esfuerzo físico y mental, hicieron necesario crear las pautas y condiciones ergonómicas adecuadas, de manera específica, para el uso de ordenadores por parte de las personas.

A lo largo de las últimas décadas han ido apareciendo guías y estándares para el diseño y evaluación de situaciones de IPO. Los estándares internacionales ISO (International Organisation for Standardisation), a través de sus comités técnicos de Ergonomía (subcomité de Ergonomía de la interacción persona-sistema) y Ergonomía del Software, y a nivel nacional las normas UNE (publicadas por la Agencia Española de Normalización y Certificación –AENOR–) y la legislación vigente, han ido conformando un conjunto de pautas, requisitos y recomendaciones que tienen como objetivo garantizar el funcionamiento de un sistema de interacción persona ordenador de manera óptima, en términos de eficacia, seguridad, bienestar y comodidad.

De todos los estándares ISO relacionados con interacción persona ordenador, el más aceptado y aplicado es la norma ISO 9241: Requisitos ergonómicos para trabajos de oficina con pantallas de visualización de datos (PVD) (ISO9241:1997, ISO9241-1:1997/Amd1:2001), que abarca los diferentes aspectos del diseño ergonómico para la IPO, como los requisitos de diseño de la PVD (requisitos generales ISO9241-3:1992), aspectos relacionados con reflejos en las pantallas y colores (ISO9241-8:1997), posteriormente revisadas y sustituidas por la ISO9241 serie 300 ISO9241-300:2008), la concepción del puesto de trabajo y las exigencias posturales (ISO9241-5:1998), el ambiente (ISO9241-6:1999), los dispositivos de entrada de datos (teclado (ISO9241-4:1998, posteriormente incluido en la serie 400 9241-400:2007) y dispositivos diferentes del teclado (ISO9241-9:2000, posteriormente incluido en la serie 400 9241-400:2007) y el control de la usabilidad (ISO9241-11:1998), así como aquellos aspectos relativos específicamente a los



programas informáticos (ISO9241-11:1998 a la ISO9241-17:1998) o equipamiento para las tecnologías de la información y comunicación (TIC) (ISO9241-20:2008).

A nivel nacional podemos hallar el RD 488/1997, de disposiciones mínimas de seguridad relativas al trabajo con equipos que incluyen pantallas de visualización, es el más aplicable al tema que nos ocupa, estableciendo requisitos y recomendaciones similares a las expuestas en su momento por las normas ISO.

Asimismo, varias normas UNE aplican la norma ISO 9241 (de la UNE-EN ISO 9241-1/A1, a la UNE-EN ISO 9241-410:2008). Son de aplicación también las normas UNE que establecen los requisitos de accesibilidad al ordenador de las aplicaciones informáticas, software en la norma UNE 139802:2003y hardware en la norma UNE 139801:2003, atendiendo a las características de personas con discapacidad.

La intención de estas normas y recomendaciones, en el momento de su creación, era ofrecer unas pautas de diseño flexibles, de tal manera que orientaran a los responsables del diseño y evaluación de sistemas IPO, y al tiempo dejaran espacio para la creatividad, siempre con el objetivo de crear un sistema IPO que respetara las características, habilidades y necesidades de las personas a las que iba dirigido.

## **6.5 Discapacidad**

### ***Concepto de discapacidad***

Hablamos de capacidad para referirnos a la aptitud de un individuo para realizar una tarea o acción. El término discapacidad, por el contrario, parece hacer referencia a la ausencia o limitación de la capacidad para realizar una tarea o acción de la forma habitual para un ser humano, la alteración cualitativa o cuantitativa en la manera en que un individuo realiza una acción o participa en un contexto “normalizado”, contrastándolas con los estándares comúnmente aceptados en la población. La discapacidad es una experiencia

individual, que depende de diferentes factores como el estado de salud de la persona, la naturaleza de la tarea a realizar y las condiciones del entorno (Tortosa Latonda & Instituto de Biomecánica de Valencia, 1999).

El concepto de discapacidad ha sufrido cambios y ha evolucionado en los últimos años, como veremos a continuación, hasta llegar al concepto actual.

La necesidad de utilización de criterios y terminología unificados internacionalmente para todos los profesionales que trabajaban en el campo de la discapacidad ya fuera en contextos de salud, de empleo o comunitarios, y el caos conceptual y terminológico existente, tuvieron como resultado la aparición, en 1980, de la Clasificación Internacional de Deficiencias, Discapacidades y Minusvalías publicado por la Organización Mundial de la Salud (OMS). La aportación más importante de esta clasificación era el planteamiento de tres niveles o dimensiones de las consecuencias de la afectación de la salud por enfermedades, lesiones, etc. Así, se designaron y definieron de la siguiente manera (OMS, 1980):

- Deficiencia: “dentro de la experiencia de la salud una deficiencia es toda pérdida o anomalía de una estructura o función psicológica, fisiológica o anatómica”. Las deficiencias se clasificaban en intelectuales, psicológicas, del lenguaje, de la audición, de la visión, viscerales, musculoesqueléticas, desfiguradoras, y sensitivas y otras.
- Discapacidad: “dentro de la experiencia de la salud, una discapacidad es toda restricción o ausencia (debida a una deficiencia) de la capacidad de realizar una actividad en la forma o dentro del margen que se considera normal para un ser humano.” Se clasificaban en discapacidades de la conducta, de la comunicación, del cuidado personal, de la locomoción, de la disposición del cuerpo, de la destreza, de la situación, de una determinada aptitud y otras.
- Minusvalía: “dentro de la experiencia de la salud, minusvalía es una situación desventajosa para un individuo determinado, consecuencia de una deficiencia o de una discapacidad, que limita o impide el desempeño de un rol que es normal en su caso (en función de su edad, sexo y factores sociales y culturales). La minusvalía se

consideraba en la orientación, la independencia física, la movilidad, la ocupación, la integración social, la autosuficiencia económica y otros factores. Eran, por tanto, las desventajas en la participación social.

Las diversas críticas que se realizaron a esta clasificación (mantenía un modelo causal entre las distintas dimensiones, no reflejaba el papel del entorno social y físico, existían solapamientos entre los conceptos), junto con la poca operatividad que parecía presentar, llevaron a la OMS a un proceso de reflexión y revisión de la clasificación y de la propuesta conceptual que la sustentaba.

Así, en 2001 se publica la Clasificación Internacional del Funcionamiento, de la Discapacidad y de la Salud (CIF) (OMS, 2001). En ella se plantea un nuevo marco conceptual que responde a las necesidades de la sociedad sobre la que debe aplicarse. El eje de este nuevo marco es el concepto de Funcionamiento, término que hace referencia a todas las Funciones Corporales, Actividades y Participación. Se entiende el Funcionamiento de una persona dentro de un dominio específico como la interacción entre la condición de salud y los factores contextuales. El término Discapacidad, por otro lado, pasa a englobar las deficiencias, las limitaciones en la actividad o las restricciones en la participación. Esta nueva clasificación es universal, siendo válida y aplicable a personas con discapacidad o sin ella, ya que no categoriza, sino que describe la situación de cada persona dentro de un conjunto de dominios de la salud o “relacionados con la salud” (Crespo, Campo, & Verdugo, 2003).

La discapacidad pasa de ser una consecuencia directa de una deficiencia (consideración que recogía estrictamente el llamado modelo médico) y tiende a un enfoque en el que, aún cuando hay un substrato médico-biológico, entiende que la discapacidad en sí es el resultado de la interacción entre la condición de salud de la persona y los factores contextuales, que cobran una gran importancia, ya que el entorno y las oportunidades que este brinde en forma de recursos, servicios y apoyos serán los que permitan desarrollar al máximo las capacidades de la persona (modelo social). La CIF está basada en la integración de estos dos modelos, a partir de una perspectiva de salud multidimensional (biológica, individual y social).

Este concepto de discapacidad insta a adaptar los entornos a las personas que deben convivir en ellos, y a respetar la diversidad existente. Será necesario pensar en términos de diseño universal para dar respuesta a todas las personas de la sociedad, de manera que los contextos sean accesibles y permitan el desarrollo de las capacidades de todos los individuos que forman parte de la misma.

Este modelo pretende romper con la cultura terapéutica, estigmatizadora y basada en categorías que ha llevado a la marginación de personas con discapacidad. Por el contrario, se vive la diferencia como un valor que enriquece a la comunidad en su conjunto. Es necesario para ello la adopción de una cultura inclusiva, que posibilite la presencia y participación en la sociedad de todos y todas.

Sin embargo, la CIF, al intentar plasmar esta integración de los modelos, no está exenta de problemas. Por un lado, sigue siendo demasiado larga y técnica, y por tanto puede resultar poco aplicable en diferentes ámbitos (salud, educación, laboral), lo que se traduce en una escasa implantación a día de hoy. Por otro lado, presenta todavía algunos retos pendientes, como:

- La integración real del modelo médico y social, aprovechando la capacidad diagnóstica y de medición del modelo médico, basado en deficiencias, con la eliminación de la estigmatización y discriminación de la clasificación que aporta la visión holística del modelo social al eliminar el etiquetado.
- Compatibilizar la visión universal de la discapacidad con la necesidad de diferenciar la especificidad de cada individuo, permitiendo identificar y satisfacer necesidades, permitiendo así acciones y decisiones políticas, legislativas o de otra índole dirigidas a dichas necesidades.
- Conseguir la aplicación de un lenguaje neutro y positivo al definir y clasificar la discapacidad, ya que describir deficiencias y limitaciones que interactúan con el contexto para conformar una discapacidad puede exigir la utilización de un lenguaje que pueda contar con elementos negativos, y por tanto entenderse como peyorativo.

La manifestación práctica de estos problemas, todavía no resueltos, y de la escasa practicidad de la CIF, es la coexistencia de clasificaciones que responden a diferentes

modelos. A pesar de la adopción de un modelo más cercano al social y de la filosofía que lo sustenta, vemos que en la práctica se vienen utilizando en algunos casos términos basados en la deficiencia y la limitación para hacer referencia a colectivos concretos con características similares dentro de la clasificación CIF.

Así, siguen vigentes clasificaciones según las estructuras o funciones corporales que puedan estar alteradas (a partir de condiciones de salud) y que, al interactuar con factores contextuales, puedan dar lugar a limitación de las actividades y restricciones en la participación, llegando por tanto a una situación de discapacidad. Una de las clasificaciones del tipo de discapacidad en uso sigue esta línea (Perales, Muntaner, Varona, Negre, & Manresa-Yee, 2009; Sánchez Montoya, 2002; Tortosa Latonda & Instituto de Biomecánica de Valencia, 1999), y es:

- Discapacidad física o motora. Aquella que es resultado de la interacción con los factores contextuales de un estado de salud alterado por deficiencias relacionadas con el sistema músculo-esquelético y el resto de estructuras relacionadas con el movimiento, y que por tanto pueden dar lugar a disfunciones neuromusculoesqueléticas y relacionadas con el movimiento: movilidad y estabilidad de las articulaciones, fuerza, tono y resistencia muscular, reflejos motores, movimientos voluntarios e involuntarios, función de la marcha, etc.
- Discapacidad cognitiva o intelectual. Resultado de la interacción de factores contextuales y un estado de salud que presenta una alteración de las funciones mentales globales (conciencia, orientación, funciones cognitivas, personalidad) como funciones mentales específicas, tales como memoria, lenguaje o cálculo mental.
- Discapacidad sensorial o de la comunicación. Resultado de la interacción de factores contextuales y un estado de salud que incluye trastornos relacionados con la vista, el oído y el lenguaje (articulación de la voz, fluidez y ritmo del habla, vocalización, etc).

Esta clasificación no es precisa ni exhaustiva, sino que es un esquema general que responde a necesidades prácticas de delimitación, dentro del amplio espectro de la

clasificación CIF, de necesidades comunes que puedan presentar cada uno de estos grupos de personas, y que permite dirigirse específicamente a las mismas.

Su uso se hace en este estudio por imperativo práctico, pero desde el concepto de discapacidad que aquí se ha expuesto y teniendo presente la gran heterogeneidad dentro de cada grupo, sin perder de vista que cada deficiencia o limitación, y su interacción con el entorno, pueden influir en la realización de actividades y en la participación en diferentes ámbitos a diversos niveles.

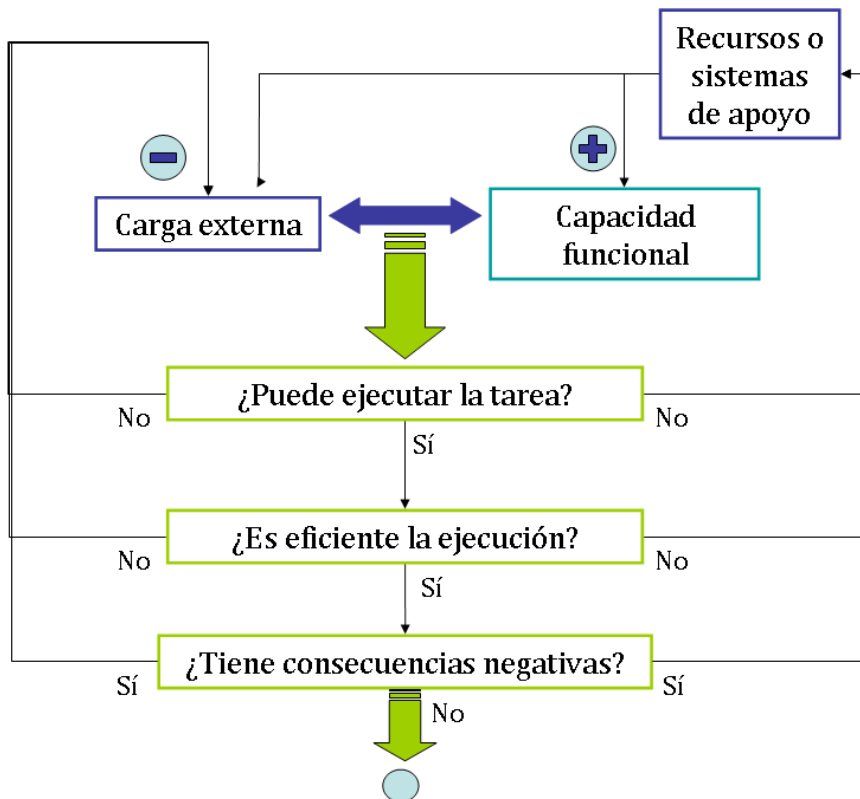
### ***Ergonomía y discapacidad***

La Ergonomía, a través del objetivo de adecuar el sistema hombre-máquina a la persona, no tendrá una aplicación diferente cuando se trate de personas con discapacidad. Se tratará de armonizar, como en cualquier otro caso, las demandas que provengan de la máquina con las capacidades, características y necesidades de la persona que vaya a utilizarla (Tortosa Latonda & Instituto de Biomecánica de Valencia, 1999).

La diferencia estriba en que en el caso de personas con discapacidad se deberá abordar desde una perspectiva aún más centrada en la persona, analizando de manera individualizada la relación entre los diferentes elementos del sistema (persona, ordenador, tarea, interacción y ambiente en el que se realiza) (Tortosa Latonda & Instituto de Biomecánica de Valencia, 1999; Villagómez Morales & Martínez Martín, 2001). Este análisis será imprescindible para adaptar las condiciones del sistema, ya que una persona con discapacidad depende mucho más del entorno que le rodea, y de las oportunidades que este le ofrece, que cualquier otra.

El enfoque ergonómico en el diseño y análisis de sistemas hombre-máquina en el que intervengan personas con discapacidad, ya sea en contextos de IPO u otros, se hace imprescindible, ya que el equilibrio del sistema proporcionará no solo confort y eficiencia, sino que repercutirá de manera importante en el desarrollo de sus capacidades y por tanto en su autonomía, su seguridad y su salud.

Esto implica tener en cuenta una serie de factores, siendo uno de los más importantes la capacidad funcional del individuo, a partir de los cuales se puedan identificar las incompatibilidades entre la persona y el resto de elementos del sistema, y puedan ser así corregidas. Para ello, un esquema general del proceso a seguir puede ser el que se propone a continuación, a partir del propuesto por Bouisset & Rossi (1991), y posteriormente adaptado por Tortosa et al (1999).



**Figura 6-20. Esquema del análisis y abordaje ergonómico del sistema H-M en el caso de personas con discapacidad.**

El punto de partida de este modelo de actuación será la interacción entre la carga externa y la capacidad funcional del individuo (Figura 6 -20). La carga externa provendrá de la propia tarea a realizar (complejidad del proceso operativo que supone, tiempo y precisión requeridas) así como de otros elementos del sistema H-M (características y

disposición del equipo, ambiente en el que se realiza la tarea). La capacidad funcional del individuo determinará la reacción a la carga externa, y permitirá o no la realización de la tarea con éxito tal como está definida.

En el caso de que la capacidad funcional de la persona le permita la ejecución de la tarea, superando la carga externa exigida, el siguiente factor a valorar es la eficiencia de la ejecución de dicha tarea, comprobando mediante criterios de calidad que se realiza según las exigencias establecidas.

Una vez comprobado que la eficiencia de la tarea realizada es satisfactoria, se deberá comprobar que la realización de dicha tarea no comporte reacciones o consecuencias negativas al individuo, tales como síntomas y signos de fatiga, o afecte a su estado de salud, sobre todo en aquellos aspectos en los que hay estuviere alterado.

Si se ha superado todo el proceso y el individuo es capaz de superar la carga externa y por tanto ejecutar la tarea, lo hace de manera eficiente y no supone ninguna consecuencia negativa, estaremos ante una situación que no requiere intervención.

Por el contrario, podemos encontrarnos con la situación de que la capacidad funcional de la persona no sea suficiente para superar la carga que exige la tarea tal como está definida. En este caso deberemos adaptar alguno de los elementos que intervienen en esta interacción, tales como redefinir la tarea, cambiar características o disposición del equipo o aportar sistemas o recursos de apoyo que ayuden al individuo a alcanzar las exigencias de la tarea.

La misma actuación será de aplicación si la tarea se realiza pero su eficiencia no es la esperada, o si la ejecución de la tarea implica consecuencias negativas para el usuario. En cualquiera de estos casos será necesaria la adecuación del sistema a las habilidades y capacidad de la persona, a partir de cualquiera de los elementos que lo conforman: modificando y adaptando la máquina o equipo, el ambiente, la tarea, o bien poniendo a disposición de la persona aquellos recursos o estrategias que permitan adecuar su capacidad a las exigencias de la carga externa para el funcionamiento eficiente del sistema.

En el caso de situaciones de interacción con ordenadores, la capacidad funcional de los usuarios con discapacidad choca con un diseño para IPO todavía basada en la combinación



tradicional de interfaz, ratón y teclado para la entrada, procesamiento y salida de la información. Este tipo de equipamiento requiere una elevada destreza manual y un gran control de la motricidad fina, que se traducen en precisión de movimientos. Asimismo, la IPO exige actualmente una agudeza visual alta por el tamaño de los objetos en pantalla, tiempos de respuesta rápidos y manejo de tareas cada vez más complejas y simultáneas.

Por ello, las personas con alteraciones en su capacidad funcional pueden acabar presentando múltiples dificultades al utilizar los ordenadores por la interacción con estas condiciones de sus capacidades físicas, intelectuales o de percepción o relación.

Las personas con discapacidad física pueden hallar problemas en la accesibilidad física al equipo en sí (por el espacio o disposición del mobiliario), en el manejo del mismo (acceso a los mandos principales del equipo o a la regulación de la pantalla) o en la manipulación de dispositivos de entrada de datos (manejo del teclado y el ratón) (CEAPAT, 2009; Perales et al., 2009; Sánchez Montoya, 2002). Para adecuar la situación a personas con estas dificultades se pueden introducir cambios en los espacios o redistribución de los mismos, cambios en la disposición del equipo o en el mobiliario, etc. Se debe observar la necesidad de utilizar accesorios para la adaptación al usuario de dispositivos de entrada de datos (carcasas de teclado, bloqueadores de teclas, varillas, etc.) o bien dispositivos de entrada de datos alternativos (sistemas de apoyo como teclados virtuales, emuladores, teclados de una mano, teclados para el pie, conmutadores, sistemas de reconocimiento de voz o sistemas basados en visión ), tal como se ha expuesto en el *Capítulo 2: Contextualización*, que permitan la interacción con el ordenador mediante un funcionamiento que no tenga que estar necesariamente basado en la manipulación fina, precisa y coordinada.

Aquellos usuarios con discapacidad intelectual pueden tener dificultades a la hora de procesar información presentada de forma compleja, o bien con la comprensión del funcionamiento del propio equipo, así como de los dispositivos de entrada y salida de datos. Para facilitar la utilización del ordenador a personas que presenten este tipo de dificultades se deberá seleccionar un software y hardware adecuados, así como rediseñar las tareas para adecuarlas a la capacidad cognitiva del individuo.

En el caso de personas con discapacidad sensorial, la dificultad principal se encuentra en la interacción con los sistemas de salida de datos, ya que estos basan gran parte de la

interacción en información visual o audiovisual. Para facilitar la IPO en estos casos, se deberán utilizar estrategias que adecuen la información ofrecida por el ordenador a la capacidad visual y/o auditiva del usuario. Algunas de estas estrategias o recursos son: opciones de accesibilidad del sistema operativo (aumento de los iconos o del tamaño de letra, cambio de colores, uso de zoom o lupa), utilizar monitores de gran tamaño, utilización de información redundante por diferentes vías (visual y auditiva) o en caso necesario utilización de línea o teclado Braille, programas lectores de pantalla, etc. (CEAPAT, 2009; Gisbert Cervera, 1998; Perales et al., 2009; Sacco, 2007).

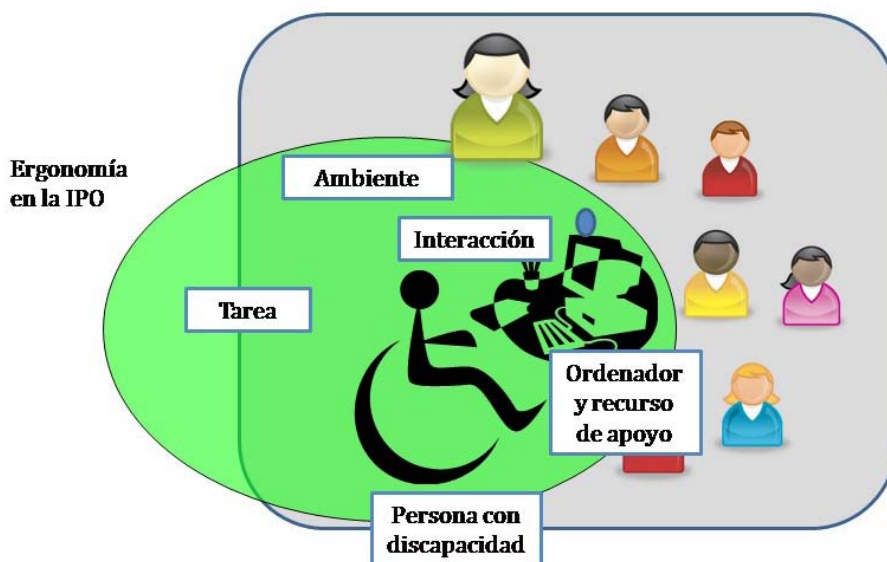


Figura 6-21. Abordaje de la situación desde la ergonomía.

Hemos visto hasta el momento los componentes de la situación central que es el eje del estudio, en la que una persona con discapacidad utiliza un ordenador mediante un recurso o sistema de apoyo, analizando estos como parte de un sistema hombre-máquina en el que se da una interacción entre la persona y el ordenador. Se ha abordado esta situación central desde la perspectiva de la ergonomía, introduciendo esta visión (Figura 6 -21) y aquellos conceptos necesarios para su comprensión. Pasamos a continuación a la perspectiva del diseño universal, donde se abordará la necesidad de un diseño para todos para garantizar la

igualdad de oportunidades, y se profundizará en el concepto de recursos y sistemas de apoyo.

## 6.6 Diseño universal

Aún cuando inicialmente los diseños vayan dirigidos a la mayoría de la población, determinados sectores todavía quedan en desventaja en el uso de artefactos, útiles y máquinas, entre ellos principalmente las personas mayores y las personas con discapacidad.

Se han realizado esfuerzos para compensar y corregir esta situación, creando grupos de interés o bien elaborando estándares y guías específicos. A pesar de que estas acciones empezaron a dar sus frutos, apareciendo así productos enfocados a las características específicas de las personas que de otra manera tendrían limitado su acceso a la tecnología, otra visión se fue abriendo camino, que proponía no crear entornos o productos específicos para personas que tuvieran dificultades con los diseñados para la población general sino que, desde una perspectiva ecológica, se diseñara pensando en las necesidades, capacidades y características de todos los usuarios posibles. De esta manera se facilitaba la igualdad, sin clasificaciones ni etiquetas distintivas, respetando la diversidad de las personas: aparecía así el diseño para todos o diseño universal.

En España, los esfuerzos por incorporar el diseño universal se materializan en la Ley 51/2003 de Igualdad de Oportunidades que, en su Capítulo I, Art. 2 define el diseño para todos, y lo integra como enfoque. Una consecuencia de este enfoque es el RD 1494/2007, de 12 de noviembre, por el que se aprueba el Reglamento sobre las condiciones básicas para el acceso de las personas con discapacidad a las tecnologías, productos y servicios relacionados con la sociedad de la información y medios de comunicación social.

Se entiende por diseño universal (o diseño para todos) el diseño de productos y entornos utilizables para el máximo número de personas posible sin necesidad de adaptación

o diseño específico. Se pretende de esta manera que cualquier persona, independientemente de sus condiciones físicas, cognitivas y sociales, pueda participar de la utilización de productos y entornos que velen por su seguridad, bienestar y salud.

Adoptar esta filosofía no solo beneficia a las personas que de otra manera quedarían en desventaja frente al resto de la población, sino que tiene ventajas para el conjunto de la sociedad (Granollers i Saltiveri, Lorés Vidal, Cañas Delgado, & Universitat Oberta de Catalunya, 2005):

- El diseño universal puede aportar autonomía a las personas con discapacidad, así como participación en la sociedad de la información (IMSERSO, 2003; Miranda de Larra, 2007; Observatorio Fundación Vodafone-CERMI, 2011).
- La accesibilidad no solo beneficia a las personas con discapacidades o con limitaciones en el uso de la tecnología habitual. El diseño universal garantiza el uso de productos también a aquellas personas que tengan una discapacidad o limitación temporal de sus capacidades (desde una inmovilización de una extremidad por una lesión puntual hasta dejarse las gafas en casa una mañana) (Sidar, 2007).
- Se asegura el uso fácil y cómodo de productos a todas aquellas personas que no tengan ninguna capacidad limitada.
- La aplicación de los principios del diseño universal en las TIC supone la generalización del uso de nuevas tecnologías, con un mayor y mejor uso de las mismas, lo que favorece el mercado tecnológico.

Con el fin de alcanzar el objetivo que pretende, el diseño universal cuenta con una serie de principios de aplicación para garantizar un diseño inclusivo y accesible (UDA, 2007):

- Utilizable por cualquier usuario. El diseño debe ser útil y utilizable por personas con capacidades diversas. Para ello, debe proporcionar los mismos medios de uso para todos los usuarios, o equivalentes cuando no sea posible. Se debe evitar estigmatizar a cualquier usuario.
- Uso flexible. El diseño se debe acomodar a un amplio rango de preferencias y habilidades individuales, ofreciendo posibilidades de elección de los métodos de

uso, permitiendo el uso a zurdos y diestros, facilitando exactitud y precisión y adaptándose al ritmo del usuario.

- Simple e intuitivo. Debe ser fácil de entender independientemente de la experiencia, conocimientos, habilidades lingüísticas o grado de concentración del usuario.
- Información perceptible. El diseño debe comunicar de manera eficaz la información necesaria para el usuario, atendiendo a las capacidades sensoriales del mismo y a las posibles condiciones ambientales. Se deberá, por tanto, presentar la información esencial de manera redundante y multisensorial, facilitando su compatibilidad con la tecnología o dispositivos de apoyo que puedan necesitar los usuarios.
- Tolerancia al error. Minimizar los riesgos y consecuencias adversas de acciones involuntarias o accidentales. El diseño deberá disponer de advertencias sobre peligros y errores, así como de una disposición de elementos que facilite el acceso a los más usados y deje aislados u ocultos los elementos peligrosos.
- Mínimo esfuerzo físico. El diseño debe poder ser utilizado de manera eficaz y confortable, permitiendo al usuario una posición neutra, una utilización razonable de las fuerzas necesarias para operar y evite el esfuerzo físico continuado, de tal manera que evite la aparición de fatiga.
- Tamaño y espacio adecuados para el acceso y uso. Debe facilitar el alcance, manipulación y uso del producto atendiendo a las dimensiones, postura y movilidad del usuario. Debe proporcionar el espacio necesario para el uso de ayudas técnicas.

Como se puede comprobar, la filosofía y el enfoque del diseño universal coinciden en gran medida con el de la Ergonomía, y persiguen objetivos comunes. Al fin y al cabo, se trata de que personas utilicen productos, útiles, aparatos, en el caso que nos ocupa ordenadores y sus accesorios, de manera cómoda y eficiente, dando respuesta a las necesidades, características y habilidades de las personas que lo van a utilizar (Figura 6-22).

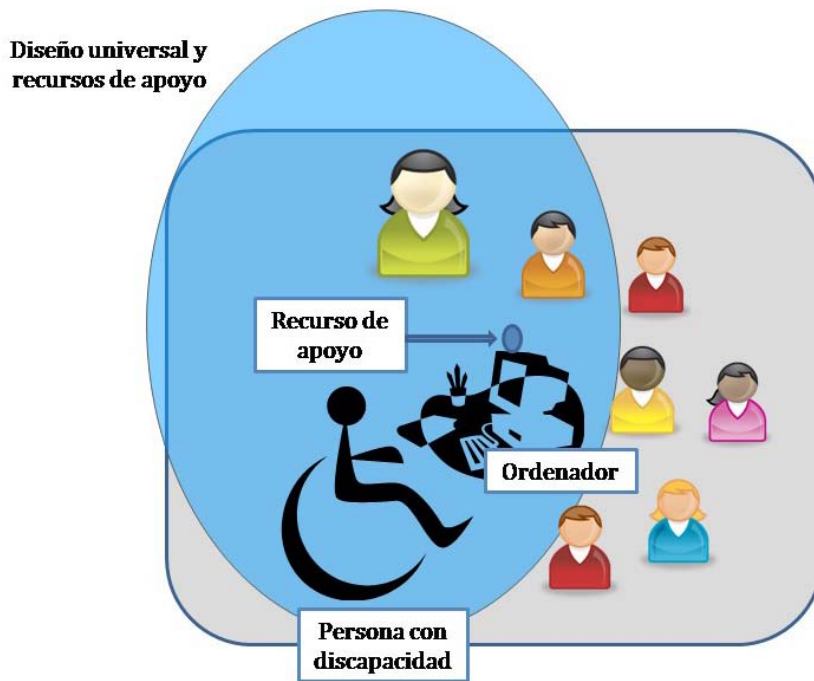


Figura 6-22. Situación central y elementos que incluye el abordaje desde el diseño universal.

### ***Recursos o sistemas de apoyo***

A pesar del enfoque inclusivo del diseño universal, todavía hay aspectos para los que las personas necesitan una asistencia o complemento para alcanzar la actividad y participación óptimas en la sociedad. Hablamos de los apoyos, que son aquellos recursos y estrategias que posibilitan a las personas el acceso a recursos, información y relaciones sociales propias de diferentes ámbitos, y que dan lugar a un incremento de su autonomía, productividad, integración comunitaria y satisfacción personal (AAMR (1997) en Perales et al., 2009; Negre, 2010), incluidas las ayudas técnicas.

Los apoyos deben ser elementos naturales de un contexto social (Negre, 2010). En la sociedad del conocimiento, donde la utilización de tecnología es básica y necesaria, una de las principales fuentes de recursos de apoyo es precisamente la tecnología, como elemento que forma parte de nuestra sociedad y que es capaz de aumentar, complementar o potenciar habilidades de las personas.

El concepto de recursos o sistemas de apoyo sustituye y amplía al de “ayudas técnicas”. La propia AENOR recoge ya en 2007 el concepto de “productos de apoyo”, entendido como “cualquier producto fabricado especialmente o disponible en el mercado, para prevenir, compensar, controlar, mitigar o neutralizar deficiencias, limitaciones en la actividad y restricciones en la participación”.

El uso de recursos de apoyo basados en tecnología deberá ser coherente con el desarrollo tecnológico de la sociedad en sus diferentes ámbitos. Así, se deberán incorporar los avances tecnológicos, por un lado, como base para el desarrollo de los recursos de apoyo de diferentes tipos. Por otro, se deberán desarrollar recursos de apoyo que posibiliten el acceso a aquellas nuevas tecnologías que la sociedad vaya integrando, potenciando así la participación, relación y/o interacción de una persona (Negre, 2010).

Una vez vistos y trabajados los conceptos relacionados con los diferentes elementos que conforman la situación central que nos ocupa, y las perspectivas que los analizan, veremos esta misma situación en el contexto en el que se da en este estudio, es decir, se abordará la introducción de un elemento tecnológico, en este caso acompañado de un recurso de apoyo para la adecuación a personas con discapacidad, en un contexto educativo.

## **6.7 Tecnología en el contexto educativo**

La introducción de la tecnología en el ámbito educativo refleja aquellos avances tecnológicos que la sociedad incorpora y utiliza de manera habitual en sus diferentes ámbitos. En nuestra sociedad, el acceso a la información, la posibilidad de comunicación y su transformación en conocimiento son elementos esenciales para la participación de un individuo en la sociedad. En general el acceso a esta información se da a través de las TIC, por lo que la alfabetización digital de los individuos de la sociedad del conocimiento es un factor importante, y la adquisición de competencias necesarias para su utilización pasa a ser una responsabilidad de la propia sociedad a la hora de educar a sus miembros.

En el ámbito educativo, la Tecnología Educativa (TE) es precisamente la encargada de analizar las situaciones reales de aprendizaje en relación con las tecnologías que la sociedad va incorporando. Entendemos para ello la Tecnología Educativa según la definición adoptada por la Association for Educational Communication and Technology (AECT):

*Tecnología Educativa es la teoría y la práctica del diseño, desarrollo, utilización, gestión y evaluación de procesos y recursos para el aprendizaje (Richey, 1994).*

El concepto de Tecnología Educativa ha sufrido una rápida evolución desde el nacimiento de la disciplina a principios del siglo XX, debido a la influencia de las teorías de la educación y de otras ciencias, y el ritmo marcado por la propia evolución y desarrollo de la sociedad y los recursos tecnológicos que ha ido incorporando.

En sus orígenes la TE era reflejo de una época de exaltación de la tecnología como solución a muchos problemas, por lo que el foco de atención de la práctica de la TE se centró en la tecnología que se aplicaba y se introducía en el ámbito educativo, aduciendo sus bondades (Salinas (2007) en Cabero Almenara & Alonso García, 2007). Por el contrario, la definición y visión actual pretende responder a la realidad en la que se encuentra, sin perder de vista la tradición cultural, científica y tecnológica que la rodean, y para ello plantea una TE sistémica, más centrada (Cabero Almenara, 2003) en los procesos por los que se obtiene la mejora educativa, consciente de que el contexto y los factores organizativos son determinantes en el aprendizaje y en la inserción de las TIC, y que analiza las situaciones desde un componente ético.

El objetivo de la TE es el perfeccionamiento de la práctica educativa con el fin de mejorar las situaciones reales de aprendizaje. Con este fin, su campo de acción básico es el diseño, análisis, aplicación y evaluación de situaciones de aprendizaje mediadas por tecnologías de la información y la comunicación, sean estas formales, informales o no formales (Cabero Almenara, 2003).

La TE será la encargada de dar significado a las tecnologías en el ámbito educativo, analizar y dar respuesta a las necesidades que se generan en el proceso de enseñanza y



aprendizaje en la sociedad de la información y del conocimiento, tan basada en el uso de las TIC. Debido al ritmo de evolución de la sociedad y del propio campo de actuación de la TE, estará altamente ligada a la innovación educativa, abordando cualquier cambio desde la perspectiva ética, contextualizada y sistematizada antes expuesta.

Los centros deberían contar con una tecnología y los apoyos tecnológicos que posibiliten el acceso de todos sus alumnos a las TIC, para cumplir así con la educación en competencias tecnológicas de sus alumnos. Sin embargo, no se trata de incorporar tecnologías por incorporarlas, el cambio no se debe limitar a la disponibilidad y acceso a las TIC, sino que debe realizarse con el objetivo de mejorar la experiencia y la práctica educativa (S. Porter, 2005) y analizarse desde una perspectiva más amplia, multidimensional, en la que se tengan en cuenta las necesidades de los alumnos, los cambios metodológicos y organizativos que esto supone, y el contexto del que se trata.

### ***Discapacidad en el contexto educativo***

La presencia en el aula por primera vez de personas con discapacidad fue a partir de la integración escolar, que suponía un avance en la equidad y la igualdad de oportunidades, y que estableció la Ley Orgánica 1/1990 de Ordenación General del Sistema Educativo (1990).

La integración mantiene un modelo de educación que acoge alumnos clasificados o diagnosticados como alumnos con necesidades educativas especiales (ya sea por la presencia de alguna discapacidad, por su origen de una cultura o lengua diferente, por riesgo de exclusión o problemas de conducta), que estaban fuera del sistema. Defiende, por tanto, el concepto de integrar a alguien que ha sido previamente excluido, adaptándose a la enseñanza y aprendizaje existentes (Muntaner, 2010).

Este modelo, que supuso un avance para acabar con la exclusión y la discriminación de estos alumnos, ha resultado insuficiente y limitado, ya que sigue basado en la lógica de la homogeneidad.

Actualmente se tiende a un modelo basado en la aceptación de la heterogeneidad, un modelo global que reconoce y acepta la diversidad de capacidades y características de las personas, las integra como hecho natural y por tanto trata de adaptar las estrategias didácticas a la existencia de esta diversidad y lo que ello supone a nivel educativo. Este modelo, llamado educación inclusiva, entiende la diversidad como un hecho enriquecedor, y reconoce que la escuela ordinaria debe proporcionar una educación de calidad en equidad, independientemente de las aptitudes y características de los alumnos, y responder a la diversidad de las necesidades de todos ellos, aumentando su participación en el aprendizaje, en la cultura y en la sociedad (Booth, Black-Hawkins, Ainscow, & Black-Hawkins, 2002; Echeita Sarrionandia, 2006; Muntaner, 2000; UNESCO, 1994; UNESCO, 2005).

Se entiende la educación inclusiva como parte de una sociedad que reconoce y acepta la diversidad, entendiendo que la educación es un derecho humano básico y el fundamento para una sociedad más justa, acogedora, inclusiva en definitiva.

Al partir de un modelo social, la educación inclusiva entiende que pueden existir barreras para el aprendizaje y la participación (Booth y Ainscow, 2002) resultado de la interacción entre las capacidades de la persona y las oportunidades del entorno. Este modelo es el que se aplica también para entender la discapacidad, siendo coherente con la manera de entender la discapacidad expuesta en este mismo capítulo.

Cualquier planteamiento inclusivo deberá cumplir las siguientes condiciones (Ainscow, Booth, & Dyson, 2006; Muntaner, 2010):

- Presencia. Los alumnos que presenten alguna barrera para el aprendizaje (en el caso de este estudio, alumnos con grandes discapacidades motoras) deben incorporarse a las aulas ordinarias, compartiendo con sus compañeros un currículum común.
- Participación. La presencia en el aula de la persona con discapacidad será insuficiente si no se garantiza la participación en las actividades y experiencias de todo el grupo. Para ello será necesaria la flexibilización del currículum, adaptándose a las necesidades educativas de todos los alumnos.
- Progreso. La participación en estas actividades y experiencias conducirá a los alumnos al aprendizaje, se variará según sus capacidades y ritmos de aprendizaje.

Cada alumno aprovechará de manera diferente aquellas actividades y experiencias desarrolladas en el aula.

Para ello, las actuaciones deberán ir encaminadas a eliminar las barreras de aprendizaje, procurar la participación de todos, aplicación del diseño universal para el aprendizaje y la aportación de apoyos cuando sean necesarios.

### ***Tecnología y discapacidad en el contexto educativo***

El proceso de utilización de las TIC requiere un análisis específico en el caso de alumnos con discapacidad, ya que si bien puede ser una herramienta de refuerzo pedagógico y de rehabilitación, y un instrumento que ayude en la equiparación de oportunidades (Sánchez Montoya, 2002), las TIC pueden protagonizar también situaciones de exclusión debido a la limitación de acceso de determinadas personas por causas físicas, cognitivas o sensoriales.

Como en todas las actividades escolares, aquellas que impliquen una interacción con la tecnología deben participar todos los alumnos, sean cuales sean sus características, y por tanto se deberá disponer de tecnología que responda a las diferentes necesidades y habilidades que los alumnos puedan presentar, garantizando el acceso (en este caso al ordenador) a aquellos que presenten dificultades (Negre, 2010). Se trata de asegurar la inclusión de todos los alumnos desde la perspectiva del diseño universal, y en los casos necesarios valorar la utilización de recursos de apoyo.

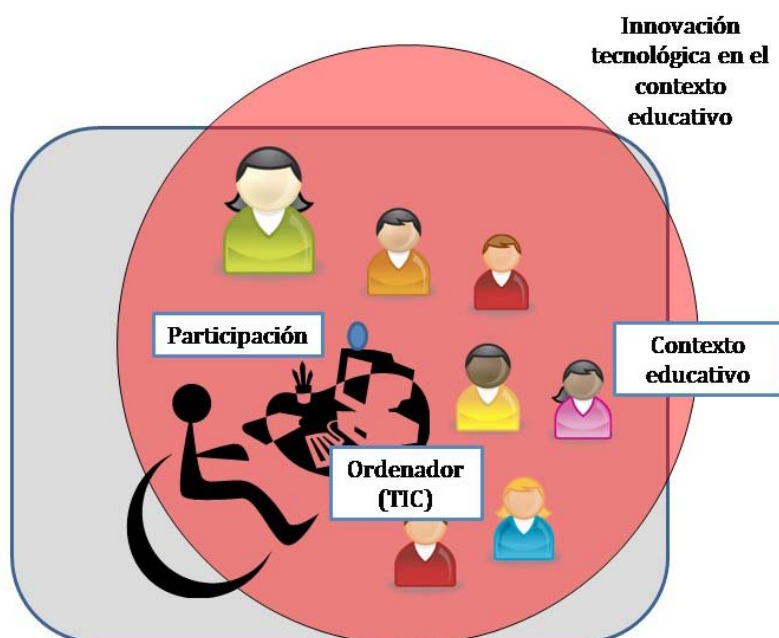
La incorporación de las TIC puede resultar en este sentido un elemento dinamizador, posibilitando una atención a la diversidad y la participación de todos los alumnos en las actividades de su grupo y en el aula (Echeita Sarrionandia, 2006; Muntaner, 2000).

Una educación inclusiva y, en el caso que nos ocupa, relacionada con la tecnología debe pasar por la presencia en el aula ordinaria de toda la diversidad de alumnos con la que nos podamos encontrar, por la participación en igualdad de oportunidades de todos ellos (sea debido a un buen diseño de la tecnología o a la presencia de recursos de apoyo que garanticen esta igualdad, aún en condiciones de uso ligeramente diferentes), y que esta

participación lleve al desarrollo de los alumnos en las capacidades que se pretenden trabajar con esta tecnología. En el caso particular de personas con grandes discapacidades, se da la circunstancia de que la participación mediada por tecnología puede ser una de las pocas vías de participación en el aula de que dispongan.

## 6.8 Innovación tecnológica en el contexto educativo

La innovación educativa relacionada con la tecnología, concretamente con las tecnologías de la información y la comunicación, es un proceso complejo con múltiples aspectos. Se trata de incorporar a la práctica educativa aquellas tecnologías ya existentes e integradas en otros campos, pero aún así novedosos en el uso con fines educativos (Salinas, 2004b) (Figura 6 -23).



**Figura 6-23. Abordaje de la situación central desde la perspectiva de la innovación tecnológica en el contexto educativo.**

Entendemos la innovación educativa como la introducción de cambios a través de un proceso intencional y planeado, que se sustenta en la reflexión y que responde a las necesidades de transformación de la práctica para un mejor logro de los objetivos (Fullan, Escudero Muñoz, Sánchez, & Solà, 2002; Fullan y Stiegelbauer (1991), Rhodes (1999), Kofman y Senge (1995), Fullan (2002) en Salinas, 2004b). Así, lejos de una simple incorporación del elemento tecnológico en un determinado contexto para su extensión al resto de un sistema, se considera la innovación como un complejo proceso planificado, reflexionado y sistemático que pretende dar como resultado la consecución de unos objetivos previamente marcados. Para su éxito requerirá la selección, organización y utilización de recursos humanos y materiales y un proceso sistematizado de seguimiento y evaluación. A la hora de llevar a cabo un proceso de innovación, muchos autores han descrito el proceso y las fases del mismo (Havelock y Huberman (1980), Fullan y Siegelbauer (1991), Havelock y Zlotolow (1995), Senge (1998), Fullan y Smith (1999), en Salinas, 2008). Se presenta a continuación la descripción que realiza Curry (1992) y, de manera similar Kezar (2001), estableciendo ambos tres fases:

1. Movilización (Curry) o Iniciación (Kezar), en la que se prepara el sistema para el cambio.
2. Implantación, fase en la que el cambio es introducido.
3. Institucionalización, cuando el sistema se estabiliza en la nueva situación.

La reflexión previa a realizar al plantearse la posibilidad de una innovación en educación es la adecuación y la necesidad del nuevo elemento, estrategia o metodología a implantar. Esto requiere un análisis previo de la viabilidad tecnológica, económica y didáctica (Bates, 2001; Salinas, 2008), junto con una valoración de los posibles beneficios de su implantación, teniendo en cuenta que no son necesariamente económicos, pudiendo tratarse de resultados de aprendizaje, de la satisfacción de los usuarios o de la mejora de la calidad educativa.

Como hemos dicho, no se trata de innovar por innovar, no se trata de una novedad o cambio momentáneo fruto de las modas o tendencias, sino que la innovación educativa

responde a un compromiso de cambio, y a su vez un compromiso ético, que pretende aportar mejoras en la práctica en un contexto concreto. Será necesaria una reflexión sobre la relación entre teoría y práctica, y sobre la adecuación de la innovación en una organización y un contexto determinado, ya que la respuesta de los diferentes agentes implicados será determinante en el éxito del cambio (Porter, 2005; Salinas, 2008). Todos estos aspectos deberán valorarse para determinar si el cambio propuesto es necesario.

Para que el cambio sea real se deberán crear las condiciones para que, una vez haya pasado un periodo de adopción por parte de la institución y si ha mostrado su eficacia y los beneficios esperados, la innovación tecnológica pase a formar parte de la práctica educativa. Es decir, deje de ser una innovación y se normalice (Porter, 2004).

Para que esto ocurra se debe planificar la innovación tecnológica en todos sus aspectos, ya que implica cambios en los sujetos, en la institución, en la organización, etc. Esto no es fácil, ya que cualquier introducción de un cambio, de una tecnología nueva, en una organización puede causar reticencias, problemas y nuevas dificultades (Porter, 2004).

Así, no basta con una implantación de una buena práctica, estrategia o herramienta, o la disponibilidad de la tecnología educativa a implantar, sino que se deberán tener en cuenta factores geográficos, económicos, culturales y, evidentemente, tecnológicos y pedagógicos (Salinas, 2008; Salinas, 2004b).

### ***Dimensiones de la innovación educativa***

Salinas (2004a) menciona tres enfoques diferentes que se han podido identificar a la hora de la implantación, desarrollo de experiencias o iniciativas de innovación en las instituciones educativas:

- Enfoque tecnológico, que basa el éxito y la calidad del proceso de innovación en la sofisticación de la tecnología implantada.
- Enfoque centrado en el contenido que, en contraposición al enfoque tecnológico, basa la calidad del proceso de innovación en la representación del conocimiento que suponen los materiales didácticos.

- Enfoque metodológico, que basa la calidad del proceso de innovación en la combinación adecuada a cada caso de los diferentes componentes de un entorno de aprendizaje, distinguiendo como elementos necesarios para esta combinación la función pedagógica, los aspectos tecnológicos y los aspectos de organización del proceso.

Entendiendo que el enfoque metodológico es el coherente con los conceptos, modelos y paradigmas hasta ahora expuestos, será este el adoptado para esta investigación.

Este enfoque entiende el entorno de aprendizaje como el espacio o comunidad organizados con el propósito de lograr el aprendizaje (Salinas, 2004a). Para poder llevar a cabo un proceso de innovación educativa basada en tecnología será necesario, pues, el equilibrio y la coordinación de las diferentes dimensiones que lo conforman, con el fin de garantizar que el proceso de diseño, desarrollo, implantación y evaluación de dicha innovación tenga éxito y se incluya posteriormente como elemento normalizado del entorno de aprendizaje en el que se ha integrado.

De esta manera, es necesaria la interacción entre los diferentes agentes del cambio, y el análisis y coordinación de las diferentes dimensiones que formarán parte del entorno de aprendizaje en el que pretendamos intervenir (Bates, 2001; Negre, 2010; Roig Vila & Fiorucci, 2010; Salinas, 2004b):

- **Dimensión o función pedagógica.** Hace referencia a actividades de aprendizaje, situaciones de enseñanza, materiales y recursos didácticos, procesos de apoyo y tutoría, etcétera. Es decir, aquellos procesos y situaciones en las que hay aprendizaje en el contexto del entorno de aprendizaje al que nos referimos. Se analizan todos aquellos elementos y acciones que forman parte del hecho de aprender: las actividades que se desarrollan a nivel de centro, aula, gabinete o el espacio en el que se dé la actividad educativa, las estrategias didácticas aplicadas, los materiales y recursos necesarios.

Dado el objetivo de esta función, estará centrada en los agentes que interactúan en una situación de enseñanza y aprendizaje, por lo que se deberá tener en cuenta al alumno, usuario o persona que aprende en el entorno al que hacemos referencia, así

como el profesor (o equivalente en otros contextos educativos), facilitando la actualización de competencias necesaria para la integración de la innovación que pretendamos incorporar en su práctica diaria.

- **Dimensión tecnológica.** Incluye las herramientas tecnológicas apropiadas a la función pedagógica ya analizada. Se trata de la tecnología seleccionada para dar respuesta al modelo pedagógico que se sigue, y que debe ser adecuada y posibilitar la innovación en materia educativa en el contexto del entorno de aprendizaje en el que nos encontremos. Para ello, la tecnología seleccionada deberá ir en concordancia con la infraestructura y recursos disponibles, entre los que se encuentra la dotación y nivel tecnológico previo del entorno de aprendizaje, y deberá observar la función que cumplirá la propia tecnología dentro del proceso de aprendizaje, ya sea en un contexto de educación formal como en otro tipo de entornos de aprendizaje u otros contextos de utilización de la misma (relacionados, por ejemplo, con el ocio, el trabajo o la salud).

Las consideraciones de esta dimensión deberán incluir los procesos de aprendizaje y adquisición de habilidades relativos a la propia tecnología que se pretende implantar.

- **Dimensión organizativa.** Recoge los aspectos relacionados con la disposición de infraestructuras, recursos y sistemas de apoyo adecuados. Así, se refiere a todos aquellos factores que deben disponerse y gestionarse desde el centro: calendario escolar, incorporación de la tecnología a integrar en relación con las actividades y situaciones de enseñanza y aprendizaje, disponibilidad de personal, distribución y organización de espacios y posibles aspectos de financiación que se deban contemplar. Al manejar estos aspectos se deberá tener en cuenta las modificaciones que implica la incorporación de nuevos procesos, tecnologías o actividades educativas en la organización diaria de un centro educativo (o cualquier otro contexto de aprendizaje), y la gestión de los cambios que de ellas se deriven.

Cada una de estas dimensiones, así como el equilibrio y coordinación entre ellas, son necesarias para garantizar el éxito de cualquier proceso de innovación tecnológica. Para que la interrelación entre dimensiones sea real y efectiva son imprescindibles una coordinación



y comunicación continuas entre los diferentes agentes y responsables del proceso de innovación, tanto fuera como dentro del centro.

### ***Innovación e investigación***

La innovación educativa estará estrechamente relacionada con la investigación, dado que ambas se originan a partir del mismo proceso sistemático, planificado y controlado, sustentado en la teoría y en la reflexión, que responde a una necesidad detectada de mejora de la práctica. Según Salinas (2008), la investigación educativa es la forma natural y deseable de llegar a la innovación, a la transformación real de la práctica.

Dado el ámbito de actuación de la TE, esta dualidad innovación – investigación parece la natural en cualquier proceso de innovación educativa relacionada con TIC. Las preguntas de investigación en este campo estarán siempre en relación con el diseño, implantación y evaluación de procesos de enseñanza-aprendizaje basados en las TIC, ayudando por un lado a mejorar la práctica educativa, y por otro a definir el campo de la Tecnología Educativa.

La perspectiva de investigación a utilizar, si se quiere contribuir de manera efectiva a la mejora educativa, debe perseguir objetivos de desarrollo (Reeves, 2000). Esta visión hace converger aún más los caminos de la innovación y de la investigación educativa, acerca la teoría y la práctica, haciendo que ambas compartan un mismo objetivo y proceso.

Sin embargo, no toda innovación es investigación, solo se considerará investigación en el momento en que los resultados obtenidos se utilicen para crear conocimiento, y este sirva para mejorar no solo el contexto educativo en concreto de la innovación, sino que se generalice y sea aplicable más allá de este.

## **6.9 El punto de encuentro**

Empezábamos este capítulo comentando la aparición de situaciones en las que, por las características y evolución de nuestra sociedad, diferentes disciplinas y ciencias confluyen para dar solución a problemas que se han convertido en comunes. A lo largo de este capítulo

se han ido recorriendo los conceptos y disciplinas que abordan el objeto de estudio de esta investigación, que representa una de estas situaciones en las que el problema a resolver es común a varias disciplinas (Figura 6 -17).

Partíamos de la situación, común a todos los abordajes y perspectivas nombrados, que no es más que la utilización del ordenador mediante un recurso de apoyo por parte de una persona con discapacidad. Esta situación conforma un sistema H-M, específicamente una situación de interacción persona ordenador.

En el caso que nos ocupa, aún debemos concretar la situación algo más, ya que se trata de personas con grandes discapacidades motoras, que por su capacidad funcional necesitan sistemas de datos alternativos, no basadas en manipulación o control motor fino. En esta investigación, esta alternativa vendrá dada por el SINA, basada en visión por ordenador.

Al tratarse de un estudio sobre las condiciones ergonómicas adecuadas para el uso del ordenador mediante este tipo de recursos de apoyo, el primer objetivo es la eficacia del sistema H-M, para lo que se analiza la interacción de los diferentes componentes del mismo.

La eficacia en este caso vendrá dada por la interacción entre la capacidad funcional de la persona y el resto de elementos del sistema (el equipo, el ambiente, la naturaleza de la tarea a realizar). Dicha eficacia está muy ligada con el concepto de discapacidad expuesto, ya que es el resultado de la interacción de la persona y su estado de salud o su capacidad con el resto de elementos del sistema lo que establecerá la existencia y nivel de discapacidad existente.

En este sistema, la capacidad funcional de la persona es un elemento esencial, ya que determina su interacción con la carga externa que exige una determinada tarea, y con el resto de elementos del sistema. En el caso de personas con deficiencias que limiten su función motora, puede verse afectada su capacidad de acceso al ordenador mediante los dispositivos de entrada de datos ordinarios. Si el diseño de los diferentes elementos del sistema con los que la persona debe interaccionar se realiza desde el diseño universal, estos deberían cumplir una serie de condiciones que faciliten su uso por cualquier persona. Sin embargo, a veces esto no es posible, ya sea porque el diseño de productos o elementos del sistema no contemplaba esa visión en su diseño, o porque hay situaciones que son difíciles

de abarcar con el diseño universal. Es en estos casos cuando se requerirán sistemas o recursos de apoyo, que complementen la capacidad funcional de la persona para conseguir que la interacción con las exigencias de la tarea sea satisfactoria, o bien que aporten una vía alternativa para conseguir la eficacia del sistema.

El resto de elementos del sistema, con los que la persona tiene que interaccionar para conseguir realizar la tarea con éxito, vendrán dados por las características y disposición del mobiliario del equipo informático, los elementos de ambiente y contexto, y por la tarea a realizar,

El equipo a utilizar, tanto en cuanto a los espacios disponibles, las características y disposición del mobiliario, como al equipo informático utilizado y el SINA como recurso de apoyo, deberá ser adecuado a la capacidad funcional de los usuarios. De estos aspectos se ocupa la dimensión tecnológica del proyecto.

Tanto el ambiente como la tarea vendrán dados en este caso por el contexto del sistema, que en nuestro caso se ubica en un contexto educativo, y por tanto será la dimensión pedagógica la que los aborde. El SINA es un recurso de apoyo introducido en un contexto educativo para ayudar al acceso al ordenador a personas con grandes deficiencias motoras, con el fin último de favorecer su aprendizaje en igualdad de oportunidades como herramienta para la futura participación en la sociedad.

En cuanto a la dimensión organizativa, tendrá influencia en las anteriores y por tanto en todos los elementos del sistema, así como en aquellos aspectos relacionados con el diseño, desarrollo e implantación del SINA.

Así como desde la perspectiva ergonómica buscamos la eficacia del sistema desde el momento de su diseño (ergonomía preventiva), como proceso de innovación tecnológica educativa, y de investigación a su vez, se busca que esta eficacia del sistema se traduzca en eficacia en el contexto en el que se lleva a cabo. Para alcanzar este objetivo, se debe hacer desde un proceso reflexionado, sistemático y multidimensional, en el que los elementos que forman parte de las diferentes dimensiones del mismo se interrelacionan y coordinan para configurar el proceso de innovación educativa.

Aunque en este caso nos referimos a un ámbito educativo, este modelo y la relación que se establece entre sus elementos y dimensiones es aplicable a la innovación tecnológica en otros ámbitos como salud, ocio, trabajo, etc. permitiendo un proceso de innovación tecnológica basado en el la realidad y las características del contexto del que se trate en cada caso, lo que permitirá alcanzar la máxima eficacia del sistema en dicho contexto.

En todo caso, se parte del compromiso social de una transferencia del conocimiento creado a partir del proyecto SINA y de la participación de las diferentes dimensiones, por el cual se pretende que el conocimiento creado tenga una repercusión directa en la calidad de vida de los usuarios del SINA, aportándoles a través de este un recurso de apoyo que favorezca su participación en la sociedad en igualdad de condiciones.

En este sentido, el propósito de la transferencia del conocimiento generado no está orientado únicamente al contexto en el que se encuentra el proyecto SINA, sino que la finalidad de este conocimiento es también que pueda ser generalizado a otros sistemas similares, o bien a otros contextos de utilización de diferentes sistemas de acceso al ordenador.

## **7 METODOLOGÍA**



## 7. Metodología

### 7.1 Metodología seleccionada

La orientación metodológica en investigación depende del tipo de conocimiento que se persiga. Así, la investigación experimental aporta la construcción de un sistema de leyes, bajo la lógica del positivismo, mientras que la investigación cualitativa contribuye al conocimiento con el estudio del propio ser humano y su contexto. En esta orientación de investigación, el contexto y su influencia forman parte del propio proceso de investigación (Ferraz, 2002; Richey, 1994; Richey & Klein, 2007).

Dentro de este marco cualitativo, la metodología seleccionada para la presente investigación, por considerarse la más adecuada a las características de la misma, es la investigación de diseño y desarrollo (Ferraz, 2002), llamada anteriormente investigación de desarrollo (Richey & Klein, 2005; Van der Akker, 1999), diseño de experimentos (Reeves, 2000) o investigación basada en el diseño (Design-based-Research-Collective, 2003). Se trata del estudio sistemático del diseño y desarrollo, selección y aplicación, evaluación y gestión de programas, procesos o productos, realizado en contextos reales específicos y situaciones concretas (Ferraz, 2002). Este tipo de investigación no se centra tan sólo en la producción o en la planificación, ya que el factor clave es la evaluación tanto del producto como del proceso, que permite un adecuado desarrollo del producto o programa, su evolución y mejora.

En la investigación de diseño y desarrollo nos podemos encontrar con diferentes tipos de estudios, según cuál sea el objetivo que persigan (Ferraz, 2002; Richey & Klein, 2005):

- Investigación sobre productos y herramientas (anteriormente categorizados por Richey como tipo I). Se trata de estudios muy orientados al contexto, que se inician con la creación de un determinado programa o producto, documentando de manera

sistemática el proceso de diseño, desarrollo y evaluación del mismo. Sus conclusiones suelen estar orientadas a mejoras concretas para el producto, programa o herramienta en cuestión, las condiciones necesarias para el éxito, su impacto, o las condiciones para que el diseño, desarrollo y evaluación del mismo sean eficientes.

- Investigación sobre modelos (anteriormente categorizados por Richey como tipo II). En este caso se trata de investigaciones orientadas al estudio del diseño, desarrollo y evaluación en sí mismas, y no a un producto o programa concreto. Su objetivo es la producción de conocimiento en forma de modelos, uso de determinadas técnicas o procesos, o análisis del uso del proceso de diseño y desarrollo en su contexto real.

Las características de este tipo de metodología (tanto en un caso como en el otro) son, según (Brown, 1992; Collins, 1992; Reeves, Herrington, & Oliver, 2002) en:

- Está centrada en problemas complejos en contextos reales.
- Implica colaboración intensiva entre investigadores y participantes.
- Integra principios de diseño reconocidos e hipotéticos con las potencialidades tecnológicas para proporcionar soluciones realizables a dichos problemas.
- Pone en marcha estudios rigurosos y reflexivos para probar y mejorar entornos de aprendizaje innovadores, así como para definir nuevos principios de diseño.
- Requiere implicación a largo plazo que permita la mejora continua de protocolos y cuestiones.
- Mantiene un compromiso tanto con la construcción y ampliación teórica como con la resolución del problema en el mundo real.

Se seleccionó esta metodología por estar orientada a una mejor comprensión de los pasos de un proceso de creación, elaboración, y evaluación de un producto o programa. Al tratarse en nuestro caso precisamente de este tipo de proceso, y coincidir con las características antes citadas de este tipo de investigación, se consideró la más adecuada para el presente trabajo.



La integración de esta investigación dentro del proyecto SINA ya nos orientaba en esta dirección, ya que dicho proyecto constituía un proceso de investigación-acción orientado a solucionar problemas en un contexto real que pretendía mejorar las condiciones de aprendizaje y participación de personas con discapacidad a partir de soluciones tecnológicas, abordando por tanto un tema complejo. Todo el proceso se realizó en colaboración con los profesionales que estaban en contacto directo con los usuarios, y con los usuarios en sí. El proyecto SINA es una investigación integradora, con múltiples propuestas, ámbitos y dimensiones, que avanza y evoluciona a partir de las mejoras que se introducen a partir de las diferentes dimensiones que intervienen en ella, resultado de esta y otras investigaciones relacionadas, por lo que la utilización de esta metodología permite la continuidad del estudio del proceso y del producto, y por tanto la mejora del mismo.

Por otra parte, el abordaje del tema de esta investigación se realiza desde múltiples perspectivas, como se ha podido comprobar en el marco teórico (Capítulo 6), siendo la ergonomía una de las principales áreas desde las que se lleva a cabo una aproximación al problema de investigación. La metodología escogida para esta investigación es acorde, también, con la metodología utilizada también desde la ergonomía.

Es por todo ello que la presente investigación se define como un estudio de diseño y desarrollo sobre productos y herramientas, ya que se centra en un producto concreto, las pautas ergonómicas para el diseño y uso de sistemas de acceso al ordenador para personas con grandes discapacidades motoras, en un contexto concreto y real.

## **7.2 Variables del estudio**

Esta investigación cuenta con las siguientes variables, concretadas en indicadores (ver tabla completa en Anexo 1):

- **Usuario.** Se trata de cada uno de los individuos que utilizaba el SINA como dispositivo de acceso al ordenador en un contexto educativo, concretamente en los centros participantes en el proyecto SINA III, con funciones comunicativas o curriculares, adaptadas en cada caso a las características individuales del sujeto. Los indicadores descritos para esta variable son:
  - Tipos de usuario. Definición de los perfiles de usuario según sus características y capacidades.
  - Capacidades del usuario. Conjunto de capacidades individuales y capacidad funcional de cada uno de los usuarios.
  - Características específicas. Existencia de posturas, precauciones o características muy concretas de los usuarios que debían respetarse y que podían interferir o influir en las condiciones de uso del SINA.
- **Condiciones de uso del SINA.** Es el conjunto de condiciones del sistema hombre-máquina que se forma al utilizar el SINA por parte de cada uno de los usuarios. Incluye todos los elementos de un sistema H-M: las características del usuario, la postura y movimientos del mismo a la hora de utilizar el ordenador, la disposición y características del equipo, el entorno y las características de la tarea a desarrollar en cada caso. Los indicadores son, en este caso:
  - Carga física del usuario: postura y esfuerzo físico. La descripción de la postura en general, la inclinación de asiento y/o respaldo, la posición de la cabeza, el uso del reposacabezas o la necesidad de elementos o estrategias de estabilización del tronco o de extremidades. También se trabajan en este apartado los movimientos utilizados por el usuario para la interacción con el ordenador, su amplitud, frecuencia y funcionalidad.
  - Entorno y equipo. Las características y disposición de los elementos del equipo y del entorno del usuario, como la pantalla, la webcam, el mobiliario y los posibles accesorios necesarios en cada caso.
  - Fatiga. Aparición de fatiga, signos de detección de la misma, momento de aparición y estrategias de prevención utilizadas.

- Episodios no deseables. Aparición y frecuencia de episodios espásticos, atetósicos, temblores o movimientos involuntarios que pudieran ser perjudiciales o incómodos para el usuario, o bien interferir o influir en el desarrollo de las sesiones del SINA.
- **Pautas ergonómicas para el uso del SINA.** Se trata del conjunto de criterios, recomendaciones y orientaciones ergonómicas para el uso del SINA ofrecidas como propuesta de solución a problema de investigación, cuyo objetivo es mejorar la experiencia de interacción con el ordenador de los usuarios mediante la garantía de un esfuerzo mínimo, del confort del usuario y de la eficiencia del sistema. Se concreta en los siguientes indicadores:
  - Carga física: postura y esfuerzo físico. Descripción y orientaciones sobre la postura adecuada para el uso del SINA según las características del usuario. Pautas destinadas a la reducción del esfuerzo físico por la postura o movimientos del usuario.
  - Entorno y equipo. Orientaciones para la ubicación del equipo (pantalla, webcam, accesorios y mobiliario) y disposición del entorno de trabajo.
  - Nivel de fatiga. Orientaciones para la prevención de la aparición de fatiga.
  - Prevención de episodios no deseables. Pautas específicas para la prevención de episodios espásticos, temblores, etc. provocados por esfuerzos puntuales y que pudieran ser perjudiciales para el usuario.

### 7.3 Muestra del estudio

La población objeto de estudio de esta investigación se encontraba previamente delimitada, como ya se explica en el capítulo 5 (Alcance del estudio). Constaba de las personas con discapacidades graves que utilizaban dispositivos de entrada de datos de detección de movimientos de cabeza para la interacción con el ordenador, concretamente el SINA.

Esta población quedaba definida tras la aplicación de los criterios de selección de usuarios para el uso del SINA, diseñados en fases previas del proyecto SINA a partir de la experiencia de los centros participantes. Las características y capacidades necesarias descritas para la utilización del SINA eran (Perales, Muntaner, Varona, Negre, & Manresa-Yee, 2009):

- Necesidad de un acceso alternativo al ordenador. El primer criterio a tener en cuenta era la necesidad que presentaba el usuario de acceder al ordenador mediante una forma alternativa a la utilizada hasta el momento, o bien acceder por primera vez.
- Posibilidad de trabajar a través del SINA diferentes esferas de la vida del usuario: objetivos curriculares, rehabilitación cognitiva o física, etc.
- Experiencia previa con el ordenador, o bien motivación para trabajar con él.
- Nivel cognitivo para entender el funcionamiento del programa.

La aplicación de estos criterios de selección de usuarios describía un conjunto de población formado por personas con discapacidades motoras y/o intelectuales graves y cuyo acceso al ordenador quedaba muy limitado por las vías ordinarias de entrada de datos, e incluso por recursos de apoyo habitualmente utilizados como vía de acceso alternativo, y que acudían para su atención integral a centros educativos o asistenciales. En el seno de esta población se encontraban usuarios con características muy diferentes en cuanto a edad, capacidades físicas y cognitivas, actividades a desarrollar con el ordenador o evolución de su capacidad.

Una vez identificada la población de estudio, se realizó una selección intencional de la muestra, determinando los usuarios que formarían parte de ella por su interés contextual y sus características como caso típico de usuario del SINA con gran discapacidad motora (Cohen & Manion, 1990; León & Montero, 2002; Richey & Klein, 2007).

Los múltiples perfiles de usuario con los que se contaba podían dar lugar a una gran variabilidad de las capacidades a lo largo de la investigación. A este respecto, se limitó la investigación a aquellos usuarios en los que las capacidades detectadas fuesen estables o

evolucionaran con el desarrollo propio de la edad, limitando así variables extrañas como la modificación sobrevenida de las capacidades del usuario durante el proceso de investigación.

Una de las limitaciones características de la metodología utilizada es el desarrollo de la investigación en diferentes contextos de trabajo, puesto que se trata de analizar contextos reales (Richey & Klein, 2007). En este estudio, la presencia de diferentes contextos era inevitable, puesto que la población de estudio se encontraba en diferentes centros educativos y sociosanitarios, con infraestructuras, recursos y organizaciones diferentes.

Existían diferentes modalidades de uso del SINA, según el momento del proyecto SINA en el que se hubiesen incorporado los usuarios o el centro en el que estuvieran ubicados. Así, había usuarios que utilizaban el dispositivo en sesiones individuales en gabinete con un terapeuta y otros con los que se había introducido el uso del SINA en otros contextos, como el aula, la propia casa del usuario o incluso en un caso la habitación hospitalaria. Estas diferencias eran susceptibles de introducir variables extrañas y elementos poco controlables en esta investigación.

Con el objetivo de que las condiciones de la muestra fuesen lo más homogéneas posible, aun a pesar de la diversidad de capacidades que se esperaba encontrar, se establecieron los siguientes criterios de inclusión y exclusión:

- Las capacidades funcionales del usuario debían ser estables, sujetas tan solo a la evolución propia de la edad. Se centraba así el estudio en deficiencias congénitas cuyas manifestaciones o afecciones que influían en las capacidades del usuario se encontraban ya estabilizadas. Se descartaban aquellos usuarios con deficiencias adquiridas y/o degenerativas, por la modificación imprevisible que pudieran presentar de sus capacidades a lo largo de esta investigación.
- Las sesiones del SINA debían desarrollarse en gabinete o despacho del terapeuta o especialista responsable de las sesiones del SINA en cada centro, con un mínimo de una sesión semanal. Se dirigía así el estudio hacia un entorno más o menos homogéneo, sujeto tan solo a la diversidad de recursos e infraestructuras de los

centros, excluyendo de esta investigación entornos poco controlables o que pudieran presentar variables extrañas, como era el caso de los entornos compartidos (aula u hogar).

Tras la aplicación de criterios de inclusión y exclusión, la muestra del estudio contó con 13 usuarios, entre los 5 y los 33 años de edad en el momento del inicio del estudio, de los cuales 6 eran mujeres y 7 eran varones.

La muestra presentaba una gran diversidad de capacidades, que serán valoradas individualmente en el capítulo de presentación y análisis de resultados (Capítulo 8), y que derivaban de afectaciones diferentes. En 9 casos las deficiencias provenían de una parálisis cerebral infantil, en dos casos se describía un retraso mental grave como principal deficiencia detectada, y en los otros dos casos se trataba de deficiencias derivadas de otras patologías congénitas.

Los usuarios que formaron parte de la muestra correspondían a centros diferentes:

- ASPACE (Palma). Asociación de padres de niños afectados de parálisis cerebral. Este centro cuenta con una escuela de educación especial, centro de día y residencia. Fue el centro que participó desde el inicio en el proyecto SINA, por lo que era en el que las terapeutas, logopedas en este caso, contaban con más experiencia en este sentido. En la muestra participaban 3 usuarios que acudían a este centro.
- APROSCOM (Manacor). Centro de día y residencia para personas adultas con discapacidad intelectual. Participaron 2 usuarios, cuyas sesiones eran dirigidas por el fisioterapeuta del centro.
- C.E.E. Joan XXIII (Inca). Se trataba en este caso de un centro de educación especial del que participaban 4 usuarios en este estudio. Las sesiones estaban dirigidas por logopedas y maestras de educación especial.
- Centro Mater Misericordiae (Palma). Escuela de educación especial y centro de día especializado en atención temprana. Participaron 3 usuarias, cuyas sesiones estaban dirigidas por logopedas.

- Centro ocupacional Isla (Palma). Centro de día ocupacional para personas adultas con discapacidad. En este centro participaba una usuaria, cuyas sesiones eran inicialmente dirigidas por la psicóloga del centro, y que posteriormente pasaron a ser responsabilidad de uno de los monitores del mismo.

## 7.4 Consideraciones éticas

El proyecto SINA se desarrolla en el contexto de un convenio de colaboración entre el Govern de les 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 desarrollo del Plan Avanza del Ministerio de Industria, Turismo y Comercio del Gobierno de España, y contaba con los permisos correspondientes.

En cuanto a los usuarios que formaban parte de la población de estudio, entre ellos aquellos seleccionados para formar parte de la muestra de la presente investigación, se firmó el consentimiento informado en cada uno de los casos. En él se explicaba el proyecto SINA, y se solicitaba permiso para la participación del usuario, la divulgación de la información relativa al mismo y de las imágenes obtenidas en el contexto del proyecto con fines exclusivamente científicos. El consentimiento informado fue firmado por los padres o responsables legales de cada uno de los usuarios. En el Anexo 2 se dispone del modelo utilizado.

Los colaboradores de este estudio que no formaban parte del equipo de investigación del SINA firmaron un compromiso en el que garantizaban la estricta confidencialidad de los datos personales y de salud a los que habían tenido acceso. En el Anexo 3 se dispone del modelo de compromiso de confidencialidad utilizado.

Para garantizar la confidencialidad de los datos y el anonimato de los participantes se utilizan pseudónimos para cada uno de los usuarios durante todo el informe. Las imágenes obtenidas que se reflejan en este documento aparecen pixelizadas con este mismo fin.

## 7.5 Fases y estructura del estudio

Siguiendo a Reeves (Reeves, 2000), la estructura de este tipo de investigación se inicia con el análisis de la situación y la definición del problema. Las posibles soluciones se diseñan a partir de un marco teórico de referencia, por lo que será de extrema importancia la evaluación y revisión continua del proceso.

Posteriormente se realiza la implantación, seguida de la recogida de información y evaluación de las soluciones, que en realidad se lleva a cabo durante todo el proceso. Esta información será necesaria para el análisis y posible rediseño de la solución.

El proceso de investigación se completa mediante ciclos continuos de diseño, validación, análisis y rediseño, conduciendo a la mejora del cuerpo teórico y al perfeccionamiento de la intervención.



**Figura 7-24. Proceso de la investigación de diseño y desarrollo (Reeves, 2000)**



Como se ha comentado, la metodología y la estructura de trabajo seleccionadas coincide con las utilizadas en ergonomía. La intervención ergonómica con el objetivo de la detección, prevención o corrección de riesgos ergonómicos, sigue una metodología que consta de (Mondelo, Gregori Barrau (1994) en Ferraz, 2002; Andreoni et al., 2011; Aubry, Julliard, & Gibet, 2009; Dempsey & Mathiassen, 2006; Grandjean, 1998; Tortosa Latonda & Instituto de Biomecánica de Valencia, 1999):

- Análisis de la situación en la que se ha detectado algún tipo de problema, potencial riesgo o necesidad no atendida. En esta fase se realiza un análisis funcional, se define el perfil de usuario, sus características y necesidades, las tareas a desarrollar y las características del resto de elementos que conforman el sistema H-M a analizar.
- Diagnóstico y propuestas. Una vez identificados los aspectos problemáticos o los riesgos existentes, se diseña la posible solución, ya sea en forma de propuesta de prevención o corrección de riesgos.
- Experimentación. Se trata de una fase de diseño de prototipos o de ensayos en laboratorio de las posibles soluciones.
- Aplicación de las propuestas ergonómicas que se consideren pertinentes.
- Validación de resultados, en el que se analizan las propuestas implantadas, con el objetivo de detectar aspectos mejorables que, a su vez, se incorporarán al diseño de la propuesta. Esta fase tiene un interés mixto, ya que sirve para la generación de criterios de diseño tanto como para comprobar la efectividad de la propuesta implantada.
- Seguimiento de la propuesta a partir de la introducción de cambios y ajustes de diseño, para una continua retroalimentación de la información, creando así un proceso iterativo de evolución y mejora progresiva de la situación analizada.

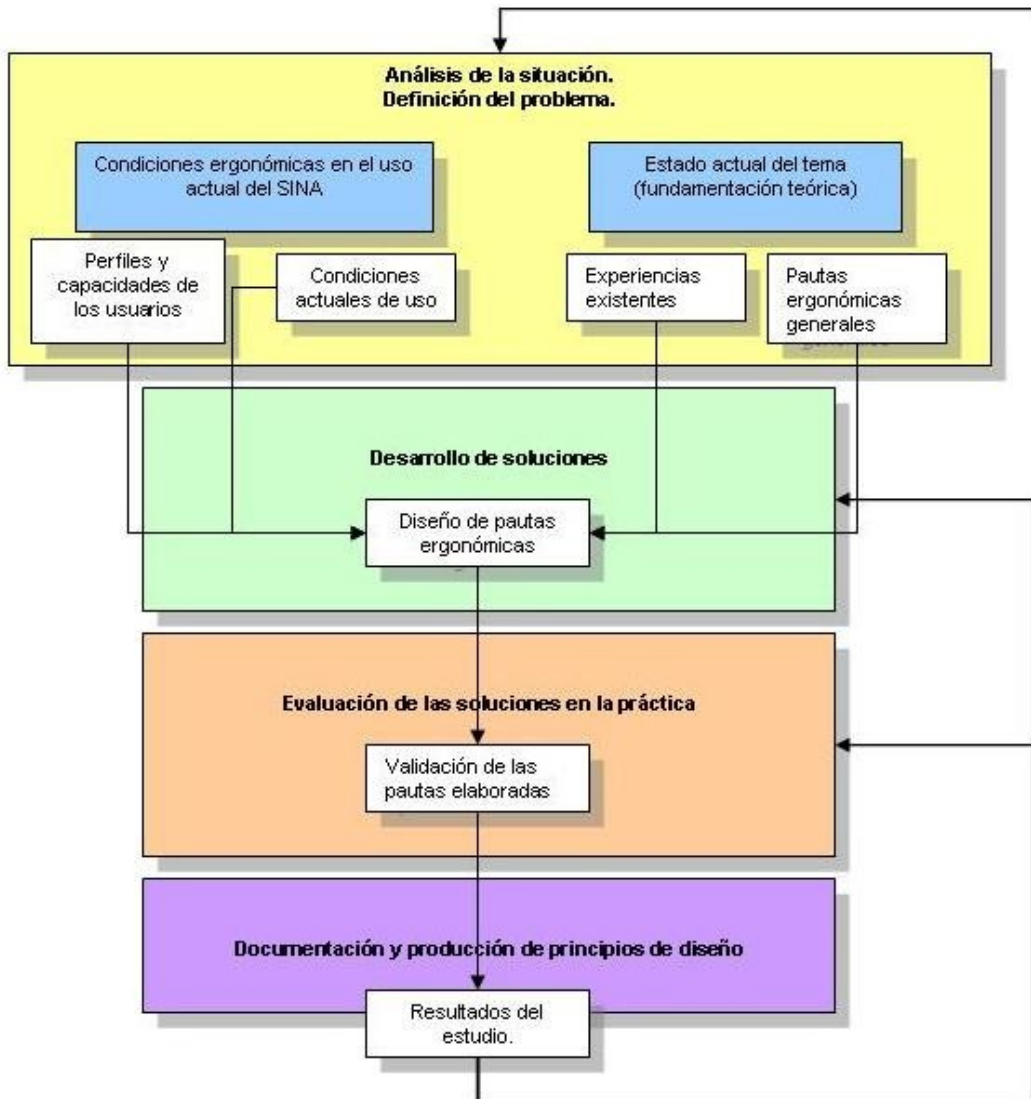
Como puede comprobarse, se trata de un proceso que comparte características con el modelo de diseño y desarrollo antes presentado. Se inicia el proceso con el análisis de una situación potencialmente problemática, que se estudia con detalle para posteriormente diseñar una posible solución. Esta propuesta de solución se implanta y evalúa, para

identificar la efectividad de la misma y los principios de diseño. El proceso no finaliza, sino que se vuelve cíclico, iterativo, con la búsqueda de la mejora continua de la propuesta de solución. En ambos casos, además, se pretende abordar un problema que es complejo, con múltiples factores a analizar, para el que no existe solución previa diseñada, y para el que se aplican principios de diseño y criterios validados y reconocidos. Se trata en todo caso de un proceso sistemático de análisis y de reflexión para la mejora de una situación en un contexto real.

En el caso de la presente investigación, se inició el proceso de análisis de la situación identificando cuáles eran las condiciones de uso adecuadas para la población en general, para recoger aquellas aplicables al problema de esta investigación en concreto. Se obtuvieron los requisitos y recomendaciones ergonómicas para el uso de pantalla de visualización de datos (PVD) en trabajos de oficina o similares, que se complementaron con las aportaciones de investigaciones y experiencias previas de equipos que habían desarrollado dispositivos similares al de este estudio. Esto proveía a la investigación de un marco de pautas ergonómicas y de criterios a aplicar.

Otro punto elemental era conocer a los usuarios a los que se debía adaptar el uso del SINA. El análisis de las capacidades que presentaban los usuarios permitiría la identificación de perfiles de usuario similares, siempre respetando la diversidad hallada y teniendo en cuenta la individualización necesaria en cada caso.

Por último, era necesario analizar las condiciones de uso del ordenador mediante el SINA por parte de los usuarios que formaban parte de la muestra, para recoger todas las situaciones que la diversidad de usuarios planteaba. Esto permitiría establecer aquellos requisitos y recomendaciones ergonómicas, dentro de las halladas para la población general, que eran aplicables y adecuadas a las características de los usuarios, y aquellas situaciones en las que las pautas halladas no eran apropiadas dadas las necesidades derivadas de las características que presentaban los usuarios.



**Figura 7-25. Estructura de la investigación, adaptando el esquema de Reeves.**

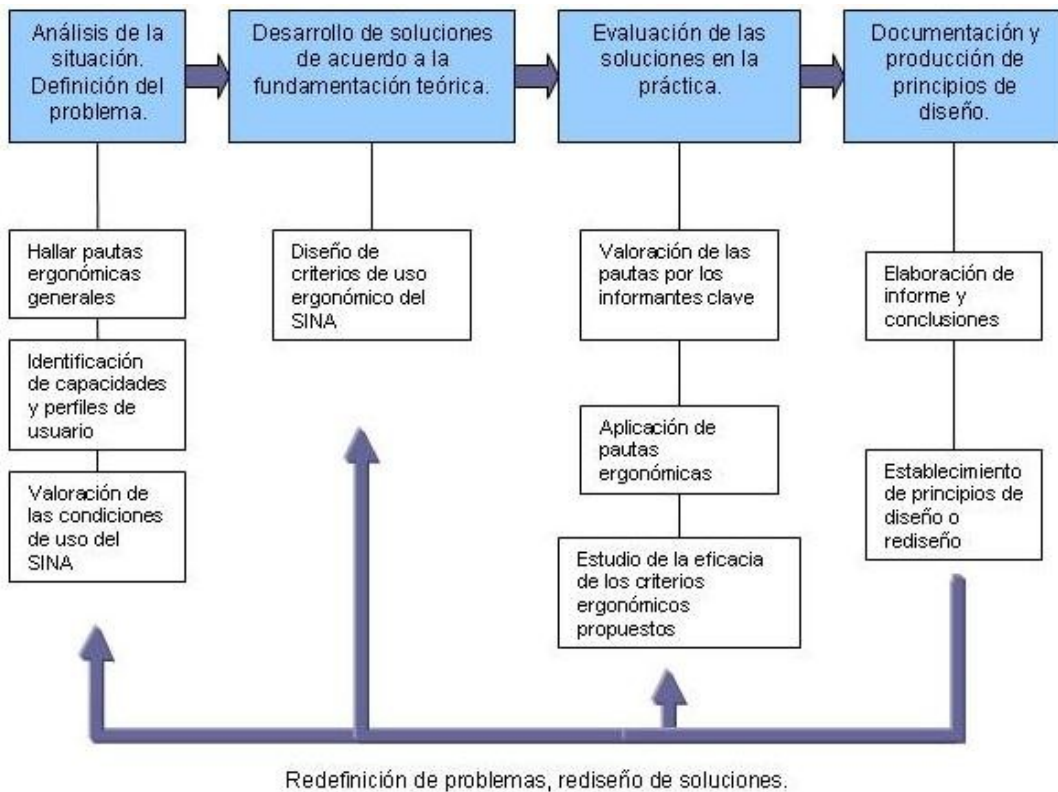
La fase de análisis de la situación de esta investigación pretendía, en definitiva, identificar las condiciones de uso derivadas de requisitos ergonómicos generales que se esperaba que garantizaran un uso confortable, seguro y saludable del SINA por parte de los usuarios a los que iba destinado.

En la fase de desarrollo de soluciones se analizó la información obtenida en la fase anterior. La propuesta de solución, que era un compendio de pautas ergonómicas

identificadas como adecuadas para la situación concreta de los usuarios del SINA, se materializó en forma de documento, en el que se recogían las pautas de manera ordenada, explicada e ilustrada.

La tercera fase, de evaluación de soluciones en la práctica, contaba con un primer momento de implementación de la propuesta de soluciones, y posteriormente la validación de la misma. Para completar esta validación, se realizó paralelamente una valoración de las pautas por parte de los profesionales responsables de las sesiones del SINA.

Le seguía finalmente la fase de conclusiones y elaboración de principios de diseño, en la que se reflejaban las lecciones aprendidas durante el proceso, y las condiciones y características del producto final.



**Figura 7-26. Fases y tareas del estudio. Adaptado del esquema de fases de la investigación de diseño y desarrollo (Reeves, 2000)**

El esquema presentado corresponde a un ciclo completo del proceso de diseño y desarrollo. Sin embargo, con la intención de la mejora continua de la propuesta para alcanzar una solución efectiva y garantizar así el cumplimiento del objetivo de la investigación, este estudio se llevó a cabo en dos ciclos, coincidiendo también con la propiedad iterativa del proceso de validación de propuestas de un proceso ergonómico. Con el segundo ciclo se pretendían implantar aquellas mejoras y necesidades identificadas, optimizando la propuesta de soluciones a la situación real y adecuándola al contexto de utilización.

Este segundo ciclo se inició con una situación de partida ya analizada, puesto que se trataba de la situación final alcanzada tras la implementación de la primera propuesta de

solución. De la misma manera, la propuesta de soluciones a implementar en este segundo ciclo era la propuesta anterior con la integración de las mejoras necesarias detectadas, por lo que se trataba del producto final del ciclo anterior. Se obviaron, por tanto, los procesos completos de la fase de análisis y de desarrollo de soluciones.

La fase de evaluación de soluciones en la práctica del segundo ciclo se centró en la validación de aquellos cambios introducidos tras la primera validación, integrados en la propuesta de las pautas ergonómicas anterior.

Finalmente, la última fase, de producción de documentación y principios de diseño recogía los resultados y principios de diseño de todo el proceso, abarcando los dos ciclos, cerrando así el proceso y concluyendo la investigación.

## **7.6 Técnicas e instrumentos para la recogida de datos**

Debido a que la investigación de diseño y desarrollo se realiza en un contexto real concreto, y se debe adaptar a las necesidades de cada proceso, producto o programa, este tipo de estudios permite un amplio abanico de metodologías y de instrumentos cualitativos válidos para la recogida de datos (León & Montero, 2002; Richey & Klein, 2005; Richey & Klein, 2005; Ruiz Olabuénaga & Universidad de Deusto, 2007), principalmente:

- Técnicas de análisis documental, en las que se recogen documentos (personales u oficiales), registros u otros objetos de un grupo o de una institución para obtener información sobre el fenómeno que se estudia (McMillan y Schumacher (2005) en Flores, 2010).
- Técnicas basadas en observación, registro del comportamiento de seres animados y examen de características de objetos inanimados (Wolcott (1997) en León & Montero, 2002).
- Técnicas basadas en entrevista. Técnicas de obtención de información mediante conversación entre dos o varias personas. Puede tratarse de entrevistas en profundidad, grupos focales, etc. (León & Montero, 2002).

Además se pueden encontrar de manera combinada otras como encuestas y cuestionarios, Delphi, diarios de trabajo, etc.

En el ámbito de la ergonomía nos encontramos también con múltiples técnicas de recogida de datos, que pretenden reflejar de manera completa un sistema hombre máquina. Entre ellas, las más habituales son (Cañas & Waerns, 2001; David, 2005; Dempsey & Mathiassen, 2006; Tortosa Latonda & Instituto de Biomecánica de Valencia, 1999):

- Autoinformes. Informes elaborados por los trabajadores o usuarios que exponen tanto factores físicos como psicosociales. Pueden llevarse a cabo mediante diarios, entrevistas o cuestionarios. Son fáciles de aplicar a un amplio rango de situaciones y personas, siendo adecuados para grandes muestras a bajo coste. Los resultados, sin embargo, pueden ser imprecisos y poco fiables, dada la influencia de la percepción del trabajador o usuario.
- Técnicas de observación simple. Se trata del registro durante un tiempo limitado de las características del puesto de trabajo o el lugar a analizar a partir de registros prediseñados. Los más utilizados en las últimas décadas han sido los basados en el análisis de tareas, a partir de un enfoque analítico, descomponiendo el trabajo en unidades mínimas y analizando estas una a una. Desde el OWAS diseñado por Karhu et al (1977) hasta los desarrollados o revisados en los años noventa (TRAC, NIOSH, Ergo/IBV), estos instrumentos se han ido adaptando a los tipos de trabajo aparecidos a lo largo de este tiempo, manteniendo su enfoque analítico (David, 2005; Dempsey & Mathiassen, 2006; Mathison, 1988; Tortosa Latonda & Instituto de Biomecánica de Valencia, 1999). Durante estos años han ido apareciendo también métodos de análisis de los riesgos del puesto de trabajo para personas discapacitadas, como el Physical Demands Job Analysis (PDJA) y Essential Physical Demands Analysis (EPDA) en 1981, o el método ErgoDis/IBV (1999).
- Técnicas avanzadas de observación. Se aplican diferentes programas informáticos de medición y análisis de datos a grabaciones realizadas del puesto de trabajo o sistema hombre máquina. Son técnicas que requieren un soporte técnico, personal altamente cualificado para su aplicación, y su coste es elevado.

- Técnicas de medición directa. Se trata de métodos que utilizan sensores fijados al sujeto a analizar, aplicando desde la medición mediante goniómetros electrónicos el rango articular en cada momento, hasta la monitorización de la postura durante toda la jornada o el registro de la actividad eléctrica de la musculatura mediante electromiograma. Este tipo de métodos permiten la recogida de gran cantidad de datos precisos y el manejo de muchas variables, aunque pueden resultar incómodos para los sujetos, puesto que se aplican sensores directamente sobre su cuerpo, y corren el riesgo de modificar su conducta natural en el sistema a analizar. Son métodos que requieren una inversión considerable y un alto coste de mantenimiento.

El método elegido debe depender de diferentes factores, como el objetivo de la investigación, los recursos disponibles o el nivel de precisión de los datos requerido. En el caso del presente trabajo, las características del proyecto en el que se enmarcaba junto con la complejidad y especificidad de la situación a analizar fueron claves para la elección de técnicas de recogida de datos, que requerían:

- Técnicas fáciles y rápidas de aplicar, para no interferir con el desarrollo normal de las sesiones de trabajo con el SINA que se pretendían analizar.
- No debían suponer la fijación sobre los usuarios de ningún tipo de sensor, ya que esto resultaría contradictorio con la propia naturaleza del SINA, que no precisaba de ninguno, favoreciendo una interacción natural del usuario con el ordenador. La aplicación de cualquier elemento sobre el usuario, además, podía modificar su conducta durante las sesiones.
- El proyecto SINA era un proceso centrado en el usuario con una constante presencia y participación directa o indirecta del mismo, por lo que se debían incluir técnicas que recogieran información proveniente de este.
- Dado el tipo de usuarios con el que se iba a llevar a cabo el estudio, debía tratarse de una técnica lo suficientemente flexible como para dar cabida a la diversidad de situaciones que era previsible encontrar.



- Aunque estuviese más centrado en factores físicos por la naturaleza del estudio, debía contemplar otro tipo de factores (psicosociales, organizativos), con la intención de poder diseñar una propuesta de solución integral.
- Las técnicas a aplicar no debían suponer un elevado coste y debían estar en consonancia con el resto del proyecto SINA, tanto en recursos materiales como humanos.

A partir de estos requisitos, las técnicas de observación simple parecían las más adecuadas para llevar a cabo este estudio. El problema recaía en que los métodos existentes basados en análisis de tareas no consideraban diferencias individuales, sino puestos de trabajo o sistemas persona máquina en general, por lo que no eran aplicables a la situación concreta que se trataba en este estudio. Los instrumentos de observación simple específicamente diseñados para el análisis de puestos de trabajo de personas discapacitadas, aunque más relacionados con el tema de investigación del presente trabajo, resultaban sin embargo muy orientados a contextos laborales, y muy generales en cuanto a los ítems que incluían.

Se optó por tanto por una técnica de observación basada en el análisis de tareas pero sin limitarse a este, y sin instrumento prediseñado sobre el que realizar el registro, para contar con una herramienta flexible que pudiera reflejar tanto factores físicos como aquellos que se detectaran como influyentes en las variables del estudio a lo largo del proceso. Este tipo de técnica cumplía también los requisitos de facilidad y rapidez de aplicación, no aplicaba ningún elemento extraño sobre el usuario y permitía el normal desarrollo de las sesiones de los usuarios con el ordenador.

Esta técnica se debía combinar con otras para poder contrastar la información obtenida, para lo que se recurrió a los registros e informes de los responsables de las sesiones y de los centros participantes en el proyecto SINA.

Para contar también con el usuario en esta parte del proyecto SINA, se combinarían las técnicas de observación con autoinformes, contando así con la visión, opinión y participación del usuario en el proceso. Para la obtención de información por parte de los

usuarios o sus acompañantes en las sesiones del SINA se decidió la realización de entrevistas.

La utilización de varias técnicas de recogida de datos, coherentes además con la metodología seleccionada y con el enfoque ergonómico, aportaba validez a los datos recogidos, al poder comparar y completar la información, a través de la triangulación de datos obtenidos por los diferentes métodos.

Se describen a continuación las técnicas e instrumentos de recogida de datos utilizados en la investigación:

- Análisis documental.
- Entrevistas.
- Observación.

### **7.6.1 Análisis documental**

Se trata de la búsqueda y análisis de documentación relacionada con el tema para la identificación de información relevante sobre el mismo. El análisis documental se basó en diferentes registros y documentos, entendiendo por registros aquella documentación que se elaboran con carácter oficial (historias clínicas, actas de reuniones, certificados, etc), mientras que nos referimos con documentos a aquellos que son producidos por decisión personal (publicaciones, diarios, etc) (León & Montero (2002) citando a Lincoln y Guba, 1985). Las fuentes utilizadas en cada caso fueron:

- Documentos:
  - Documentos de publicaciones periódicas especializadas consultadas en bases de datos: ERIC, PubMed, IEEE, ACM.

- Organismos, entidades o colectivos relacionados con alguno de los objetivos de la búsqueda bibliográfica (CEAPAT<sup>16</sup>, Sidar<sup>17</sup>, OSHA<sup>18</sup>, NIOSH<sup>19</sup>, etc.)
- Normativa nacional e internacional (ISO, UNE, etc.)
- Informe de los proyectos SINA y SINA II (Manresa Yee, 2009; Perales et al., 2009).
- Publicaciones derivadas ambos proyectos ((Manresa-Yee, Ponsa, Varona, & Perales, 2010; Perales et al., 2009; Varona, Jaume-i-Capó, González, & Perales, 2009).
- Obras de consulta (e.g. Enciclopedia Internacional del Trabajo).
- Registros:
  - Perfil de usuario (documentación de SINA I y II).
  - Registro inicial del SINA (documentación de SINA III).
  - Hojas de registro de sesiones (documentación de SINA I, II y III).
  - Informe de final de curso de los centros participantes (SINA I, II y III).

Los registros que se listan fueron de elaboración interna en el contexto del proyecto SINA, por lo que se explican a continuación.

## **Registros**

### **Perfil de usuario**

Para las fases anteriores del proyecto SINA (SINA I y SINA II) se diseñaron hojas de registro para recoger información sobre los usuarios que iniciaban su experiencia con SINA.

El diseño del constructo se realizó mediante la colaboración entre el equipo de SINA y expertos, a partir de las variables de investigación del proyecto SINA (Perales et al., 2009).

---

<sup>16</sup> CEAPAT: Centro de Referencia Estatal de Autonomía Personal y Ayudas Técnicas.

<sup>17</sup> Sidar: Fundación Sidar – Acceso Universal.

<sup>18</sup> OSHA: Occupational Safety and Health Administration (EEUU).

<sup>19</sup> NIOSH: National Institute of Occupational Health and Safety (EEUU)

Se realizó una primera versión para la primera fase del proyecto SINA (SINA I), que se mejoró y perfiló para la fase SINA II. En ambos casos el registro se diseñó en cooperación con las terapeutas de ASPACE, centro piloto del SINA.

El objetivo de este registro era identificar perfiles de usuarios para poderlos relacionar con modelos de uso del SINA, así como para determinar las condiciones iniciales de uso, y poder compararlas con fases posteriores del proyecto SINA.

Esta hoja era cumplimentada por los propios especialistas y/o terapeutas que iban a ser los responsables de las sesiones del usuario con SINA, y contenían los siguientes apartados:

- Datos generales sobre el usuario, su patología y la presencia de discapacidades.
- Área motriz: información sobre condiciones de sedestación, presencia de movimientos involuntarios, control cefálico, movimientos funcionales de la cabeza y cuello.
- Área visual y perceptiva: campo visual, fijación de la mirada, posibles problemas de visión, discriminación de colores y formas, orientación espacial.
- Área de comunicación: nivel de comprensión y expresión, forma de expresión, utilización de sistemas de comunicación aumentativos o alternativos.
- Área psicológica: actitud, capacidad de concentración, memoria y razonamiento.
- Área pedagógica: información sobre habilidades de lectoescritura y capacidad de aprendizaje.

Se utilizó este registro para recoger información sobre los usuarios y las condiciones iniciales uso del SINA. La relación con las variables de esta investigación es la que sigue:

Información del registro “Perfil de usuario”	VARIABLES DEL ESTUDIO
Datos generales sobre el usuario, su patología y su discapacidad.	Usuario: perfil del usuario. Usuario: capacidades.
Área motriz.	Usuario: perfil del usuario. Usuario: capacidades. Usuario: características específicas.
Área visual y perceptiva.	Usuario: perfil del usuario. Usuario: capacidades.
Área de comunicación.	Usuario: perfil del usuario. Usuario: capacidades.
Área psicológica.	Usuario: perfil del usuario. Usuario: capacidades.
Área pedagógica.	Usuario: perfil del usuario. Usuario: capacidades.

Esta hoja de registro se puede consultar en el Anexo 4.

### Registro inicial de SINA III

Posteriormente, para SINA III, se diseñaron hojas que recogían los mismos datos en algunos apartados, mientras que se eliminó información innecesaria en otros. Se incluyeron aspectos específicos de la postura, el equipo y la presencia de fatiga que no aparecían para poder dar respuesta a la recogida de datos para la presente investigación. Estos registros debían completarse al inicio del curso escolar, que coincidía con la puesta en marcha de SINA III. Para ello se siguió el mismo procedimiento de creación del registro que en el caso anterior (Perales et al., 2009).

El registro inicial recogía información sobre:

- Datos de identificación del usuario y del evaluador (responsable de las sesiones de SINA).
- Datos generales sobre el equipo informático utilizado: ordenador, tipo y configuración de la pantalla, opciones de accesibilidad.
- Datos sobre la ubicación del equipo informático: altura, distancia e inclinación de la pantalla y de la webcam.

- Datos sobre la configuración del SINA: número de perfiles configurados para el usuario, parámetros de los mismos (factor de ganancia  $x$ , factor de ganancia  $y$ , tiempo de clic, rango de clic y recorrido de la pantalla).
- Información sobre el usuario: postura de trabajo, movimientos de la cabeza, desajustes posturales o movimientos incontrolados.
- Información específica sobre la existencia de fatiga: tipo de fatiga (física o mental), momento o causa de aparición, forma de detección, existencia de descansos durante la sesión, duración de las sesiones.
- Información sobre la interacción entre el usuario y el programa: existencia de problemas visuales, coordinación óculo-cefálica, posibles problemas de atención, comprensión o interés, o de orientación espacial.

Se utilizó este registro para la obtención de información sobre las condiciones de uso del SINA. La relación con las variables de esta investigación es la que sigue:

Información del registro “Registro inicial de SINA III”	Variables del estudio
Datos de identificación del usuario y del evaluador.	Usuario: perfil de usuario. Usuario: capacidades.
Datos generales sobre el equipo informático.	Uso del SINA: entorno y equipo.
Datos sobre la ubicación del equipo informático.	Uso del SINA: entorno y equipo.
Datos sobre la configuración del SINA.	Uso del SINA: configuración del SINA.
Información sobre el usuario (postura y movimientos).	Usuario: perfil de usuario. Usuario: capacidades. Uso del SINA: postura.
Información específica sobre la existencia de fatiga.	Usuario: características específicas. Uso del SINA: episodios no deseables. Uso del SINA: nivel de fatiga.
Información sobre la interacción entre el usuario y el programa.	Usuario: definición de perfiles. Usuario: capacidades. Usuario: características específicas. Uso del SINA: nivel de fatiga.

Esta hoja de registro se puede consultar en el Anexo 5.

### Registro de sesiones de SINA

Tanto en las fases previas (SINA I y SINA II) como en la fase en la que se incorporaba esta investigación (SINA III) se fueron recogiendo las actividades, cambios e incidencias en el uso del SINA por parte de los usuarios, mediante las hojas de registro de sesiones.

Las hojas de registro de las sesiones de trabajo con el SINA se diseñaron por parte del equipo de investigación del SINA en colaboración con las terapeutas de ASPACE como instrumento de recogida de datos con diferentes variables de interés. Posteriormente a su diseño se sometió a una validación por parte de los centros participantes, antes de establecerla como hoja de registro del proyecto.

En los registros de cada sesión del usuario con SINA, se recogía información sobre:

- Identificación de la sesión: número de sesión, fecha, hora de inicio y de finalización.
- Estado del usuario: se identificaba en este apartado si el estado físico del usuario era el habitual, o había alguna situación que lo alterara.
- Información sobre la colocación del equipo informático: se debía indicar si había algún cambio en la colocación de pantalla, webcam, o colocación del usuario respecto a la fuente de iluminación.
- Configuración del SINA: se registraban posibles cambios en la configuración del SINA y la existencia de incidencias con el programa.
- Información sobre la actividad o actividades realizadas a lo largo de la sesión y la satisfacción (de especialista y de usuario) respecto a cada actividad.

Para la investigación que nos ocupa, los aspectos de interés, relacionados directamente con el objetivo y las variables de investigación, fueron:

Información del registro “Registro de sesiones de SINA”	Variables del estudio
Identificación de la sesión: número de sesión, fecha, hora de inicio y de finalización.	
Estado del usuario.	Usuario: capacidades.
Información sobre la colocación del equipo informático.	Condiciones de uso del SINA: entorno y equipo.

Configuración del SINA.	Condiciones de uso del SINA: configuración del SINA.
Información sobre la actividad o actividades realizadas.	Condiciones de uso del SINA: configuración del SINA (en caso de existir alguna incidencia relacionada con dificultades causadas por la configuración del SINA).

Esta hoja de registro se puede consultar en el Anexo 6.

### **Informe del centro**

A lo largo las diferentes fases del proyecto SINA se solicitó a los centros participantes la elaboración de un informe que reflejara diferentes aspectos de su experiencia con la utilización de SINA a lo largo del curso académico con los usuarios del centro. El guión, elaborado por los investigadores de SINA, contenía los siguientes apartados:

- Información general del centro.
- Fase de selección de los usuarios. Criterios seguidos para la incorporación de usuarios al proyecto.
- Fase de planificación y programación: evaluación inicial, determinación de objetivos.
- Fase de aplicación.
- Fase de evaluación y valoración.
- Para cada usuario, se debía especificar:
  - Datos generales del usuario: fecha de nacimiento, diagnóstico, medicación.
  - Forma de acceso habitual al ordenador antes del SINA.
  - Objetivos con el SINA.
  - Evaluación inicial, durante las sesiones y final, de la experiencia del usuario con el SINA.
  - Conclusiones generales del trabajo con el SINA.
- Conclusiones del equipo del centro respecto a la experiencia con el SINA.



- Propuestas de mejora y aplicaciones futuras.

En el caso de este registro, se extrajo información sobre el centro participante y los usuarios de cada centro que no hubiese aparecido previamente en los demás registros.

Información del registro “Informe del centro”	Variables del estudio
Información general del centro.	
Fase de selección de los usuarios.	Usuario: capacidades.
Fase de planificación y programación.	Usuario: definición de perfiles. Usuario: capacidades.
Fase de aplicación.	
Fase de evaluación y valoración.	Condiciones de uso del SINA
Para cada usuario: Datos generales del usuario. Objetivos con el SINA. Evaluación inicial, durante las sesiones y final. Conclusiones generales del trabajo con el SINA.	Usuario: definición de perfiles. Usuario: capacidades. Condiciones de uso del SINA
Conclusiones del equipo del centro respecto a la experiencia con el SINA.	Condiciones de uso del SINA
Propuestas de mejora y aplicaciones futuras.	

## 7.6.2 Entrevistas

Se llevaron a cabo diferentes entrevistas, entendidas como “un interrogatorio cualificado a un testigo relevante sobre hechos de su experiencia personal” (Webb y Webb (1965) en Valles, 2002) a informantes clave.

Dado la complejidad de recurrir directamente a los usuarios, debido a su nivel cognitivo o a la presencia de discapacidad para la comunicación, para obtener información completa y sistemática sobre las condiciones de uso del SINA y la valoración de las pautas ergonómicas se optó por utilizar como informantes clave a los terapeutas y especialistas responsables de las sesiones de SINA en cada centro como portavoces de los usuarios, por el conocimiento de los mismos, de su lenguaje corporal, su satisfacción o frustración, sus motivaciones, etc. Además se trataba del personal más directamente relacionado con los

usuarios, que experimentaba las sesiones a la par que ellos, el funcionamiento de SINA desde su origen, y eran testigos de su evolución.

Se realizaron entrevistas semiestructuradas en diferentes momentos de la investigación. Para la elaboración de las preguntas, se siguieron los preceptos generales de diversos autores recogidos por (Cohen & Manion, 1990; León & Montero, 2002) relativos a la forma de construir las preguntas, a la forma de presentarlas y el modo de lograr buenos índices de respuesta. Siguiendo estas recomendaciones, se procuró que todas las preguntas fuesen sencillas, concretas y necesarias, así como comprensibles para los entrevistados. Las entrevistas fueron diseñadas para ser breves y fáciles, y se presentaron a los entrevistados como tales. Se utilizó como medio la entrevista personal para garantizar la respuesta y tener la posibilidad de aclarar posibles dudas a los entrevistados, así como orientar con preguntas secundarias las respuestas poco claras o demasiado generales, dado el carácter semiestructurado de las entrevistas. La presencia previa del entrevistador en los centros, e incluso en las sesiones del SINA registrando las sesiones, fue un factor que redujo tanto el esfuerzo personal que supone realizar entrevistas personales como pudo minimizar el sesgo del experimentador por deseabilidad social de los entrevistados. Las entrevistas realizadas fueron:

- Entrevista inicial (Ei) para la recogida de información sobre las condiciones de uso del SINA por parte de cada usuario, y las decisiones que hicieron llegar a dichas condiciones.
- Entrevista de evaluación inicial de las pautas ergonómicas (Ep\_i) para una primera evaluación del documento de pautas ergonómicas, valorando si eran comprensibles, adecuadas, recogían todas las situaciones y perfiles existentes entre los usuarios del SINA, su extensión, etc.
- Entrevistas de valoración de la aplicación de las pautas ergonómicas (Ep\_val). Para la validación de las pautas ergonómicas se realizó una entrevista en la que se solicitaba la valoración de la utilidad, adecuación y eficacia de las medidas propuestas en las pautas ergonómicas facilitadas.

### **Entrevista inicial (Ei)**

Con el objetivo de conocer las condiciones de uso del SINA por parte de cada usuario, y las decisiones que se tomaron hasta llegar a ellas, la entrevista Ei no se limitó a aspectos relacionados con las variables descritas, sino se solicitaba al entrevistado que explicara la evolución del uso del SINA por parte del usuario, las decisiones tomadas y los cambios introducidos en cada caso y su contextualización, así como se pedía al entrevistado que pensara qué orientaciones o consejos daría a un posible nuevo usuario de SINA, ayudando así a expresar de manera resumida las condiciones que consideraban importantes y que habían ayudado más en el caso de cada usuario.

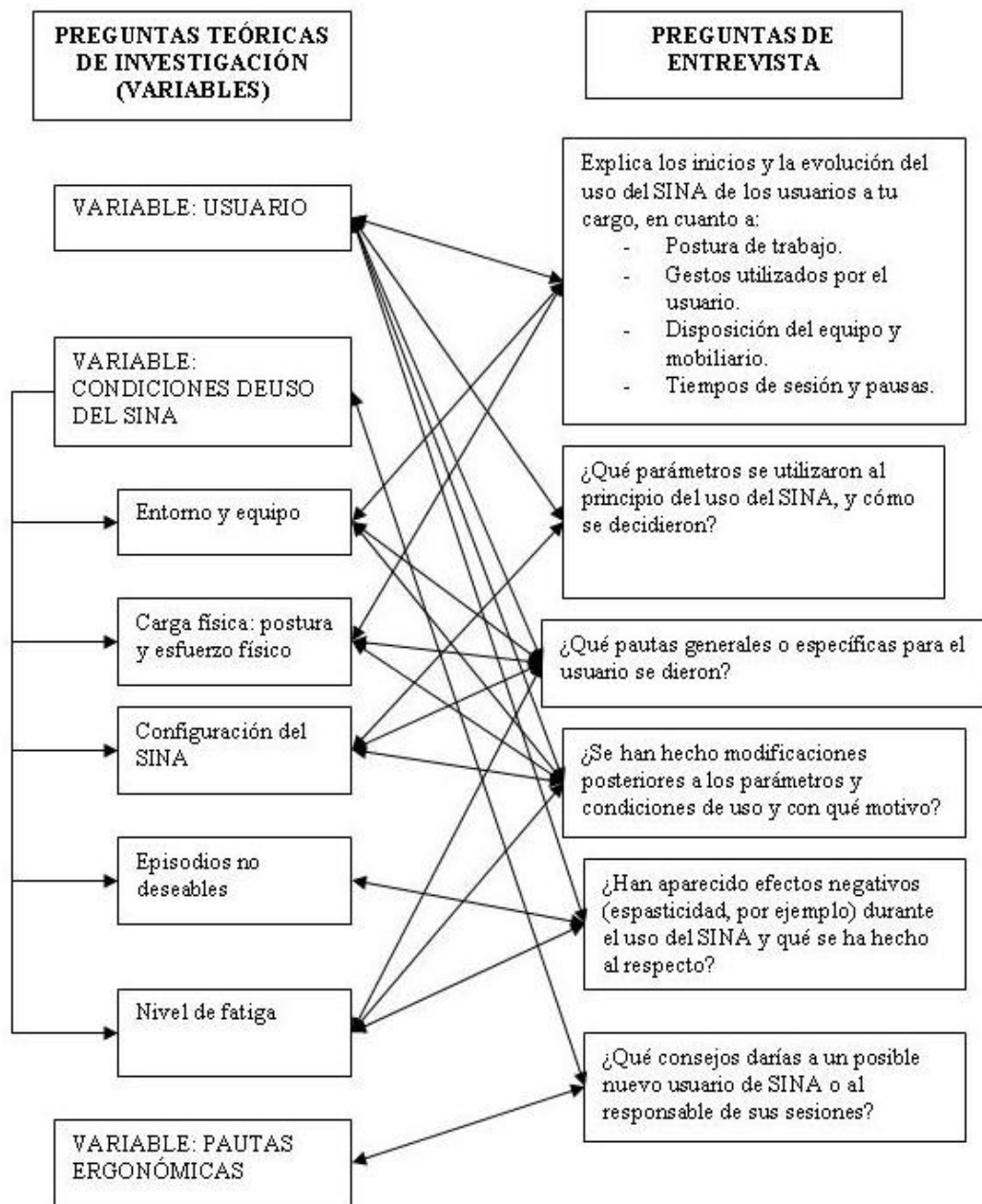
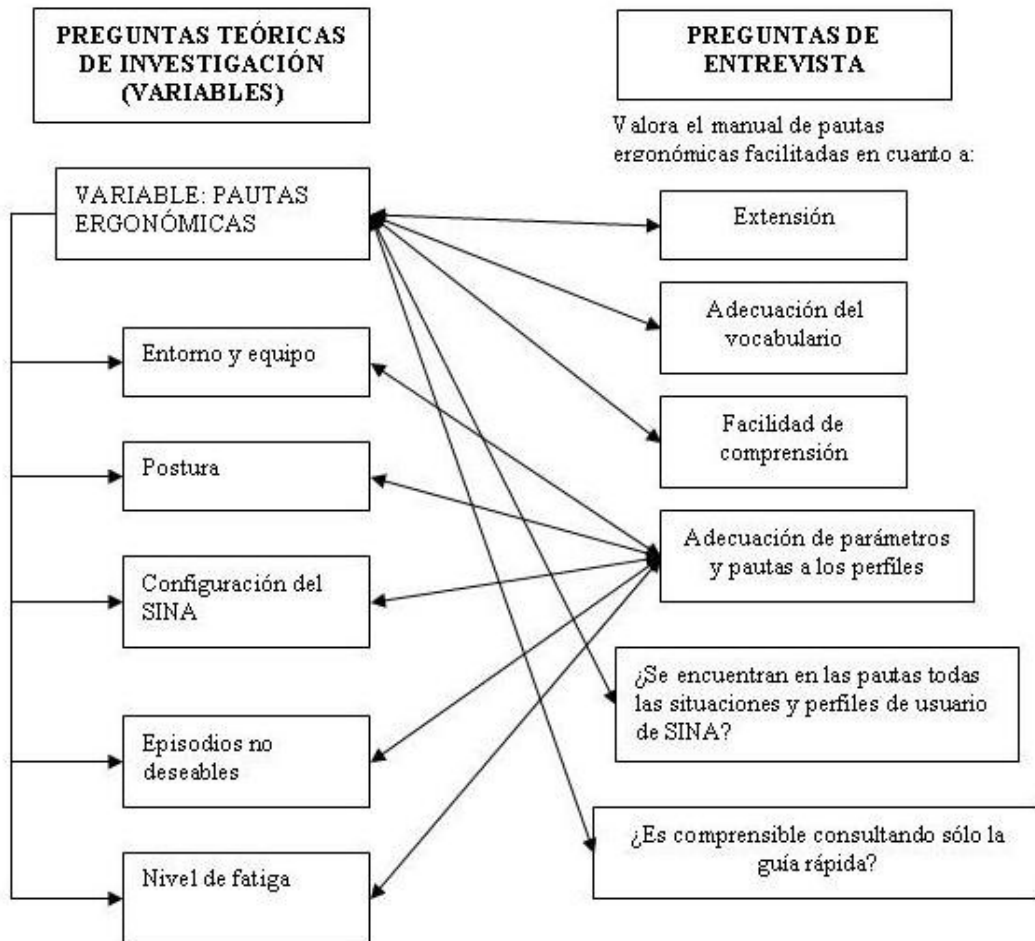


Figura 7-27. Entrevista inicial (Ei): Preguntas teóricas de investigación y su correspondencia con las preguntas de entrevista.

### **Entrevista de evaluación inicial de las pautas ergonómicas (Ep\_i)**

Esta entrevista se llevó a cabo como primer paso de la fase de evaluación de soluciones en la práctica (Fase 3). Se solicitó a los terapeutas y especialistas que valoraran el documento que contenía las pautas ergonómicas para el uso del ordenador mediante SINA, evaluando si eran comprensibles para diferentes tipos de destinatarios, si el vocabulario utilizado y la extensión eran adecuados, si veían recogidas en ellas todas las situaciones y perfiles de los usuarios del SINA, y si a priori consideraban que eran adecuadas para los perfiles detectados.

Además de las pautas en sí se adjuntó un resumen o guía rápida de consulta de las pautas, sobre la que se preguntó en la entrevista, para comprobar si las pautas eran comprensibles tan sólo consultando dicha guía rápida.



**Figura 7-28. Entrevista de evaluación inicial de las pautas ergonómicas (Ep<sub>i</sub>): Preguntas teóricas de investigación y su correspondencia con las preguntas de entrevista**

### **Entrevistas de valoración de la aplicación de las pautas ergonómicas (Ep<sub>val</sub>)**

Estas entrevistas se enmarcaban en la fase de evaluación de soluciones en la práctica (es decir, en la Fase 3), y en ellas se solicitaba la valoración de la utilidad, adecuación y eficacia de las medidas propuestas en las pautas ergonómicas facilitadas. Se solicitaba también la aportación de posibles mejoras a las pautas propuestas.

Al ser esta una entrevista que se realizó en más de una ocasión, fruto de la repetición del ciclo de diseño y desarrollo propio de la metodología utilizada, en el momento de realizarla en el segundo ciclo se centró en las modificaciones realizadas, para no repetir la valoración de aspectos que ya se habían tratado y resuelto en una primera fase. Asimismo, se introdujeron preguntas relativas específicamente a dichas modificaciones en cada caso, que se han diferenciado en el esquema siguiente:

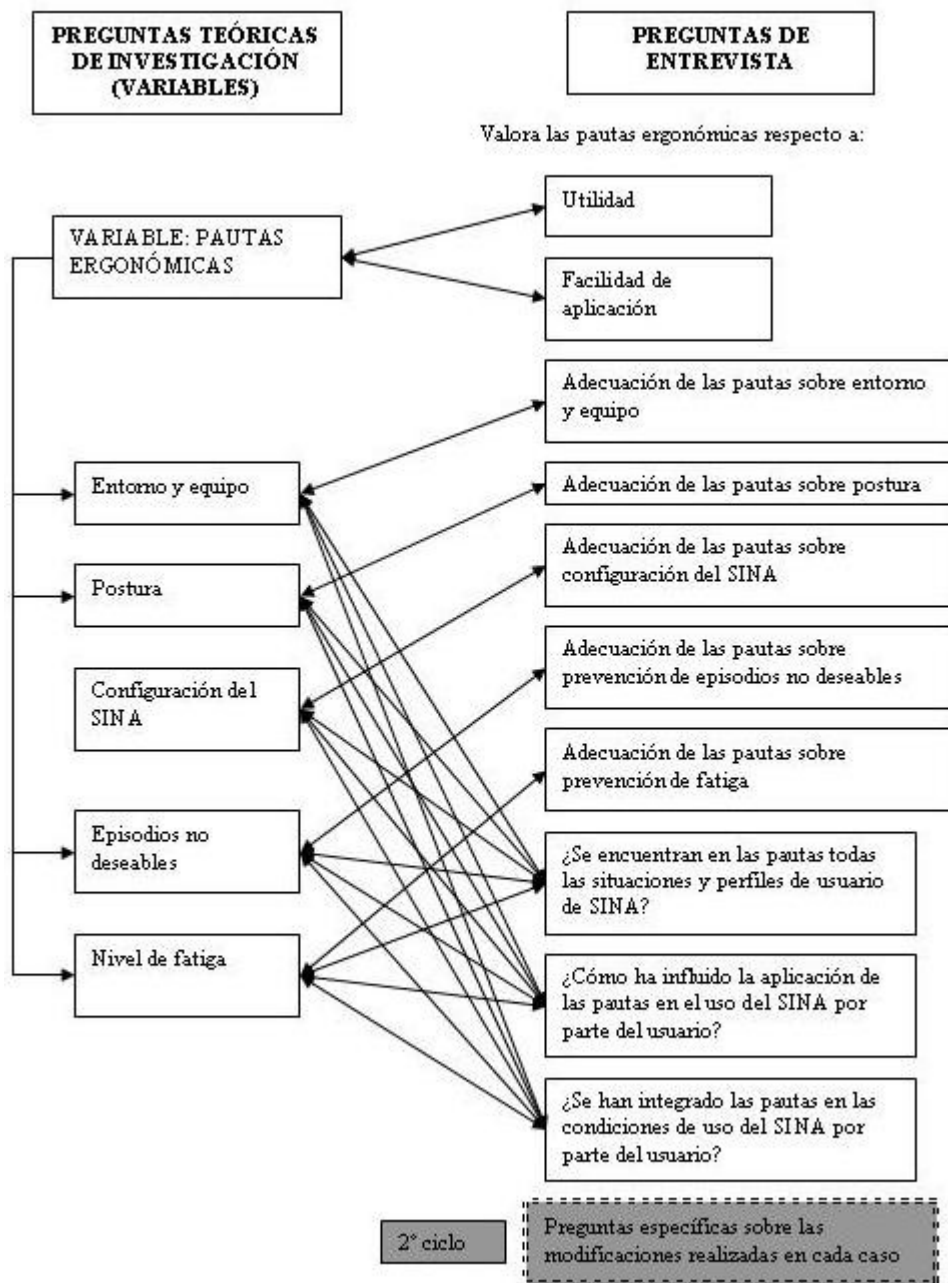


Figura 7-29. Entrevista de valoración de la aplicación de las pautas ergonómicas (Ep\_val): Preguntas teóricas de investigación y su correspondencia con las preguntas de entrevista



### 7.6.3 Observación

La observación, como registro del comportamiento manifiesto en situaciones específicas (Wolcott (1997) en León & Montero, 2002), fue otra de las técnicas de recogida de datos en esta investigación. Como se ha dicho, se trataba de técnicas de observación sin aplicación de un registro de análisis de tareas de un método ya existente, para dar cabida y flexibilidad a situaciones y aspectos no previstos, aunque el procedimiento fue similar a la metodología de análisis de tareas: se tomaron muestras de las sesiones realizadas, y a partir de esa muestra se analizaron las condiciones ergonómicas y tareas por parte de un usuario.

Se registraron las sesiones de trabajo de los usuarios con el SINA mediante tres sistemas de registro, con el fin de observar la ubicación de los elementos informáticos y de mobiliario, la colocación del usuario respecto a éstos, la postura del usuario y sus movimientos durante la sesión con el SINA.

Para ello se instaló un programa informático de captura y edición de imágenes en pantalla (Camtasia 6.0) en cada ordenador de los centros que era utilizado para las sesiones de SINA, registrando así lo que ocurría durante la sesión en el escritorio y en los programas activados. Este programa permitía además la grabación simultánea de las imágenes que registraba la webcam.

Se detectó un problema al inicio de las grabaciones, ya que la utilización por parte del SINA de la cámara web no permitió en un primer momento recogerlas simultáneamente por otro programa. Para solucionar esta dificultad se instaló un software (Splitcam) que permitió extraer las imágenes de la webcam por dos programas simultáneamente. Así, se pudieron llevar a cabo las sesiones de SINA mientras el Camtasia las registraba, obteniendo así el segundo sistema de registro, las imágenes de la propia webcam.

Para completar el registro se colocó una cámara de vídeo que grabara imágenes del usuario durante la sesión, en este caso desde el perfil. La colocación de la cámara no pudo estandarizarse completamente debido a la variedad de dimensiones de las salas, aulas y gabinetes en los que se llevaban a cabo las sesiones del SINA, y que en algunas ocasiones no permitía la colocación idónea de la cámara. Para cada usuario se anotó la colocación de la cámara, asegurando así la grabación del mismo usuario desde el mismo lugar en sesiones

diferentes. En todos los casos la imagen de la cámara debía incluir la postura del usuario y la disposición del equipo:

- Límite inferior: Apoyo de los pies o la silla escolar o silla de ruedas en el suelo. En los casos en que esto no fue posible por limitaciones debidas a las dimensiones del espacio de grabación se tomó como límite inferior la inclusión del apoyo del usuario en el asiento.
- Límite superior: se debía incluir la cabeza del usuario, y prever posibles movimientos de la misma o de extremidades superiores e inferiores, así como debía incluirse en la imagen la pantalla y la webcam, en los casos en que ésta estuviera en la parte superior de la pantalla.
- Límite anterior: la imagen debía incluir la pantalla del ordenador, permitiendo observar el grado de inclinación de la misma.
- Límite posterior: debía incluirse el respaldo de la silla y los apoyos posteriores del usuario, o elementos de estabilización en caso de haberlos.
- Altura de la cámara: en los casos en que esto era posible, la cámara se colocó en el plano de la mesa o de punto de apoyo de la pantalla, evitando así inclinaciones de la cámara que dieran lugar a sesgos en la interpretación de las imágenes.

El registro de estas imágenes permitió observar aquellos datos referentes a la postura del usuario y los parámetros de la misma, los movimientos que realizaba para la interacción con el ordenador, el desarrollo de las tareas y actividades y aspectos relacionados con la eficacia del SINA en las condiciones concretas de cada usuario:

- Pantalla del ordenador:
  - Recorridos del ratón en la pantalla.
  - Activación o desactivación de opciones del SINA (intencional o accidental) mediante la botonera del SINA.
  - Clics realizados (útiles o no) y el tiempo necesario.

- Estabilidad del reconocimiento del SINA de la referencia de la nariz (botonera del SINA).
- Webcam. Ofreció una imagen frontal más definida, que permitió recoger más datos sobre:
  - Postura del usuario.
  - Movimientos de cabeza y cuello del usuario.
  - Aparición de movimientos involuntarios.
  - Mirada del usuario.
  - Gestos o expresiones del usuario (satisfacción, frustración, alegría, tristeza, concentración, esfuerzo, etc...)
  - Comunicación con el terapeuta.
- Imagen de perfil. Se pudieron observar imágenes de las sesiones del perfil del usuario, registrando:
  - Postura del usuario.
  - Movimientos de cabeza y cuello del usuario.
  - Aparición de movimientos involuntarios.
  - Estrategias de control de movimientos involuntarios.
  - Acercamiento o alejamiento de la cámara.
  - Movimientos de extremidades superiores no observables en las otras grabaciones y movimientos de extremidades inferiores.
  - Comunicación con el terapeuta.

Se registraron de esta manera varias sesiones por fase del estudio. Una vez se observó cuál de ellas podría ser más representativa, se procedió al análisis pormenorizado de esta sesión, tomándola como muestra. Se consideró representativa aquella sesión que se

considerara una sesión “tipo” del usuario en ese momento y de la que se tuviera toda la información necesaria. Para ello, se definieron los siguientes criterios:

- La sesión debía tener registro desde los tres focos de grabación: pantalla, webcam y cámara de video. Esto no se dio en todos los casos, ya que se habían dado situaciones en las que, por diferentes razones (inicio de la grabación por parte del terapeuta, que sólo activó el Camtasia, dificultades de instalación o funcionamiento del programa Splitcam, etc) una de las grabaciones no estaba presente.
- La ubicación del usuario debía ser la habitual. En algunas ocasiones, por necesidades de organización del centro, las sesiones con SINA se realizaron en aulas o con ordenadores diferentes al habitual para cada usuario. Se descartaron estas sesiones como muestra.
- En el registro de sesiones, el estado del usuario debía aparecer como “Habitual”, mostrando así que no había ninguna circunstancia observada o conocida previamente por los terapeutas o especialistas que alterara el desarrollo habitual de la sesión por el estado del usuario.
- Al final de la sesión no había comentarios u observaciones por parte del responsable de la sesión con el SINA que indicaran que el desarrollo de la misma había sido inusual, por comportamiento del usuario, funcionamiento del SINA, o existencia de incidencias de cualquier tipo.
- Durante la sesión se habían podido desarrollar una o varias actividades del tipo o nivel habitual para el usuario, ya fuese con resultado satisfactorio o no.

Para evitar sesgos por la introducción de un elemento extraño en las sesiones (activación del programa Camtasia y cámara de vídeo en la sala), se realizaron varias sesiones de grabación previas en las que se desechó el material recogido. Estas sesiones tenían el objetivo de acostumar al usuario y terapeuta a la presencia del equipo de grabación, evitando así el fenómeno de reactividad. No se tuvo en cuenta el posible sesgo de la presencia del observador debido a que al iniciar las actividades de grabación este estaba ya integrado en las sesiones del SINA.

La correspondencia entre los ítems observados y las variables del estudio se explica en la tabla siguiente:

<b>Ítems observados</b>	<b>Variables del estudio</b>
Recorridos del ratón en la pantalla.	Condiciones de uso del SINA: configuración del SINA Usuario: capacidades.
Activación o desactivación de opciones del SINA (intencional o accidental) mediante la botonera del SINA.	Condiciones de uso del SINA: configuración del SINA Usuario: capacidades.
Clics realizados (útiles o no) y el tiempo necesario.	Condiciones de uso del SINA: configuración del SINA Usuario: capacidades.
Estabilidad del reconocimiento del SINA de la referencia de la nariz (botonera del SINA).	Condiciones de uso del SINA: entorno y equipo. Usuario: capacidades.
Postura del usuario.	Condiciones de uso del SINA: postura
Movimientos de cabeza y cuello del usuario.	Condiciones de uso del SINA: carga física: postura y esfuerzo físico
Aparición de movimientos involuntarios.	Condiciones de uso del SINA: carga física: postura y esfuerzo físico Condiciones de uso del SINA: episodios no deseables.
Mirada del usuario.	Condiciones de uso del SINA: entorno y equipo. Condiciones de uso del SINA: configuración del SINA Usuario: capacidades.
Gestos o expresiones del usuario (satisfacción, frustración, alegría, tristeza, concentración, esfuerzo, etc...)	Condiciones de uso del SINA
Estrategias de control de movimientos involuntarios.	Condiciones de uso del SINA: episodios no deseables. Condiciones de uso del SINA: nivel de fatiga
Acercamiento o alejamiento de la cámara.	Condiciones de uso del SINA: carga física: postura y esfuerzo físico
Movimientos de extremidades superiores no observables en las otras grabaciones y movimientos de extremidades inferiores.	Condiciones de uso del SINA: carga física: postura y esfuerzo físico Condiciones de uso del SINA: episodios no deseables.

#### **7.6.4 Recogida de datos y su correspondencia con la estructura del estudio**

La recogida de datos se realizó, según la fase de la investigación, a través de uno o varios de estos instrumentos y técnicas.

Previamente al inicio del proceso de diseño y desarrollo, se llevó a cabo una búsqueda bibliográfica relacionada con el marco teórico, con el objetivo de desarrollar el contexto

conceptual en el cual se halla el problema de investigación y obtener información sobre el método de investigación, así como conocer experiencias similares a la que se trataba de realizar en este estudio. Se realizó un análisis documental sobre publicaciones de diferentes tipos:

- a. Documentos de publicaciones periódicas especializadas consultadas en bases de datos: ERIC, PubMed, IEEE, ACM.
- b. Organismos, entidades o colectivos relacionados con alguno de los objetivos de la búsqueda bibliográfica (CEPAT, SIDAR, OSHA, NIOSH, etc.)
- c. Normativa nacional e internacional (ISO, UNE, etc.)
- d. Obras de consulta (e.g. Enciclopedia Internacional del Trabajo).

En el proceso en sí de diseño y desarrollo, llevado a cabo en dos ciclos, los instrumentos para cada fase fueron:

**Fase 1. Análisis de la situación.** En esta fase se precisaba determinar el marco teórico y metodológico, y recoger la información más completa posible sobre los usuarios, sus capacidades y discapacidades y el uso del SINA, para obtener los datos suficientes para la definición del problema. En la misma fase se hallaba la búsqueda de experiencias similares y de pautas ergonómicas generales.

1. Hallar pautas ergonómicas generales para el uso de ordenadores por personas con discapacidad física, que se extrajeron de:
  - e. Documentos de publicaciones periódicas especializadas consultadas en bases de datos: ERIC, PubMed, IEEE, ACM.
  - f. Organismos, entidades o colectivos relacionados con alguno de los objetivos de la búsqueda bibliográfica (CEPAT, SIDAR, OSHA, NIOSH, etc.)
  - g. Normativa nacional e internacional (ISO, UNE, etc.)
  - h. Obras de consulta (e.g. Enciclopedia Internacional del Trabajo).

2. Identificación de capacidades y discapacidades de los usuarios, a través de:
  - a. Análisis documental de documentos:
    - i. Informe de los proyectos SINA I y SINA II.
    - ii. Publicaciones derivadas del SINA I y SINA II.
  - b. Análisis documental de registros:
    - i. Registro de perfil de usuario (documentación de SINA I y II).
    - ii. Hoja de registro inicial (documentación de SINA III).
    - iii. Informe de final de curso de los centros participantes (SINA II).
  - c. Entrevista inicial (Ei).
  - d. Observación (Obs\_i), para complementar la información obtenida con el análisis de registros y las entrevistas.
3. Análisis de las condiciones de uso del SINA, mediante:
  - a. Análisis documental de registros:
    - i. Perfil de usuario (documentación de SINA I y II).
    - ii. Registro inicial del SINA (documentación de SINA III).
    - iii. Hojas de registro de sesiones (documentación de SINA I, II y III).
    - iv. Informe de final de curso de los centros participantes (SINA I, II y III).
  - b. Entrevista inicial (Ei).
  - c. Observación inicial (Obs\_i), centrando el registro en los parámetros de la postura, la ubicación del equipo, los movimientos del usuario y aspectos del desarrollo de la sesión con el SINA (realización de actividades, fatiga, etc.).

**Fase 2. Desarrollo de soluciones a partir de una fundamentación teórica.** En esta fase se procedió a la recogida de datos relacionada con la propuesta de solución, en nuestro caso el documento *Pautas ergonómicas para el acceso al ordenador mediante SINA de usuarios con grandes discapacidades motoras* y la Guía Rápida en un primer ciclo del proceso, y el mismo documento incorporando las modificaciones pertinentes en ciclos posteriores. El rediseño de estas pautas se basó en la información obtenida en la fase anterior.

**Fase 3. Evaluación del producto en la práctica.** En esta fase se utilizaron instrumentos destinados a la recogida de datos sobre la evaluación de las pautas ergonómicas y su utilización:

1. Valoración previa del documento de las pautas:
  - a. Entrevista: Entrevista de evaluación inicial de las pautas ergonómicas (Ep\_i). Esta entrevista solo se utilizó en el primer ciclo de diseño y desarrollo de la investigación, dado que el documento a valorar era similar en el segundo ciclo.
2. Valoración de de las pautas ergonómicas:
  - a. Entrevista: Entrevista de valoración de la aplicación de las pautas ergonómicas (Ep\_val1), de manera completa en el primer ciclo y centrada en las modificaciones y cambios en el segundo ciclo (Ep\_val2).
  - b. Análisis documental de registros:
    - i. Hojas de registro de sesiones (documentación de SINA III).
    - ii. Informe de final de curso de los centros participantes (SINA III).
  - c. Observación. El registro de las sesiones en esta fase estaba orientada a la detección de cambios en el desarrollo de las sesiones del SINA provocados por la introducción de modificaciones en las condiciones de uso, tanto en el primer ciclo (Obs\_val1) como en el segundo (Obs\_val2).

**Fase 4. Producción de documentación y principios de diseño.** Para esta fase se usó el análisis de los documentos generados para la producción de documentación, recogiendo en ella los resultados de la validación del proceso completo (incluyendo los dos ciclos de diseño y desarrollo), así como los principios de diseño extraídos a partir del desarrollo de esta investigación.



**Tabla 7-1. Resumen de las técnicas e instrumentos de recogida de datos según la fase del estudio, y su temporalización.**

CICLO	FASE	TAREA	TÉCNICA DE RECOGIDA DE DATOS	TEMPORALIZACIÓN
PRIMER CICLO DE DISEÑO Y DESARROLLO	Fase 1. Análisis de la situación. Definición del problema	Hallar pautas ergonómicas generales para el uso de ordenadores por parte de usuarios con discapacidades físicas	<ul style="list-style-type: none"> <li>Análisis documental: documentos</li> </ul>	Julio – Diciembre 2009
		Identificación de perfiles de usuario y sus capacidades y discapacidades.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Análisis documental: documentos.</li> <li>Análisis documental: registros.</li> <li>Entrevista: Entrevista inicial (Ei)</li> <li>Observación (Obs<sub>i</sub>)</li> </ul>	Octubre – Diciembre 2009
		Análisis de las condiciones de uso del SINA.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Análisis documental: registros</li> <li>Entrevista: Entrevista inicial (Ei)</li> <li>Observación (Obs<sub>i</sub>)</li> </ul>	Octubre - Diciembre 2009
	Fase 2. Desarrollo de soluciones a partir de una fundamentación teórica	Diseño de criterios de uso ergonómico del SINA		Enero – Febrero 2010
	Fase 3. Evaluación de soluciones en la práctica	Valoración de las pautas por parte de los informantes clave.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Entrevista: Entrevista de evaluación inicial de las pautas ergonómicas (Ep<sub>i</sub>)</li> </ul>	Febrero 2010
		Implementación de las pautas ergonómicas diseñadas.		Febrero – Junio 2010

CICLO	FASE	TAREA	TÉCNICA DE RECOGIDA DE DATOS	TEMPORALIZACIÓN
		Validación de las pautas ergonómicas diseñadas.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Análisis documental: registros.</li> <li>Entrevista: Entrevista de valoración de la aplicación de las pautas ergonómicas (Ep_val1)</li> <li>Observación (Obs_val1)</li> </ul>	Febrero - Junio 2010
	Fase 4. Producción de documentación y principios de diseño.	Elaboración de informe y conclusiones. Establecimiento de principios de diseño o rediseño.		Junio – Septiembre 2010
SEGUNDO CICLO DE DISEÑO Y DESARROLLO	Fase 1. Análisis de la situación. Definición del problema	Análisis de la situación e identificación de los aspectos de mejora.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Análisis documental: documentación generada en el ciclo anterior</li> </ul>	Octubre - Diciembre 2010
	Fase 2. Desarrollo de soluciones a partir de una fundamentación teórica	Diseño de criterios de uso ergonómico del SINA		Octubre - Diciembre 2010
	Fase 3. Evaluación de soluciones en la práctica	Implementación de las pautas ergonómicas rediseñadas.		Enero – Febrero 2011
		Validación de las pautas ergonómicas diseñadas.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Análisis documental: registros.</li> <li>Entrevista: Entrevista de valoración de la aplicación de las pautas ergonómicas (Ep_val2)</li> <li>Observación (Obs_val2)</li> </ul>	Mayo – Junio 2011
	Fase 4. Producción de documentación y principios de diseño.	Elaboración de informe y conclusiones. Establecimiento de principios de diseño o rediseño.		Julio - Octubre 2011

## 7.7 Posibles limitaciones del estudio

La investigación de diseño y desarrollo sobre productos y herramientas se centra en productos o programas concretos, por lo que son estudios muy contextualizados y específicos para el producto o programa en cuestión. Esto puede limitar la generalización de sus conclusiones, aunque los resultados pueden ser aplicables en situaciones similares. Para evitar este tipo de limitaciones, el punto de partida fue que el producto a diseñar y desarrollar fuese aplicable a recursos de apoyo similares para la interacción persona ordenador, de tal manera que fuese lo más generalizable posible, dentro de la especificidad del tema de investigación.

El tipo de instrumentos y técnicas utilizados para esta investigación también eran muy específicas y orientadas a una situación y contexto concretos, con limitaciones en su validez y en la generalización de los datos obtenidos (David, 2005; Dempsey & Mathiassen, 2006; Richey & Klein, 2007). Para mitigar en parte este problema se triangularon diferentes técnicas de recogida de datos, comprobando la información por diferentes fuentes y aumentando así la validez de los datos obtenidos (Denzin & Lincoln, 2003; Leech & Onwuegbuzie, 2007; León & Montero, 2002; Mathison, 1988).

La temporalización de la investigación fue marcada, en primer lugar, por los plazos de los convenios en los que se enmarca el proyecto SINA, y que contextualizaban la relación entre el grupo de investigación y los centros participantes en el proyecto. Por otro lado, el ritmo de trabajo se debió adaptar al calendario escolar, ya que la mayoría de los centros participantes eran escuelas de educación especial. Esto también determinaba la planificación de la implementación de soluciones y recogida de datos según las actividades habituales (actividad docente, sesiones de rehabilitación) o puntuales (festivales, excursiones) específicas de cada centro, y de la existencia de días festivos diferentes entre ellos, al estar en diferentes municipios.

La participación directa del investigador en el proceso puede ser potencialmente problemática, aunque no es inusual en investigación de diseño y desarrollo (Richey & Klein, 2007). Para evitar que esta situación llegara a influir en el desarrollo de la investigación y en los resultados de la misma, se tomaron las siguientes medidas:

- Análisis de documentación preexistente, elaborada por investigadores anteriores en el proyecto del SINA.
- La recogida de datos para las fases de esta investigación se realizó, en la medida posible, por otros investigadores y/o colaboradores del proyecto SINA.
- Se contrastaron los datos obtenidos con los publicados en investigaciones anteriores sobre el SINA.

Al trabajar con diferentes centros y profesionales, era previsible encontrar una variedad de situaciones y contextos, tanto por el estilo de dirección u orientación de la sesión con el SINA por parte de cada terapeuta, como por la disponibilidad de recursos materiales o flexibilidad organizativa dentro de cada centro. Este factor, ya que no era controlable, se debía reflejar en cada caso, contextualizando la descripción de las situaciones halladas durante el proceso de investigación (León & Montero, 2002; Richey & Klein, 2007).

## **7.8 Análisis de datos**

El análisis de los datos tiene como objetivo, en la metodología cualitativa, la descripción e interpretación del fenómeno estudiado y, dadas las características del de la misma, es un proceso estrechamente ligado a la propia recogida de datos (Hernández Pina, 1995; Richey & Klein, 2007; Ruiz Olabuénaga & Universidad de Deusto, 2007), que se inicia con un plan general pero que puede sufrir modificaciones de acuerdo con los resultados que se vayan obteniendo a lo largo del proceso (Hernández Sampieri, Fernández Collado, & Baptista Lucio, 2006).

En el caso del estudio que nos ocupa, el análisis de datos fue continuo a lo largo de los ciclos de diseño y desarrollo, ya que cada conjunto de datos recogidos y analizados era necesario para la sucesión de las tareas y fases del propio estudio. En la fase final de cada ciclo, además, se llevó a cabo un análisis de los datos obtenidos durante todo el proceso hasta el momento para la extracción de principios de diseño y conclusiones, tanto del contenido como del proceso seguido en sí.

El análisis para cada una de las fases e instrumentos utilizados en esta investigación se realizó de la siguiente manera:

### **Analisis documental**

En el caso del análisis de documentos y registros, se trataba de realizar una exploración del contenido, con el objetivo de investigar las orientaciones, hipótesis y tendencias existentes, en el caso del análisis de documentos. En el análisis de registros, el objetivo era la verificación de contenido, es decir, la comprobación y verificación de datos.

Tras la lectura y consulta del material, se procedió a la identificación de los documentos y registros relevantes para la investigación acordes con las variables de la misma. Como preparación del material se resumió la información de estos documentos o se registraron los datos relevantes de cada uno de ellos, para su posterior análisis.

### **Entrevistas**

La codificación de las transcripciones de las entrevistas para la extracción de resultados se llevó a cabo a partir de un sistema de categorías, subcategorías y códigos prediseñado a partir de las variables e indicadores a estudiar con cada entrevista. Se dejaba lugar a la creación de nuevos códigos que pudieran surgir durante el proceso de análisis, aportando así flexibilidad y un análisis más comprensivo de la situación y su contexto.

Posteriormente a la codificación de cada texto se realizó un análisis de temas y un análisis de las relaciones entre códigos, a partir de la comparación entre temas.

Cada uno de los pasos realizados (codificación, análisis de temas y comparación de temas) implicaba en sí cierto tipo de análisis, permitiendo así un proceso de análisis de los

datos completo, que daba lugar a la creación de conceptos y relaciones entre los datos obtenidos, y la interpretación de los mismos.

La relación de categorías, subcategorías y códigos para cada tipo de entrevista, así como la representación de las relaciones identificadas entre ellas puede consultarse en los Anexos 7 y 8.

### Observación

La observación llevó un proceso más complejo de análisis, debido a las múltiples fuentes de grabación y a la cantidad de información diferente a analizar.

El primer paso, de transcripción de los videos obtenidos e identificados como muestra de cada fase para cada usuario, se realizó a través de una transcripción única, en la que se incluían las observaciones realizadas desde cada una de las cámaras. El propio proceso de transcripción ya se llevaba a cabo clasificando las observaciones según si tenían relación con el usuario, el responsable de la sesión, el funcionamiento del SINA, la actividad que se estaba llevando a cabo o con elementos del entorno.

La codificación de las observaciones se efectuó siguiendo en general el mismo procedimiento que con las entrevistas, aplicando un sistema de categorías, subcategorías y códigos que no estuviera cerrado y diera lugar a la aparición de nuevos códigos durante el proceso en sí. Las categorías y subcategorías, como en el caso de las entrevistas, se basaban en las variables a observar en cada fase. Los códigos, por otra parte, se extrajeron de los parámetros que definían la postura del usuario, la disposición del equipo y la relación entre ambos definidos en las normas ISO. Se estableció para cada código la unidad de análisis, encontrándonos con unidades de análisis de una sola imagen o fotograma, otras que comprendían el tiempo utilizado para resolver actividades, y unidades de análisis que abarcaban toda la sesión.

Se llevó a cabo un primer nivel de análisis de la información relativa a cada usuario basada en el tipo de unidad de análisis y las categorías de datos correspondientes, que variaba ligeramente según la fase del estudio a la que correspondiera (Obs\_i, Obs\_val1 u Obs\_val2):

- Información relativa a los elementos estables a lo largo de la sesión (unidad de análisis consistente en una imagen). Se elaboró una ficha descriptiva de la postura de trabajo de cada usuario, los parámetros que la definían, y de la ubicación de los elementos del equipo de trabajo. Se incluyeron en esta ficha:
  - Descripción de la silla de trabajo.
  - Descripción de la postura del usuario.
  - Parámetros de la postura del usuario y la posición de la cabeza: inclinación del tronco, inclinación de la cabeza, ángulo de visión, ángulo de la línea de visión, etc.
  - Descripción y ubicación de la mesa o superficie de trabajo.
  - Ubicación, distancia y orientación de la pantalla.
  - Ubicación, distancia y orientación de la webcam. Plano o ángulo visual de la webcam.
  - Ubicación, distancia y orientación de accesorios.
- Información sobre aspectos dinámicos o temporales. Se registraron aquellos eventos que tenían como unidad de análisis el tiempo de una actividad o la sesión completa, registrando en cada caso el número de incidencias por minuto dentro de la unidad de análisis correspondiente.
  - Descripción, amplitud y frecuencia de los movimientos realizados por el usuario para la interacción con el ordenador.
  - Eventos relacionados con el funcionamiento del SINA: localización del punto de referencia, pérdida del punto de referencia, saltos en el cursor, etc.
  - Eventos relacionados con la realización de actividades y desarrollo de las sesiones: inicio y final de actividades, realización de clic, intento de realizar un clic sobre un objetivo concreto, frecuencia del clic correcto, activación o cierre accidental de programas, etc.

- Posibles signos de aparición de fatiga (códigos introducidos posteriormente, tras el análisis de las entrevistas). Frecuencia de la comunicación con el responsable de las sesiones, descansos pautados o espontáneos, frecuencia de intervención del responsable de la sesión, etc.
- Aparición de episodios no deseados de espasticidad, movimientos involuntarios que interfirieran en el desarrollo de la sesión, etc.

La relación completa de códigos y su descripción se puede hallar en el Anexo 9 para su consulta.

Esta primera distribución de la información obtenida de cada usuario permitió el análisis comprensivo de la situación y las condiciones de uso del SINA, la identificación de tipologías de uso para la fase de análisis y el establecimiento de relaciones entre diferentes códigos y su interpretación en fases posteriores.

#### Triangulación de datos

Una vez codificados y analizados los datos, establecidas las relaciones entre la información encontrada y extraídos los resultados de cada uno de los instrumentos utilizados, se procedió a la triangulación de los datos.

La triangulación, es decir, la utilización y comparación de diferentes métodos, fuentes, perspectivas de análisis o momentos de evaluación de datos, se considera un paso necesario en la investigación cualitativa, con el fin de garantizar la validez de los resultados (Denzin & Lincoln, 2003; Leech & Onwuegbuzie, 2007; León & Montero, 2002; Mathison, 1988; Richey & Klein, 2007).

En este estudio se realizó una triangulación metodológica (Denzin, 2003), que consistió en la comparación de las diferentes técnicas utilizadas para la obtención de datos sobre el fenómeno estudiado.

En este sentido, las variables de estudio se analizaban por diferentes técnicas, y estaban presentes siempre en más de un instrumento, garantizando así la posterior comparación de datos, y evitando el análisis de variables o categorías con una única fuente de información.



En la Figura 7-30 se muestra, para cada variable, los instrumentos o técnicas combinados para la triangulación de datos:

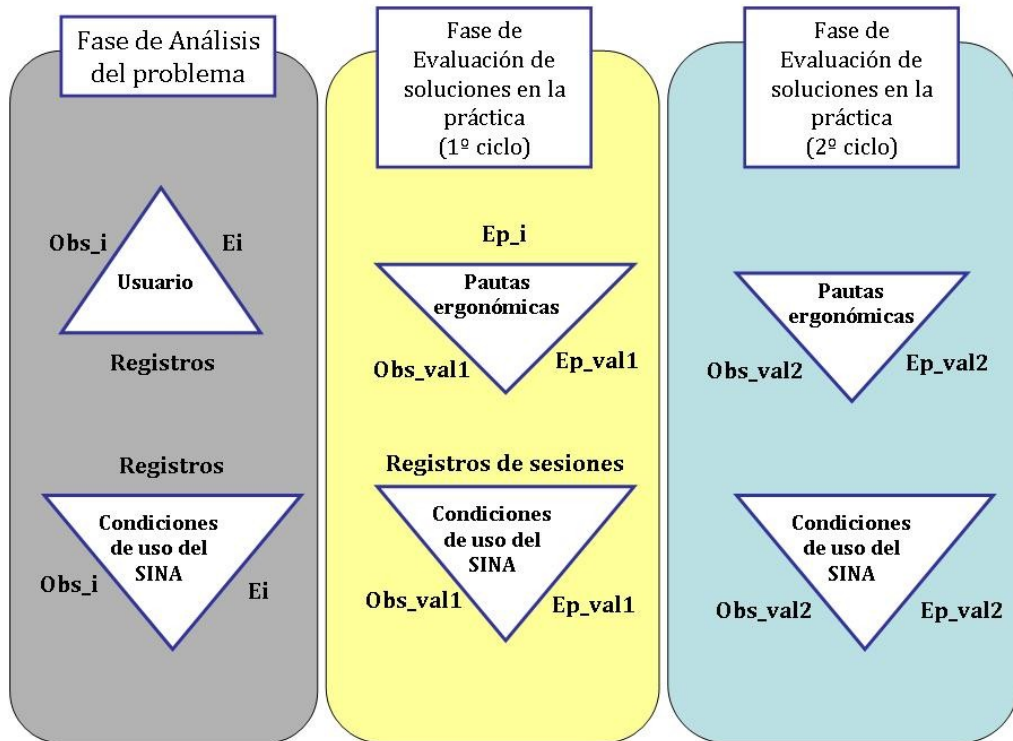


Figura 7-30. Variables e instrumentos de recogida de datos que se combinaron en diferentes fases de la investigación.

El esquema presenta las fases del estudio en las que hubo recogida de datos mediante diferentes fuentes. Se indican en triángulos aquellas variables trabajadas, y a su alrededor los instrumentos a través de los que se recogieron datos para cada una de ellas y que dieron lugar a la triangulación. (Registros: incluye todos los registros utilizados en cada fase. Ei: Entrevista inicial. Ep\_i: Entrevista de evaluación inicial de las pautas ergonómicas. Ep\_val1 y Ep\_val2: Entrevistas de valoración de la aplicación de las pautas ergonómicas correspondiente a cada ciclo. Obs\_i: observación inicial para el análisis del problema. Obs\_val1 y Obs\_val2: observación para la evaluación de soluciones en la práctica, correspondiente a cada ciclo.)



## **8 PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS**



## 8. Presentación y análisis de los resultados

En un contexto de investigación cualitativa, la recogida de datos y su posterior análisis es parte del propio proceso de investigación (Richey & Klein, 2005; Hernández Pina, 1995). Así se evidencia en la metodología de diseño y desarrollo, en la que desde el inicio la recogida y análisis de datos ofrece una panorámica de la situación que el investigador pretende analizar, de la que emergen las propuestas de solución. Posteriormente, la evaluación de las soluciones en la práctica se basa también en la información recogida sobre la eficacia de dichas propuestas.

Este capítulo, de exposición de resultados de las diferentes tareas para las que se han recogido y analizado datos, recoge información de todas las fases definidas en la investigación, reflejándose así el propio proceso de investigación a lo largo de la exposición de resultados.

Se centra, por tanto, en aquellas tareas de recogida y análisis de datos más directamente relacionadas con los objetivos de la investigación. Es decir, se exponen resultados que corresponden a:

- El establecimiento de requisitos y recomendaciones adecuadas para el uso del SINA en condiciones de seguridad y salud.
- La validación de las pautas ergonómicas de uso del SINA desarrolladas como propuesta de solución, identificando aquellos aspectos generalizables a sistemas similares de interacción persona ordenador.

Se excluyen aquellos resultados de la búsqueda bibliográfica relacionada con el marco teórico, con el objetivo de desarrollar el contexto conceptual en el cual se halla el problema de investigación que ya se reflejan en los capítulos Contextualización (capítulo 2) y Marco Teórico (capítulo 6); así como la búsqueda bibliográfica realizada con el objetivo de

establecer el método de investigación indicado para este estudio. Los resultados correspondientes a esta se reflejan en el capítulo 7 (Metodología).

Las características propias de la investigación de diseño y desarrollo implican la aplicación de ciclos continuos de esta estructura. En el caso de este estudio, se realizó un primer ciclo de análisis de la situación, diseño de soluciones y validación, y a partir de las conclusiones extraídas tras la validación se realizó un segundo ciclo de análisis de la situación, rediseño y validación de la nueva propuesta de solución, del que se extrajeron los principios de diseño finales.

### **Estructura de la presentación de los datos**

Los datos se presentan siguiendo la estructura del estudio. Para ello, se explican cronológicamente los resultados correspondientes a las diferentes fases de los dos ciclos realizados.

Dentro de cada fase, se organizan los resultados por tareas. Se realiza primero una exposición de los datos correspondientes a la tarea, identificando en cada caso la fuente de información de donde provienen. Una vez descritos los datos y resultados de la tarea en cuestión, se facilita un resumen con el fin de aportar una visión global de la tarea.

En el caso de fases de diseño o rediseño de soluciones, se explica también el formato en que se transmite esta información a los usuarios del SINA.

A continuación se muestra el esquema global de presentación de los datos en este capítulo:

- Fase de análisis de la situación y definición del problema.
  - Punto de partida: pautas ergonómicas generales y experiencias previas. Corresponde a la tarea definida en la estructura del estudio de hallar pautas ergonómicas generales para el uso de ordenadores por parte de usuarios con discapacidades físicas.
  - Perfiles de usuario: capacidades y discapacidades de los usuarios.
  - Las condiciones de uso del SINA.

- Fase de desarrollo de soluciones. Aquí se expone la primera versión de la propuesta de soluciones, en forma de manual de pautas ergonómicas.
- Fase de evaluación de soluciones en la práctica.
  - Valoración de la propuesta de solución por parte de los informantes clave.
  - Eficacia de las pautas ergonómicas aplicadas.
- Fase de análisis de la situación y redefinición del problema (2º ciclo).
- Fase de rediseño de soluciones (2º ciclo). Cambios introducidos y nueva propuesta de pautas ergonómicas de uso del SINA por personas con grandes discapacidades físicas (versión 2).
  - Fase de evaluación de soluciones en la práctica (2º ciclo).
    - Eficacia de los cambios aplicados a raíz de la nueva propuesta.
- Fase de producción de documentación y principios de diseño. Resultados de la validación de todo el proceso y exposición de principios de diseño. Se elabora la versión final del manual de pautas (versión 3).

**Tabla 8-2. Relación de instrumentos de recogida de datos y de indicadores según la tarea de cada fase del estudio.**

FASE	TAREA	INSTRUMENTO DE RECOGIDA DE DATOS	INDICADORES
Fase 1. Análisis de la situación. Definición del problema	Hallar pautas ergonómicas generales para el uso de ordenadores por parte de usuarios con discapacidades físicas	Análisis documental (documentos)	Entorno y equipo Postura Carga física Fatiga Prevención de episodios negativos.
	Identificación de perfiles de usuario y sus capacidades y discapacidades	Análisis documental (documentos)	Tipos de usuarios Capacidades de los usuarios Precauciones específicas
		Análisis documental (registros)	Tipos de usuarios Capacidades de los usuarios Precauciones específicas
		Entrevista inicial (Ei)	Tipos de usuarios Capacidades de los usuarios Precauciones específicas

FASE	TAREA	INSTRUMENTO DE RECOGIDA DE DATOS	INDICADORES
		Observación (Obs_i)	Capacidades de los usuarios
	Valoración de las condiciones de uso del SINA	Análisis documental (registros)	Entorno y equipo Postura Carga física Fatiga Prevención de episodios negativos.
		Entrevista inicial (Ei)	Entorno y equipo Postura Carga física Fatiga Prevención de episodios negativos.
		Observación (Obs_i)	Entorno y equipo Postura Carga física Fatiga Prevención de episodios negativos.
Fase 2. Desarrollo de soluciones a partir de una fundamentación teórica	Identificación de condiciones ergonómicas adecuadas para el uso del SINA		
Fase 3. Evaluación de soluciones en la práctica	Valoración de la propuesta por parte de los informantes clave	Entrevista de valoración inicial de las pautas (Ep_i)	
	Valoración de la adecuación y eficacia de los criterios ergonómicos aplicados	Entrevista de validación de las pautas (Ep_val1, Ep_val2)	Entorno y equipo Postura Carga física Fatiga Prevención de episodios negativos.
		Observación (Obs_val1, Obs_val2)	Entorno y equipo Postura Carga física Fatiga Prevención de episodios negativos.
Fase 4. Producción de documentación y principios de diseño	Elaboración de informe de la fase de validación.		
	Elaboración de principios de diseño e identificación de aspectos de mejora		



## **8.1 Fase de análisis de la situación y definición del problema**

El objetivo de esta primera fase consistía, como se explica en el capítulo Metodología (capítulo 7), en recoger la información más completa posible sobre el uso del SINA y sobre los usuarios que en aquel momento utilizaban este sistema para el acceso al ordenador, con el fin de obtener datos suficientes para analizar la situación y proponer una solución al problema planteado.

Sin olvidar la visión global que se contempla a la hora del diseño de una situación de interacción persona ordenador, la presente investigación se centró, como ya se ha explicado, en los aspectos que hacen referencia a la ergonomía física, por lo que la búsqueda fue destinada a aquellas referencias relativas a las condiciones, posturas de trabajo o movimientos repetitivos que pudieran dar lugar a trastornos musculoesqueléticos relacionados con la tarea, así como a aquellos elementos que permitieran la prevención de los mismos o de la aparición de fatiga.

La recogida de datos en esta fase incluía las tareas que permitían la definición y establecimiento del marco teórico y la definición del problema, además de las siguientes, directamente relacionadas con los resultados:

- Hallar pautas ergonómicas generales para el uso de ordenadores por personas con discapacidad física. Se trataba, por un lado, de identificar los estándares ergonómicos existentes que pudieran ser aplicados a la situación que nos ocupa, así como conocer experiencias similares a la que se trataba en este estudio.
- Identificación de perfiles de usuario y de las capacidades de los usuarios, con el fin de conocer las características, necesidades y habilidades de la diversidad de usuarios que formarían parte de la muestra, y establecer, en su caso, perfiles a partir de características similares.

- Valoración de las condiciones de uso del SINA. Era preciso analizar la situación en el momento de iniciar el estudio, por lo que se debía averiguar cómo y en qué condiciones físicas se estaba utilizando el SINA por parte de los diferentes usuarios.

### **8.1.1 Punto de partida: pautas ergonómicas generales y experiencias previas.**

Con el fin de hallar pautas ergonómicas generales aplicables a la interacción persona ordenador mediante dispositivos de entrada de datos basados en el movimiento de la cabeza por parte de personas con grandes discapacidades físicas, el análisis documental que aquí nos ocupa comprendió la detección de requisitos y recomendaciones ergonómicas ya existentes, en forma de estándares o a través de experiencias de investigaciones previas, sobre situaciones de interacción persona ordenador elaboradas desde el concepto de diseño universal (es decir, aplicables a cualquier persona sean cuales fueren sus características, habilidades y necesidades) o bien aquellos requisitos y recomendaciones ergonómicas específicamente destinados al uso de ordenadores por parte de personas con discapacidad.

Tanto la identificación de experiencias similares o trabajos previos que expusieran pautas o recomendaciones ergonómicas para el uso de dispositivos o sistemas de entrada de datos similares, como las normas y requisitos ergonómicos validados e internacionalmente aceptados que pudieran aplicarse al objeto de estudio de esta investigación se exponen en el capítulo de Contextualización (capítulo 2), por lo que se reproduce aquí solo el resumen de los mismos.

Los indicadores que se trabajaron en esta fase fueron los que se reflejan en la Tabla 8 -3.

**Tabla 8-3. Indicadores e instrumentos de recogida de datos utilizados en la Fase 1 para la primera tarea.**

FASE	TAREA	INSTRUMENTO DE RECOGIDA DE DATOS	INDICADORES
Fase 1. Análisis de la situación. Definición del problema	Hallar pautas ergonómicas generales para el uso de ordenadores por parte de usuarios con discapacidades físicas	Análisis documental (documentos)	Entorno y equipo Carga física: postura y esfuerzo físico Fatiga Prevención de episodios negativos.
	Identificación de perfiles de usuario y sus capacidades y discapacidades	Análisis documental (documentos)	Tipos de usuarios Capacidades de los usuarios Precauciones específicas
		Análisis documental (registros)	Tipos de usuarios Capacidades de los usuarios Precauciones específicas
		Entrevista inicial (Ei)	Tipos de usuarios Capacidades de los usuarios Precauciones específicas
		Observación (Obs_i)	Capacidades de los usuarios
	Valoración de las condiciones de uso del SINA	Análisis documental (registros)	Entorno y equipo Carga física: postura y esfuerzo físico Fatiga Prevención de episodios negativos.
		Entrevista inicial (Ei)	Entorno y equipo Carga física: postura y esfuerzo físico Fatiga Prevención de episodios negativos.
		Observación (Obs_i)	Entorno y equipo Carga física: postura y esfuerzo físico Fatiga Prevención de episodios negativos.

Las pautas, requisitos y recomendaciones ergonómicas de referencia se hallan recogidas en el estándar internacional ISO 9241, de requisitos ergonómicos para trabajos de oficina con pantallas de visualización de datos (PVD), las normas UNE 139801:2003 y UNE 139802:2003, de requisitos de accesibilidad al ordenador para personas con

discapacidad, y el RD 488/1997, de disposiciones mínimas de seguridad relativas al trabajo con equipos que incluyen pantallas de visualización, entre otros.

El trabajo frente a una pantalla de visualización de datos de un ordenador para tareas de oficina o similares se debería realizar según los siguientes requisitos y recomendaciones, con el fin de prevenir problemas musculoesqueléticos y la aparición de fatiga:

### **Postura:**

- La postura de referencia en posición sentada para este tipo de trabajos se define con los muslos horizontales, brazos colgando a los lados del cuerpo y antebrazos horizontales, muñecas en posición neutra, columna vertebral erguida, planta de los pies formando un ángulo recto con las piernas, y la línea de visión aproximadamente 35° por debajo de la horizontal. A partir de esta postura se realiza el diseño de dimensiones y posiciones relativas del resto de elementos. No se describen otras posturas de referencia en posición sentada.

- La postura de trabajo debe ser equilibrada y estable, permitiendo mantener las partes del cuerpo y las articulaciones alineadas en posición neutra y confortable. La estabilidad de esta postura garantizará la precisión en los movimientos. El uso de dispositivos activados por movimientos de cabeza no debe suponer una desviación indebida de la posición neutra de la cabeza.

### **Equipo: pantalla.**

- La pantalla debe ser regulable en altura, inclinación y giro.
- La distancia de visión debe estar entre 400 y 750mm (entre 200 y 300mm en caso de niños que así lo requieran).
- El ángulo de visión debe estar entre 0 y 45° para una inclinación de cabeza entre 0 y 20°.
- La altura óptima de la pantalla es a la altura de los ojos o 5cm por debajo en posición vertical de la pantalla y con el usuario en posición erguida.

**Equipo: dispositivos de entrada de datos.**

- El uso de dispositivos de entrada de datos debe suponer una carga biomecánica mínima, sin esfuerzos excesivos.
- El dispositivo debe permitir el ajuste a la posición de referencia del usuario y a los posibles cambios de postura.
- El uso de cualquier dispositivo no debe provocar la desviación indebida de las articulaciones de su respectiva posición neutra en la postura de referencia.

**Equipo: cámara como parte de un dispositivo de entrada de datos.**

- Los usuarios deben permanecer a una distancia de la cámara inferior a 1m y no demasiado cerca de ella, para evitar salir del campo de visión de la cámara
- El usuario debe estar posicionado frente a la cámara, para capturar una imagen estrictamente frontal.
- La cámara debe estar bien ajustada para que el usuario sea fácil y claramente localizado e identificado, procurando el menor ángulo visual de la cámara posible respecto a la cara del usuario (plano normal).
- La resolución de la cámara es un factor que influye en la fluidez de movimientos del cursor.

**Equipo: configuración del dispositivo.**

- El factor de ganancia debe ser adaptable al usuario, permitiendo una configuración independiente de la ganancia vertical y horizontal.
- El ajuste del zoom de la cámara tiene efectos similares a la configuración del factor de ganancia.
- El sistema debería recordar la configuración de cada usuario.

### **Equipo: mobiliario.**

- La mesa de trabajo debe ser regulable, debe proporcionar soporte suficiente y debe permitir los cambios de postura.
- La silla de trabajo debe ser regulable y tener una altura, anchura y profundidad adecuadas al usuario, debe contar con un respaldo regulable en altura e inclinación y con pies rodantes. Puede contar con otros mecanismos que faciliten tanto la adaptación al usuario como los cambios de postura.
- En caso de utilizar un brazo pivotante para el monitor, se deberá garantizar que es estable y seguro y que durante su uso la altura de la línea superior de la pantalla no es mayor que la altura de los ojos, para usuarios sentados en posición erguida.

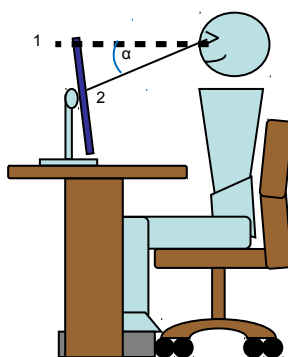
### **Prevención de la fatiga**

- El usuario debe poder pausar las tareas y reanudarlas si siente fatiga.
- Se deberían introducir pausas o cambios de actividad reglados para prevenir la fatiga.

Con el fin de definir y ubicar las dimensiones y posiciones relativas de la pantalla al usuario (distancia, altura, ángulo de inclinación) a partir de la postura de referencia se establecen los siguientes términos (ISO 9241-302: 2008):

- Línea de visión. Discurre en el plano entre las pupilas del usuario y el objetivo en la pantalla.
- Plano de Frankfurt. Plano horizontal de orientación de la cabeza, en el que se hallan comprendidos los bordes superiores de los conductos auditivos externos (tragos) y los dos puntos más bajos del borde inferior de la órbita mientras el plano medial de la cabeza se mantiene vertical.

- **Ángulo de visión.** Es el ángulo entre la línea de visión y la línea ortogonal a la superficie del dispositivo en el punto donde la línea de visión intersecta la superficie del dispositivo.
- **Ángulo de la línea de visión.** Es el formado entre el plano de Frankfurt y la línea de visión.
- **Ángulo de inclinación de la cabeza.** Ángulo entre el plano de Frankfurt y el plano horizontal debido a la inclinación de la cabeza.
- **Ángulo de inclinación de la pantalla.** Ángulo formado por la intersección del plano del dispositivo y el plano vertical.



**Figura 8-31. Plano de Frankfurt (1) y línea de visión (2) de un usuario, formando el ángulo de la línea de visión ( $\alpha$ ).**

### **8.1.2 Perfiles de usuario: capacidades de los usuarios.**

El objetivo de esta tarea era identificar las capacidades, dificultades y necesidades de los usuarios que formaba parte de la muestra, para agruparlos posteriormente en perfiles si era posible por la presencia de características comunes, o bien identificar la diversidad de características diferentes a las que nos enfrentábamos. Esta tarea se realizó a partir de:

- **Análisis documental de documentos:**
  - Informe de los proyectos SINA I y SINA II.

- Publicaciones derivadas de ambos proyectos.
- Análisis documental de registros:
  - Registro de perfil de usuario (documentación de SINA I y SINA II).
  - Hoja de registro inicial (documentación de SINA III).
  - Informe de final de curso de los centros participantes (SINA II).
- Entrevista inicial a informantes clave (Ei).
- Observación: registro de sesiones del SINA en vídeo (Obs\_i: registro inicial).

Los indicadores trabajados con cada uno de estos instrumentos fueron los indicados en la Tabla 8 -4.

**Tabla 8-4. Indicadores e instrumentos de recogida de datos para la segunda tarea de la Fase 1.**

FASE	TAREA	INSTRUMENTO DE RECOGIDA DE DATOS	INDICADORES
Fase 1. Análisis de la situación. Definición del problema	Hallar pautas ergonómicas generales para el uso de ordenadores por parte de usuarios con discapacidades físicas	Análisis documental (documentos)	Entorno y equipo Carga física: postura y esfuerzo físico Fatiga Prevención de episodios negativos.
	Identificación de perfiles de usuario y sus capacidades y discapacidades	Análisis documental (documentos)	Tipos de usuarios Capacidades de los usuarios Precauciones específicas
		Análisis documental (registros)	Tipos de usuarios Capacidades de los usuarios Precauciones específicas
		Entrevista inicial (Ei)	Tipos de usuarios Capacidades de los usuarios Precauciones específicas
		Observación (Obs_i)	Capacidades de los usuarios



FASE	TAREA	INSTRUMENTO DE RECOGIDA DE DATOS	INDICADORES
	Valoración de las condiciones de uso del SINA	Análisis documental (registros)	Entorno y equipo Carga física: postura y esfuerzo físico Fatiga Prevención de episodios negativos.
		Entrevista inicial (Ei)	Entorno y equipo Carga física: postura y esfuerzo físico Fatiga Prevención de episodios negativos.
		Observación (Obs _i)	Entorno y equipo Carga física: postura y esfuerzo físico Fatiga Prevención de episodios negativos.

### 8.1.2.1 Datos obtenidos sobre capacidades de los usuarios.

El análisis de documentos para la identificación de capacidades de los usuarios se realizó a partir de las publicaciones e informes del proyecto SINA en fases anteriores (SINA I y SINA II) (Manresa-Yee, Ponsa, Varona, & Perales, 2010; Perales, Muntaner, Varona, Negre, & Manresa-Yee, 2009). Estos hacen referencia a los usuarios que participaron en la fase de pilotaje del SINA (SINA I). La información reflejada en estas publicaciones provenía de los mismos registros que se utilizaron en la presente investigación como fuente primaria, el Registro de perfil de usuario correspondiente al proyecto SINA I.

En el análisis documental de registros se estudiaron los Registros de perfil de usuario (SINA I y SINA II), los Registros iniciales del proyecto SINA III y los Informes finales de los centros realizados durante la fase SINA II del proyecto. Estos registros permitieron obtener una panorámica de los tipos de usuarios a los que se debía atender con este estudio, de sus características, capacidades y necesidades.

En cuanto a las entrevistas iniciales, estas iban destinadas principalmente a recoger información sobre las condiciones de uso del SINA por parte de cada usuario, pero era previsible que en ellas surgieran datos que completaran lo ya obtenido sobre el usuario que aparecía en los registros, por lo que se incluyeron para el estudio de capacidades de los usuarios. La información que apareció en ellas a este respecto, sin embargo, fue escasa,

limitándose a algunos comentarios que podrían completar aquellas capacidades del usuario que no se hubiesen registrado en documentos.

Finalmente, la observación permitía detectar y comprobar aquellos aspectos mencionados en los registros y entrevistas, aportando otra fuente de información que complementara los datos referentes a diferentes aspectos a estudiar.

En la descripción de los datos sobre capacidades, necesidades y características de los usuarios se indica, en cada caso, la fuente o fuentes de información de donde proviene la información, de tal manera que:

- *Reg* hace referencia a los registros consultados.
- *Ei* indica la información que proviene del análisis de las entrevistas iniciales.
- *Obs<sub>i</sub>* se refiere a aquellos datos que provienen de la observación mediante el registro en vídeo de sesiones.

## ***Los usuarios***

Los datos obtenidos sobre los usuarios a través de estas fuentes en el momento en el que iniciaba esta investigación se pueden consultar en el Anexo 10. Se muestran aquí los datos más relevantes para la presente investigación.

Usuarios:

- Usuaría 1 Ma
- Usuario 2 Se
- Usuario 3 Gu
- Usuaría 4 MAS
- Usuaría 5 Co
- Usuaría 6 Is
- Usuaría 7 Sa
- Usuaría 8 El
- Usuario 9 Ra
- Usuario 10 Ga
- Usuaría 11 Ca
- Usuario 12 Ou
- Usuario 13 Ni

## **Usuaría 1 Ma**

Año de nacimiento: 1993

Presentaba cuadro neurológico extrapiramidal con espasticidad e hipertonía generalizadas. En el momento de inicio del estudio su postura habitual era en silla postural (“tipo trono”) de madera rígida, no regulable, con reposapiés y ruedas pequeñas (Obs\_i), con elementos de sujeción pélvica, laterales de tronco y sujeción de cintura escapular mediante cincha (Reg., Obs\_i)



**Figura 8-32. Imagen de la usuaria 1 Ma.**

Presentaba control cefálico incompleto y movimientos voluntarios a nivel de cabeza y cuello sin restricción de movilidad (Reg, Obs\_i), con mayor control de la flexoextensión y escaso control de la rotación, que realizaba en movimientos más amplios pero menos precisos (Obs\_i). Aparecían movimientos involuntarios de rotación derecha de cabeza, así como se podían observar episodios espásticos ocasionales en varios segmentos a nivel de extremidades, que repercutían en el tono postural general (Reg, Obs\_i, Ei).

El tiempo de permanencia de la cabeza en una posición era funcional, y el tiempo de respuesta ante un estímulo suficiente (Reg, Obs\_i).

Había intención comunicativa, comprendía órdenes y secuencias complejas. Tenía un vocabulario amplio, y era capaz de expresarse con ayuda (Reg, Obs\_i). Su forma de comunicación era a través de mirada, gestos (orofaciales) y algunos sonidos (Reg, Obs\_i). También a través de plafón que señalaba con puntero láser, con la mirada o con licornio (Reg).

Su capacidad de aprendizaje era buena (Reg). Utilizaba el ordenador de manera habitual, anteriormente mediante licornio y carcasa (Reg).

## Usuario 2 Se

.Año de nacimiento: 1979?

Presentaba un cuadro de tetraplejía espástica (Reg), con movimientos voluntarios a nivel de cabeza y cuello, pudiendo mantener la cabeza en la posición deseada escasos periodos de tiempo (Reg, Obs\_i). Los movimientos de flexoextensión de cabeza y cuello tenían un



**Figura 8-33. Imagen del usuario 2 Se**

recorrido limitado, desde la flexión máxima (apoyo del mentón en el pecho) hasta la posición de horizontalización de la mirada. Las rotaciones e inclinaciones eran de corto o medio recorrido, también sin grandes amplitudes de movimiento (Obs\_i). Era capaz de responder a un estímulo en un tiempo adecuado, con una velocidad de movimiento lenta pero funcional (Reg, Obs\_i). No presentaba movimientos involuntarios a nivel de cabeza y cuello (Reg, Obs\_i).

Su posición habitual era en silla de ruedas, asiento reclinado y reposacabezas (Reg), con arnés inguinal y pectoral. En las sesiones observadas la silla de ruedas pasó a ser una silla estándar, sin reposacabezas (Reg, Obs\_i). A pesar de las sujeciones persistía una inclinación anterior, con flexión de tronco y cabeza, con lo que no usaba el reposacabezas (Reg). Frecuentemente aparecían movimientos atetósicos a nivel de extremidades superiores (Reg, Obs\_i).

Comprendía el discurso oral. Tenía un vocabulario amplio, aunque su comunicación era a través de algunas palabras simples (Reg). Presentaba una capacidad de aprendizaje regular (Reg).

Había tenido experiencia con el ordenador, accediendo a él mediante teclado numérico con carcasa (Reg).

### **Usuario 3 Gu**

Año de nacimiento: 1995

Presentaba una tetraplejía mixta espástica atetósica, con mayor afectación espástica en miembros inferiores y atetosis en los superiores (Reg). Realiza movimientos de cabeza y cuello precisos y funcionales cuando eran de poca amplitud, con pérdida del control y la precisión cuando eran de mayor amplitud. Presentaba dificultades para mantener la cabeza en una posición deseada (Reg, Obs\_i). Utilizaba el patrón extensor como sustitución del movimiento de extensión, y tendía a una posición de reposo en inclinación izquierda de tronco (Obs\_i).



**Figura 8-34. Imagen del usuario 3 Gu.**

Su postura habitual de trabajo era en sedestación en silla de ruedas con taco abductor, sujeción torácica y reposacabezas, reposabrazos y reposapiés (Reg, Obs\_i). Para el control de movimientos involuntarios de miembros superiores realizaba una autofijación, con los brazos extendidos apoyados en la mesa de trabajo (Reg, Obs\_i).

La aparición de movimientos involuntarios de miembros inferiores repercutía en la postura del usuario y provocaba el movimiento de la silla de ruedas (Obs\_i).

Comprendía órdenes simples y discurso oral. Era capaz de responder a cuestiones cerradas y de expresarse con ayuda. Su forma de comunicación era a través de mirada, gestos (orofaciales) y algunos sonidos, a través de plafón o comunicador (Reg).

Su capacidad de aprendizaje era regular (Reg).

Tenía experiencia con el ordenador, al que había accedido a través de joystick, y anteriormente con dos pulsadores (Reg).

## Usuaría 4 MAS

.Año de nacimiento: 1971

Presentaba un cuadro de tetraplejía mixta espástica atetósica., con control cefálico y movimientos voluntarios, lentos y poco precisos, a nivel de cabeza y cuello, pudiendo mantener la cabeza en la posición deseada (Reg, Ei, Obs\_i).



Figura 8-35. Imagen de la usuaria 4 MAS

Su postura habitual era en silla de ruedas para paciente neurológico, con asiento y respaldo pivotados hacia atrás, dejando el respaldo reclinado. Llevaba sujeción pélvica con arnés y torácica mediante apoyos laterales. A pesar de las sujeciones persistía una inclinación anterior, la parte superior de tronco se encontraba en flexión, con antepulsión de la cabeza, con lo que no usaba el reposacabezas (Reg, Obs\_i). Solo utilizaba el movimiento de extensión para recuperar la horizontalidad de la mirada desde la posición de flexión de la que partía, sin llegar nunca al apoyo en el reposacabezas (Obs\_i).

No presentaba movimientos involuntarios a nivel de cabeza y cuello (Reg, Obs\_i), aunque sí aparecían movimientos atetósicos a nivel de extremidades superiores e inferiores (Reg, Obs\_i). Para controlar la aparición de movimientos involuntarios, realizaba una autosujeción de miembros superiores bloqueándolos entre las piernas y la silla (Obs\_i).

Comprendía órdenes y secuencias complejas. No tenía un vocabulario amplio, pero sí suficiente para expresarse con ayuda (Reg). Su forma de comunicación era a través de mirada, gestos y algunos sonidos y palabras simples (Reg).

Presentaba discapacidad intelectual moderada – severa, por lo que su capacidad de aprendizaje era regular. Había tenido experiencia ocasional con el ordenador, pero con dificultades, puesto que las dificultades motoras que presentaba le impedían el uso de otros dispositivos de entrada (Reg, Ei).

## **Usuaría 5 Co**

Año de nacimiento: 2004

Presentaba una tetraparesia espástica distónica. Realizaba de manera autónoma movilización de cabeza y cuello, de manera rápida y poco controlada. No era capaz de mantener la cabeza en la posición deseada mucho tiempo (Reg).



**Figura 8-36. Imagen de la usuaria 5 Co.**

Su postura habitual de trabajo era en bipedestador pediátrico con sujeción de pies, soporte anterior a nivel de rodillas, posterior a nivel de pelvis y anterior y posterior a nivel de tronco, apoyo de brazos en bandeja con escotadura (Reg, Obs\_i).

No era capaz de mantener la postura de manera autónoma (Reg) debido a falta de control del tronco (Obs\_i). No realizaba movimientos aislados de cabeza y cuello, normalmente los movimientos iban asociados al tronco, y eran rápidos y poco controlados. Los únicos movimientos que realizaba a partir de disociación de cintura escapular, es decir, moviendo cuello y cabeza de manera aislada, eran giros de cabeza (rotación máxima) para mirar a la profesora.

Tenía tendencia la manipulación de objetos y a realizar movimientos de las manos, llevándose con frecuencia la mano a la boca o a la cara (Obs\_i).

Comprendía órdenes y secuencias simples. Su forma de comunicación era a través de mirada (Reg).

Había tenido experiencias anteriores con el ordenador con el que había utilizado pulsador con el objetivo de establecer la relación causa-efecto (Reg).



## **Usuaría 6 Is**

Año de nacimiento: 1999

Presentaba un cuadro de tetraplejía mixta espástica atetósica (Reg), con escaso control cefálico y movimientos voluntarios a nivel de cabeza y cuello, tanto en rotación como en inclinación, aunque poco controlados cuando se realizaban en combinación con flexión, así como movimientos voluntarios de



**Figura 8-37. Imagen de la usuaria 6 Is.**

flexoextensión, también con escaso control. No había restricción de movilidad aparente. La velocidad de movimiento no era siempre funcional, combinando movimientos lentos con fases de alternancia rápida de flexoextensión. No presentaba episodios de movimientos involuntarios (Reg, Obs\_i).

Su postura habitual era en silla de ruedas con inclinación posterior de asiento y de respaldo, con reposacabezas y férula de sedestación (Reg, Obs\_i). No utilizaba el reposacabezas como apoyo continuo, solo como tope de movimiento de extensión de cabeza y como punto de apoyo cuando se encontraba en reposo (Obs\_i).

Como estrategia de fijación iniciaba la sesión con autosujeción de las manos en el regazo (Obs\_i).

Comprendía órdenes simples. Apenas tenía vocabulario, no era capaz de responder a preguntas simples o cerradas, ni era capaz de expresarse. Su forma de comunicación era a través de gestos y algunos sonidos (Reg).

Tenía un carácter complicado, pudiéndose presentar participativa o apática dependiendo de si los estímulos o la tarea a realizar le resultaban atractivos. Presentaba un retraso mental grave, por lo que su capacidad de aprendizaje presentaba limitaciones importantes (Reg).

Había tenido experiencia ocasional con el ordenador a través de un pulsador (Reg).

## **Usuaría 7 Sa**

Esta usuaria se incorporó al proyecto SINA coincidiendo con el inicio de esta investigación, por lo que no se disponía de información previa. Los datos recogidos se obtuvieron, en cuanto a registros, a través del Registro inicial de SINA III, y de los Registros de sesiones durante la fase SINA III.



**Figura 8-38. Imagen de la usuaria 7 Sa.**

Su postura habitual era en sedestación en silla de ruedas con inclinación del respaldo, sujeción de miembros inferiores, taco abductor y reposacabezas (Reg, Obs\_i).

No era capaz de mantener la cabeza en una posición determinada. Era capaz de realizar movimientos de cabeza en todas las direcciones, rápidos y de poca precisión (Reg, Obs\_i). Los movimientos eran más controlados cuando estaba apoyada en el reposacabezas, y perdía el control cuando el centro de gravedad de la cabeza se adelantaba, provocando que la cabeza quedara en flexión (Obs\_i).

## **Usuario 8 El**

Año de nacimiento: 2003

Presentaba un trastorno motor con frecuentes movimientos estereotipados (Reg). Tenía control cefálico y movilidad cervical, aunque realizaba pocos movimientos dentro del rango neutro no estereotipados (Reg, Obs\_i). La velocidad de movimiento era demasiado rápida durante las estereotipias (Reg, Obs\_i).



**Figura 8-39. Imagen del usuario 8 El.**

Después de un curso académico de uso del SINA (SINA II), se apreciaba un mayor control de la cabeza durante las sesiones (Reg).

Era capaz de mantener la postura en sedestación (Reg, Obs\_i) en silla postural rígida, no regulable, con reposapiés y ruedas pequeñas. Su actitud postural era en ligera flexión de tronco y extensión de cabeza (Obs\_i).

Comprendía órdenes simples. No tenía vocabulario mínimo, siendo incapaz de expresarse (Reg). Su forma de comunicación era a través de la mirada y algunos sonidos. También a través de plafón de pictogramas (Reg).

Su capacidad de aprendizaje presentaba graves limitaciones, debido a su retraso madurativo (Reg).

No tenía experiencia con el ordenador previa al uso del SINA (Reg), ya que por sus características no disponía de un sistema de acceso al ordenador adecuado para él (Ei).

## **Usuario 9 Ra**

Año de nacimiento: 1995

Presentaba tetraparesia espástica, con movimientos descoordinados de miembros superiores (Reg).

Tenía control cefálico y movimientos voluntarios a nivel de cabeza y cuello, aunque el movimiento era lento y poco preciso, no siempre

funcional. Su postura habitual era en ligera flexión, inclinación izquierda y rotación derecha, acompañada de ligera rotación derecha de tronco. No presentaba movimientos involuntarios de cabeza (Reg, Obs\_i). Se observaban movimientos más amplios en las rotaciones, detectándose restricción de movilidad a la rotación izquierda, y movimientos de poca amplitud en la flexión y extensión (Obs\_i).

Habitualmente se encontraba en silla de ruedas estándar, con férula de sedestación, casi erguido (Reg, Obs\_i). Necesitaba ayuda física para sentarse en ella, pero se recolocaba solo (Reg). Su postura habitual era en ligera flexión, inclinación izquierda y rotación derecha, acompañada de ligera rotación derecha de tronco (Obs\_i).

Realizaba estrategias de autofijación de extremidades superiores sobre la mesa, colocando la mano izquierda o ambas manos sobre la mesa, sujetando una con la otra (Obs\_i).

Comprendía órdenes simples. Era capaz de responder a preguntas simples o cerradas, siendo capaz de expresarse con un vocabulario mínimo con ayuda. Su forma de comunicación era a través de miradas, gestos y algunos sonidos y palabras. También utilizaba pictogramas (Reg). No tenía habilidades de lectura y escritura. Presentaba graves limitaciones para el aprendizaje (Reg).

Utilizaba habitualmente el ordenador, durante unas 3 horas semanales, anteriormente a través de teclado adaptado (Reg).



**Figura 8-40. Imagen del usuario 9 Ra.**

## **Usuario 10 Ga**

Año de nacimiento: 1995

Presentaba un trastorno motor con frecuentes movimientos estereotipados (Reg).

Tenía control cefálico y movilidad cervical, aunque repetía las estereotipias de balanceo anteroposterior de tronco y cabeza, realizando pocos movimientos no estereotipados. Era capaz



**Figura 8-41. Imagen del usuario 10 Ga.**

de mantener la cabeza en una posición determinada (Reg, Obs\_i).

Cuando apoyaba los brazos en la mesa se observaban frecuentes movimientos de golpeteo, frotación, etc. Cuando las manos se encontraban bajo la mesa, apenas se registran movimientos (Obs\_i).

Era capaz de mantener la postura en sedestación en silla estándar, aunque requería ayuda para realizar la transferencia a esta desde la silla de ruedas (Reg, Obs\_i).

Después de un curso académico de uso del SINA (SINA II), se apreciaba un mayor control de los movimientos involuntarios y menor aparición de estereotipias durante las sesiones. También se observó un mayor control de la postura (Reg).

Comprendía órdenes simples y discurso oral. Tenía un vocabulario mínimo, no muy amplio, y era capaz de responder a cuestiones cerradas (Reg). Su forma de comunicación era a través de mirada y algunos sonidos. También a través de plafón de pictogramas (Reg).

Su capacidad de aprendizaje presentaba graves limitaciones, ya que padecía un retraso mental severo (Reg).

Había tenido experiencias ocasionales con el ordenador, a través de teclas básicas del teclado estándar (Reg).

## **Usuario 11: Ca**

Año de nacimiento: 1976

Presentaba tetraplejía espástica distónica (Reg).

Su postura habitual de trabajo era en sedestación en silla ligera de paciente neurológico, con reposapiés regulables y reposacabezas, reclinada, con arnés de sujeción pectoral y arnés pélvico, sujeción de miembros superiores e inferiores y reposacabezas (Reg, Obs\_i).



**Figura 8-42. Imagen de la usuaria 11 Ca.**

Manifestaba movimientos involuntarios distónicos y espásticos en patrón extensor, sin capacidad para recolocarse en caso necesario (Reg, Obs\_i). También presentaba movimientos distónicos en extremidades superiores (Obs\_i).

No era capaz de mantener la cabeza en una posición determinada. Era capaz de realizar movimientos de cabeza en todas las direcciones, tanto con la cabeza apoyada en el respaldo como sin apoyo, pero estos eran rápidos y de poca precisión, realizando las inclinaciones en combinación con rotación (Reg, Obs\_i).

Con el uso del SINA, con el que había experimentado durante un curso académico (SINA II), fue mejorando el control cefálico (Reg).

Comprendía órdenes simples y complejas y seguía el discurso oral. Su forma de comunicación era a través de mirada, gestos y algunos sonidos (Reg).

Era una persona muy paciente y participativa, mostraba mucho interés por aprender (Reg). Buscaba la aprobación del profesional que la acompañaba (Ei).

Su capacidad de aprendizaje era buena (Reg, Ei). No leía ni escribía por problemas motrices, aunque conocía las grafías (Reg).

No tenía experiencia con el ordenador previa a la utilización del SINA (Reg, Ei).

## **Usuario 12 Ou**

No se dispone de sesiones grabadas (Observación) de este usuario, por lo que se obtuvieron los datos a partir de los registros y la información aportada en la entrevista (Ei) por el responsable de las sesiones con el SINA. Esto limitó la información relativa a este usuario, aunque se mantuvo dentro de la muestra por su interés a la hora de analizar la situación en la primera fase de la investigación.

Año de nacimiento: 1987

Presentaba una tetraparesia espástica distónica. Tenía control cefálico y de los movimientos de la cabeza, pudiendo mantener la cabeza en la posición deseada. Realizaba la inclinación derecha con inclinación del tronco y elevación de hombro contralateral (Reg).

Era capaz de mantenerse sentado en una silla estándar, aunque en muchas ocasiones acudía con silla de ruedas (Reg). Necesitaba recordatorios constantes para mantener una postura correcta (Ei).

Manifestaba movimientos involuntarios distónicos de miembros superiores e inferiores (en bloque). Presentaba estrategias de autofijación o fijación de los miembros en la silla de ruedas para controlar los episodios de movimientos involuntarios (Reg).

El control cefálico durante las sesiones del SINA era muy bueno, era capaz de conseguir una gran precisión de movimientos (Reg).

Se detectaron problemas de visión en revisión oftalmológica, pero el usuario estaba pendiente de la adquisición de gafas correctoras (Reg, Ei).

Comprendía órdenes complejas y seguía el discurso oral. Tenía un vocabulario amplio en su idioma de origen, y más reducido en castellano. Era capaz de responder a cuestiones cerradas y de expresarse con ayuda (Reg). Su forma de comunicación era a través de palabras sueltas (Reg).

Su capacidad de aprendizaje era buena (Reg).

No leía, escribía solo palabras copiadas. Identificaba palabras que había escrito a menudo (Reg).

Tenía experiencia ocasional con el ordenador, aunque su conocimiento era bajo. Era capaz de introducir un CD o pendrive, y podía manejar teclado estándar y ratón de bola anatómico (Reg, Ei).

Aunque el usuario podía acceder al ordenador con otro periférico, el SINA permitía el trabajo del control cefálico con buenos resultados, así como el trabajo del control postural (Reg)



## **Usuario 13 Ni**

Año de nacimiento: 1991

Presentaba un trastorno motor. Era capaz de mantener la postura en sedestación en silla estándar y realizar la transferencia a la misma de manera autónoma. Se desplazaba con muletas (Reg, Obs\_i).



**Figura 8-43. Imagen del usuario 13 Ni.**

Tenía control de movilidad de cabeza, tronco y extremidades superiores, no presentando ningún tipo de movimiento involuntario. Los movimientos que realizaba eran en general lentos, con dificultades en la coordinación oculomotora y una leve limitación general de la movilidad (Reg, Obs\_i).

Presentaba cifosis dorsal alta, actitud postural de extensión cervical y antepulsión de la cabeza en compensación (Reg, Obs\_i). La alteración en cifosis quedaba por encima del respaldo, pero no permitía mantener el apoyo en el respaldo de manera constante, por lo que existía un apoyo de extremidades superiores en la mesa. Para mantener la horizontalidad de la mirada, se observaba una antepulsión de la cabeza (Obs\_i).

Comprendía órdenes complejas y el discurso oral, era capaz de mantener una conversación (Reg).

Tenía capacidad de retención a corto y largo plazo, sin capacidad de razonamiento abstracto (Reg). Leía algunas frases y escribía palabras sueltas, así como frases copiadas. Su capacidad de aprendizaje era regular (Reg).

Utilizaba el ordenador habitualmente, unas 2 horas semanales, para lo que podía utilizar teclado y ratón estándar (Reg).

### 8.1.2.2 Resumen de los datos

Nos encontramos ante una gran diversidad de usuarios y de capacidades de los mismos, por lo que resumir los datos obtenidos en relación a ellos era complejo, y podría considerarse inadecuado dado que se deberían tratar los casos de manera individualizada. Sin embargo, dado que la intención de esta investigación era proponer unas pautas y/o recomendaciones lo más generales posibles, que pudieran dar respuesta al máximo número de situaciones diferentes, la intención era detectar aquellos casos que pudieran abordarse de manera similar desde el punto de vista de la ergonomía física, y que por tanto presentaran características similares. Se presentan en la Tabla 8 -5, en forma resumida, los datos sobre capacidades y características de los usuarios que se han ido presentando en este apartado.

Como puede comprobarse, había ciertas características similares en determinados usuarios, atendiendo por un lado a la postura propia del usuario, y por otro a la calidad y características de los movimientos que realizaba:

#### **Postura del usuario:**

- Postura sentada en posición erguida. Los usuarios 1 Ma, 3 Gu, 8 El, 9 Ra, 10 Ga y 12 Ou compartían características en la posición que mantenía en la silla, ya fuese silla escolar o silla de ruedas de diferentes tipos. Estos usuarios tenían el respaldo recto y su postura, ya fuese de manera autónoma o mantenida mediante fijaciones externas (taco abductor, arnés, soportes laterales de tronco o cinchas) permitía una posición del tronco en posición aproximadamente vertical. En algún caso, como el usuario 3 Gu existía la necesidad de apoyo en reposacabezas de manera intermitente. La alteración ortopédica del usuario 13 Ni provocaba que la parte superior del tronco se encontrara en flexión y la cabeza en antepulsión, requiriendo un apoyo anterior. Sin embargo, su posición global era erguida, similar al resto de usuarios de este grupo.

- Postura sentada en posición reclinada. Las usuarias 6 Is, 7 Sa y 11 Ca se encontraban en sedestación en sillas con el asiento pivotado hacia atrás, respaldo reclinado y uso de reposacabezas. En todos estos casos se requerían elementos de estabilización (taco abductor, arnés, etc...) debido a la falta de control postural del usuario.

**Tabla 8-5. Tabla resumen de capacidades de los usuarios.**

Us	Postura del usuario	Control de la cabeza en una posición	Limitaciones de movilidad	Control del movimiento	Precisión del movimiento	Presencia de movimientos involuntarios
1 Ma	Sedestación en silla de ruedas, respaldo recto. Posición erguida.	Sí	No	Mayor control de F/E. Escaso control de la rotación.	Alta con movimientos de poca amplitud (F/E). Baja en rotación.	Episodios espásticos en extremidades.
2 Se	Sedestación en silla de ruedas, respaldo recto o levemente reclinado. Posición anterior (flexión de cabeza) a pesar de elementos de fijación.	Escasos períodos de tiempo.	Limitación activa en todas las direcciones	Movimientos lentos, medianamente controlados.	Baja	Movimientos atetósicos a nivel de MMSS (no interfieren en posición global)
3 Gu	Sedestación en silla de ruedas, respaldo recto. Posición erguida.	Con dificultades	No	Buen control del movimiento cuando es de poca amplitud. Bajo control en movimientos más amplios.	Buena precisión en movimientos de poca amplitud, y baja precisión en movimientos más amplios.	Movimientos espásticos en MMII.
4 MAS	Silla de ruedas neurológica pivotada hacia atrás, respaldo reclinado. Flexión de tronco y antepulsión de cabeza.	Sí	Limitación activa a la extensión	Movimientos lentos, medianamente controlados.	Baja	Movimientos atetósicos a nivel de MMSS (no interfieren en posición global)

Us	Postura del usuario	Control de la cabeza en una posición	Limitaciones de movilidad	Control del movimiento	Precisión del movimiento	Presencia de movimientos involuntarios
5 Co	Bipedestación en bipedestador pediátrico.	Control de cabeza pero sin control funcional del tronco.	No se detectaba limitación a la movilidad, pero si una ausencia de disociación de movimiento de la cintura escapular.	Movimientos rápidos, poco controlados.	Muy baja	
6 Is	Sedestación en silla de ruedas reclinada, con reposacabezas. Posición reclinada con apoyo intermitente en reposacabezas.	Escaso.	No	Movimientos rápidos, poco controlados.	Baja	
7 Sa	Sedestación en silla de ruedas reclinada, con reposacabezas. Posición reclinada con apoyo en reposacabezas.	No	Limitación a los movimientos activos de extensión de cabeza cuando está en flexión.	Movimientos rápidos, poco controlados.	Muy baja	Movimientos atetósicos a nivel de MMSS (no interfieren en posición global)
8 El	Sedestación en silla de ruedas, respaldo recto. Posición erguida.	Sí	No	Estereotipias en rotación bilateral.	Muy baja	Estereotipias en rotación bilateral.
9 Ra	Sedestación en silla de ruedas, respaldo recto. Posición erguida.	Sí	Limitación de movilidad a la rotación derecha.	Movimientos lentos, medianamente controlados.	Media	Movimientos atetósicos a nivel de MMSS (no interfieren en posición global)

Us	Postura del usuario	Control de la cabeza en una posición	Limitaciones de movilidad	Control del movimiento	Precisión del movimiento	Presencia de movimientos involuntarios
10 Ga	Sedestación en silla escolar, apoyado en mesa de manera discontinua. Sin apoyo en el respaldo.	Si	No	Estereotipias de balanceo anterior y posterior de tronco y flexoextensión de cabeza.	Muy baja	Estereotipias de balanceo anterior y posterior de tronco y flexoextensión de cabeza.
11 Ca	Sedestación en silla de ruedas reclinada, con reposacabezas. Posición reclinada con apoyo en reposacabezas.	No	No	Movimientos rápidos, poco controlados.	Media	Movimientos dispásticos a nivel de MMSS (no interfieren en posición global). Episodios espásticos globales.
12 Ou	Sedestación en silla escolar o silla de ruedas, respaldo recto. Posición erguida sin necesidad de elementos externos.	Si	No	Buen control del movimiento, aparición de algunos patrones de movimientos incontrolados.	Alta	Movimientos dispásticos a nivel de MMSS (no interfieren en posición global).
13 Ni	Sedestación en silla escolar, con apoyo en respaldo y brazos apoyados en mesa.	Si	Leve limitación a la movilidad en todas las direcciones.	Movimientos lentos, medianamente controlados.	Alta	

- Posición en flexión de tronco. Los usuarios 2 Se y 4 MAS partían de una posición de la silla con asiento reclinado, pero su actitud postural les llevaba a una posición en flexión de cabeza y/o tronco. También necesitaban elementos de estabilización, pero a pesar de ellos no mantenían la posición de apoyo en respaldo y reposacabezas.

- La usuaria 5 Co era un caso único en esta investigación, ya que la postura de trabajo era en bipedestación y no en sedestación.

#### **Estabilidad y movilidad de cabeza y cuello:**

- Los usuarios 1 Ma, 3 Gu y 12 Ou presentaban un mínimo control de la cabeza en una posición determinada, sin limitaciones de movilidad o solo restricción en una dirección, con buena precisión y control de los movimientos de corta amplitud, y menor control y precisión en movimientos de mayor amplitud.

- Los usuarios 9 Ra y 12 Ou tenían características similares a los usuarios 1, 3 y 12 en cuanto al control de cabeza y restricción de movilidad solo en una dirección del movimiento, pero su precisión y control de movimientos eran menores o bien se veían interferidos por la aparición de movimientos involuntarios o patrones de movimientos no funcionales.

- Las usuarias 6 Is, 7 Sa y 11 Ca no tenían control cefálico, los movimientos eran rápidos y escasamente controlados, y en su mayoría de baja precisión.

- Los usuarios 5 Co, 8 El y 9 Ga eran usuarios con control de cabeza y cuello, pero con aparición de múltiples movimientos no controlados, ya fuese por estereotipias (El y Ga) o por movimientos incontrolados a partir de tronco (Co). Los movimientos de cabeza de estos usuarios, por una razón o por la otra, resultaban rápidos, nada precisos y poco eficaces para la interacción con el ordenador. A pesar de ello, estos usuarios fueron seleccionados y siguieron en el proyecto SINA debido a que su objetivo era la exploración del espacio y de la pantalla, y el establecimiento de relación entre causa y efecto (movimiento y acción en la pantalla) y no el uso del cursor.

- Los usuarios 2 Se, 4 MAS y 13 Ni podían mantener la cabeza en una posición (en el caso de Se durante cortos períodos de tiempo) y sus movimientos eran de escasa amplitud, limitados en general en todas las direcciones, sobre todo en extensión de cuello. Su precisión era baja en el caso de los usuarios 2 y 4, y alta en el caso del usuario 13.

A partir de las características similares que se pudieron identificar, se definieron grupos que sirvieran para ubicar actuales y futuros usuarios, y así poder atender a sus características, habilidades y necesidades particulares. Para ello, se definieron para esta investigación los siguientes perfiles de usuario:

**Perfiles según postura del usuario:**

- Usuario en posición erguida o con apoyo medio. Usuarios con posición erguida en la silla, con elementos de estabilización o sin ellos, con un mínimo control cefálico. El centro de gravedad de la cabeza recaía sobre el área de apoyo de la pelvis, resultando una postura equilibrada, coincidente con la postura teórica de referencia definida en la ISO 9241. En el presente estudio, en este perfil se ubicaban los usuarios 1Ma, 3 Gu, 8 El, 9 Ra, 10 Ga, 12 Ou y 13 Ni. La usuaria 5 Co tenía una postura de trabajo similar a la del resto de usuarios con este perfil, si bien su postura era en bipedestación. Aunque no se le incluyó directamente en este grupo, se trató como parte de él por ser el perfil con el que más compartía características posturales



**Figura 8-44. Postura de los usuarios 1 Ma, 3 Gu, 8 El, 9 Ra, 10 Ga y 13 Ni.**

- Usuario en apoyo o inclinación anterior. Usuarios que por su actitud postural permanecían en inclinación anterior, ya fuese de tronco, de cabeza o en combinación de ambas. Era posible que llevaran elementos de estabilización pero no fuesen suficientes para mantener la postura erguida recomendable debido a falta de tono muscular, alteraciones morfológicas u otras causas. En estos casos, el centro de gravedad de la cabeza quedaba por delante del tronco. En el contexto del presente estudio, los usuarios que correspondían a este perfil eran 2 Se y 4 MAS.





**Figura 8-45. Postura de los usuarios 2 Se y 4 MAS.**

- Usuario reclinado o en apoyo posterior. Usuarios con mayor inclinación posterior de la silla, por lo que realizaban un apoyo completamente posterior de tronco, con o sin elementos de estabilización y con reposacabezas por falta de control cefálico. El ángulo entre los muslos y el tronco era mayor de  $90^\circ$ , y el centro de gravedad de la cabeza y del tronco era posterior al área de apoyo de la pelvis, en el respaldo o el reposacabezas. Las usuarias que se ubicaron en este perfil fueron 6 Is, 7 Sa y 11 Ca.



**Figura 8-46. Postura de los usuarios 6 Is, 7 Sa y 11 Ca.**

#### **Perfiles de usuario en cuanto a control cefálico y movilidad:**

- Movilidad conservada o no muy afectada, control cefálico, buen control de movimientos y buena precisión. Los usuarios con este tipo de control y movilidad eran 1 Ma y 3 Gu. El usuario 9 Ra podría incluirse en este grupo.

- Movilidad conservada o no muy afectada con dificultades para el control del movimiento y precisión media o baja. Posible aparición de movimientos incontrolados. Usuarios 5 Co, 6 Is, 7 Sa, 8 El, 9 Ga y 11 Ca. El usuario 9 Ra podría incluirse en este grupo.
- Movilidad reducida en varias direcciones con control de movimientos y control de la cabeza en una posición concreta. Precisión baja. Usuarios 2 Se, 4 MAS y 13 Ni, aunque este último era capaz de una mayor precisión que el resto.
- Movilidad reducida en varias direcciones o aparición de movimientos incontrolados, con dificultad para el control de los movimientos y precisión baja (siempre o solo con la aparición de movimientos incontrolados). Usuario 12 Ou.

### **8.1.3 Las condiciones de uso del SINA**

Con esta tarea se pretendía identificar las condiciones en las que utilizaban el SINA los diferentes usuarios que formaban parte de la muestra, en aquellas cuestiones que tuvieran relación con la ergonomía física: postura y movimientos del usuario para desarrollar la tarea o tareas, la disposición del equipo, etc., es decir, las más directamente relacionadas con la prevención de problemas musculoesqueléticos, especialmente la aparición de fatiga física y de episodios no deseados, teniendo en cuenta las características de los usuarios. La información se extrajo de:

- Análisis documental de registros:
  - Registro de perfil de usuario (documentación de SINA I y SINA II).
  - Hoja de registro inicial (documentación de SINA III).
  - Informe de final de curso de los centros participantes (SINA II).
- Entrevista inicial a informantes clave (Ei).
- Observación: registro de sesiones del SINA en vídeo (Obs\_i: registro inicial).

Los indicadores trabajados fueron los reflejados en la Tabla 8-6.

**Tabla 8-6. Indicadores e instrumentos de recogida de datos utilizados para la tercera tarea de la Fase 1.**

FASE	TAREA	INSTRUMENTO DE RECOGIDA DE DATOS	INDICADORES
Fase 1. Análisis de la situación. Definición del problema	Hallar pautas ergonómicas generales para el uso de ordenadores por parte de usuarios con discapacidades físicas	Análisis documental (documentos)	Entorno y equipo Carga física: postura y esfuerzo físico Fatiga Prevención de episodios negativos.
	Identificación de perfiles de usuario y sus capacidades y discapacidades	Análisis documental (documentos)	Tipos de usuarios Capacidades de los usuarios Precauciones específicas
		Análisis documental (registros)	Tipos de usuarios Capacidades de los usuarios Precauciones específicas
		Entrevista inicial (Ei)	Tipos de usuarios Capacidades de los usuarios Precauciones específicas
		Observación (Obs_i)	Capacidades de los usuarios
	Valoración de las condiciones de uso del SINA	Análisis documental (registros)	Entorno y equipo Carga física: postura y esfuerzo físico Fatiga Prevención de episodios negativos.
		Entrevista inicial (Ei)	Entorno y equipo Carga física: postura y esfuerzo físico Fatiga Prevención de episodios negativos.
		Observación (Obs_i)	Entorno y equipo Carga física: postura y esfuerzo físico Fatiga Prevención de episodios negativos.

### **8.1.3.1 Datos obtenidos sobre las condiciones de uso del SINA**

Para el análisis documental de registros se estudiaron los aspectos motrices reflejados en los Registros de perfil de usuario (SINA I y SINA II), los Registros iniciales del proyecto SINA III y aquella información que manifestara algún cambio en la disposición del usuario, equipo, configuración del SINA o tareas/actividades reflejada en los Registros de sesiones del SINA III.

La observación fue una de las fuentes más ricas en información para esta tarea permitiendo, además de identificar y comprobar aquellos aspectos mencionados en los registros y entrevistas, la recogida de datos sobre la ubicación de usuario y equipo, el desarrollo de las sesiones y los diferentes aspectos del uso del SINA.

A través de las entrevistas iniciales se obtuvieron datos que complementaban la información, en este caso desde la experiencia de los responsables de las sesiones del SINA en cada centro.

Los datos sobre condiciones de uso del SINA por parte de cada usuario se recogieron en fichas descriptivas elaboradas con este fin, que se pueden consultar íntegras en el Anexo 11 y siguen la estructura:

- postura de referencia y movimientos de interacción,
- equipo de trabajo,
- configuración del SINA,
- aspectos específicos relacionados con la prevención de la fatiga,
- otros aspectos de la sesión con el SINA

En ellas se indica, en cada caso, la fuente o fuentes de información de donde proviene la información, de tal manera que:

- *Reg* hace referencia a los registros consultados.
- *Ei* indica la información que proviene del análisis de las entrevistas iniciales.

- *Obs\_i* se refiere a aquellos datos que provienen de la observación mediante el registro en vídeo de sesiones correspondientes a esta fase del estudio.

Dada la estrecha relación de la postura de referencia de los usuarios con la silla de trabajo (casi todos tienen como postura habitual la sedestación en silla de ruedas propia), la descripción y análisis del mobiliario se integró en los apartados de postura de referencia (silla) y equipo de trabajo (mesa).

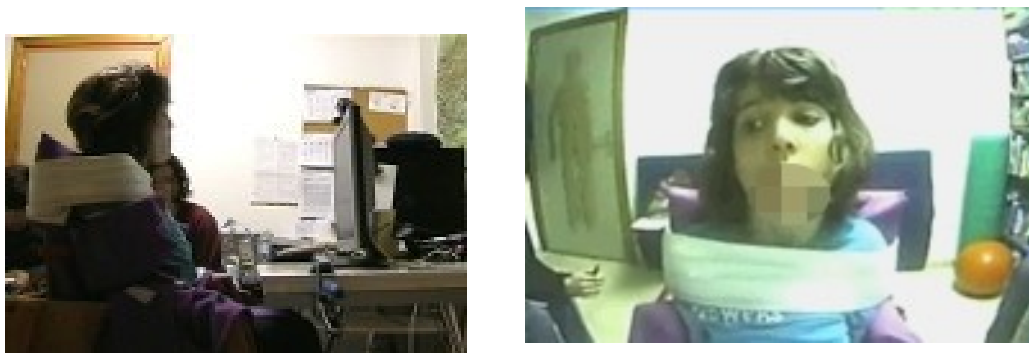
En la descripción de la postura se trataba primero la descripción de la postura de trabajo del usuario y su coincidencia o no con la postura teórica de referencia, centrándose la explicación en el tronco y extremidades inferiores. Los aspectos relativos a extremidades superiores no eran aplicables, puesto que estaban orientadas al uso de dispositivos como el ratón y el teclado, y no en este caso no eran utilizados para activar el dispositivo de entrada de datos.

El equipo de trabajo había sido dotado a partir del proyecto SINA, por lo que compartía muchas características comunes, que se obvian en la explicación de cada caso. Este consistía en un ordenador de sobremesa con pantalla plana, regulable en altura e inclinación, junto con una webcam sin zoom óptico y regulable en inclinación anteroposterior y en rotación.

Se exponen a continuación las condiciones de uso del SINA de los sujetos del estudio, aportando primero una tabla en la que se pueden observar todos los casos (Tabla 8 -7), para luego pasar a analizar las características y condiciones de uso de cada caso.

Al final del análisis de las condiciones de uso de los usuarios se incorpora un apartado en el que se recogen aquellas recomendaciones a nuevos usuarios que surgieron de la experiencia de los responsables de las sesiones con el SINA, y que tenían como objetivo identificar las condiciones óptimas para el uso del SINA, así como el proceso para conseguirlas.

### **Usuaria 1 Ma**



**Figura 8-47. Imagen de perfil y frontal de la postura de trabajo de la usuaria 1 Ma.**

#### **Análisis de las condiciones de uso del SINA**

La **postura de referencia** de Ma para la interacción con el ordenador era su postura habitual, y coincidía con la postura teórica de referencia descrita en los requisitos y recomendaciones ergonómicas para el uso de pantallas de visualización de datos, ya que era una postura erguida.

La **interacción** se daba a partir de los movimientos y control de la cabeza que era capaz de desarrollar la usuaria, movimientos voluntarios de cabeza con mayor control de la flexoextensión y escaso control de la rotación (Obs\_i), siendo casi siempre movimientos dentro del rango neutro (Obs\_i).

La ubicación del **equipo** también era correcta según las pautas nombradas, y su ubicación cumplía con los valores recomendados, tanto en altura, inclinación y ubicación de pantalla como en distancia.

En cuanto a la webcam, se podía comprobar que la postura de la usuaria Ma también era correcta en este aspecto, siendo el ángulo visual de esta próximo a 0°.

**Tabla 8-7. Condiciones de uso del SINA de los usuarios.**

Postura del usuario y movimientos de interacción		Equipo de trabajo			Configuración del SINA				
Us	Postura del usuario	Movimientos para el uso del SINA	Pantalla	Webcam	Distancia a la webcam	Parámetros			
						x	y	teli c	rcl ic
1 Ma	Sedestación en silla de ruedas, respaldo recto. Posición erguida.	Movimientos controlados de FE <sup>20</sup> e inclinación y menor control de la rotación.	Altura de los ojos. Vertical. Distancia media.	Sobre pantalla. Centrada. Orientada a la usuaria.	Media	14	17	25	20
2 Se	Sedestación en silla de ruedas, respaldo recto o levemente reclinado. Posición anterior (flexión de cabeza) a pesar de elementos de fijación.	Movimientos lentos, de poca amplitud, en todas las direcciones. Extensión limitada y episodios de flexión máxima.	Altura de la cabeza. Inclinación anterior. Distancia media-alta.	Sobre mesa. Distancia media. Orientación baja (-30°). En ocasiones no frontal al usuario.	Media	15	15	16	20
3 Gu	Sedestación en silla de ruedas, respaldo recto. Posición erguida.	Movimientos precisos y controlados de poca amplitud, movimientos menos controlados de mayor amplitud. Dificultades para mantener la cabeza en una posición.	Altura de la cabeza. Inclinación anterior. Distancia alta.	Sobre pantalla. Centrada. Orientada al usuario.	Alta	20	18	10	20
						20	18	15	18
						15	15	8	20
						20	18	8	20
4 MAS	Silla de ruedas neurológica pivotada hacia atrás, respaldo reclinado. Flexión de tronco y antepulsión de cabeza.	Movimientos lentos de rotación y FE, extensión limitada. No movimientos de inclinación.	Ojos del usuario en parte central de la pantalla. Vertical. Distancia media.	Sobre mesa. Orientada a la usuaria (-10°). En ocasiones no frontal a la usuaria.	Media	30	39	15	15
5 Co	Bipedestación en bipedestador pediátrico.	Movimientos en bloque de cabeza y cuello, rápidos y poco controlados. Dificultades para mantener la cabeza en una posición.	Ojos del usuario en parte central de la pantalla. Vertical. Distancia alta.	Sobre pantalla. Centrada. Orientada a la usuaria.	Alta	19	24	8	15

<sup>20</sup> FE: flexoextensión.

Postura del usuario y movimientos de interacción		Equipo de trabajo				Configuración del SINA			
6 Is	Sedestación en silla de ruedas reclinada, con reposacabezas. Posición reclinada con apoyo intermitente en reposacabezas.	Movimientos en todas las direcciones, amplitud moderada. Escaso control de FE.	Altura de la cabeza. Inclinación posterior. Distancia alta.	Sobre pantalla. Centrada. Orientación baja.	Alta	19	24	7	15
7 Sa	Sedestación en silla de ruedas reclinada, con reposacabezas. Posición reclinada con apoyo en reposacabezas.	Movimientos en todas las direcciones, rápidos y de poca precisión. Rotación con apoyo en reposacabezas algo más controlado.	Altura elevada, sobre accesorio. Vertical. Distancia muy alta.	Sobre pantalla. Distancia muy elevada. Orientación alta.	Muy alta	15	18	10	15
8 El	Sedestación en silla de ruedas, respaldo recto. Posición erguida, ligera extensión de cabeza	Estereotipias de rotación de cabeza. Resto de movimientos de muy baja amplitud. Algún movimiento de giro de cabeza.	Cabeza a mitad de pantalla. Vertical. Distancia media-alta.	Sobre pantalla. Orientada al usuario. Centrada.	Alta	10	14	5	15
9 Ra	Sedestación en silla de ruedas, respaldo recto. Posición erguida, ligera flexión de cabeza.	Movimientos lentos, poco precisos, en todas las direcciones, de mayor amplitud en rotación que en FE. Restricción de movilidad a la rotación izquierda.	Sobre accesorio, ojos a mitad de pantalla. Vertical. Distancia media-alta.	Sobre accesorio. Desplazamiento a la derecha. Orientada al usuario.	Media-alta	10	14	23	15
10 Ga	Sedestación en silla escolar, apoyado en mesa de manera discontinua. Sin apoyo en el respaldo.	Estereotipias de balanceo anteroposterior de tronco y cabeza. Resto de movimientos rotaciones moderadas o giros.	Cabeza a mitad de pantalla. Vertical. Distancia media.	Sobre mesa. Centrada. Orientado al usuario. En ocasiones no frontal al usuario.	Media	10	14	13	15



	Postura del usuario y movimientos de interacción		Equipo de trabajo			Configuración del SINA			
11 Ca	Sedestación en silla de ruedas reclinada, con reposacabezas. Posición reclinada con apoyo en reposacabezas.	Movimientos de cabeza en todas las direcciones, con apoyo en reposacabezas más control de movimientos (sobre todo en rotación), sin apoyo en reposacabezas menos precisión y control.	Altura de la nariz. Inclinación posterior. Distancia muy elevada.	Sobre pantalla. Centrada. Orientación no frontal a la usuaria.	Muy alta	40	50	15	30
12 Ou	Sedestación en silla escolar o silla de ruedas, respaldo recto. Posición erguida sin necesidad de elementos externos.	Movimientos en todas las direcciones, controlados y precisos.	Altura de la cabeza del usuario. Vertical. Distancia media.	Sobre mesa. Centrada. Orientada al usuario.	Media	14	20	15	15
13 Ni	Sedestación en silla escolar, con apoyo en respaldo y brazos apoyados en mesa.	Movimientos en diferentes direcciones, excepto rotación derecha, compensando con rotación izquierda más amplia. Movimientos horizontales más amplios que verticales.	Altura de los ojos del usuario. Vertical. Distancia media-alta.	Sobre pantalla. Desplazamiento para orientar frontalmente al usuario.	Media	13	17	23	15

Aspectos relacionados con la fatiga					Otros aspectos de la sesión	
Us	Tiempo de sesión	Finalización de la sesión	Variaciones en la efectividad del clic, movimientos funcionales, comunicación con el terapeuta	Aparición de fatiga	Tipo de actividad	Otros
1 Ma	30min (20-27min efectivos)	Por finalización del tiempo establecido	Mejoría del control de movimiento a partir de los 10min de sesión.	No	Manejo de sistema aumentativo y alternativo de comunicación (SAAC)	Aparición de 1 o 2 episodios espásticos generalizados por sesión, sin relación con las condiciones de uso. Pérdida del punto de referencia del SINA frecuente sin relación aparente con movimientos o condiciones concretas.
2 Se	30 min (ocasionalmente más largas)	Por finalización del tiempo establecido	No se detectaron	Descansos espontáneos durante la sesión.	Lectoescritura básica y relación: buscar la pareja, relacionar objetos, etc.	Múltiples movimientos involuntarios de MMSS que no afectaban a la postura. Pérdida del punto de referencia del SINA frecuente sin relación aparente con movimientos o condiciones concretas.
3 Gu	30min	Por finalización del tiempo establecido. En algunas ocasiones por manifestación de cansancio o aburrimiento.	No se detectaron	Ocasionalmente (más por el tipo de actividad que fatiga física)	Identificación de diferencias, relación, etc: actividades específicamente diseñadas para él.	Aparición de 1 o 2 episodios espásticos generalizados por sesión, sin relación con las condiciones de uso. Pérdida del punto de referencia del SINA frecuente sin relación aparente con movimientos o condiciones concretas.
4 MAS	45min (30min efectivos)	Por finalización del tiempo establecido y acuerdo con la usuaria	No se detectaron	Descansos espontáneos durante la sesión	Manejo del cursor y actividades de relación: buscar la pareja, relacionar objetos, etc.	Múltiples movimientos involuntarios de MMSS que no afectaban a la postura.

Aspectos relacionados con la fatiga					Otros aspectos de la sesión	
5 Co	30min	Por finalización del tiempo establecido. En algunas ocasiones por manifestación de cansancio o aburrimiento.	Variación en la amplitud de movimientos utilizados. Se detectó una primera fase de mayor irregularidad, mucho balanceo de tronco, y una segunda fase de la sesión con movimientos de menor amplitud.	Ocasionalmente (más por el tipo de actividad que fatiga física)	Exploración de la pantalla. Actividades tipo "Limpiadibujos", SINAbloques, pintar con Pipo, etc.	Necesidad de una constante atención, motivación y corrección por parte de la terapeuta. Tendencia a la manipulación de objetos y el movimiento de manos (provocando pérdida del punto de referencia del SINA).
6 Is	30min	Por finalización del tiempo establecido o por manifestación de cansancio o aburrimiento.	Aumento de la frecuencia del contacto visual con la terapeuta al final de la sesión.	Final de la sesión.	Exploración de la pantalla. Establecimiento de causa-efecto. Actividades tipo "Limpiadibujos", SINAbloques, diversas aplicaciones de Pipo, etc.	Dificultades para la localización del punto de referencia en la nariz de la usuaria por presencia de labio leporino. Frecuentes movimientos de manos (pérdida del punto de referencia del SINA). Aparición ocasional de episodios espásticos generalizados, sin relación con las condiciones de uso.
7 Sa	30min (con pausas breves introducidas por la terapeuta)	Por finalización del tiempo establecido o por manifestación de cansancio.	Mayor frecuencia de comunicación con la terapeuta, mayor necesidad de centrar o dirigir a la usuaria hacia el final de la sesión	Final de la sesión (minuto 25)	Exploración de la pantalla. Establecimiento de causa-efecto. Actividades tipo "Limpiadibujos", SINAbloques, pintar, etc.	Múltiples incidencias en la localización correcta de punto de referencia. Tendencia al movimiento de brazos y manos (pérdida del punto de referencia del SINA).
8 El	30min (15 min efectivos)	Por fatiga o desinterés del usuario.	Mayor necesidad de intervención de la terapeuta para centrar o dirigir al usuario (minuto 15)	Aparición de signos de fatiga o desinterés a partir del minuto 15.	Exploración de la pantalla. Actividades tipo "Limpiadibujos", SINAbloques, etc.	Pérdidas de la referencia del SINA debidas a la velocidad del movimiento estereotipado.

Aspectos relacionados con la fatiga					Otros aspectos de la sesión	
9 Ra	30min (15-20min efectivos)	Por finalización del tiempo establecido o por manifestación de cansancio.	No se detectaron	Final de la sesión, si aparecía.	Exploración de la pantalla. Establecimiento de causa-efecto. Actividades tipo “Limpiadibujos”, SINAbloques, etc.	Múltiples movimientos involuntarios de MMSS que no afectaban a la postura.
10 Ga	30min (20min efectivos)	Por fatiga o desinterés del usuario	Mayor frecuencia de comunicación con la terapeuta, mayor necesidad de centrar o dirigir al usuario hacia el final de la sesión.		Exploración de la pantalla. Actividades tipo “Limpiadibujos”, SINAbloques, etc.	Pérdidas de la referencia del SINA debidas a la velocidad del movimiento estereotipado. Incidencias en la localización del punto de referencia cuando la webcam no estaba frontal al usuario.
11 Ca	45min	Por finalización del tiempo establecido.	Mejoría del control de movimiento, precisión y coordinación hacia el final de la sesión.	No	Trabajo de control de la movilidad, precisión y coordinación de movimientos: puzzles, juegos y aplicaciones del SINA.	Múltiples incidencias en la localización correcta de punto de referencia. Trabajo con el ordenador en actividades de ocio y trabajo fuera del tiempo de sesión con el terapeuta.
12 Ou	45min	Por finalización del tiempo establecido.	No se detectaron	Breves pausas voluntarias a lo largo de la sesión.	Actividades variadas, con el objetivo de control postural y del movimiento: puzzles, juegos, tareas de manejo del software del ordenador.	Dificultades para alcanzar las esquinas de la pantalla. Aparición ocasional de episodios espásticos generalizados, sin relación con las condiciones de uso. Trabajo con el ordenador en actividades de ocio y trabajo fuera del tiempo de sesión con el terapeuta.
13 Ni	30min (15min efectivos)	Por manifestación del usuario de querer acabar.	No se detectaron	Manifestación verbal de cansancio por parte del usuario.	Trabajo del control del movimiento y la precisión: relación, escritura a través de teclado virtual.	



**Figura 8-48. Ángulo visual de la webcam de la usuaria 1 Ma.**

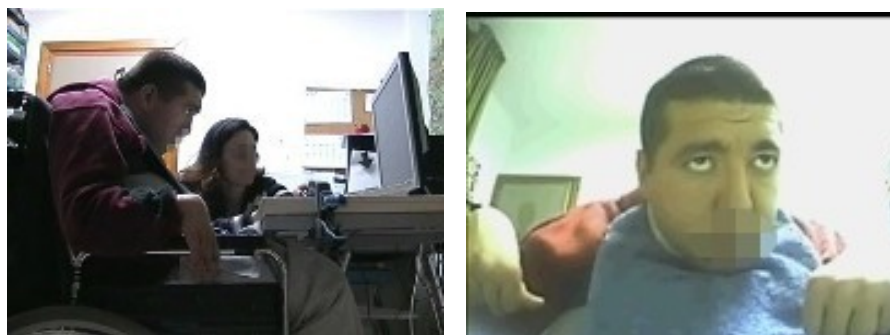
Los **parámetros de configuración**, pensados para recoger los movimientos de la usuaria, trabajar el mantenimiento de la cabeza en una posición y evitar clics accidentales, respondían a las necesidades de la usuaria.

El **tiempo de sesión** estaba marcado por las necesidades y organización del centro en el que se hallaba la usuaria, viéndose que se podrían realizar sesiones más largas dentro de la tolerancia de la usuaria y sin riesgo de fatiga.

Los aspectos a mejorar en las condiciones de uso del SINA por parte de la usuaria 1 Ma fueron:

- Valorar la posibilidad de programar sesiones más largas, o aumentar la frecuencia de sesiones, si los objetivos pedagógicos así lo requiriesen.

## **Usuario 2 Se**



**Figura 8-49. Imagen de perfil y frontal de la postura de trabajo del usuario 2 Se.**

### **Análisis de las condiciones de uso del SINA**

La **postura** del usuario 2 Se no coincidía con la postura teórica de referencia definida por las pautas generales, al hallarse en inclinación anterior. Esto provocaba que el plano de Frankfurt, que en teoría era la referencia de horizontalidad de la cabeza (o bien de ligera inclinación anterior) se encontrara fuera de los límites establecidos como ergonómicos. Sin embargo, la postura del usuario era difícilmente modificable y se debía respetar, por lo que el análisis se limitó a estudiar el resto de parámetros de la postura del usuario a partir de este plano.

Se pudo observar como el hecho de encontrarnos ante un plano de Frankfurt tan inclinado influía en el ángulo de la línea de visión, que debía hallarse aproximadamente a 30° por debajo de este, y sin embargo se encontraba 30° por encima, obligando al usuario a una constante elevación de los ojos para poder fijar la mirada en su objetivo en la pantalla.



**Figura 8-50. Usuario 2 Se: Ángulo de inclinación de la cabeza (plano de Frankfurt 30°), provocando un ángulo de visión de -30°.**

Las características del **equipo** eran correctas según las pautas ergonómicas generales, y su ubicación cumplía con los valores recomendados, tanto en altura como en situación de pantalla. Sin embargo, la postura característica del usuario creaba nuevas necesidades de colocación del equipo. La altura de la pantalla provocaba una elevación de la cabeza del usuario que implicaba grandes esfuerzos. Aunque esta situación fuese intencional, para trabajar la elevación de la cabeza y la horizontalidad de la mirada, un usuario con una inclinación de cabeza como la de Se debería tener la pantalla más baja, de tal manera que el ángulo de visión fuese adecuado. La inclinación anterior de la pantalla, por ligera que fuera, tampoco correspondía con las necesidades del usuario, ya que lo óptimo sería que la línea de visión fuese perpendicular a la superficie de la pantalla. Dado que este usuario tenía una inclinación anterior de cabeza tan elevada, lo indicado hubiese sido realizar una inclinación posterior de la pantalla.

La distancia del usuario a la pantalla era algo superior a lo recomendado. La webcam, en cambio, tenía una distancia adecuada, debido a su posición más cercana al usuario.

La colocación de la webcam sobre la mesa daba mejores resultados que sobre la pantalla, pero aún así el ángulo visual de la webcam, que debería ser lo más cerrado posible, tenía valores de cerca de 30° en los diferentes emplazamientos de la webcam a lo largo de la sesión.



**Figura 8-51. Ángulo visual de la webcam del usuario 2 Se.**

En ocasiones se detectó una colocación de la webcam algo rotada o desplazada lateralmente respecto al usuario, quedando este descentrado de la imagen, con las consecuentes dificultades para alcanzar toda la pantalla con el SINA. La webcam debería estar completamente centrada frente a la cabeza y la cara del usuario en posición de reposo, para facilitar al máximo la ubicación del punto de referencia por parte del SINA, así como para garantizar el alcance de toda la pantalla.

Los **parámetros de configuración**, dirigidos a provocar mayores amplitudes de movimiento en el usuario y facilitar el clic, eran adecuados.

El **tiempo de sesión** estaba marcado por las necesidades y organización del centro al que acudía el usuario. Tras analizar las sesiones realizadas, y viendo que el usuario no mostraba fatiga física, el único límite era el tipo de actividad, pudiendo realizar sesiones más largas sin riesgo de fatiga.

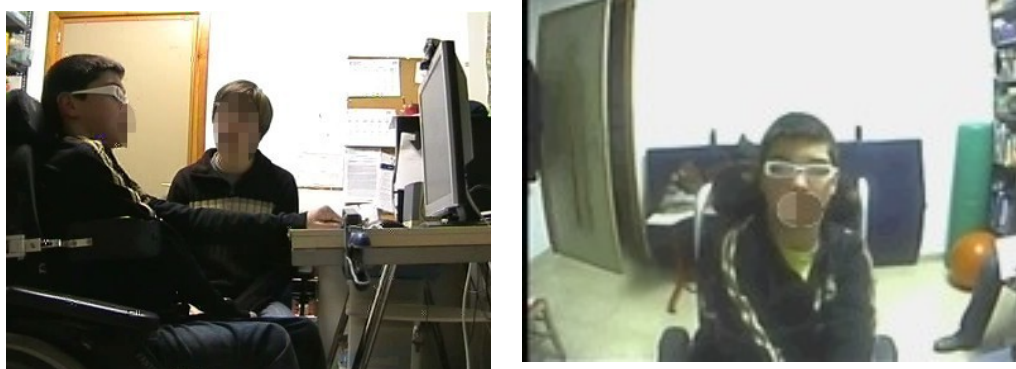
La presencia reubicaciones de la referencia del SINA podría deberse a la situación en contraluz, dada la posición de la webcam sobre la mesa y de los focos de luz en el techo, o bien a la posición de reposo del usuario, que implicaba una ligera inclinación y rotación a las que no estaba adaptada la colocación de la webcam.

Los aspectos a mejorar en las condiciones de uso del SINA del usuario Se fueron:



- Colocar la pantalla en ligera inclinación posterior, adaptando el grado de inclinación a la línea de visión del usuario.
- Valorar una ubicación algo más baja, cuando no se estuviera trabajando específicamente el control cefálico el usuario.
- Variación del ángulo de la webcam para acercarla al ángulo del plano de Frankfurt del usuario.
- Valorar la posibilidad de programar sesiones más largas, o aumentar la frecuencia de sesiones, si los objetivos pedagógicos así lo requiriesen.

### ***Usuario 3 Gu***



**Figura 8-52.** Imagen de perfil y frontal de la postura de trabajo del usuario 3 Gu.

#### **Análisis de las condiciones de uso del SINA**

La **postura** de trabajo del usuario 3 Gu era ergonómicamente correcta, ya que cumplía los requisitos de la postura de trabajo en posición erguida definida por las pautas generales halladas.

Las características del **equipo** eran correctas según las pautas nombradas, y su ubicación cumplía con los valores recomendados en inclinación y ubicación de pantalla. La altura podría considerarse alta, ya que la parte superior de la pantalla se encontraba a la altura de la cabeza del usuario y no de los ojos, pero el ángulo de visión del usuario era

correcto, dada su posición sin inclinación de la cabeza, o en ligera extensión en el caso de estar apoyado en el reposacabezas.

Las características y orientación de la webcam también eran adecuadas según las pautas generales, siendo el ángulo visual de la webcam próximo a 0°. Se podría valorar la adaptación de la colocación de la webcam según la postura de reposo del usuario, en ligera inclinación de tronco, siempre que esta fuese una postura estructural del usuario y no fuese objeto de trabajo y mejora postural.



**Figura 8-53. Ángulo visual de la webcam del usuario 3 Gu.**

El apoyo y despegue del reposacabezas ocasional de la cabeza del usuario suponía un cambio en las condiciones de trabajo, por lo que el SINA tenía dificultades para la localización correcta del punto de referencia. Se debería buscar una situación y orientación de la webcam que permitiese al SINA localizar fácilmente el punto de referencia tanto con la cabeza apoyada como sin apoyo en el reposacabezas.

La distancia del usuario a la pantalla era superior a lo recomendado.

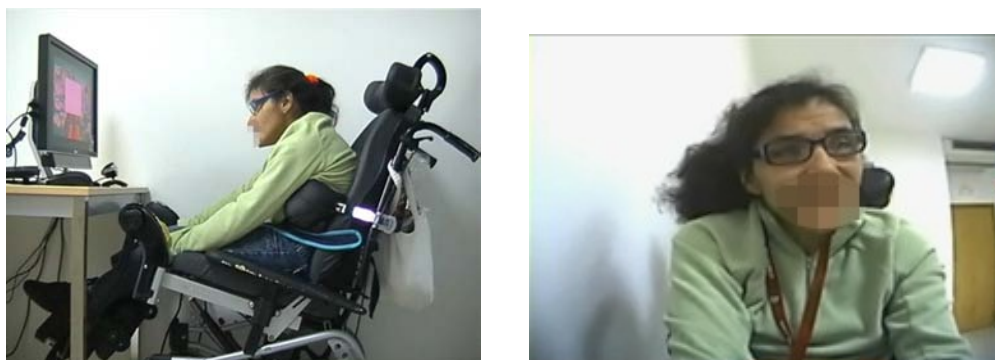
Las diferentes **configuraciones del SINA** de que disponía este usuario estaban ajustadas a las necesidades de cada tipo de actividad que realizaba, por lo que eran adecuadas.

El **tiempo de sesión** estaba marcado por las necesidades y organización del centro en el que se hallaba el usuario. A pesar de que no había signos de fatiga física, la duración se consideró adecuada debido a la manifestación de cansancio al final de las sesiones.

Los aspectos mejorables en las condiciones de uso del SINA por parte del usuario 3 Gu fueron:

- Reducir la distancia del usuario a la pantalla y a la webcam.
- Valorar la adecuación de la orientación de la webcam a la postura de reposo del usuario, en ligera inclinación de tronco, y a las diferentes situaciones de apoyo y despegue del reposacabezas.

### ***Usuaría 4 MAS***



**Figura 8-54. Imagen de perfil y frontal de la postura de trabajo de la usuaria 4 MAS. Se indica en línea punteada en verde la situación aproximada de la columna, y su postura.**

#### **Análisis de las condiciones de uso del SINA**

La **postura** de la usuaria 4 MAS no coincidía con la postura teórica de referencia definida por las pautas generales, ya que su postura habitual era en inclinación anterior. Esto provocaba que el plano de Frankfurt, que en teoría era la referencia de horizontalidad de la cabeza (o bien de ligera inclinación anterior) se encontrara fuera de los límites establecidos como ergonómicos (25°). El resto de parámetros, por el contrario, se mantenían dentro de los límites recomendados.

La postura de trabajo era la recomendada por el fisioterapeuta del centro dadas las características de la usuaria, por lo que se analizó el conjunto de la postura de la usuaria a partir de esta situación.

Para la **interacción** con el ordenador la usuaria realizaba movimientos de rotación y de flexión y extensión de la cabeza, con la extensión limitada debido a la propia postura de al usuaria, y utilizada solo para recuperar la horizontalidad de la mirada desde la posición de flexión. En ocasiones realizaba movimientos de mayor extensión de tronco y cabeza, sin llegar nunca al apoyo en el reposacabezas. Los movimientos de rotación eran de diferentes amplitudes según la necesidad de la usuaria, sin combinarlos con inclinación lateral.

Las características del **equipo** eran correctas según las pautas ergonómicas generales, y su ubicación cumplía con los valores recomendados, tanto en altura como en situación de pantalla, para una postura erguida. Dada la posición en inclinación anterior de la usuaria, la pantalla recta y a la altura a la que se encontraba podían provocar dificultades de visualización, por lo que lo indicado habría sido realizar una ligera inclinación posterior de la pantalla, y a una altura menor, aunque la mesa no regulable no permitía este ajuste.

La distancia del usuario a la mesa era superior a lo recomendado, pero el acercamiento de la pantalla y la webcam al borde de la superficie de trabajo posibilitaron una distancia adecuada al equipo. La colocación de la webcam sobre la mesa y la escasa distancia a la usuaria parecían dar muy buenos resultados en la estabilidad del punto de referencia por parte del SINA.



Con ocasión de alguna recolocación de la webcam durante las sesiones se detectó la webcam algo rotada o desplazada lateralmente respecto a la usuaria, provocándole dificultades para alcanzar toda la pantalla con el cursor. La webcam debería estar completamente centrada frente a la usuaria en posición de reposo, para facilitar al máximo el reconocimiento del punto de referencia por parte del SINA, y garantizar el recorrido del cursor por toda la pantalla.

La **configuración del SINA** para la usuaria 4 MAS era adecuada cuando la distancia a la webcam era elevada. Se podría trabajar con valores de  $x$  e  $y$  menores, alcanzando mayor precisión, dadas las características del movimiento de la usuaria y el acercamiento a la webcam tras el cambio de situación de pantalla y webcam.

El **tiempo de sesión** se estableció por criterios de organización del centro al que acudía la usuaria, siendo la mayoría de veces adecuado a las necesidades de la misma. Tras analizar las sesiones realizadas, y viendo la ausencia de signos de fatiga física hacia el final de la sesión, el único límite era el tipo de actividad, por lo que se podría valorar la realización sesiones más largas sin riesgo de fatiga.

Los aspectos a mejorar en las condiciones de uso del SINA de la usuaria 4 MAS eran:

- Colocar la pantalla en ligera inclinación posterior, adaptando el grado de inclinación a la línea de visión del usuario.

- Valorar una ubicación algo más baja de la pantalla, si se dispusiera de mobiliario regulable.
- Garantizar la situación de la webcam frente al usuario, bien centrada.
- Explorar una configuración del SINA con  $x$  e  $y$  menores, para favorecer el control del cursor y la precisión.
- Valorar la posibilidad de programar sesiones más largas siempre que la usuaria lo tolerase y se mantuviese motivada con la actividad.

### **Usuario 5 Co**



**Figura 8-56. Imagen de perfil y frontal de la postura de trabajo de la usuaria 5 Co.**

#### **Análisis de las condiciones de uso del SINA**

La **postura** de trabajo del usuario 5 Co era diferente del resto de usuarios, dado que se encontraba habitualmente en bipedestación para trabajar con el ordenador, y cumplía los requisitos de la postura de trabajo en bipedestación definida por las pautas generales halladas, que partía de los mismos principios que la postura en sedestación. El hecho de estar trabajando en bipedestación no influía en el resto de elementos de la interacción persona ordenador, por lo que las recomendaciones ergonómicas eran las mismas.

Para la **interacción** con el ordenador realizaba en general movimientos en bloque de cabeza y cuello, rápidos y poco controlados, sin disociación de la cintura escapular, aunque tenía capacidad para ello. Los únicos movimientos que efectuaba a partir de disociación de cintura escapular era el giro de cabeza (rotación máxima) para mirar a la profesora.

Las características del **equipo** eran correctas según las pautas nombradas, y su ubicación cumplía con los valores recomendados en inclinación y ubicación de pantalla. La altura podría considerarse alta, pero no era incorrecta dada la posición de la cabeza de la usuaria, completamente erguida o en ligera extensión. Esto daba como resultado un ángulo de visión de 5° y un ángulo de la línea de visión de 0°, prácticamente en los límites de los valores recomendados. Sin embargo, las condiciones del mobiliario y el bipedestador de esta

usuaria limitaban la posibilidad de corregir la altura de la pantalla, más allá de la regulación de la misma.



**Figura 8-57. Ángulo visual de la webcam de la usuaria 5 Co.**

Las características y orientación de la webcam también eran adecuadas según las pautas generales, siendo el ángulo visual de la webcam menor a  $10^\circ$ , lo que permitía una ubicación correcta de la referencia de la nariz por parte del SINA.

La distancia del usuario a la pantalla era superior a lo recomendado, y más teniendo en cuenta que se trataba de una niña, caso en el que las distancias de visión adecuadas pueden ser incluso menores (hasta 20-30cm). Una distancia menor podría permitir una mejor visualización de la pantalla y una mayor estabilidad de la referencia por parte del SINA

Los aspectos mejorables en las condiciones de uso del SINA por parte de la usuaria 5 Co fueron:

- Reducir la distancia de la usuaria a la pantalla y a la webcam.
- Valorar la posibilidad de bajar la pantalla, adecuándola más a la altura de la usuaria



## **Usuario 6 Is**



**Figura 8-58. Imagen de perfil y frontal de la postura de trabajo de la usuaria 6 Is.**

### **Análisis de las condiciones de uso del SINA**

La **postura** de la usuaria 6 Is no coincidía con la postura teórica de referencia definida por las pautas generales, ya que su se encontraba en sedestación reclinada, determinando una posición de la cabeza no prevista por las recomendaciones ergonómicas generales. El plano de Frankfurt, referencia de horizontalidad o de la inclinación anterior de la cabeza, se encontraba fuera de los límites previstos (0-20°), siendo en este caso de -25°. El resto de parámetros que definían la postura adecuada y la ubicación del equipo se veían también afectados.

La postura de trabajo definida era la postura habitual en la usuaria, necesaria para la estabilidad y alineación del cuerpo, por lo que el análisis de la postura y situación del equipo debía hacerse en este caso adaptando las recomendaciones generales a la posición en reclinación de la usuaria.

La usuaria **interaccionaba** con el ordenador mediante movimientos voluntarios de cabeza en todas las direcciones, de amplitud moderada, aunque los movimientos de rotación e inclinación eran poco controlados cuando se realizan en combinación con flexión. Presentaba también fases de balanceo de la cabeza en flexoextensión. Para determinadas actividades en las que se requería el paso por un punto concreto de la pantalla, la estrategia utilizada por la usuaria era realizar un barrido por la pantalla haciendo balanceo en flexión y extensión de la cabeza, hasta pasar por el lugar deseado y conseguir el objetivo.

Las características del **equipo** eran correctas según las pautas ergonómicas generales, y su ubicación cumplía con los valores recomendados, tanto en altura como en situación de pantalla, para una postura erguida. Aunque el ángulo de visión y el ángulo de la línea de visión estaban dentro de los valores recomendados, se encontraban en el límite ( $<5^\circ$  en el caso del ángulo de visión y  $30^\circ$  en el ángulo de la línea de visión), lo que indicaba una posición algo forzada a la hora de mirar la pantalla. Estos parámetros mejorarían si se elevara la pantalla, permitiendo un mejor ángulo de visión, y eliminando la inclinación (pantalla recta) o introduciendo una ligera inclinación anterior, que ayudaría a mejorar el ángulo de visión.

La distancia del usuario a la pantalla era superior a lo recomendado debido al choque de las rodillas con el escritorio. Un acercamiento de la pantalla y la webcam al borde de la superficie de trabajo posibilitarían una distancia adecuada, facilitando también el reconocimiento correcto del punto de referencia del SINA.

La colocación de la webcam sobre la pantalla era correcta dada la postura de la usuaria, pero su orientación originaba un ángulo visual de la webcam de  $20^\circ$  en contrapicado, cuando lo óptimo sería aproximarse a  $0-5^\circ$ . Para ello habría que corregir la orientación de la webcam, dirigiendo la lente hacia la cara del usuario.



**Figura 8-59. Ángulo visual de la webcam de la usuaria 6 Is.**

La **configuración del SINA** para la usuaria era adecuada, dando los resultados esperados.

El **tiempo de sesión** se estableció por criterios de organización del centro al que acudía la usuaria, siendo adecuado a las necesidades de la misma.

Los aspectos a mejorar en las condiciones de uso del SINA de la usuaria 4 MAS eran:

- Colocar la pantalla más cerca, más alta y en ligera inclinación anterior, adaptándola a la línea de visión de la usuaria.
- Corregir la orientación de la webcam, dirigiéndola hacia la cara del usuario.

### ***Usuario 7 Sa***



**Figura 8-60.**Imagen de perfil y frontal de la postura de trabajo de la usuaria 7 Sa.

#### **Análisis de las condiciones de uso del SINA**

La **postura** de la usuaria 7 Sa no era la postura teórica de referencia definida por las pautas generales. Su posición era reclinada (ángulo del respaldo 120°), lo que situaba la cabeza en una posición no prevista por las recomendaciones ergonómicas generales. La postura de trabajo era la habitual para la usuaria por sus características y necesidades, por lo que el análisis de la postura y situación del equipo se debía realizar adaptando las recomendaciones generales a la posición en reclinación de la usuaria.

La posición reclinada de la usuaria condicionaba el plano de Frankfurt a 30° por encima de la horizontal, muy lejos de los límites previstos (0-20°). Sin embargo, la ubicación

elevada de la pantalla permitía que la visualización fuese correcta a pesar de esta posición de la cabeza, como se pudo comprobar por los ángulos de visión y de la línea de visión de la usuaria, que se mantenían dentro de los valores considerados ergonómicos.



**Figura 8-61. Usuaría 7 Sa. Ángulo de la línea de visión.**

La usuaria **interaccionaba** con el ordenador mediante movimientos de cabeza en todas las direcciones, rápidos y de poca precisión. Los movimientos más controlados, que realizaba de manera aislada (sin combinación con otros movimientos), eran rotaciones, ya que los llevaba a cabo con la cabeza apoyada, lo que le daba una estabilidad que le permitía controlar mejor el movimiento. En el momento en que intentaba iniciar movimientos en otras direcciones (inclinación, flexión) o movimientos combinados, perdía el control de la cabeza, cayendo esta hacia delante y quedando en flexión máxima.

Las características del **equipo** eran correctas según las pautas ergonómicas generales. Su ubicación no cumplía con los valores recomendados sino que se había ubicado la pantalla bajo criterios de necesidad de la usuaria, dando como resultado una mejor visualización de la pantalla. Esta podría mejorar introduciendo una ligera inclinación anterior de la pantalla.

La distancia de la usuaria a la pantalla y a la webcam era muy superior a lo recomendado, debido a su posición reclinada y a la elevación de la pantalla para su correcta visión. Un acercamiento a la pantalla junto con la inclinación anterior de la misma permitiría una mejor visión de la pantalla por parte de la usuaria.

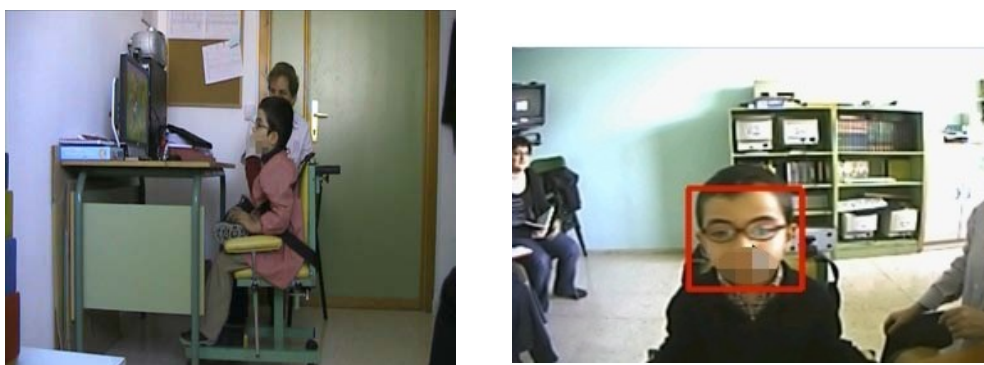
La colocación de la webcam sobre la pantalla era correcta dada la postura de la usuaria, ya que una colocación inferior habría determinado ángulos de visión de la webcam incorrectos, de tal manera que el SINA no habría captado los movimientos de la usuaria ni el punto de referencia correctamente. La constante pérdida o localización incorrecta de la referencia del SINA indicaba una distancia demasiado elevada para el correcto funcionamiento del programa, por lo que el acercamiento de la usuaria a la pantalla y a la webcam también favorecería este aspecto.

La **configuración del SINA** para la usuaria era adecuada, dando los resultados esperados. El **tiempo de sesión** se estableció por criterios de organización del centro al que acudía la usuaria, siendo adecuado a las necesidades de la misma.

Los aspectos a mejorar en las condiciones de uso del SINA de la usuaria 7 Sa eran:

- Acercar la usuaria a la pantalla y a la webcam.

### ***Usuario 8 El***



**Figura 8-62. Imagen de perfil y frontal de la postura de trabajo del usuario 8 El.**

#### **Análisis de las condiciones de uso del SINA**

La **postura** de trabajo del usuario 8 El era una posición en sedestación erguida, a pesar de la ligera flexión de tronco y ligera extensión de cabeza. Esta extensión de la cabeza

implicaba una línea de visión y un plano de Frankfurt fuera de los límites previstos (0-20°), llegando a los -20°.

La postura de trabajo definida era una postura espontánea en el usuario, que por iniciativa propia la cambiaba durante el desarrollo de las sesiones, apoyándose en el respaldo y llevando la cabeza a una posición horizontal.

Las características del **equipo** eran correctas según las pautas ergonómicas generales, y su ubicación cumplía con los valores recomendados, tanto en altura como en situación de pantalla, para una postura erguida de un usuario adulto o de mayor tamaño que el usuario 8 El, pero quedaba elevada para este. Debido a la extensión de cabeza y la altura de la pantalla, se daba una posición algo forzada a la hora de mirar la pantalla. Estos parámetros mejorarían si se bajara la pantalla, adecuándola a la altura del usuario en sedestación, permitiendo así un mejor ángulo de visión.

La distancia del usuario a la pantalla era superior a lo recomendado. Un acercamiento de la pantalla y la webcam al usuario de la superficie de trabajo posibilitarían una distancia adecuada, siempre manteniendo el equipo fuera del alcance del usuario.

Dada la necesidad de situar la webcam sobre la pantalla por la manipulación del usuario, se debería mejorar su orientación, dirigiendo la lente hacia la normal de la cara del usuario.

La **configuración** del SINA era adecuada para el usuario, teniendo en cuenta los objetivos que con él se trabajaban en estas sesiones.

El **tiempo de sesión** se estableció por criterios de organización del centro al que acudía el usuario, adaptando la duración de sesión efectiva a las necesidades del usuario.

Los aspectos a mejorar en las condiciones de uso del SINA de la usuaria 4 MAS eran:

- Colocar la pantalla más cerca y más baja, o al usuario más alto, para mejorar su visualización y la postura del usuario.
- Corregir ligeramente la orientación de la webcam.

## **Usuario 9 Ra**



**Figura 8-63. Imagen de perfil y frontal de la postura de trabajo del usuario 9 Ra.**

### **Análisis de las condiciones de uso del SINA**

La **postura** de trabajo del usuario 9 Ra era en términos generales ergonómicamente correcta, ya que cumplía los requisitos de la postura de trabajo en posición erguida definida por las pautas generales halladas.

El usuario **interaccionaba** con el ordenador a partir de movimientos voluntarios a nivel de cabeza y cuello en todas las direcciones, con restricción de movilidad a la rotación izquierda. La flexión y extensión eran de poca amplitud. Los movimientos eran lentos y poco precisos.

La estrategia de fijación utilizada, de colocar una o ambas manos sobre la mesa para mantener la postura erguida, resultaba efectiva.

El ángulo de la línea de visión, parámetro descriptivo de la postura del usuario, no se encontraba dentro de los valores recomendados, ya que quedaba por encima del plano de Frankfurt, debido a la ubicación del **equipo**. Esto obligaba al usuario a elevar la mirada para ver correctamente la pantalla, dada la ubicación de esta sobre el procesador y la posición de la cabeza en flexión. Esta ubicación respondía al objetivo marcado con este usuario de trabajar su postura y movimientos.



**Figura 8-64. Usuario 9 Ra: Ángulo de la línea de visión.**

Las características y orientación de la webcam eran adecuadas según las pautas generales, estando orientada a la posición de reposo del usuario, y desplazada según esta. La distancia del usuario a la pantalla era algo superior a la recomendada, lo que se podría corregir acercando el equipo de trabajo al usuario.

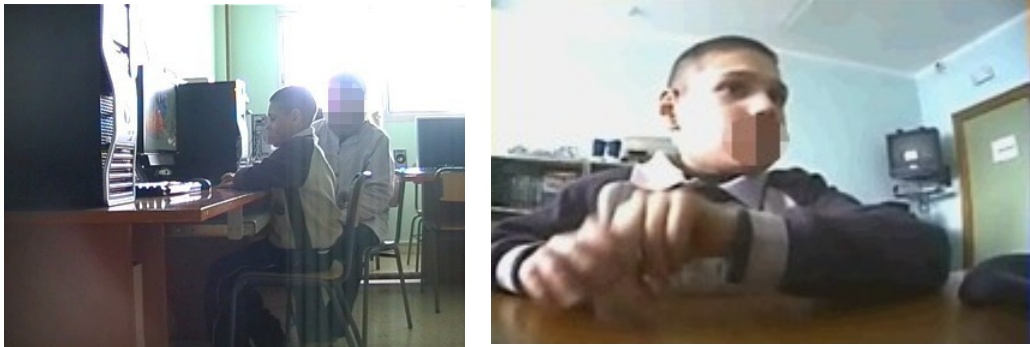
Los parámetros de **configuración del SINA** para el usuario Ra daban el resultado esperado, ya que estaban pensados para provocar el movimiento de cabeza y cuello a través de *x* e *y* bajas y un tiempo de clic alto.

Los aspectos mejorables en las condiciones de uso del SINA para el usuario 9 Ra fueron:

- Reducir ligeramente la distancia del usuario a la pantalla y la webcam.



### **Usuario 10 Ga**



**Figura 8-65. Imagen de perfil y frontal de la postura de trabajo del usuario 10 Ga al inicio de la sesión.**

#### **Análisis de las condiciones de uso del SINA**

La **postura** del usuario 10 Ga era erguida, ligeramente anterior, con apoyo de los codos en la mesa, que alternaba con una postura también erguida en la que se apoyaba en el respaldo. Ambas posturas eran en términos generales posturas erguidas, dado que el tronco se mantenía vertical (ya fuese con o sin apoyo en el respaldo) y el centro de gravedad del mismo no se adelantaba demasiado, por lo que coincidían en términos generales con las recomendaciones ergonómicas para el uso de pantallas de visualización de datos. El cambio de postura no variaba el ángulo de inclinación de la cabeza del usuario de manera significativa, y por extensión el resto de parámetros que definían su postura.



**Figura 8-66. Usuario 10 Ga apoyado en el respaldo.**

Las características del **equipo** eran correctas según las pautas ergonómicas generales, y su ubicación cumplía con los valores recomendados, tanto en altura como en situación de pantalla, para una postura erguida de un usuario adulto o de mayor tamaño que el usuario 10 Ga. Debido a la inclinación anterior de cabeza que presentaba el usuario fuera cual fuese su postura, combinada con la altura de la pantalla, Ga miraba la pantalla de manera algo forzada. Estos parámetros mejorarían si se bajara ligeramente la pantalla, adecuándola a la altura del usuario y al ángulo de inclinación de cabeza que presentaba, permitiendo así un mejor ángulo de visión.

La distancia del usuario a la pantalla era correcta según las recomendaciones estándar. Siendo Ga un niño podría acercarse la pantalla para una mejor visibilidad, aunque esto podría suponer la manipulación de cualquiera de estos elementos, por lo que la distancia se consideró adecuada a las características del usuario.

Cuando se detectó una colocación incorrecta de la webcam al inicio de la sesión, fue corregida por la propia terapeuta. Estas correcciones se daban muchas veces por ensayo y error, cuando el equipo debería colocarse desde un inicio bajo criterios ergonómicos y funcionales. Se puso de manifiesto así la necesidad de unas pautas adecuadas para las sesiones de trabajo con el SINA.

La webcam debería situarse frente al usuario, de tal manera que localice fácilmente el punto de referencia.

Los parámetros de **configuración del SINA** tenían como objetivo la exploración de la pantalla y el establecimiento de la relación causa-efecto a partir de  $x$  e  $y$  no muy elevadas y un tiempo de clic bajo que facilitara la activación de eventos. Esta configuración resultaba adecuada para su objetivo.

El **tiempo de sesión** se estableció por criterios de organización del centro al que acudía la usuaria, adaptando la duración de sesión efectiva a las necesidades del usuario.

Los aspectos a mejorar en las condiciones de uso del SINA del usuario 10 Ga eran:

- Colocar la pantalla algo más baja, o al usuario más alto, para mejorar su visión.
- Corregir la orientación de la webcam.

### **Usuaría 11 Ca**



**Figura 8-67.**Imagen de perfil y frontal de la postura de trabajo de la usuaria 11 Ca.

#### **Análisis de las condiciones de uso del SINA**

La **postura** de la usuaria 11 Ca no era la postura teórica de referencia definida por las pautas generales, ya que su posición en la silla de ruedas era reclinada. Esta postura era la establecida para la usuaria por sus características y necesidades, por lo que el análisis de la postura y situación del equipo se debía realizar adaptando las recomendaciones generales a la posición en reclinación de la usuaria.

La posición reclinada determinaba la ubicación del plano de Frankfurt 30° por encima de la horizontal, muy lejos de los límites previstos (0-20°).

Para la **interacción** con el ordenador la usuaria realizaba movimientos de cabeza en todas las direcciones desde el apoyo de la cabeza en el reposacabezas. Los movimientos realizados sin apoyo en el respaldo eran combinaciones de flexión de cabeza con rotación, muchos de ellos fuera del rango neutro, y resultaban rápidos y de poca precisión. Para controlar el cursor utilizaba en muchas ocasiones los movimientos poco controlados de flexoextensión para hacer barridos en vertical o en diagonal en la pantalla.

En cuanto al **equipo** de trabajo, la distancia a la pantalla y a la webcam era muy superior a lo recomendado, debido a su posición reclinada y a la imposibilidad de un mayor acercamiento. Esto provocaba una visión de la pantalla en una posición incómoda para la

usuaria, con un ángulo de la línea de visión de  $40^\circ$ , fuera de los valores establecidos como ergonómicos, que provocaba una visualización de la pantalla forzada, manteniendo la mirada hacia abajo.



**Figura 8-68. Usuaría 11 Ca: ángulo de la línea de visión.**

En este caso, la elevación y acercamiento de la pantalla a la usuaria mejorarían la visualización, permitiendo un ángulo de visión y de la línea de visión más confortables.

La colocación de la webcam sobre la pantalla era correcta dada la postura de la usuaria, pero la orientación de la lente no era la adecuada, obteniendo valores del ángulo visual de la webcam muy superiores a la situación óptima.



**Figura 8-69. Ángulo visual de la webcam de la usuaria 11 Ca.**

Un acercamiento de la webcam también sería positivo, puesto que por un lado favorecería el reconocimiento del SINA del punto de referencia, y por otro los movimientos serían captados más de cerca por la cámara, necesitando por lo tanto menores valores de ganancia, lo que permitiría a la usuaria trabajar con mayor precisión a partir de la misma amplitud de movimiento.

Los parámetros de **configuración del SINA** más adecuados correspondían a una ganancia ( $x$  e  $y$ ) reducida, dados los movimientos amplios y poco controlados de la usuaria. Sin embargo, al estar la usuaria Ca a una gran distancia de la webcam, los movimientos que captaba esta eran en realidad cortos, lo que obligaba a configurar una elevada  $x$  e  $y$  para compensar esta circunstancia. En este sentido, los parámetros configurados resultaban adecuados y cumplían su objetivo.

El **tiempo de sesión** se estableció por criterios de organización del centro en el que se encontraba la usuaria. Se trataba de sesiones de entrenamiento específico de control del movimiento, la precisión y la coordinación, lo que se complementaba con sesiones de ocio con el ordenador. Se desconocían los tiempos de descanso pautados durante las sesiones de ocio, por lo que no se pudo valorar su adecuación.

Los aspectos a mejorar en las condiciones de uso del SINA de la usuaria 11 Ca eran:

- Reducir la distancia de la usuaria a la pantalla y la webcam.
- Elevar la pantalla, colocándola sobre algún tipo de accesorio, para adecuarla a la orientación de la cabeza de la usuaria.
- Reducir los valores  $x$  e  $y$  de la configuración del SINA, adaptándolos a la nueva distancia.

## **Usuario 12 Ou**

### **Análisis de las condiciones de uso del SINA**

La **postura** del usuario 12 Ou para el trabajo con el ordenador era correcta desde el punto de vista ergonómico, cumpliendo con los requisitos de la postura de trabajo en posición erguida definida por las pautas generales halladas.

Las características del **equipo** también eran correctas según las pautas nombradas, y su ubicación cumplía con los valores recomendados de inclinación y ubicación de pantalla, así como la distancia del usuario a la pantalla. La altura de la pantalla era un poco superior a lo recomendado.

El hecho de que la pantalla fuese panorámica parecía añadir dificultad al usuario para alcanzar las esquinas de la misma, recomendándose para el uso del SINA el trabajo con pantallas no panorámicas si las características del usuario así lo requiriese, o bien la **configuración** de  $x$  más altas, que ampliaran en pantalla los movimientos horizontales de los usuarios.

El **tiempo de sesión** se estableció por criterios de organización del centro en el que se encontraba la usuaria. Se trataba de sesiones de entrenamiento específico de control del movimiento, la precisión y la coordinación, lo que se complementaba con sesiones de ocio con el ordenador. Se desconocían los tiempos de descanso pautados durante las sesiones de ocio, por lo que no se pudo valorar su adecuación.

Las pausas que introducía el usuario espontáneamente durante la sesión respondían al cansancio por esfuerzos puntuales.

Los aspectos a mejorar en las condiciones de uso del SINA del usuario 12 Ou fueron:

- Ajustar la altura de la pantalla a la posición del usuario.
- Valorar la posibilidad de trabajar con una pantalla no panorámica.
- Reajustar los parámetros  $x$  e  $y$  a las necesidades del usuario.

### **Usuario 13 Ni**



**Figura 8-70. Imagen de perfil y frontal de la postura de trabajo del usuario 13 Ni.**

#### **Análisis de las condiciones de uso del SINA**

La **postura** de trabajo del usuario 13 Ni se consideró en general erguida, aunque influida por la desviación del raquis que presentaba, con una cifosis dorsal alta estructural que obligaba al usuario a una posición de extensión de cuello que no llegaba a horizontalizar la mirada. Esto hacía que no pudiera cumplir completamente las recomendaciones ergonómicas para el trabajo con pantallas de visualización de datos en posición erguida.

La presencia de un plano de Frankfurt a 30° de la horizontal suponía una colocación muy baja de la pantalla para optimizar el ángulo de visión y de la línea de visión. Sin embargo, la pantalla estaba ubicada todo lo baja que podía estar, con lo que para mejorar este aspecto se debía valorar la posibilidad de trabajar con una silla más alta. Debía tenerse en cuenta, sin embargo, que esta ubicación del **equipo** respondía al objetivo marcado con este usuario de trabajar su postura y movimientos.

Las características y orientación de la webcam eran adecuadas según las pautas generales, estando orientada a la posición de reposo del usuario, y desplazada según esta. La posición sobre la pantalla utilizada provocaba un ángulo visual de la webcam muy alto, lo que podía dificultar la detección de movimientos del usuario. Pero dada la escasa amplitud de movimientos utilizada por este, esta colocación resultaba suficiente para obtener buenos resultados, lo que se pudo comprobar por la ausencia de pérdidas de referencia del SINA.



**Figura 8-71. Ángulo visual de la webcam del usuario 13 Ni.**

Los **parámetros configurados** tenían como objetivo la estimulación de la movilidad del usuario. De lo contrario, habrían sido insuficientes para el trabajo con el ordenador, ya que la escasa movilidad del usuario Ni requería mayores niveles de ganancia vertical (parámetro *y*).

La distancia del usuario a la pantalla era algo superior a la recomendada, lo que se podría corregir acercando ligeramente el equipo de trabajo al usuario.

Los aspectos mejorables en las condiciones de uso del SINA para el usuario 13 Ni fueron:

- Reducir ligeramente la distancia del usuario a la pantalla y la webcam.
- Si el usuario aumentara la movilidad, cabría valorar la colocación de la webcam sobre la mesa o soporte, adaptando la orientación hacia la cara del usuario, adecuando el ángulo visual de la webcam

### **Las condiciones de uso del SINA según los responsables de las sesiones**

Además de analizar cada caso individualmente, en el contexto de esta tarea también se preguntó a los responsables de las sesiones del SINA en cada centro sobre las condiciones



que habían establecido y bajo qué criterios, así como las recomendaciones que harían a nuevos usuarios, a partir de su experiencia en el proyecto SINA.

Esta información se obtuvo exclusivamente de las entrevistas iniciales (Ei). En ellas se recogían comentarios y observaciones que indicaban los pasos seguidos para llegar a las condiciones, parámetros y configuración de cada usuario en aquel momento. Asimismo, durante la entrevista se preguntaba específicamente sobre las recomendaciones que harían a un nuevo usuario.

El proceso seguido, y las recomendaciones a partir de la experiencia de los terapeutas, fueron:

- Antes de introducir el SINA como dispositivo de acceso al ordenador, debía garantizarse que la persona tenía las capacidades mínimas para interactuar a través de él, ya que de lo contrario podrían crearse situaciones de frustración.
- Al iniciar el trabajo con el SINA se seguían las directrices generales de postura, colocación del equipo del trabajo con el ordenador y las pautas de configuración indicadas por las instrucciones del SINA y por el personal del proyecto, y a partir de ahí las condiciones se iban adaptando a las necesidades del usuario en cuestión.

*“Yo lo que hago es el primer día el usuario llega y le pongo la pantalla delante y observo su postura y demás. Y a medida que vas viendo lo que hacen te vas fijando y les das las pautas.”* (Logopeda responsable de las sesiones de SINA de los usuarios 1 Ma, 2 Se y 3 Gu)

Los responsables de las sesiones con el SINA explicaron la necesidad de unas condiciones físicas adecuadas para poder realizar una interacción con el ordenador cómoda para el usuario, destacando la importancia de una postura estable y de la correcta ubicación de la webcam. Las recomendaciones que plantearon al respecto fueron:

- El usuario debía estar en una postura estable, adecuada a sus características, de tal manera que facilitara el control y la movilidad de la cabeza, evitando todo movimiento compensatorio. Para ello era necesario conocer la postura correcta habitual del usuario y utilizarla como punto de partida, adaptando el resto de elementos para el trabajo con el

ordenador. Esta podía mantenerse por control postural del propio usuario o por elementos de fijación, cuando el usuario no tenía la capacidad de mantener su propia postura.

*“Que sólo tengan que controlar la cabeza, de alguna manera, [mantener la postura estable] ya sea con cinchas o ellos mismos si lo saben hacer.”* (Fisioterapeuta responsable de las sesiones de SINA de los usuarios 11 Ca y 12 Ou)

*“Sobre todo es la manera y el sitio en el que están sentados. [ ] Tener en cuenta eso, que el usuario esté en una postura muy adecuada y correcta para él y no tenga que estar pensando “estoy bien sentado” o “me tengo que sujetar” y toda la atención pueda estar dirigida a lo que hace con el SINA.”* (Maestra de educación especial responsable de las sesiones de SINA del usuario 9 Ra)

- La pantalla debía colocarse ante el usuario a la altura de la cabeza, según la colocación habitual de una pantalla de ordenador. No recomendaron otro tipo de posicionamiento de la pantalla, ni comentaron aspectos de la distancia ni la inclinación de la misma.

- La ubicación de la webcam era uno de los aspectos que más variaba dependiendo del usuario, por lo que no se dio una pauta concreta. Sí que se recomendaba partir de la posición estándar de la webcam, centrada sobre la pantalla, con un ángulo visual que permitiera un plano frontal (normal) del usuario, e ir explorando otros emplazamientos si este no resultaba adecuado, tanto en altura como en desplazamiento lateral o rotación.

*“Primero probar sobre la pantalla y si no abajo, e ir probando. Si ves que no llega a según qué zonas de la pantalla, ir cambiando la webcam.”* (Maestra de educación especial responsable de las sesiones de SINA del usuario 9 Ra)

*“Que la cámara estuviese delante de ellos, bien enfrente, de altura y eso... y después, si tenían problemas de ir hacia la izquierda o la derecha sí que íbamos moviendo la cámara.”* (Logopeda responsable de las sesiones de SINA de los usuarios 1 Ma, 2 Se y 3 Gu)

- La configuración de los parámetros del SINA que se recomendaba era inicialmente una configuración poco precisa, para explorar el manejo del cursor a partir de ella, e ir adaptándola a las características del movimiento del usuario.

En cuanto a otros aspectos del desarrollo de sesiones con el SINA, se indicó que se debía iniciar con un entrenamiento del funcionamiento del SINA en sí, partiendo de actividades muy fáciles (activación de eventos por paso del cursor o actividades que tuvieran objetos grandes, dependiendo del nivel cognitivo, las características del usuario y su experiencia con el ordenador) que resultaran atractivas para el usuario, guiándole y explicándole lo que estaba haciendo hasta conseguir establecer la relación entre los movimientos de cabeza y los eventos en pantalla. A partir de la evolución del usuario con el ordenador se introducían actividades más complejas, con mayores exigencias cognitivas, de precisión, etc.

*“Si no se le facilita, si no resulta una actividad atractiva que no le suponga mucho coste, pues entonces no funciona.”* (Psicóloga responsable de las sesiones de SINA de la usuaria 4 MAS)

*“A medida que va madurando la persona pues vas pasando de desplazar a dirigir, a dirigir y clicar, y vas haciendo pues el manejo del ordenador [] de manera lúdica.”* (Logopeda responsable de las sesiones de SINA de las usuarias 5 Co y 6 Is)

Hay que tener en cuenta que la muestra estaba constituida por usuarios que podían tener experiencia previa con el ordenador o no, con los que se trabajaban diferentes fases del aprendizaje del manejo del ordenador.

El tiempo de sesión se estableció en todos los casos bajo criterios de organización del centro, contando para cada sesión con el tiempo habitual de trabajo del terapeuta en cuestión con el usuario. No se realizaron recomendaciones específicas sobre el tiempo de sesión.

Una de las recomendaciones en la que coincidían todos los entrevistados era la necesidad de conocer al usuario, sus características y necesidades, así como lo imprescindible de una observación constante y atenta del usuario durante la sesión, para poder adaptar así las condiciones de uso del SINA. Se insistía en este punto en que el

usuario era el centro de la sesión, por lo que el terapeuta o quien le acompañara en el trabajo con el ordenador debía ser paciente, capaz de ponerse en el lugar del usuario y adaptarse al ritmo de trabajo de este.

*“... Un terapeuta que se ponga en el lugar del usuario, antes de empezar, y pueda ver qué dificultades se puede encontrar. Porque a veces, claro, nosotros lo vemos desde una perspectiva y el usuario lo ve desde otra.”* (Logopeda responsable de las sesiones de SINA del usuario 8 El)

*“Que observara mucho al nuevo usuario, que estuviera atento a sus señales y que fuese adaptándose. Claro, esto indica que tiene que tener conocimiento del usuario. [] El que acompaña tiene que atemperar un poco sus prisas, ¿no? Insisto, el usuario es el centro y hay que adaptarse a sus posibilidades, a su ritmo.”* (Psicóloga responsable de las sesiones de SINA de la usuaria 4 MAS)

*“Y dejarles mucho tiempo hacer lo que quieran, porque me pongo yo personalmente más nervioso que ellos, ¿sabes? [] Tienen mucha más paciencia que nosotros. Porque a veces quieres cambiar, probar de otra manera, y ellos no te demandan realmente cambiarlo, sino que dicen “déjame... ya lo haré”.”* (Fisioterapeuta responsable de las sesiones de SINA de los usuarios 11 Ca y 12 Ou)

### **8.1.3.2 Resumen de los datos**

Al igual que en el caso de las capacidades de los usuarios, en las condiciones de utilización del ordenador y del SINA se halló una gran diversidad de posturas, movimientos para la activación del SINA, ubicaciones del equipo, etc.

Las diversas posturas identificadas y la adecuación del equipo a las mismas correspondían con los perfiles definidos según la postura del usuario, lo que evidenciaba la adecuación de los perfiles establecidos. La configuración de parámetros del SINA, por su parte, también seguía tendencias comunes entre aquellos usuarios identificados dentro de un

mismo perfil según el movimiento y el control de la cabeza definidos. Esto permitiría trabajar con pautas adecuadas a los diferentes perfiles, posibilitando la agrupación de usuarios a través de criterios establecidos en la definición de los perfiles, y a la vez respetando la diversidad de situaciones hallada.

En general las condiciones de uso del ordenador y del SINA por parte de los usuarios eran correctas, dado que eran el resultado de la aplicación de pautas ergonómicas generales conocidas por los responsables de las sesiones, de la aplicación de las indicaciones de uso del SINA y de la observación y adaptación de todo ello a las características individuales de cada usuario. Aún así, quedaban algunos aspectos mejorables, sobre todo en aquellos casos en los que la postura del usuario no coincidía con la postura teórica de referencia, y en esos casos las pautas ergonómicas generales conocidas y aplicadas por los terapeutas no resultaban tan apropiadas.

La posición de cada usuario venía determinada por las características y capacidades del mismo, y estaba indicada para garantizar su estabilidad y la alineación de su cuerpo. En muchos casos se consultó con el fisioterapeuta del centro la adecuación de la postura o la posibilidad de adquirir nuevas posturas de trabajo. La decisión final fue siempre conservar la postura a la que estuviera habituado el usuario, siempre que esta permitiera el trabajo en condiciones confortables ante el ordenador. La postura propia del usuario, por tanto, no se podía modificar, y constituía el punto de partida para el resto de condiciones de uso del SINA. Se daban casos en los que la postura propia del usuario no coincidía con la postura teórica de referencia en sedestación descrita en los requisitos y recomendaciones ergonómicas internacionales.

Aquellos usuarios que tenían control de tronco, y por tanto podían mantener de manera autónoma su postura, trabajaban en silla escolar (usuarios 10 Ga y 13 Ni) o en silla de ruedas estándar (usuario 12 Ou) sin necesidad de adaptaciones o elementos de fijación. Por el contrario, los usuarios sin capacidad de control de tronco y/o de cabeza mantenían su postura a partir de adaptaciones y elementos de estabilización y posicionamiento (taco abductor, arnés, cinchas, etc) en las diferentes sillas de ruedas que correspondieran a sus necesidades, en cada caso.

Las sillas utilizadas eran:

- Silla escolar. Los gabinetes en los que se llevaban a cabo las sesiones del SINA estaban ubicados en centros de educación especial, residencias o centros de día, en los que el mobiliario disponible era el mobiliario escolar estándar. Estas sillas no correspondían a los requisitos de sillas para el trabajo con ordenador (silla de oficina), pero al tratarse de sesiones cortas, no resultaban inadecuadas. Las sillas escolares presentaban dificultades a la hora de adaptar la altura de la pantalla si se combinaban con escritorios o mesas de trabajo fijas, que fue lo más frecuente.
- Silla de ruedas. Los usuarios sin control postural utilizaban sillas de ruedas de diferentes tipos y características, acordes con sus capacidades y necesidades. Estas, a pesar de no corresponder a la descripción de sillas de trabajo con ordenadores, cumplían muchos de los requisitos establecidos para estas, siendo el elemento que, junto con los elementos de posicionamiento, garantizaban una postura estable y segura a los usuarios.

Dentro de la variedad de posturas de trabajo encontraron los ya descritos en los perfiles según la capacidad del usuario: usuarios en postura erguida, aquellos cuya postura era reclinada y los que se encontraban en inclinación anterior de cabeza y/o tronco.

El hecho de trabajar con una postura erguida o no fue determinante en las condiciones físicas del uso del SINA, como la ubicación del equipo o del mobiliario, de tal forma que aquellos en aquellos usuarios con posiciones diferentes a la postura teórica de referencia no eran aplicables los parámetros habituales (pantalla a la altura de los ojos, a una distancia de 400-750mm, webcam sobre la pantalla, etc), puesto que estos delimitaban una situación de visualización de la pantalla y manejo del ordenador inadecuadas para estos usuarios. En estos casos, se aplicaban los requisitos y recomendaciones ergonómicas de manera genérica, adaptando las condiciones del usuario a partir de ellas.

Los usuarios en posición erguida, en términos generales, no requerían ubicación del equipo diferente de la recomendada en las normas, requisitos y recomendaciones ergonómicas habituales. Así, usuarios como 1 Ma, 3 Gu, 9 Ra y 12 Ou, que presentaban una posición cercana a la estándar, necesitaban la distancia estándar a la pantalla (400-750mm), que debía estar colocada verticalmente y a la altura de los ojos. La webcam se encontraba en

estos casos sobre la pantalla, consiguiendo un ángulo visual adecuado, cercano al plano normal. El usuario 8 El, a pesar de mantener una posición erguida, situaba su cabeza en ligera extensión, lo que cambiaba levemente las necesidades de altura de la pantalla y de orientación de la webcam. Por su parte, la postura del usuario Ni, que partía también de una posición bastante erguida, quedaba modificada por sus características, lo que también influía en las necesidades de ubicación del equipo.

En los usuarios con una postura de cabeza y/o tronco en inclinación anterior (usuarios 2 Se y 4 MAS) se hallaba un ángulo de inclinación de cabeza (ángulo del plano de Frankfurt) no considerado ergonómico por las pautas generales, y al que sin embargo se debía adaptar una ubicación del equipo que respondiera a sus necesidades. Se comprobó que la ubicación del equipo que suponía una eficiencia y correcto funcionamiento del SINA era:

- Pantalla más baja que la ubicación estándar, colocada vertical o en inclinación anterior, ajustándola a la línea de visión del usuario.
- Webcam situada sobre la mesa o sobre algún tipo de accesorio, manteniéndose bajo la pantalla y sin entrar en conflicto con la visualización correcta de esta. Así se facilitaba la captación de un plano frontal (normal) de la cara del usuario, facilitando la captación del punto de referencia y el alcance de todos los puntos de la pantalla por parte del usuario.

Las usuarias que se encontraban en postura reclinada en la silla (usuarias 6 Is, 7 Sa y 11 Ca), con diferentes ángulos de reclinación del respaldo, presentaban a su vez características no previstas por las recomendaciones ergonómicas generales. En estos casos, la inclinación de la cabeza respecto a la horizontal no era anterior sino posterior, debido a la posición del respaldo y el reposacabezas. Esto dibujaba un nuevo escenario, con necesidades de ubicación del equipo muy diferentes a las que se recomendaban para un usuario en posición erguida, con el fin de garantizar una correcta visualización de la pantalla y detección del usuario por parte del SINA. Estas eran:

- Pantalla alta, si fuese necesario inclinada hacia delante, de manera que se ajustara el ángulo de visión y de la línea de visión del usuario.

- Webcam sobre la pantalla, orientada hacia el usuario en un ángulo visual lo más normal posible.
- En estos casos era muy probable el uso de accesorios para poder ubicar tanto la pantalla como la webcam a la altura necesaria para cada usuario.

De las condiciones de uso halladas, la altura de la pantalla y su inclinación eran los elementos más variables entre los usuarios con condiciones de uso similares, aunque no con grandes diferencias, por lo que no eran significativas en los resultados y en las condiciones ergonómicas de los usuarios.

En varios casos se evidenció la necesidad de que la webcam tuviese una visión completamente frontal del usuario, sin rotaciones ni desplazamientos, ya que estos causaban problemas de detección del punto de referencia o de alcance de algunas zonas de la pantalla con el cursor. En los usuarios 2 Se, 4 MAS, 10 Ga se habían dado episodios de colocación incorrecta de la webcam, lo que había derivado en estos problemas. Los usuarios 9 Ra y 13 Ni, por su parte, ya contaban con una ubicación desplazada y rotada de la webcam, adaptada a su posición de reposo y completamente frontal a esta, que garantizaba la estabilidad de la referencia y el alcance de toda el área de la pantalla.

Se dieron tres casos (1 Ma, 2 Se, 3 Gu) en los que se producían constantes problemas de detección del punto de referencia por parte del SINA, provocando saltos del cursor en la pantalla. No se pudo establecer relación entre este hecho y ningún otro factor, pero dado que estos tres usuarios acudían a un mismo centro y llevaban a cabo las sesiones en un mismo espacio, esto hace pensar que el problema podría ser de entorno, características de la webcam o alguna otra causa in situ.

Los movimientos utilizados por cada usuario para la interacción con el ordenador a través del SINA eran individualizados, fruto de la capacidad de control, movilidad y coordinación de cada uno de ellos, y presentaban también una gran diversidad.

No se detectó ningún caso en el que los movimientos efectuados por el usuario durante la sesión fuesen potencialmente lesivos, por sí mismos o por repetición de movimientos. En el caso de las estereotipias se trataba de patrones de movimiento establecidos y no



modificables de cara al uso del ordenador. El esfuerzo de cabeza y cuello no provocaba fatiga ni molestias en los usuarios, excepto en los casos de 2 Se, por los esfuerzos de horizontalización de la cabeza, y en el caso de Ou en los momentos en que el alcance de determinados puntos de la pantalla o de objetivos que requirieran mucha precisión. Estos dos usuarios realizaban pausas para descansar de estos esfuerzos puntuales.

La configuración del SINA venía determinada en primer lugar por la capacidad, amplitud, control y precisión de los movimientos de cabeza del usuario. Otro factor que influía en los parámetros de configuración adecuados para el usuario era la distancia a la que este se encontraba de la pantalla y sobre todo de la webcam. Por último, en ocasiones los parámetros que serían los adecuados se veían modificados si se pretendía estimular la exploración de la pantalla, la activación de eventos, con  $x$  e  $y$  más reducidas, o cuando había un trabajo específico de control de movimientos, coordinación o precisión, en los que se aumentaba el tiempo de clic.

En general se trataba de parámetros adecuados a cada caso, ya que surgían de las adaptaciones y adecuación a las condiciones y evolución de los usuarios. Los datos obtenidos confirmaban que los movimientos horizontales eran más amplios que los verticales (excepto en algún caso), lo que llevaba a factores  $x$  menores que los factores  $y$ , confirmando así las observaciones de los estudios previos sobre dispositivos similares. Asimismo se comprobaba que altos valores de ganancia facilitaban un mayor alcance de toda el área de la pantalla pero perdían precisión, y que los parámetros debían ser ajustados tanto a las capacidades del usuario como a las tareas a realizar, tal como se había recogido en la búsqueda bibliográfica.

No se detectaron casos en los que apareciera fatiga física durante el desarrollo de las sesiones. Estas se finalizaban cuando empezaban a aparecer signos de cansancio en los usuarios, o bien cuando finalizaba el tiempo de sesión establecido. En la mayoría de casos, de todas formas, las muestras de cansancio estaban más relacionadas con desmotivación, desinterés o aburrimiento que por cansancio físico.

En algunos casos, en que durante la sesión se daban momentos de mayor exigencia física (por mantenimiento de una posición de la cabeza o por exigencia de precisión), los

usuarios realizaban pausas, o bien estas eran pautadas por los responsables de las sesiones, evitando así la aparición de fatiga física.

Los usuarios con mayor capacidad cognitiva fueron habitualmente los que mostraron capacidad para trabajar más tiempo con el ordenador sin mostrar cansancio, pudiendo plantearse la realización de sesiones más largas que las que se realizaban en ese momento.

Otro de los aspectos estudiados relacionado con las condiciones de uso del SINA era la posible aparición de episodios de espasticidad o movimientos involuntarios de diferentes tipos que pudieran estar causados o relacionados con el cansancio, las posturas adquiridas durante el desarrollo de la sesión o bien con esfuerzos puntuales. Sin embargo, esto no se detectó en ningún caso, y la aparición de algunos episodios distónicos, espásticos o de otra índole demostró ser parte de los movimientos habituales de los usuarios, sin relación con el uso del ordenador ni con el manejo del SINA.

Por último, las recomendaciones de condiciones de uso por parte de los responsables de las sesiones con el SINA eran genéricas, pero en su mayoría coincidían con las condiciones correctas y adecuadas para los usuarios. Los aspectos que no se pudieron observar mediante otras fuentes de información y que eran relevantes para un manejo con éxito del SINA eran aquellos relacionados con la observación y atención individualizada al usuario para poder adaptar las condiciones de uso del SINA. La persona que acompañara al usuario debía ser paciente, capaz de ponerse en el lugar del usuario y adaptarse al ritmo de trabajo de este, y ser consciente de que el usuario era el eje de la sesión, alrededor del cual se articulaba el resto de elementos de la misma.

## 8.2 Fase de desarrollo de soluciones

En esta fase del estudio se pretendía, a partir de los datos obtenidos en el análisis de la situación, proponer una solución al problema de investigación. Su ubicación dentro del estudio se refleja en la Tabla 8-8.

**Tabla 8-8. Estructura del estudio desarrollado hasta el momento y ubicación de la Fase de desarrollo de soluciones (Fase 2) en ella.**

FASE	TAREA	INSTRUMENTO DE RECOGIDA DE DATOS	INDICADORES	VARIABLES
Fase 1. Análisis de la situación. Definición del problema	Hallar pautas ergonómicas generales para el uso de ordenadores por parte de usuarios con discapacidades físicas	Análisis documental (documentos)	Entorno y equipo Postura Carga física Fatiga Prevención de episodios negativos.	Pautas ergonómicas
	Identificación de perfiles de usuario y sus capacidades y discapacidades	Análisis documental (documentos)	Tipos de usuarios Capacidades de los usuarios Precauciones específicas	Usuario
		Análisis documental (registros)	Tipos de usuarios Capacidades de los usuarios Precauciones específicas	Usuario
		Entrevista inicial (Ei)	Tipos de usuarios Capacidades de los usuarios Precauciones específicas	Usuario
		Observación (Obs_i)	Capacidades de los usuarios	Usuario Uso del SINA
	Valoración de las condiciones de uso del SINA	Análisis documental (registros)	Entorno y equipo Postura Carga física Fatiga Prevención de episodios negativos.	Uso del SINA

FASE	TAREA	INSTRUMENTO DE RECOGIDA DE DATOS	INDICADORES	VARIABLES
		Entrevista inicial (Ei)	Entorno y equipo Postura Carga física Fatiga Prevención de episodios negativos.	Uso del SINA
		Observación (Ob s_i)	Entorno y equipo Postura Carga física Fatiga Prevención de episodios negativos.	Uso del SINA
Fase 2. Desarrollo de soluciones a partir de una fundamentación teórica	Identificación de condiciones ergonómicas adecuadas para el uso del SINA			Pautas ergonómicas

Esta propuesta debía partir de la filosofía explicada en el marco teórico, a partir de la cual, visto desde cualquiera de las áreas de conocimiento planteadas en el mismo, el punto común era posibilitar el acceso a las TIC a usuarios a través de un dispositivo específico, haciendo su uso fácil, cómodo y seguro a partir de la identificación de las condiciones de uso adecuadas.

Una vez identificadas las pautas y recomendaciones adecuadas para el uso del SINA por parte de usuarios con grandes discapacidades motoras, se materializaron en forma de manual, siguiendo las recomendaciones de usabilidad y accesibilidad. Según estas, la documentación es parte de un producto, y es relevante para la utilidad del mismo (ISO 9241-400: 2007). Debe proporcionar la información necesaria al usuario sobre accesibilidad (ISO 9241-20:2008, ISO 9241-5:1998), y debe estar redactada de la forma más clara y sencilla posible, con un vocabulario adecuado para la tarea a realizar por el producto (UNE 139801:2003).

La intención de este manual era posibilitar que cualquier nuevo usuario o acompañante (terapeuta, familiar, cuidador o figura similar) pudiera llegar a una configuración de las condiciones de uso del SINA individualizada y apropiada a sus características personales. Esto se pretendía a través de orientaciones de cada uno de los elementos que conformaban la interacción persona ordenador, todos ellos estudiados en la fase de análisis.

### **8.2.1 Manual de pautas ergonómicas para el acceso al ordenador mediante SINA**

El manual *Pautas ergonómicas para el acceso al ordenador mediante el SINA de usuarios con grandes discapacidades motoras* (versión 1) estaba estructurado según los elementos que formaban parte de las condiciones de uso, y el orden respondía a los pasos a seguir a la hora de acondicionar cada uno de ellos al usuario. Así, a partir de la silla de trabajo y de la postura en ella, se procedía a adaptar el resto de elementos del sistema hombre-máquina que se estaba abordando: pantalla, webcam, configuración del SINA y aspectos de prevención de la fatiga y de desarrollo de las sesiones (actividades, objetivos, etc) que se debían tener en cuenta.

Para la explicación de cada uno de los elementos se exponían primero los criterios ergonómicos generales a aplicar, concretando después la aplicación de estos o la modificación según los perfiles previamente identificados en la fase de análisis, y por último se comentaban situaciones específicas detectadas y cómo abordarlas.

Para ubicar al lector, se definía en primer lugar el contexto a adaptar. Se utilizó el concepto de estación de trabajo, para hacer referencia a los elementos físicos a adaptar, y posteriormente tratar aspectos como el tiempo de sesión o el desarrollo de las sesiones.

Una estación de trabajo con ordenador es el conjunto de mobiliario y equipamiento informático necesario para desarrollar las tareas que se deban llevar a cabo.

Para trabajar de manera saludable con el ordenador, y en nuestro caso concreto con el SINA, se deberán adaptar los elementos de la estación de trabajo a las características y capacidades del usuario. Para ello, se recomienda seguir las pautas que se exponen a continuación.

Se empezaba la explicación de las pautas en sí con la silla de trabajo y la postura que el usuario adoptaba en ella, ya que como se comprobó este era el elemento determinante de la

adecuación o no de otros elementos del sistema. Se describían aquí los perfiles de usuario según su posición en la silla. Después se pasaba a explicar las adaptaciones o requisitos de la mesa de trabajo.

#### SILLA Y POSTURA DE TRABAJO

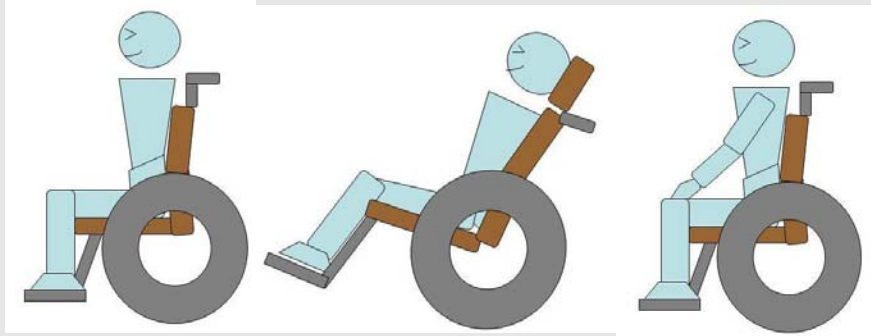
El punto de partida para adaptar la estación de trabajo será la silla.

En caso de que el usuario utilice una silla estándar, se procurará que sea regulable en altura de asiento, altura de respaldo e inclinación de respaldo, con una zona ligeramente prominente para adaptarse a la concavidad lumbar, sobre todo si está previsto que el usuario utilice el SINA para el uso ordinario del ordenador (navegador, procesador de texto, plafón de comunicación), con lo que realizará sesiones más largas.

Se deberá regular la silla de manera que el usuario permanezca sentado con la espalda erguida y apoyada en el respaldo, los muslos horizontales y las piernas verticales, con los pies apoyados en el suelo. Las sillas escolares, a pesar de no cumplir estos requisitos, no resultan inadecuadas si su uso es en sesiones cortas.



En el caso de usuarios que requieran ayuda externa para mantenerse sentados de manera correcta, y por tanto estén habitualmente en una silla, individualizada, con o sin elementos de estabilización (cinchas, cuñas, petos, etc), se utilizará la silla de ruedas del usuario como silla de trabajo, ya que garantizará una postura correcta. En este caso, nos podemos encontrar con tres posturas de base diferentes, que serán las que determinen la colocación de otros elementos de la estación de trabajo:



- Apoyo o inclinación anterior. Usuarios que por su actitud postural permanecen en inclinación anterior, ya sea de tronco, de cabeza o en combinación de ambas. Es posible que lleven elementos de estabilización pero no sean suficientes para mantener la postura erguida recomendable debido a falta de tono muscular, alteraciones morfológicas u otras causas.
- Erguido o con apoyo medio. Usuarios con posición erguida en la silla, con elementos de estabilización o sin ellos, con control cefálico. En estos usuarios la postura coincide con la aconsejada como postura de trabajo en silla ordinaria.
- Apoyo posterior. Usuarios con mayor inclinación posterior de la silla, por lo que realizan un apoyo completamente posterior de tronco, con o sin elementos de estabilización y con reposacabezas por falta de control cefálico.

Nota:

En determinados usuarios puede darse la situación de que en vez de silla se utilice un bipedestador para el trabajo con el SINA. La adaptación de los diferentes elementos de la estación de trabajo deberá realizarse de la misma manera que en el caso de usuarios con silla propia y postura de apoyo medio.

Con el fin de mantener una postura erguida de trabajo, tener un punto de apoyo para el control cefálico, o simplemente evitar o prevenir la aparición de movimientos incontrolados durante la sesión de trabajo, habrá usuarios que requerirán de estrategias de estabilización de tronco o extremidades, como son:

- Sujeción de los brazos por los propios muslos o rodillas del usuario.
- Sujeción de los brazos utilizando los elementos de estabilización existentes (cinchas o petos) como punto de apoyo o sujeción.
- Apoyo de uno o ambos brazos en la mesa de trabajo.
- Agarre con uno o ambos brazos de joystick sobre la mesa de trabajo.



## MESA

Una vez regulada la silla o identificado el tipo de sedestación con el que tendremos que trabajar, pasaremos a adaptar la mesa.

La mesa de una estación de trabajo debe facilitar el desarrollo de las tareas, por lo que debería ser regulable, con el fin de adaptarla a la altura de sedestación del usuario, debiendo quedar a la altura de los codos o cintura del mismo. Si la regulación se obstaculiza por el choque de la mesa con los reposabrazos de la silla se deberán retirar si el diseño de la misma lo permite. En caso contrario, se ajustarán otros elementos.

Los usuarios con apoyo posterior deberán tener también regulada la altura de la mesa. Puede suceder que la propia postura de apoyo posterior en la que se encuentre de manera habitual el usuario provoque que las rodillas estén más elevadas, por lo que la regulación de la mesa puede no ser posible hasta la altura adecuada. Se deberá entonces llegar con la mesa hasta una altura algo superior a la de las rodillas, y se regularán otros elementos para adecuar el conjunto de la estación de trabajo.

Si nos vemos obligados a trabajar con una mesa no regulable, se deberán reajustar



otros elementos:

- En el caso de usuarios con silla estándar, la regulación de la misma ya no se realizará partiendo de que el usuario apoye con los pies en el suelo, sino que se tomará como referencia la altura de la mesa, de manera que la superficie de la mesa quede aproximadamente a la altura de los codos del usuario sentado. Si los pies no tienen apoyo en el suelo una vez regulada la silla, se deberá colocar un reposapiés u otro elemento de apoyo para los pies.
- En el caso de usuarios con apoyo posterior cuya posición no permita aproximarse a la mesa por la altura de la misma se deberá mantener una posición lo más cercana posible, y se regularán otros elementos para adaptar la estación de trabajo al usuario. Puede ocurrir que en este tipo de usuarios la mesa pueda ser sustituida por un soporte de pantalla.

Una vez el usuario esté correctamente colocado y el mobiliario esté individualizado a sus condiciones, pasaremos a adaptar el equipo informático.

Se pasaba entonces a la explicación de los requisitos, pautas y recomendaciones de los diferentes componentes del equipo de trabajo, centrándose en la pantalla y la webcam por ser los elementos a utilizar por el usuario en su interacción con el ordenador.

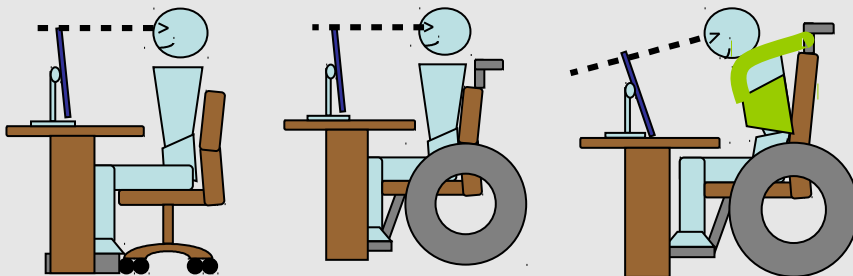
## PANTALLA

La pantalla deberá ser de al menos 12”, plana, y regulable en altura, giro e inclinación. Deberá colocarse frente al usuario, evitando deslumbramientos, a una distancia entre 40 y 75cm, aunque podrá modificarse para adaptarse a las necesidades visuales del usuario. El usuario debe poder diferenciar entre los caracteres C/G, X/K, 1/l, S/5, D/O/Q.

La siguiente tabla indica la altura de caracteres necesaria para su correcta visualización según la distancia de visión. Nos dará una orientación sobre el tamaño de letras, y a partir de ahí de formas, objetos, botones y pictogramas con los que se trabaje con el usuario:

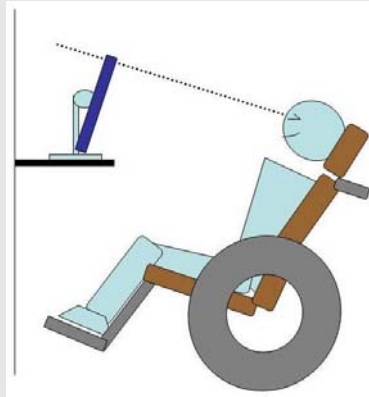
Distancia de visión	Altura de caracteres
400mm	2.6mm
500mm	3.2mm
600mm	3.8mm

Se deberá regular también la altura de la pantalla, de manera que el borde superior de la misma por debajo de la línea de los ojos (en el caso de usuarios con posición erguida, a la altura de los ojos). La inclinación de la pantalla deberá adaptarse de manera que quede perpendicular la línea de visión del usuario (mirada del usuario).



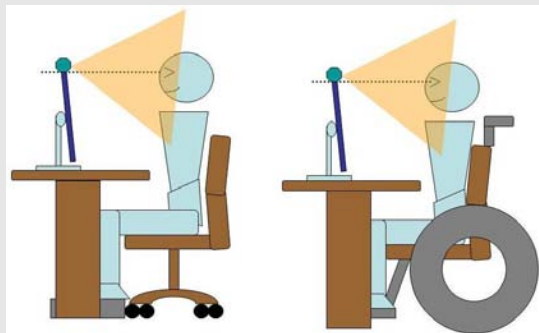
La referencia para la altura e inclinación de la pantalla es la línea de los ojos del usuario y no su cabeza o la altura de los ojos, por lo que en aquellos usuarios que tienen un apoyo posterior la regulación de la altura de la pantalla implicará una altura mucho mayor que la habitual, y una inclinación anterior de la misma, para adaptarse a la línea de los ojos del usuario. Esto puede implicar que prescindamos de la mesa y utilicemos tan

sólo soportes de pantalla a la altura que requiera el usuario.



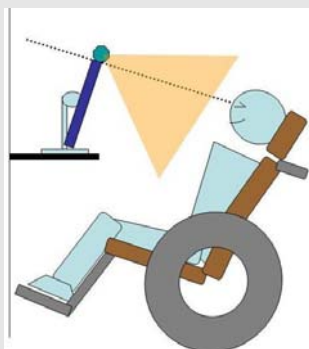
### WEBCAM

La webcam estará colocada frente a la cara del usuario estando éste en su posición neutra frente al ordenador. De esta manera nos aseguraremos que la cámara capta los movimientos que realice el usuario en diferentes direcciones sin perder la referencia, y que el usuario no deba hacer gestos que le supongan demasiado esfuerzo. En la mayoría de casos esto implica que la webcam irá colocada en la parte superior de la pantalla.

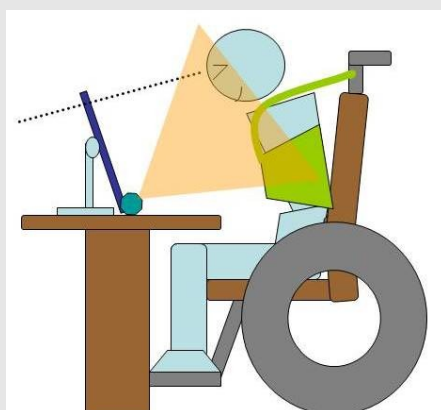


Debemos asegurarnos de que, además de la ubicación correcta de la webcam, la orientación de la lente toma un plano frontal del usuario. Se deberá prestar especial atención a este punto en el caso de usuarios trabajen en postura de apoyo posterior, y que como hemos dicho requieran de un soporte elevado para la pantalla, así como en el caso de usuarios de menor edad o tamaño (cualquiera que sea su orientación), a los que no sea

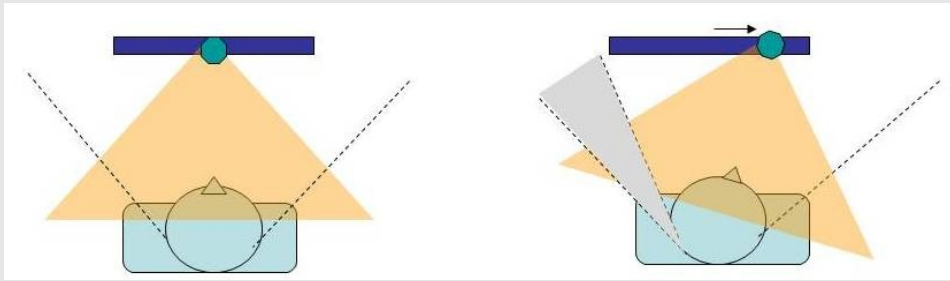
posible adaptar la altura de la pantalla.



En el caso de usuarios con apoyo anterior, ya sea en silla estándar o en silla propia con elementos de sujeción, la webcam irá situada en la parte inferior de la pantalla, ya sea sobre la mesa de trabajo o sobre un soporte que permita adaptar la altura de la cámara a la posición del usuario. También en estos casos se deberá prestar especial atención a la orientación de la cámara.



La colocación será central en términos generales, para que el usuario no deba realizar mayor esfuerzo para desplazar el puntero hacia un lado de la pantalla que hacia otro. En caso de que el usuario presente limitación de la movilidad hacia uno de los lados, se adaptará la colocación de la cámara, desplazándola hasta que quede en el punto central del movimiento global que puede realizar el usuario.



Nota:

La ubicación de la webcam sobre la mesa o sobre un soporte en la parte inferior de la pantalla no es aconsejable en el caso de usuarios con tendencia a la manipulación de objetos. En este caso se optará por una colocación superior y una orientación inferior de la lente.

Una vez establecidas las pautas ergonómicas para la disposición del usuario y del equipo, se pasaba a las recomendaciones en cuanto a configuración de los parámetros del SINA para favorecer un uso confortable por parte de cada usuario. Para ello se utilizaron de nuevo los perfiles identificados en la fase de análisis, en este caso bajo criterio del tipo de movilidad que presentaba el usuario. Asimismo, en este apartado se reflejaron más situaciones problemáticas detectadas y su posible solución.

#### CONFIGURACIÓN Y USO DEL SINA

La configuración inicial para cualquier usuario será poco precisa, exploratoria. Se deberá observar al usuario para determinar qué movimientos le favorecen más y potenciarlos, y cuáles le perjudican, para hacerle ver que los debe evitar.

Aquellos usuarios con movilidad reducida de cuello y cabeza requerirán una configuración de X e Y más alta, para convertir cualquier pequeño movimiento que sean capaces de realizar en movimientos funcionales y amplios en la pantalla. Esto implicará la pérdida de precisión en pantalla.

Los usuarios con movimiento cervical conservado y capaces de controlar los

desplazamientos podrán trabajar con mayor precisión con X e Y más reducidas, aunque esto requerirá mayores desplazamientos reales de la cabeza. Se deberá controlar que los movimientos necesarios para recorrer la pantalla no sean excesivos para el rango recomendable para el usuario.

Se deberá garantizar que, al llegar con el cursor a un extremo de la pantalla, el usuario sigue viéndola correctamente. Es decir, ningún movimiento debe ser tan amplio como para que el usuario al realizarlo no vea qué está haciendo. Para evitar esto, se puede:

- Aumentar la configuración de la Y, de manera que para llegar a los extremos de la pantalla no se requieran movimientos tan amplios
- Regular la altura de la pantalla, de manera que quede en el campo de visión en todo momento.
- Regular la webcam, ya que puede estar alta o enfocando a un punto elevado.

Los usuarios que realicen tareas de navegación, procesador de texto, etc, con software ordinario deberán tener el eje Y bajo para conservar la precisión de los movimientos verticales, ya que de otra manera se dificultará la selección de los ítems deseados en los menús desplegados.

El tiempo de clic también se deberá ajustar a las características individuales del usuario, en este caso al control de los movimientos y la precisión de los mismos. Aquellos usuarios que realicen movimientos funcionales y controlados podrán tener una configuración con un tiempo de clic más elevado, de manera que se eviten clics accidentales y repetidos. Los usuarios que tengan más dificultades para controlar movimientos requerirán una configuración con un tiempo de clic inferior, de manera que se faciliten las acciones a realizar con el cursor.

<b>Movilidad</b>	<b>Control de movimientos</b>	<b>Configuración recomendada</b>
Movilidad conservada o no muy afectada.	Control de movimientos y control de la cabeza en una posición concreta.	X, Y: no muy altas (10-15) Tiempo de clic: alto (15-25)
	Dificultades para el control de la cabeza en una posición concreta. Aparición de movimientos incontrolados	X, Y: no muy altas (10-15) Tiempo de clic: bajo (5-15)

Movilidad reducida, en varias direcciones.	Control de movimientos y control de la cabeza en una posición concreta.	X, Y: altas (+20) Tiempo de clic: medio (15 aprox)
	Dificultades para el control de la cabeza en una posición concreta. Aparición de movimientos incontrolados	X, Y: altas (+20) Tiempo de clic: bajo (5-15)

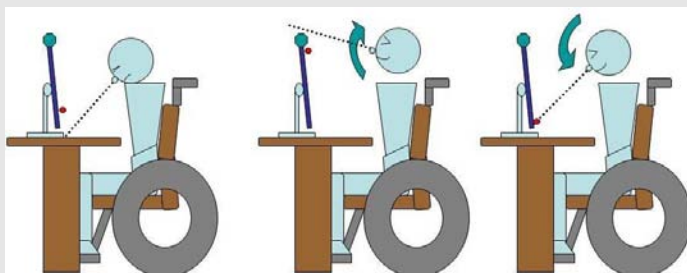
Los bordes de la pantalla y las esquinas de la misma son lugares estables para el cursor. Es decir, aunque el usuario realice movimiento más allá del borde o esquina, el cursor permanece en el límite de la pantalla. Esto puede ser utilizado como estrategia funcional, de manera que facilite la llegada a localizaciones cercanas a un borde o esquina, o nos ayude a regular el cursor si en algún momento no está bien ajustado, pero también puede dar lugar a acciones indeseadas, que se deben prever.

Las acciones como Cerrar, Minimizar, Maximizar, Volver, etc suelen quedar en los bordes o esquinas de la pantalla, y es fácil que accidentalmente se cierren programas (esquina superior derecha), se active el menú Inicio de Windows (esquina inferior izquierda), por ejemplo. Para evitar estas situaciones se pueden seguir diferentes estrategias:

- Si se dispone de la versión adecuada del SINA, se podrá limitar la pantalla útil a un área menor, dejando las acciones no deseadas fuera del área de trabajo del usuario.
- Se puede desplazar la ventana del programa que se esté utilizando en ese momento, de tal manera que las acciones Minimizar, Maximizar y Cerrar queden fuera de la pantalla.
- Algunos programas permiten que la botonera del SINA permanezca por encima de cualquier ventana, tapando tanto la visión como las funciones de aquello que queda debajo. Esto se puede aprovechar para colocar la botonera del SINA sobre aquellos botones o acciones que puedan activarse de manera accidental.

En ocasiones el cursor puede no estar bien regulado con el movimiento que realiza el usuario, sobre todo en desplazamiento vertical, dándose situaciones en las que el usuario por mucho que baje la cabeza no es capaz de alcanzar con el cursor la parte

inferior de la pantalla. Una posible solución es realizar un movimiento de elevación de la cabeza hasta salir de la pantalla hará que el cursor quede en la parte superior, y el movimiento de vuelta hacia abajo hará que se regule de nuevo el cursor con el movimiento, permitiendo así llegar a la parte inferior de la pantalla.



De la misma manera, cuando el problema sea el alcance de la parte superior de la pantalla, el movimiento que se deberá hacer será de bajada hasta salir de la pantalla, y de vuelta hacia la parte superior para regular de nuevo el cursor.

Esta estrategia se podrá utilizar también en situaciones en que el problema sea el alcance de los extremos laterales de la pantalla.

Finalmente se exponían aquellas cuestiones relacionadas con el tiempo y desarrollo de las sesiones, las estrategias concretas de cara a la iniciación del usuario con el SINA y aspectos relativos al acompañante de las sesiones, en su caso, y su función y relación con el usuario. Estos eran muy generales, puesto que no se habían hallado datos que pudieran orientar sobre límites de tiempo de sesión, o adaptaciones concretas a cada caso.

#### DURACIÓN Y DESARROLLO DE LAS SESIONES

Se recomienda que las sesiones de aprendizaje y entrenamiento del SINA tengan una duración de 30 minutos, con el fin de prevenir la fatiga física y mental de los usuarios. Dentro de este tiempo nos podemos encontrar con un tiempo inicial menos productivo por parte del usuario, aumentando posteriormente la precisión y coordinación de movimientos.

Las sesiones iniciales se dedicarán a actividades muy lúdicas, muy orientadas al






nivel cognitivo del usuario, para evitar situaciones de frustración.

El papel de la persona que acompaña al usuario en sesiones iniciales con el SINA es de guía. Se debe procurar que el usuario, por sí solo o con guía y apoyo, realice la asociación entre la acción que realiza y lo que ocurre en la pantalla. Aquellos usuarios con nivel cognitivo alto y experiencia previa con el ordenador no precisarán de este trabajo de asociación, pero sí de entrenamiento del control de los movimientos del cursor con el SINA.

Hay que recordar que se debe ser paciente, tanto el usuario como (sobre todo) la persona que esté junto a él. Las necesidades de tiempo y el nivel de concentración y tolerancia de la frustración son diferentes en cada usuario, y se deberán respetar.

Además del texto completo, en el manual se incluía una tabla resumen de las principales pautas aportadas por el documento. Se estructuraba según apartados de la guía completa (filas), y perfiles de postura (columnas) de tal manera que, a modo de guía rápida, pretendían facilitar las consultas puntuales de los usuarios o sus acompañantes. Se muestra a continuación parte de la tabla como ejemplo (la versión definitiva del manual, junto con la guía rápida, se pueden consultar en el Anexo 12):

<u>AJUSTES DEL MOBILIARIO Y DEL EQUIPO INFORMÁTICO</u>				
	<u>Pauta general</u>	<u>Erguido</u>	<u>Apoyo anterior</u>	<u>Apoyo posterior</u>
<b>SILLA</b>	Regulable mínimo en altura de asiento, y altura e inclinación de respaldo. El usuario deberá estar sentado con la espalda apoyada en el respaldo, muslos horizontales y piernas verticales, con los pies apoyados	Silla estándar 	Silla estándar  Al apoyarse delante, no será posible el apoyo en el respaldo.	Silla de ruedas propia  Inclinación posterior de la silla, con reposacabezas. El tronco, muslos y piernas formarán ángulos ligeramente más abiertos que en los otros casos.
<b>MESA</b>	Regulable: ajustar a la altura de los codos o cintura del usuario. No regulable: ajustar otros elementos	Si no es regulable, se debe ajustar la altura de la silla a la de la mesa, e introducir un reposapiés si es necesario.	Si no es regulable, se debe ajustar la altura de la silla a la de la mesa, e introducir un reposapiés si es necesario.	Regular por encima de la altura de las rodillas del usuario. Si no es regulable, se ajustarán otros elementos.

## **8.3 Fase de evaluación de soluciones en la práctica**

En esta fase se pretendía recoger la información necesaria para valorar la solución propuesta. Para ello, en el momento de poner a su disposición la primera versión del manual de pautas ergonómicas se solicitó a los informantes clave que evaluaran el documento o manual de pautas ergonómicas, para luego implantarlo y realizar la validación de las mismas.

### **8.3.1 Valoración de las pautas por parte de los informantes clave**

Esta primera tarea perseguía averiguar cuestiones sobre la estructura, extensión, exhaustividad, facilidad de comprensión y vocabulario utilizado en general, así como obtener una valoración a priori de los criterios y pautas en sí, tal como se reflejaba en la estructura de la entrevista Ep<sub>i</sub> diseñada al efecto (Figura 7-5).

Los indicadores trabajados y la ubicación de la tarea dentro de esta fase se exponen en la Tabla 8 -9.

**Tabla 8-9. Indicadores e instrumentos de recogida de datos utilizados para la primera tarea de la Fase 3.**

FASE	TAREA	INSTRUMENTO DE RECOGIDA DE DATOS	INDICADORES	FASE
Fase 3. Evaluación de soluciones en la práctica	Valoración de la propuesta por parte de los informantes clave	Entrevista de valoración inicial de las pautas (Ep_i)		Fase 3. Evaluación de soluciones en la práctica
	Valoración de la adecuación y eficacia de los criterios ergonómicos aplicados	Entrevista de validación de las pautas (Ep_val1)	Entorno y equipo Carga física: postura y esfuerzo físico Fatiga Prevención de episodios negativos.	
		Observación (Obs_val1)	Entorno y equipo Carga física: postura y esfuerzo físico Fatiga Prevención de episodios negativos.	

### 8.3.1.1 Datos obtenidos sobre la valoración de las pautas ergonómicas propuestas

#### ***Valoración de la documentación***

El documento entregado a los responsables de las sesiones con el SINA fue descrito como un documento sencillo, fácil de entender y claro en las explicaciones, valorando especialmente el hecho de que estas estuvieran acompañadas de dibujos ilustrativos.

Según los entrevistados, la **estructura** utilizada se identificaba rápidamente, ya que seguía los pasos que ellos mismos habían experimentado en el proceso de adaptación de las condiciones de uso del SINA a cada usuario y era adecuada y fácil de seguir.

*“Las pautas están muy bien explicadas y los dibujos, sobre todo, son muy claros. Y la impresión que nos dio es que recogían un poco lo que íbamos haciendo habitualmente de forma intuitiva.”* (Logopeda responsable de las sesiones de SINA de los usuarios 1 Ma, 2 Se y 3 Gu)

*“Lo que más me ha gustado es la sencillez. Lo vas leyendo y te ubicas totalmente y de una forma muy rápida en qué características tiene el niño.”* (Logopeda responsable de las sesiones de SINA de la usuaria 7 Sa)

En cuanto a la **extensión** y la **exhaustividad** de la información recogida, no se consideró que fuese un documento demasiado extenso, estimando los informantes que era detallado y exhaustivo, pero que no había información innecesaria.

*“Mi opinión y la de los monitores es que son muy buenas, son muy exhaustivas, es verdad que describe muy bien todo el escenario y los componentes de cómo se ha de desarrollar el SINA [] Porque cuando ya lo conoces un poco, dices “Caramba, está todo aquí recogido”. Pero no encuentro que sobre nada, y tampoco he echado nada a faltar.”* (Psicóloga responsable de las sesiones de SINA de la usuaria 4 MAS)

Al analizar la **guía rápida** que se adjuntaba con el documento de las pautas, los responsables de sesiones del SINA apreciaron su facilidad de comprensión, agilidad y estructura de la misma manera que el manual de pautas en general.

*“La primera vez te va muy bien hacer una lectura tranquila de toda la teoría y todas las explicaciones, y una vez lo has comprendido yo, generalmente, me voy al final, al resumen. Cuando hay una cosa que digo “ay, ahora no sé...” me voy a la guía rápida.”* (Terapeuta responsable de las sesiones de SINA de las usuarias 5 Co y 6 Is)

*“Es lo que hacemos todos: primero te lees los contenidos de una forma extensa y luego tú misma te haces una “chuleta”. Pues la guía rápida es una “chuleta” extraordinaria para manejarse, porque es exhaustiva, recoge todos los conceptos pero de una manera muy sintética y muy ágil.”* (Psicóloga responsable de las sesiones de SINA de la usuaria 4 MAS)

Una posibilidad que se planteaba era distribuir la guía rápida sin el manual completo a los nuevos usuarios del SINA. Al preguntarles a los informantes clave sobre esta opción, es decir, sobre la facilidad de comprensión de la guía sin la contextualización previa, hubo diversidad de opiniones. Unos consideraban que se podía distribuir la guía rápida sin necesidad del resto del manual, quedando así un documento escueto pero útil al público en general. Otros informantes, por el contrario, pensaban que ambos documentos eran complementarios, y que la guía rápida constituía un buen resumen y un documento de consulta ágil una vez leído y comprendido el documento general, pero que no sería conveniente entregarlos por separado.

*“A mí me serviría [la guía rápida por sí sola], pero no sé si a una persona que no está acostumbrada a trabajar con posturas y demás le serviría o no. [] Los familiares, que no sean profesionales, necesitan las otras indicaciones para saber porqué hacemos esto.”* (Logopeda responsable de las sesiones de SINA de los usuarios 1 Ma, 2 Se y 3 Gu)

*“Si la persona puede disponer del documento [completo], lo lee, lo entiende, después sí que le basta con la guía rápida. Pero si no, yo no creo que realmente llegue a entender todo.”* (Terapeuta responsable de las sesiones de SINA de las usuarias 5 Co y 6 Is)

Otro aspecto sobre el que se les pedía opinión era sobre el **vocabulario** utilizado, tanto en las pautas completas como en la guía rápida. A este respecto, en general se recogió una valoración positiva sobre el vocabulario utilizado, dando a entender que no se preveían problemas a la hora de su lectura, puesto que cuando se introducían términos específicos se explicaban e ilustraban.

Algunos entrevistados puntualizaron que, en caso de tener problemas, siempre se podría solicitar aclaraciones a los centros educativos o de otro tipo al que acudiera el usuario, o directamente a los responsables del diseño y desarrollo del SINA en el caso de usuarios que se descargaran el programa directamente de la web, para que les aclararan dudas, por lo que no veían que fuese una dificultad.

En algún caso se reflexionó sobre posibles dificultades debido a la terminología específica que se podía encontrar a lo largo de las pautas, si estas iban dirigidas a familiares, cuidadores o usuarios que no estuviesen acostumbrados a él, por lo que se aconsejó revisar estos posibles casos.

Una vez se hubo preguntado a los entrevistados su opinión sobre el documento, se pasó a pedirles que valoraran a priori el contenido de las mismas. Para ello, se les pidió que reflexionaran sobre si consideraban apropiadas las pautas propuestas, a partir de la experiencia que habían tenido ellos con sus usuarios.

### **Valoración de las pautas ergonómicas**

La clasificación de partida de los **tipos de postura** fue muy bien valorada, considerando que se recogían todos los usuarios y se ubicaban fácilmente. No se comentaron otros aspectos concretos sobre la postura, movimientos del usuario o mobiliario.

Las pautas ofrecidas que hacían referencia al **equipo** fueron las más debatidas, dado que en muchos casos eran las más innovadoras. Los responsables de sesiones del SINA valoraron positivamente las orientaciones sobre la ubicación de la pantalla según las diferentes posturas de los usuarios, puesto que era un elemento que consideraban esencial y sobre el que solo tenían la referencia ergonómica para la población general. De la misma manera, las pautas ofrecidas para la instalación de la webcam (en cuanto a distancia y orientación) recibieron buenas críticas, manifestando que eran aspectos determinantes en el uso del SINA, tanto en la captación del punto de referencia como en la configuración necesaria para el buen desarrollo de las sesiones. Se valoró especialmente el hecho de incluir casos concretos y ejemplos de problemas y sus posibles soluciones.

*“Yo, aquí, me he dado cuenta de porqué perdía el punto de la nariz [punto de referencia] y qué tenía que hacer para volver a recobrarlo. Yo no había caído. Lo has recogido muy bien.”* (Terapeuta responsable de las sesiones de SINA del usuario 13 Ni)

Un aspecto que se consideró innecesario por parte de diversos entrevistados fue la referencia concreta de tamaño mínimo de caracteres a partir de la distancia de visión. Esta información, según los terapeutas, resultaba demasiado específica y poco útil, tanto por la dificultad de medición como por el hecho de que la mayoría de usuarios no discriminaban letras por no tener habilidades adquiridas de lectoescritura.

*“Nosotros esto no lo hemos utilizado, porque no utilizamos letras. Es complicado con nuestros usuarios, tienen un nivel cognitivo bajo y esto no lo podemos valorar [] Me lo he mirado y muy bien, pero no me siento reflejada en ello. No me interesa.”* (Terapeuta responsable de las sesiones de SINA del usuario 9 Ra)

En cuanto a las orientaciones concretas sobre **configuración de los parámetros del SINA**, de las entrevistas se extrajo que era un elemento necesario para el buen desarrollo del SINA y que era imprescindible una orientación al respecto. Se analizaron los parámetros propuestos, concluyendo que eran apropiados para el tipo de usuarios al que iba destinado, en cada caso.

*“Es una de las cosas que más nos costó entender [en el inicio del trabajo con el SINA]. Y es una de las partes más interesantes [de las pautas] en el sentido de que si no estás acostumbrado a estas cosas no sabes si es mejor un rango alto ni lo que significa.”* (Terapeuta responsable de las sesiones de SINA del usuario 9 Ra)

Se comentó que, dada la importancia de estas orientaciones, faltaba una explicación previa del significado de cada parámetro, para acabar de contextualizarlas.

Otro aspecto que surgió, en referencia a la configuración pero que también afectaba a otros aspectos, era la necesidad de reflejar de alguna manera la variación de necesidades de los usuarios dependiendo del día. Se debía destacar, según los entrevistados, que las condiciones de uso, y concretamente la configuración, podían variar por diferentes circunstancias: la evolución propia del usuario, el estado de salud, el estado de ánimo o incluso la actividad que se esté realizando.

*“Hay días que está como más cansado, y aunque tú le corrijas la postura, no puedes colocar bien los pies, o la postura, y hay que cambiar la webcam, o la configuración.”* (Terapeuta responsable de las sesiones de SINA de 9 Ra)

No hubo una valoración específica de los **tiempos de sesión**, ya que las pautas ofrecidas coincidían con la actividad que desarrollaban los usuarios en los centros.

Además de sobre las pautas en sí, algunos entrevistados reflexionaron sobre aspectos de todo el proyecto SINA. Entre ellos, se recordó la disponibilidad de un foro para mantener el contacto entre los usuarios o sus acompañantes y los responsables del desarrollo del SINA, opinando que se debía reflejar en el documento de las pautas para posibles consultas.

Finalmente, una vez vistas las pautas con más detenimiento y observados aspectos generales, se pasó a valorar su **utilidad potencial**, según la visión de los informantes.

Estos apreciaron las pautas como herramienta útil y ágil, que permitiría eliminar una adaptación larga e intuitiva, basada en el ensayo y error y en los conocimientos que cada terapeuta pudiera aportar. Se entendió como una estandarización que ahorraría tiempo y esfuerzo a quien tuviera que acondicionar las sesiones del SINA, y posibles frustraciones y desmotivaciones a los futuros usuarios. Destacaban también su utilidad como elemento de reflexión sobre su tarea diaria de adaptación del ordenador a usuarios con diversas características y dispositivos diferentes al SINA.

*“Es como si una cosa que haces por ensayo y error... de repente te dan la explicación.”* (Terapeuta responsable de las sesiones de SINA de las usuarias 5 Co y 6 Is)

*“Es un trabajo que ya tienes hecho, y que servirá para el usuario, porque será eficaz más rápidamente con la herramienta, y para el profesional que lo aplique, porque enseguida sabrá qué elementos tiene que modificar para que sea más funcional.”* (Logopeda responsable de las sesiones de SINA de los usuarios 1 Ma, 2 Se y 3Gu)



*“Nos parece útil para nuevos usuarios, y a la vez para reflexionar sobre tu propia... las sesiones que has ido haciendo con los niños. Es decir, nos servirá a nosotros y a los futuros usuarios.”* (Logopeda responsable de las sesiones de SINA del usuario 13 Ni)

Por último, cabe destacar que en uno de los casos se comentó que, dada la utilidad y la facilidad de comprensión que se habían visto en el documento, se tenía la intención de distribuirlo a los padres de uno de los usuarios, para el acondicionamiento del uso del SINA en casa, lo que era signo de sus posibilidades de generalización.

### **8.3.1.2 Resumen de los datos**

El documento de las pautas ergonómicas facilitado a los responsables de las sesiones del SINA fue descrito como un manual claro, ágil y de fácil comprensión, que contenía todas las situaciones de manera exhaustiva. La estructura era fácil de seguir, las explicaciones se entendían y las ilustraciones resultaban aclaratorias.

En cuanto a la valoración de las pautas, se juzgaron adecuadas para los usuarios, a partir de la experiencia de los entrevistados con la interacción persona ordenador a través del SINA en casos de usuarios con grandes discapacidades. Se propusieron las siguientes mejoras:

- Intentar facilitar la comprensión a lectores no especialistas, a partir de explicaciones, ilustraciones o simplificación del vocabulario.
- Eliminar o modificar la referencia de altura de caracteres según la distancia de visión del usuario, dado que era información muy concreta, difícil de comprobar y que en la mayoría de casos no era aplicable, dada la falta de habilidades de lectoescritura de los usuarios.
- Necesidad de una explicación de cada parámetro de la configuración del SINA, previa a la orientación de configuración según el tipo de usuario.

- Reflejar en las pautas la variación de necesidades según el estado del usuario, tanto a nivel de configuración como de ubicación del equipo, tiempo de sesión u otros elementos.
- Informar de las vías disponibles de ayuda y consulta, como el foro o la web del SINA.

Los entrevistados valoraron las pautas como una herramienta potencialmente útil, apreciando especialmente la estandarización de la adecuación de condiciones de uso del SINA, lo que ahorraría tiempo, esfuerzo y situaciones de desmotivación o de frustración, aumentando por tanto la eficiencia del desarrollo de sesiones con el SINA.

### 8.3.2 Validación de las pautas y criterios ergonómicos propuestos

Además de valorar el manual en sí, se implantaron en esta fase las soluciones propuestas para esta investigación. Los responsables, después de la lectura y valoración de las pautas, aplicaban en cada caso aquellas que consideraron adecuadas a cada usuario. Posteriormente se procedió a la recogida de datos sobre su eficacia, para la validación de soluciones.

La recogida de datos en este caso se hizo a partir de dos instrumentos:

- Entrevista de validación de las pautas a informantes clave (Ep\_val1).
- Observación: registro de sesiones del SINA en vídeo (Obs\_val1)

Se trabajaron en esta tarea los indicadores recogidos en la Tabla 8-10.

**Tabla 8-10. Indicadores e instrumentos de recogida de datos utilizados en la segunda tarea de la Fase 3.**

FASE	TAREA	INSTRUMENTO DE RECOGIDA DE DATOS	INDICADORES
Fase 3. Evaluación de soluciones en la práctica	Valoración de la propuesta por parte de los informantes clave	Entrevista de valoración inicial de las pautas (Ep_i)	

FASE	TAREA	INSTRUMENTO DE RECOGIDA DE DATOS	INDICADORES
	Valoración de la adecuación y eficacia de los criterios ergonómicos aplicados	Entrevista de validación de las pautas (Ep_val1)	Entorno y equipo Carga física: postura y esfuerzo físico Fatiga Prevención de episodios negativos.
		Observación (Obs_val1)	Entorno y equipo Carga física: postura y esfuerzo físico Fatiga Prevención de episodios negativos.

En el momento de recogida de datos de esta tarea, los centros habían iniciado ya un nuevo curso escolar, y habían revisado los objetivos a conseguir con cada usuario. Esto supuso la pérdida de parte de la muestra, ya que algunos usuarios dejaron de realizar sesiones con el SINA en gabinete, por lo que ya no cumplían los criterios de inclusión de esta investigación.

Los casos que se perdieron fueron:

- Usuaría 1 Ma. Se había alcanzado una eficiencia suficiente el uso del SINA y se decidió que el uso del ordenador fuese ya en aula.
- Usuario 2 Se. Pasó a seguir su entrenamiento con el SINA para la interacción persona ordenador en la clase de informática del centro.
- Usuarios 3 Gu, 12 Ou y 13 Ni. Estos usuarios eran capaces de utilizar otros dispositivos de entrada de datos para su interacción con el ordenador. El uso del SINA, en estos casos, perseguía unos fines básicamente posturales y de control del movimiento durante la interacción con el ordenador. En el momento de esta fase del estudio, los objetivos marcados con estos usuarios se consideraron alcanzados, por lo que los usuarios volvieron a utilizar sus anteriores dispositivos de entrada de datos.

### **8.3.2.1 Datos obtenidos sobre la eficacia de las pautas ergonómicas aplicadas**

Para esta tarea, las fuentes de información utilizadas (entrevistas y observación) fueron complementarias. Las entrevistas permitían, en un primer momento, focalizar en aquellos cambios introducidos en las condiciones de uso del SINA, y posteriormente, a través de las entrevistas mismas y de la observación, se comprobaban los resultados que estos cambios habían provocado, en el caso de que los hubiera.

Las entrevistas sirvieron también para obtener información más transversal sobre la facilidad de aplicación y sobre la utilidad real de las pautas, frente a la potencial que se había planteado en la entrevista anterior.

Se realizaron, como en el caso de la fase de análisis, fichas descriptivas de las nuevas condiciones de uso de cada usuario, recogiendo aquellas condiciones diferentes de las halladas en la fase anterior.

En el texto se indica en cada caso de dónde proviene la información, de la siguiente manera;

- *Ep\_val1* indica la información que proviene del análisis de las entrevistas diseñadas específicamente para esta fase de la investigación.
- *Obs\_val1* se refiere a aquellos datos que provienen de la observación mediante el registro en vídeo de sesiones correspondientes a esta fase del estudio.

## **Usuaría 4 MAS**

### **Cambios introducidos y resultados**

La usuaria 4 MAS cambió de espacio en el que realizaba las sesiones, pero se adecuaron las condiciones de uso según las pautas (*Ep\_val1*). El nuevo responsable de las sesiones con el SINA era un monitor del centro, sin experiencia previa con este dispositivo.

Se cambió ligeramente la postura de la usuaria, con un respaldo más vertical, que permitía un mayor apoyo de la espalda en el respaldo y una posición de la cabeza ligeramente más horizontal ( $20^\circ$  frente a los  $25^\circ$  de la postura anterior).



**Figura 8-72. Postura inicial de la usuaria 4 MAS (a la izquierda) y postura en la fase de validación (a la derecha).**

La pantalla se colocó vertical y más alta que en las condiciones iniciales. Esto provocaba que, aunque se hubiera conseguido una posición más horizontal de la cabeza, el ángulo de la línea de visión se mantuviera a unos  $-25^\circ$ , lo que provocaba que la usuaria dirigiera la mirada hacia arriba para poder ver la pantalla.

Se orientó la webcam procurando un plano frontal de la usuaria.



**Figura 8-73. Imagen de la usuaria 4 MAS captada por la webcam en fase de análisis (a la izquierda) y en la fase de validación (a la derecha).**

No se detectaron variaciones del número de pérdidas de la referencia del SINA respecto a la fase inicial. Las pérdidas ocasionales de la referencia del SINA a lo largo de las sesiones con el SINA eran causadas, al igual que en la fase anterior, por movimientos involuntarios de los brazos que interferían en la línea de visión de la webcam (Obs\_val1).

Dado que MAS podía trabajar más tiempo en algunas ocasiones, se probó programación de sesiones más largas, de una hora, en la que el trabajo real era de unos 45 minutos, y que realizaba bajo la supervisión de un monitor.

Se reorientaron las actividades, programado juegos más motivadores para ella y actividades relacionadas con temas de interés para la usuaria. Se introdujeron también actividades de conocimiento del ordenador como encendido, apagado, inicio de actividades, o específicos del SINA como la activación del clic o de otros eventos de la botonera.

La usuaria presentaba una mayor precisión y control del movimiento del cursor, lo que se reflejaba en el tiempo de resolución de actividades tipo SINAbloques, que pasó de una media de 10 minutos a unos 4 minutos. También se observó un mayor conocimiento del ordenador, orientándose la usuaria en menús, iconos y pantallas diferentes (Obs\_val1).

No se detectó la aparición de cansancio o signos de fatiga durante la sesión (Obs\_val1, Ep\_val1). La usuaria seguía realizando descansos (bajaba la cabeza y relajaba la musculatura unos momentos) cuando había un recorrido en la pantalla, o un objetivo con mayor precisión que supusieran un mayor esfuerzo puntual (Obs\_val1).

### **Análisis de las nuevas condiciones de uso del SINA**

Las modificaciones realizadas fueron, por un lado, fruto de la adecuación de las condiciones del uso del SINA en el nuevo espacio. Por otro lado, aquellas relacionadas con el tipo de actividad y el tiempo de sesión vinieron más marcadas por la evolución propia de las habilidades de la usuaria con el ordenador (Ep\_val1).

La modificación de la postura y la orientación de la webcam se consideraron satisfactorias, ya que mejoraban las condiciones posturales y de detección de la usuaria, facilitando así la eficacia en el uso del ordenador.

La altura de la pantalla no mejoraba las condiciones de visión de la pantalla y la postura de la usuaria, sino al contrario. Esta elevación de la pantalla no coincidía con las pautas ergonómicas propuestas.

En el caso de la prolongación del tiempo de sesión, aunque fue resultado del propio cambio de organización del centro y de objetivos con la usuaria, se comentó que el hecho de tener un documento que confirmara la posibilidad de introducir cambios de este tipo sin perjuicio para la usuaria fue uno de los argumentos del cambio (Ep\_val1).

### **Usuarías 5 Co y 6 Is**

En el caso de estas dos usuarias, durante el periodo entre la entrega de las pautas y la recogida de datos apenas llevaron a cabo sesiones con el SINA debido a la ausencia de la terapeuta, que se encontraba de baja laboral.

Durante las escasas sesiones que se hicieron en este plazo no se introdujeron cambios significativos en el uso del SINA (E\_val1).

### **Usuaría 7 Sa**

#### **Cambios introducidos y resultados**

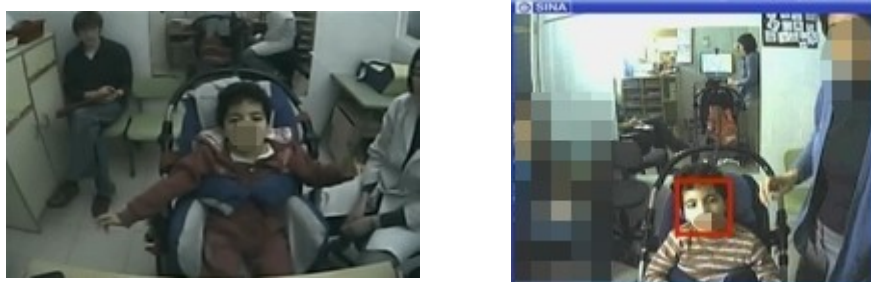
En el caso de la usuaria 7 Sa, la terapeuta refirió haber ido siguiendo todas las pautas ergonómicas, haciendo un repaso de los apartados que en ellas se exponían, para luego realizar las modificaciones que identificó como necesarias para las condiciones de su usuaria (E\_val1).

*“He seguido las pautas. Es decir, cambié la mesa de sitio por la facilidad de poder mover la silla, que ella quedara centrada con la pantalla, con la altura e intenté que la visión de los ojos tuvieran la inclinación de la pantalla.”* (Logopeda responsable de las sesiones de SINA de la usuaria 7 Sa)

El primer cambio que se introdujo en las sesiones de Sa con el SINA fue la eliminación de la mesa de trabajo, puesto que no era necesaria para la sesión y causaba problemas de acercamiento de la usuaria a la pantalla (E\_val1, Obs\_val1). Se incorporó ligeramente el respaldo de la usuaria, dentro del rango de su comodidad y estabilidad (Obs\_val1).

La pantalla siguió ubicada sobre un accesorio, pero se elevó algo más para y se cambió su inclinación a ligeramente anterior, para adaptarla a la nueva posición de la cabeza de la usuaria. La distancia a la pantalla pudo adecuarse a las necesidades de la usuaria, dada su posición en reclinación, según las orientaciones recogidas en las pautas (Ep\_val1, Obs\_val1).

La webcam se tuvo que adaptar a estas nuevas condiciones, por lo que se reorientó tanto en ángulo visual como en orientación, procurando una visión frontal de la usuaria (Ep\_val1, Obs\_val1).



**Figura 8-74. Imagen de la webcam de la usuaria 7 Sa en la fase de análisis (izquierda) y en la fase de valoración (derecha).**

Estas nuevas condiciones supusieron cambios en la visualización de la pantalla y en el desarrollo de las sesiones. La nueva postura de la usuaria, algo más vertical, permitió un ángulo de inclinación de la cabeza menor que en la fase anterior, pasando de  $-30^\circ$  a  $-25^\circ$ .

A su vez, la nueva postura combinada con la distancia menor a la pantalla y la inclinación anterior de esta configuraban nuevos parámetros de visualización de la pantalla. El ángulo de la línea de visión pasó de  $15^\circ$  a  $5^\circ$ , siendo por tanto la colocación de la pantalla



más paralela a la cara de la usuaria. El ángulo de visión no se modificó significativamente (Obs\_val1).



**Figura 8-75. Ángulo de la línea de visión de la usuaria 7 Sa en la fase de análisis (izquierda) y en la fase de valoración (derecha).**

La usuaria utilizaba para la interacción con el ordenador un patrón de movimientos similar al hallado en la fase de análisis, aunque en el momento de la fase de validación sus movimientos eran más amplios, buscando con estos el barrido de la pantalla (Obs\_val1). Esto hacía que fuese menos necesaria la intervención continua de la terapeuta para animarle, darle indicaciones, etc. (Obs\_val1, Ep\_val1).

Se mantuvieron los factores de ganancia  $x$  e  $y$ , dado que los previamente configurados parecían dar buenos resultados. El tiempo de clic era un parámetro que la terapeuta indicó que tenía pendiente de modificar, para adaptarlo a la evolución de las capacidades de la usuaria siguiendo las orientaciones facilitadas (E\_val1).

Durante las sesiones de la fase de valoración el SINA perdía en menos ocasiones la referencia, pero por el contrario aumentó mucho las veces que reubicaba el punto de referencia, provocando saltos. El cambio, por tanto, no surgió el efecto deseado, ya que aunque esto suponía una mejora respecto a la detección por parte del SINA, no aportó mejoría en la estabilidad del punto de referencia ni en los recorridos de pantalla (E\_val1, Obs\_val1).

### **Análisis de las nuevas condiciones de uso del SINA**

Los cambios introducidos de retirada de la mesa, acercamiento de la usuaria a la pantalla e inclinación de la misma se realizaron según las pautas ergonómicas propuestas. Estos cambios mejoraban las condiciones de visualización de la pantalla, y garantizaban a través del plano frontal de la webcam el hecho de poder recorrer toda la pantalla con el cursor.

El reconocimiento del punto de referencia del SINA, a partir de estos cambios, pasó de una situación en la que había múltiples pérdidas a otra en que estas se reducían, aunque el punto localizado como referencia iba variando, provocando saltos. Esto no tenía repercusión en el desarrollo de la sesión de la usuaria, por lo que no se consideró un cambio satisfactorio en este sentido. La terapeuta, al hablar sobre este tema, identificó como problema el hecho de que la usuaria todavía estaba lejos de la webcam (Ep\_val1).

Este cambio de tendencia de pérdidas a reubicaciones del punto de referencia indicaba que se habían mejorado las condiciones, ya que la nueva ubicación permitía reconocer estructuras como referencia y no presentaba tantas incidencias de pérdida de referencia. También indicaba que el cambio no era suficiente, dado que la estructura que identificaba como punto de referencia era en muchas ocasiones incorrecta.

Así, aunque el cambio introducido no fue suficiente para mejorar las condiciones de la usuaria, se pudo comprobar que la aplicación de las pautas por parte de la terapeuta le facilitaba la identificación de la causa del problema, y le orientaban sobre posibles soluciones.

Algunos aspectos observados, como el cambio en los movimientos utilizados o la menor necesidad de intervención por parte de la terapeuta fueron fruto de la evolución misma de la usuaria (Ep\_val1).

## ***Usuario 8 El***

### **Cambios introducidos y resultados**

A partir de las pautas ergonómicas facilitadas, la terapeuta responsable de las sesiones del usuario 8 El identificó la necesidad de ajustar la altura del usuario respecto a la pantalla y la webcam, pero la silla postural disponible no permitió este ajuste, por lo que finalmente no se introdujeron cambios en las condiciones de uso de este usuario. No hubo cambios en los resultados de este usuario (Ep\_val1).

## ***Usuario 9 Ra***

### **Cambios introducidos y resultados**

En el caso del usuario 9 Ra se los principales cambios se introdujeron en el equipo y en la configuración.

Se ubicó la pantalla sobre la mesa, más baja respecto al usuario, ya que anteriormente se hallaba sobre el procesador. La distancia del usuario a la pantalla también se redujo, al colocar la pantalla más cerca del borde de la mesa (Obs\_val1).

Estos cambios supusieron la modificación de las condiciones de visualización de la pantalla, con un ángulo de visión de 10° frente a los 0° de la fase de análisis, y un ángulo de la línea de visión de 0° frente a los -10° de la fase anterior, consiguiendo así que el usuario no tuviera que elevar tanto la mirada (ángulo de la línea de visión) para ver la pantalla.

La webcam también se situó sobre la mesa, más cerca del usuario y desplazada lateralmente, orientada de forma que captara la imagen lo más frontal posible de su cara, dado el nuevo emplazamiento de la cámara (Ep\_val1, Obs\_val1). Esta nueva situación de la webcam, sin embargo, suponía una captación del usuario en un plano más contrapicado que anteriormente, hallándose valores de unos 15° en el ángulo visual, frente al ángulo prácticamente normal que presentaba el usuario en la fase de análisis de la situación (Obs\_val1).



**Figura 8-76. Ángulo visual de la webcam e imagen de la webcam del usuario 9 Ra en la fase de análisis (izquierda) y en la fase de valoración (derecha).**

No se hallaron diferencias en el patrón de movimientos del usuario, ni en el número de movimientos en rango neutro (Obs\_val1). Sí que eran necesarias menos intervenciones por parte de la responsable de las sesiones para dirigir movimientos, siendo la interacción del usuario más autónoma (Ep\_val1, Obs\_val1).

Estas adaptaciones parecieron dar buen resultado, siendo la tendencia general un punto de referencia más estable a lo largo de las sesiones (Ep\_val1, Obs\_val1), excepto en los casos en los que el usuario realizaba una extensión o se colocaba erguido. En estas situaciones el SINA realizaba una localización incorrecta del punto de referencia (Obs\_val1).

La responsable de las sesiones de SINA del usuario Ra fue variando los factores de ganancia  $x$  e  $y$  para probar diferentes opciones, según se encontrara el usuario cada día. Comprobó que los valores con los que aseguraba que el usuario llegara fácilmente a toda la pantalla y pudiera trabajar de manera efectiva de acuerdo con su nivel y objetivos con el SINA eran aquellos propuestos por las pautas (Ep\_val1).

*“Mira, aquí he probado 20, 20, 15 [x:20, y:20, tclit: 15], hace dos semanas que lo estoy probando, y no me va bien.[] Quería probar con otra configuración a ver si me iba mejor, pero con la movilidad que tiene él y si tiene dificultades para controlar en concreto sí que sería este [indica los parámetros indicados en las pautas] y coincide con lo que tenía antes.”* (Maestra de educación especial responsable de las sesiones de SINA del usuario 9 Ra)

#### **Análisis de las nuevas condiciones de uso del SINA**

El seguimiento de las pautas ergonómicas propuestas mejoró ligeramente las condiciones de trabajo con el ordenador del usuario 9 Ra, ya que la nueva colocación de la pantalla permitía una visualización de la misma más relajada para su mirada, dado el grado de inclinación de la cabeza.

La nueva ubicación de la webcam era adecuada en cuanto a orientación y desplazamiento lateral, pero se encontraba muy baja respecto al usuario, provocando localizaciones incorrectas en los movimientos de extensión o incorporación del usuario.

La terapeuta refirió haber comprobado la adecuación de los parámetros de configuración, ya que probó configuraciones diferentes con malos resultados, volviendo finalmente a los rangos de parámetros sugeridos en las pautas para las características de su usuario.

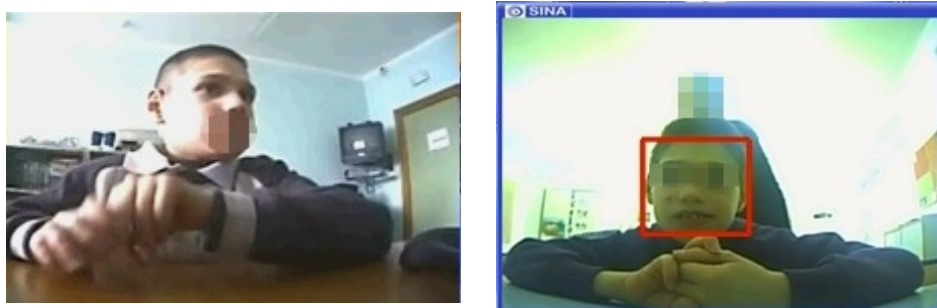
La mayor autonomía del usuario, que requería menos intervenciones por parte de la terapeuta, se debía principalmente a la evolución del usuario.

## **Usuario 10 Ga**

### **Cambios introducidos y resultados**

A partir de las pautas ergonómicas facilitadas, la terapeuta responsable de las sesiones del usuario 10 Ga ajustó ligeramente la pantalla y la webcam para conseguir una mejor ubicación del usuario frente a estas.

La pantalla se colocó más baja que anteriormente, y la webcam se adelantó y reorientó para mejorar la captación del usuario en plano frontal. El registro de un plano normal del usuario eliminó las dificultades de alcance de pantalla que se habían detectado en la fase anterior, y la nueva orientación facilitó la detección del punto de referencia del SINA (Ep\_val1, Obs\_val1).



**Figura 8-77. Imagen de la webcam del usuario 9 Ra en la fase de análisis (izquierda) y en la fase de valoración (derecha).**

### **Análisis de las nuevas condiciones de uso del SINA**

Los pequeños cambios introducidos en el caso del usuario 10 Ga se hicieron también siguiendo las pautas.

La reorientación de la webcam fue el cambio más significativo, mejorando la eficacia del SINA al facilitar la localización del punto de referencia.

## **Usuaría 11 Ca**

### **Cambios introducidos y resultados**

Los cambios introducidos en el caso de la usuaria 11 Ca se centran en la disposición del equipo y en la adaptación de la configuración a esta (E\_val1, Obs\_val1).

La postura de la usuaria se mantuvo igual, siendo la adecuada a las capacidades de la misma, aunque se comentó en la entrevista que cuanto más incorporada pudiese estar para trabajar, mejores condiciones se podían conseguir (E\_val1, Obs\_val1).

*“La postura de Ca viene a estar a una inclinación de 45° [respecto a la vertical], pero cuando usa el SINA ella pide estar más elevada, porque le va mejor. No llega a 90° [vertical] ni mucho menos, pero sí que pide un par de grados menos.[] Si está demasiado tumbada tienes poco juego, tienes poca flexión.”* (Fisioterapeuta responsable de las sesiones de SINA de la usuaria 11 Ca)

La distancia a la pantalla se mantuvo igual, ya que era adecuada a las necesidades de la usuaria, dada su posición en reclinación, según las orientaciones recogidas en las pautas (Ep\_val1, Obs\_val1).

La pantalla se ubicó sobre un accesorio encima de la mesa, elevándola respecto a la usuaria, y siguió vertical. Esta nueva altura permitió una visualización de la pantalla más cómoda para la usuaria (Obs\_val1), reduciendo el ángulo de visión de 5° a 0° y el ángulo de la línea de visión de 40° a 30°.



**Figura 8-78. Ángulo de visión de la usuaria 11 Ca en la fase de análisis y en la fase de validación.**

La nueva colocación de la pantalla permitió la captación de una imagen de la usuaria más adecuada por parte de la webcam, pasando de un contrapicado de  $40^\circ$  a un contrapicado de  $20^\circ$ . A pesar de que la webcam no tenía zoom óptico, se pudo configurar el zoom por software (Ep\_val1, Obs\_val1).



**Figura 8-79. Imagen de la webcam de la usuaria 11 Ca en la fase de análisis (izquierda) y en la fase de valoración (derecha), tras la aplicación del zoom.**

Al incorporar el zoom, se adaptó la configuración del SINA, reduciendo los parámetros  $x$  e  $y$ , que se encontraban a 40 y 50 respectivamente, a un factor  $x=25$  y un factor  $y=30$ . El tiempo de clic no se cambió, ya que no dependía de la detección de movimientos de la webcam (Ep\_val1).

La aplicación del zoom y los cambios de configuración para adaptar los parámetros a la nueva situación mejoraron mucho la precisión de la usuaria. Esto se tradujo en un tiempo menor para la resolución de actividades, pasando de oscilaciones entre 10 y 35 minutos para la realización de un puzzle de cuatro piezas a conseguir tiempos entre 7 y 10 minutos para la resolución de puzzles de 9 piezas (Ep\_val1, Obs\_val1). Asimismo, el tiempo



necesario para activar un evento de la botonera del SINA se redujo, pasando de rangos entre 4 y 8 minutos a conseguirlo en tiempos entre 2 y 5 minutos (Obs\_val1).

*“Conseguimos el zoom, entonces le disminuí bastante los ratios de x e y, y le va mucho mejor. Claro que es más preciso y con el zoom... la verdad es que es bastante necesario, es una cosa que yo no la había tenido en cuenta y es una pasada... muy, muy bien. Cambia bastante.”* (Fisioterapeuta responsable de las sesiones de SINA de la usuaria 11 Ca)

Durante las sesiones de la fase de valoración el SINA el punto de referencia era muy estable, perdiéndose únicamente de manera muy ocasional, cuando la usuaria hacía un movimiento de rotación extrema (giro de la cabeza) o movimientos bruscos (Ep\_val1, Obs\_val1).

#### **Análisis de las nuevas condiciones de uso del SINA**

Los cambios introducidos correspondían a las pautas ergonómicas propuestas. Estos cambios mejoraron las condiciones de visualización de la pantalla y de detección de los movimientos de la usuaria por parte del SINA.

La introducción del zoom y la modificación de parámetros de configuración para adecuarlos a la nueva situación resultaron un punto de inflexión en la labor de la usuaria con el ordenador, mejorando su precisión con el cursor, así como la estabilidad del punto de referencia del SINA, por lo que las sesiones resultaban mucho más eficaces.

En este caso, por tanto, los cambios fueron satisfactorios, quedando una configuración de las condiciones de uso del SINA adecuadas a la usuaria que coincidían con la propuesta de pautas ergonómicas.

## **Análisis de la utilidad y facilidad de aplicación de las pautas**

Además del análisis de las modificaciones de las condiciones de uso del SINA introducidas para cada usuario, se pidió a los responsables de las sesiones que valoraran su experiencia a la hora de comprender las pautas y aplicarlas, y la utilidad de las mismas.

La aplicación de las pautas se consideró fácil, ya que la estructura del documento facilitado era clara y se podían seguir los elementos a analizar uno por uno.

*“Lo utilicé desde el primer día. Dije “A ver, nueva situación: tenemos mesa, pantalla, webcam... ¿Qué tipo de usuaria tengo yo?[] Y fue fácil ver de qué manera tendría que ir todo pum, pum, pum, pum y con esto [estas condiciones] me quedé.”* (Logopeda responsable de las sesiones de SINA de la usuaria 7 Sa)

En cuanto a la utilidad, se confirmaron las opiniones recogidas en la valoración previa de las pautas, viendo que efectivamente podía ahorrar tiempo y esfuerzo, así como mejorar la eficiencia de la interacción persona ordenador de los usuarios.

*“Más o menos es lo que hacíamos, pero no habíamos tenido en cuenta la parte del zoom. [] Ahora pierde menos veces el puntero y además es que es mucho más preciso, una barbaridad. Es una diferencia brutal para ella.”* (Fisioterapeuta responsable de las sesiones de SINA de la usuaria 11 Ca)

### **8.3.2.2 Resumen de los datos**

Los cambios introducidos en las condiciones de uso del SINA respondieron en su mayoría a la aplicación de las pautas ergonómicas propuestas, si bien también se identificaron cambios correspondientes a la adaptación de las sesiones a la evolución de los usuarios, así como hubo casos de cambios introducidos por los terapeutas de manera exploratoria.

En el caso de las modificaciones que se realizaron siguiendo las pautas, los entrevistados manifestaron haber identificado claramente aquellas que correspondían a sus usuarios.

Las variaciones realizadas en la ubicación y colocación de la pantalla mejoraron las condiciones de visualización de la misma (usuarios 7 Sa, 9 Ra, 10 Ga y 11 Ca). En el caso de MAS, el cambio realizado no correspondía a las orientaciones facilitadas. Se pudo comprobar que la nueva ubicación de la pantalla obligaba a la usuaria a elevar más la mirada para poder ver toda la pantalla, con lo que provocaba mayores esfuerzos.

En cuanto a los cambios en la ubicación y orientación de la webcam, demostraron ser los más determinantes en el desarrollo de las sesiones del SINA, confirmando la importancia de este elemento. Estos cambios tuvieron resultados variables, ya que hubo casos en los que la reubicación y/o reorientación no fueron suficientes (7 Sa), o no resultaron completamente adecuados al usuario (9 Ra), y en cambio se hallaron casos en los que la nueva posición de la webcam mejoraba la captación del usuario por parte del SINA, influyendo positivamente en el desarrollo de las sesiones, y por tanto en la eficacia del sistema (10 Ga, 4 MAS, 11 Ca). El caso más destacado fue el de la usuaria 11 Ca, en el que la introducción del zoom como sustituto del acercamiento de la webcam provocó cambios muy importantes en el uso del ordenador mediante el SINA.

Solo se detectaron dos casos en los que hubo cambios en la configuración del SINA. En el caso de la usuaria 11 Ca, estos correspondían al reajuste de la configuración de parámetros a partir de la introducción del zoom y fueron satisfactorios, si bien no coincidían exactamente con las orientaciones ofrecidas. En el otro caso, la responsable de las sesiones del usuario 9 Ra introdujo cambios en la configuración explorando diferentes opciones, para después volver a los parámetros propuestos en las pautas, al comprobar que eran los más adecuados al tipo de usuario que tenía.

En general se pudo observar que la aplicación de las pautas ergonómicas propuestas permitió la identificación e implantación de mejoras en las condiciones de uso del SINA, que repercutieron en mayor o menor medida en el desarrollo de las sesiones de los usuarios con el ordenador.

En el caso de la webcam, como factor determinante, los cambios fueron en ocasiones inadecuados o insuficientes, mostrando la necesidad de incidir en este punto, mejorando y ampliando las pautas en este sentido.

Las condiciones de uso según las pautas propuestas resultaron apropiadas para cada usuario, demostrando así su adecuación. Se añade el hecho de que, en aquellos casos en los que se introdujeron cambios que no correspondían con las pautas, el resultado no fue positivo, volviendo a los parámetros o condiciones propuestas en el manual facilitado.

*“Hay veces que he ido probando: la cámara aquí, allá, el rango de movimiento... [] Pero no lo he podido modificar [respecto a las pautas ofrecidas], no me ha sido útil. Una vez que lo tienes todo colocado según las pautas, te cuadra. Y haciendo modificaciones para ver qué tal he acabado volviendo a las pautas.”* (Logopeda responsable de las sesiones de SINA de la usuaria 7 Sa)

## **8.4 Fase de análisis de la situación y definición del problema (2º ciclo de diseño y desarrollo)**

Al igual que en la fase de análisis del primer ciclo de diseño y desarrollo, el objetivo de esta fase consistía en obtener la información más completa posible sobre la situación que constituía el problema de investigación de este trabajo.

Durante el primer ciclo de este estudio se obtuvo información sobre los usuarios y las condiciones de utilización del SINA, condiciones que quedaron posteriormente modificadas en algunos casos tras la implantación de las pautas propuestas como solución al problema de investigación, y que se recogieron en la fase de validación del ciclo anterior.

La muestra de este 2º ciclo estaba compuesta por 8 usuarios que representaban los perfiles según postura que se describieron para esta investigación, aunque debido a la pérdida de muestra solo se disponía de un caso de estudio en posición de inclinación anterior. En el caso de perfiles según control cefálico y movilidad, ya no se disponía de

usuarios con buen control cefálico y control de movimientos, dado que estos habían pasado a realizar sesiones con el ordenador mediante el SINA de manera autónoma. Así, se tenía representación de las situaciones descritas:

- Condiciones de uso según la postura de trabajo del usuario:
  - Postura erguida: usuarios 5 Co, 8 El, 9 Ra y 10 Ga.
  - Postura en apoyo anterior: usuaria 4 MAS.
  - Postura reclinada: usuarias 6 Is, 7 Sa y 11 Ca.
  
- Condiciones de uso según el control y libertad de movimientos:
  - Movilidad conservada o no muy afectada, control cefálico, buen control de movimientos y buena precisión. No había usuarios en esta situación en esta fase.
  - Movilidad conservada o no muy afectada con dificultades para el control del movimiento y precisión media o baja. Usuarios 5 Co, 6 Is, 7 Sa, 8 El, 9 Ga y 11 Ca.
  - Movilidad reducida en varias direcciones con control de movimientos y control de la cabeza en una posición concreta. Precisión baja. Usuaria 4 MAS.
  - Movilidad reducida en varias direcciones o aparición de movimientos incontrolados, con dificultad para el control de los movimientos y precisión baja (siempre o solo con la aparición de movimientos incontrolados). Usuario 9 Ra.

Las condiciones de uso resultantes eran fruto, por una parte, de un proceso de adecuación por parte de los responsables de las sesiones con el SINA, que realizaron a partir de sus conocimientos previos generales sobre posicionamiento ante un ordenador, a partir de la información facilitada a la hora de instalar el SINA y de la experiencia con cada usuario). Por otra parte, estas condiciones se habían modificado por la aplicación de las pautas

ergonómicas específicas propuestas, llegando a unas condiciones de uso del ordenador mediante el SINA bastante adecuadas, a falta de ajustes de alguno de los elementos, sobre todo en lo relacionado con la webcam.

Al inicio de este segundo ciclo nos encontrábamos, por tanto, con una situación ya documentada, que se resume en la Tabla 8 -11.

**Tabla 8-11. Condiciones de uso de los usuarios del SINA en la fase de análisis del 2º ciclo de diseño y desarrollo. En amarillo se identifican aquellos aspectos en los que se registraron cambios respecto a la fase de análisis del primer ciclo de esta investigación.**

Us	Postura del usuario	Movimientos para el uso del SINA	Pantalla	Webcam	Distancia a la webcam	x	y	Tc lic	rc lic	Adecuación de las condiciones al usuario
4 MAS	Silla de ruedas neurológica pivotada hacia atrás, respaldo reclinado en menor grado. Flexión de tronco y antepulsión de cabeza.	Movimientos lentos de rotación y FE, extensión limitada. Movimientos ligeros de inclinación	Ojos del usuario en parte inferior de la pantalla. Vertical. Distancia media.	Sobre mesa. Orientada a la usuaria.	Media	30	39	15	15	Pantalla alta para el usuario. La modificación de la postura (algo más incorporada) y de la webcam (reorientación) fueron satisfactorias.
5 Co	Bipedestación en bipedestador pediátrico.	Movimientos en bloque de cabeza y cuello, rápidos y poco controlados. Dificultades para mantener la cabeza en una posición.	Ojos del usuario en parte central de la pantalla. Vertical. Distancia alta.	Sobre pantalla. Centrada. Orientada a la usuaria.	Alta	19	24	8	15	Distancia alta. Pantalla alta. Resto de condiciones correspondientes a las recomendaciones ergonómicas generales, adecuadas a la usuaria.
6 Is	Sedestación en silla de ruedas reclinada, con reposacabezas. Posición reclinada con apoyo intermitente en reposacabezas.	Movimientos en todas las direcciones, amplitud moderada. Escaso control de FE.	Altura de la cabeza. Inclinación posterior. Distancia alta.	Sobre pantalla. Centrada. Orientación baja.	Alta	19	24	7	15	Pantalla baja para la usuaria, inclinación inadecuada. Orientación de la webcam alta.

Us	Postura del usuario	Movimientos para el uso del SINA	Pantalla	Webcam	Distancia a la webcam	x	y	Tc lic	rc lic	Adecuación de las condiciones al usuario
7 Sa	Sedestación en silla de ruedas reclinada, con reposacabezas. Posición reclinada en menor grado, con apoyo en reposacabezas.	Movimientos en todas las direcciones, rápidos y de poca precisión. Rotación con apoyo en reposacabezas algo más controlado.	Altura elevada, sobre accesorio. Vertical. Distancia muy alta. Retirada de mesa de trabajo.	Sobre pantalla. Distancia muy elevada. Orientada a la usuaria.	Muy alta	15	18	10	15	Modificación de altura y distancia de la usuaria adecuadas. Modificación de la orientación de la webcam adecuada, distancia de la webcam elevada.
8 El	Sedestación en silla de ruedas, respaldo recto. Posición erguida, ligera extensión de cabeza	Estereotipias de rotación de cabeza. Resto de movimientos de muy baja amplitud. Algún movimiento de giro de cabeza.	Cabeza a mitad de pantalla. Vertical. Distancia media-alta.	Sobre pantalla. Orientada al usuario. Centrada.	Alta	10	14	5	15	Pantalla alta y distancia alta. Resto de condiciones correspondientes a las recomendaciones ergonómicas generales, adecuadas al usuario.
9 Ra	Sedestación en silla de ruedas, respaldo recto. Posición erguida, ligera flexión de cabeza.	Movimientos lentos, poco precisos, en todas las direcciones, de mayor amplitud en rotación que en FE. Restricción de movilidad a la rotación izquierda.	Sobre mesa, a la altura de los ojos. Vertical. Distancia media-alta.	Sobre mesa. Desplazamiento a la derecha. Orientada al usuario en contrapicado.	Media-alta	20	20	15	15	Modificación de pantalla satisfactoria. Modificación de la webcam la dejó algo en contrapicado. La modificación de parámetros no fue adecuada. Resto de condiciones adecuadas al usuario.



Us	Postura del usuario	Movimientos para el uso del SINA	Pantalla	Webcam	Distancia a la webcam	x	y	Tc lic	rc lic	Adecuación de las condiciones al usuario
10 Ga	Sedestación en silla escolar, apoyado en mesa de manera discontinua. Sin apoyo en el respaldo.	Estereotipias de balanceo anteroposterior de tronco y cabeza. Resto de movimientos rotaciones moderadas o giros.	Altura de los ojos a mitad de pantalla. Vertical. Distancia media.	Sobre mesa. Centrada. Orientado al usuario.	Media	10	14	13	15	Modificaciones satisfactorias. Condiciones correspondientes a las recomendaciones ergonómicas generales, adecuadas al usuario.
11 Ca	Sedestación en silla de ruedas reclinada, con reposacabezas. Posición reclinada con apoyo en reposacabezas.	Movimientos de cabeza en todas las direcciones, con apoyo en reposacabezas más control de movimientos (sobre todo en rotación), sin apoyo en reposacabezas menos precisión y control.	Sobre accesorio. Altura de la cabeza. Vertical. Distancia muy elevada.	Sobre pantalla. Centrada. Orientada a la usuaria. Uso del zoom.	Muy alta	25	30	15	30	Modificaciones satisfactorias. Condiciones adecuadas al usuario.

## **8.5 Fase de desarrollo de soluciones (2º ciclo de diseño y desarrollo)**

La propuesta de solución que aquí se presenta corresponde, como ya se ha comentado, al producto final del primer ciclo de análisis, diseño de soluciones y validación de las mismas, tras incorporar a la propuesta de solución los principios de diseño establecidos como reflexión final del ciclo anterior, así como aquellos aspectos específicos que habían sido identificados como susceptibles de mejora.

Igual que en el caso anterior, una vez identificadas las pautas y recomendaciones adecuadas para el uso del SINA por parte de usuarios con grandes discapacidades motoras, se recogieron en la documentación, constituyendo una nueva versión del manual de *Pautas ergonómicas para el acceso al ordenador mediante SINA de usuarios con grandes discapacidades motoras* (versión 2). Este debía seguir observando las recomendaciones establecidas de usabilidad y accesibilidad de documentación de un producto.

Siendo el contexto de esta propuesta de solución el mismo que el anterior, el problema al que pretendía dar solución este manual era también el mismo, por lo que el objetivo de esta propuesta seguía siendo habilitar a cualquier nuevo usuario o acompañante para configurar las condiciones de uso del ordenador y del SINA que mejor se adaptaran a las características y necesidades de dicho usuario.

### ***Cambios introducidos en la propuesta de solución***

Para el diseño de soluciones de esta fase se partió de los resultados obtenidos en la evaluación de soluciones en la práctica, tanto aquellos surgidos de la visión y la experiencia de los responsables de las sesiones del SINA como a partir de los resultados de la implantación de las pautas en sí, y que se recogieron posteriormente en la fase de elaboración de principios de diseño.

La prioridad a la hora de revisar y modificar la propuesta de solución seguía siendo conseguir un documento fácil de comprender y aplicar para cualquier lector que tuviera que adaptar las condiciones de utilización del ordenador mediante SINA de un usuario en concreto. Para ello, se revisó todo el documento, modificando los siguientes aspectos de forma:

- Cambio de título a uno más específico, haciendo referencia al tipo de usuario que era el destinatario del manual. El nuevo título fue “Pautas ergonómicas par el acceso al ordenador mediante SINA de usuarios con grandes discapacidades motoras”.
- Se añadió una introducción a modo de presentación del documento, que explicaba brevemente su objetivo y su estructura, para orientar y ubicar al lector.
- Revisión de la terminología y vocabulario. Se eliminaron aquellos términos específicos que no eran imprescindibles para la comprensión y aplicación de las pautas, y se introdujeron explicaciones en aquellos casos en que la terminología era necesaria.
- Se aportaron títulos a las imágenes, que explicaban e identificaban las mismas, para facilitar la comprensión y el seguimiento de las pautas.
- Se añadió una introducción explicativa de aquellos aspectos, criterios o elementos de las pautas que fuesen muy específicos de las condiciones de uso del ordenador o del SINA.
- Se incorporó información de contacto de los diseñadores del SINA y del manual, así como de un foro de comunicación con los mismos y con otros usuarios, para la resolución de problemas.

En cuanto a las pautas ergonómicas en sí, los cambios fueron:

- Se introdujeron conceptos como la línea de los ojos del usuario (plano de Frankfurt), la línea de visión y el ángulo de la línea de visión para contextualizar las pautas que se iban a ofrecer en cuanto a posición y orientación de la pantalla y la webcam. Estos conceptos se introdujeron de la manera más sencilla posible, ilustrándolos a su vez para clarificar las explicaciones.

- Se eliminó la referencia de tamaño mínimo de caracteres según la distancia de visión del usuario, por considerarse una información poco útil y demasiado específica. Esta modificación seguía el principio de diseño de centrarse en aquellos criterios y referencias útiles y fácilmente aplicables.
- Se revisó y modificó el apartado correspondiente a la webcam, ya que había sido el que había mostrado ser menos eficiente. Se añadieron propuestas de solución concretas para usuarios con postura reclinada, consistentes en la incorporación de un brazo articulado para la colocación de la webcam en una situación adecuada para el usuario, o bien en la utilización del zoom para sustituir el acercamiento de la webcam.
- Se añadió un apartado relativo a las condiciones ambientales, ya que aunque no eran objetivo directo de esta investigación, y el SINA era capaz de funcionar sin condiciones específicas de iluminación, este aspecto había mostrado influir en la captación del usuario por parte del SINA. En este apartado se aportaban aspectos generales de la iluminación de un sistema hombre-máquina de interacción con el ordenador.
- En cuanto a la configuración y uso del SINA, se añadió una pequeña introducción explicando los parámetros de configuración del dispositivo, para luego incorporar el resto de información. Se reestructuró la tabla de configuración recomendada para facilitar su lectura y comprensión. También en este apartado se añadió una explicación específica del punto de referencia del SINA y las condiciones de reconocimiento del mismo, así como posibles soluciones ante problemas concretos de pérdida del punto de referencia.
- Se explicó la necesidad de adaptar las condiciones de uso al estado del usuario, que podía variar por épocas o incluso por días.

La guía rápida solo se modificó para incorporar los cambios introducidos en el texto completo de las pautas.

## **8.6 Fase de evaluación de soluciones en la práctica (2º ciclo de diseño y desarrollo)**

En esta fase se pretendía, al igual que en el ciclo anterior, recoger la información necesaria para valorar la solución propuesta. A diferencia de la fase de validación de la primera propuesta, sin embargo, en este caso no se recogió la valoración de los informantes clave sobre el documento de las pautas dado que, una vez aplicados los cambios y recomendaciones, no se había modificado sustancialmente, por lo que era un documento ya conocido y aplicado por ellos.

La recogida de datos de esta fase, por tanto, se centró en los resultados de la implantación en sí de las pautas ergonómicas, atendiendo especialmente a aquellos aspectos nuevos de la propuesta de solución.

### **8.6.1 Validación de las pautas y criterios ergonómicos propuestos**

La recogida de datos se hizo a partir de dos instrumentos:

- Entrevista de validación de las pautas a informantes clave (Ep\_val2).
- Observación: registro de sesiones del SINA en vídeo (Obs\_val2)

Se trabajaron en esta tarea los indicadores reflejados en la Tabla 8 -12.

**Tabla 8-12. Indicadores e instrumentos de recogida de datos utilizados en la Fase 3 del 2º ciclo de diseño y desarrollo.**

FASE	TAREA	INSTRUMENTO DE RECOGIDA DE DATOS	INDICADORES	VARIABLES
Fase 3. Evaluación de soluciones en la práctica	Valoración de la adecuación y eficacia de los criterios ergonómicos aplicados	Entrevista de validación de las pautas (Ep_val2)	Entorno y equipo Carga física: postura y esfuerzo físico Fatiga Prevención de episodios negativos.	Pautas ergonómicas
		Observación (Obs_val2)	Entorno y equipo Carga física: postura y esfuerzo físico Fatiga Prevención de episodios negativos.	Pautas ergonómicas Uso del SINA

### 8.6.1.1 Datos obtenidos sobre la eficacia de las pautas ergonómicas aplicadas.

Para esta tarea, las fuentes de información utilizadas (entrevistas y observación) fueron también complementarias. Las entrevistas permitían centrar la atención en los cambios introducidos en las condiciones de uso del SINA a partir de las modificaciones en las pautas, o bien las correcciones de cambios que se hubiesen experimentado en la fase anterior y se hubiesen identificado como no satisfactorios. Posteriormente, a través de las entrevistas mismas y de la observación, se comprobaban los resultados que estos cambios habían provocado.

En el texto se indica en cada caso de dónde proviene la información, de la siguiente manera;

- *Ep\_val2* indica la información que proviene del análisis de las entrevistas diseñadas específicamente para esta fase de la investigación.
- *Obs\_val2* se refiere a aquellos datos que provienen de la observación mediante el registro en vídeo de sesiones correspondientes a esta fase del estudio.

### **Usuaría 4 MAS**

La usuaria 4 MAS no cambió significativamente las condiciones de uso del SINA para esta fase.

### **Usuaría 5 Co**

En el caso de la usuaria 5 Co, se reanudaron las sesiones con el SINA de manera regular, pero no hubo cambios en las condiciones de uso del SINA. La terapeuta refirió haber identificado cambios necesarios para la adecuación de las condiciones a la usuaria, a partir de las pautas ergonómicas, pero arguyó limitaciones de mobiliario y equipo disponible para poder hacer las modificaciones necesarias para esta adaptación (Ep\_val2).

### **Usuaría 6 Is**

#### **Cambios introducidos y resultados**

La usuaria 6 Is también reanudó las sesiones del SINA de manera regular durante esta fase. La terapeuta siguió las recomendaciones ergonómicas reflejadas en el manual facilitado, introduciendo algunos cambios para la adaptación de las condiciones de la usuaria (Ep\_val2, Obs\_val2).



**Figura 8-80. Imagen de las sesiones con el SINA de la usuaria 6 Is en la fase de análisis (izquierda) y en la fase de valoración (derecha).**

La usuaria acudía a las sesiones con una silla de ruedas diferente, más alta, ya que al crecer Is había necesitado un cambio en el tamaño de la silla. Su postura seguía siendo reclinada, sin variaciones respecto a la situación anterior, excepto en el caso de la cabeza, que con el nuevo reposacabezas se encontraba algo más reclinada que en fases previas, llegando a  $-30^\circ$  del plano de Frankfurt, frente a los  $-25^\circ$  registrados en la fase inicial de esta investigación. La altura de la silla impedía acercar la usuaria a la pantalla debido al choque de los muslos con la superficie de la mesa (Ep\_val2, Obs\_val2).

La pantalla se encontraba a la altura de la cabeza de la usuaria, inclinada hacia delante, a una distancia algo elevada para las pautas generales, pero adecuada a las características de la usuaria. Se había acercado al borde de la mesa para poder conseguir esta distancia adecuada, dado que la silla no podía acercarse (Obs\_val2).

Se había reorientado la webcam hacia la usuaria, aunque debido a la posición de la pantalla y la webcam sobre esta, junto con la posición reclinada de la usuaria, no se había conseguido un plano frontal, manteniéndose el ángulo visual de la webcam a  $20^\circ$  en picado. La distancia era menor que en fases anteriores, consiguiendo una mejor localización de los rasgos de la usuaria (Ep\_val2, Obs\_val2).

### **Análisis de las nuevas condiciones de uso del SINA**

Los cambios introducidos en el caso de la usuaria 6 Is iban en la dirección de adecuar las condiciones de uso del ordenador a las características de la usuaria según las pautas ergonómicas facilitadas, pero no alcanzaron completamente su objetivo.

La pantalla, a pesar de estar más elevada e inclinada hacia delante como se indicaba en las pautas para usuarios en postura reclinada, no llegaba a estar a suficiente altura como para que la usuaria la visualizara correctamente. La webcam, por su parte mantenía las condiciones anteriores, por lo que tampoco se mejoraba en este aspecto.

La terapeuta refirió, a este respecto, estar pendiente de introducir algún elemento de soporte para la pantalla que le permitiera alcanzar las condiciones que ella había identificado como correctas según las pautas (Ep\_val2).



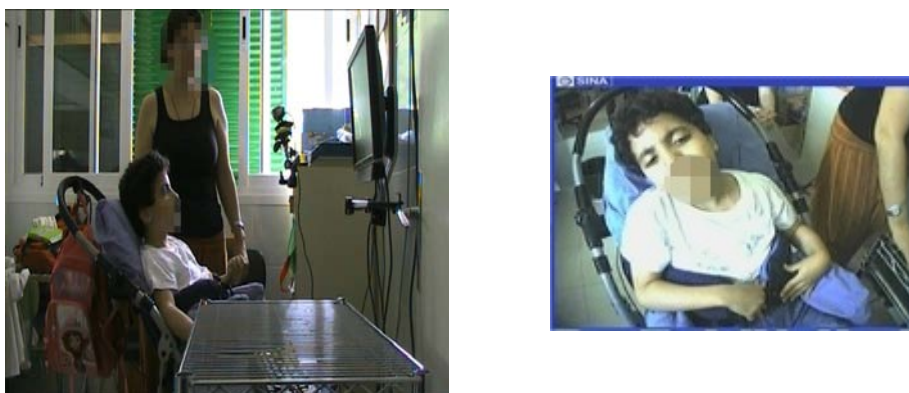
*“Sé que tengo que mejorar mesa, tengo que mejorar pantalla y tengo que mejorar webcam... [] ...pero no tengo elevador de estos de pantalla, el brazo articulado no lo puedo poner en ningún sitio....”* (Terapeuta responsable de las sesiones de SINA de las usuarias 5 Co y 6 Is).

## **Usuaría 7 Sa**

### **Cambios introducidos y resultados**

En este caso, las modificaciones respecto a la fase de validación del primer ciclo de la investigación estaban dirigidas a acabar de adecuar la captación de la webcam y la configuración del SINA, puesto que se habían identificado como los aspectos todavía por adecuar a las necesidades de la usuaria.

Se introdujo un brazo articulado como soporte de la webcam reducir la distancia entre esta y la usuaria. Este accesorio solo se pudo colocar desde un mueble cercano a la pantalla, a un lateral de la misma. Debido a esto no se pudo colocar la webcam completamente frontal a la usuaria, ya que interfería con la visualización de la pantalla por parte de esta. La imagen obtenida de la usuaria era mucho más cercana, facilitando así la localización y seguimiento del punto de referencia por parte del SINA.



**Figura 8-81. Imagen de perfil y frontal de la postura de trabajo de la usuaria 7 Sa en la fase de validación del segundo ciclo de la investigación.**

Durante las sesiones de esta fase de valoración el SINA perdía en muchas menos ocasiones la referencia. Las incidencias de pérdida de referencia o de localización incorrecta de la referencia estaban casi siempre relacionadas con movimientos bruscos o rápidos de la usuaria como giros de la cabeza o balanceos continuados (Ep\_val2, Obs\_val2).

Los movimientos de la usuaria eran en esta fase más amplios, y el tipo de movimiento utilizado dependía de la actividad. Así, en actividades que requerían un barrido de toda la pantalla la usuaria realizaba un mayor número de balanceos en flexoextensión de la cabeza, cuando la actividad solo respondía a movimientos horizontales la usuaria llevaba a cabo rotaciones e inclinaciones (escasamente controladas y precisas por las características propias de la usuaria), y en el caso de actividades que requerían el evento de clic, los movimientos de la usuaria se hacían menos amplios, con más apoyo en el reposacabezas y más controlados (Obs\_val2).

Los parámetros de configuración se mantuvieron, dado que las nuevas condiciones de la webcam facilitaban un reconocimiento de los movimientos por parte del SINA, haciendo innecesario el cambio de parámetros (Ep\_val2).

### **Análisis de las nuevas condiciones de uso del SINA**

Los cambios introducidos en el caso de la usuaria 7 Sa respondían a un proceso de adaptación de las condiciones siguiendo las pautas ergonómicas propuestas, que se concretó en este caso en la identificación de la necesidad de acercar la webcam a la usuaria para mejorar su detección por parte del SINA, y por tanto su experiencia con el ordenador.

Para ello, la estrategia utilizada de la utilización de un brazo articulado, propuesta en las pautas ergonómicas, resultó adecuada y eficaz, aún cuando las condiciones de colocación del brazo no eran las óptimas, ya que la webcam quedaba algo rotada debido a que el brazo provenía del lateral de la pantalla.

## ***Usuario 8 El***

### **Cambios introducidos y resultados**

No se introdujeron cambios en las condiciones de uso de este usuario (Ep\_val2).

## **Usuario 9 Ra**

### **Cambios introducidos y resultados**

En el caso del usuario 9 Ra se introdujeron cambios en la configuración, y se realizaron pequeños ajustes pendientes desde la fase anterior.

La webcam, ya situada sobre la mesa, se alejó y reorientó ligeramente, de forma que captara la imagen lo más frontal posible del usuario. Mejoró así la captación de movimientos de extensión, con los que se había tenido dificultades con la orientación previa (Ep\_val2, Obs\_val2).

No se hallaron diferencias en el patrón de movimientos del usuario, ni en el número de movimientos en rango neutro (Obs\_val1). Sí que eran necesarias menos intervenciones por parte de la responsable de las sesiones para dirigir movimientos, siendo la interacción del usuario más autónoma (Ep\_val1, Obs\_val1).

En cuanto a la configuración, se volvió a parámetros cercanos a los propuestos en las pautas ergonómicas de uso del SINA (Ep\_val2):

X	Ganancia del movimiento horizontal (x).	10
Y	Ganancia del movimiento vertical (y).	14
telic	Tiempo de clic	23
relic	Rango de clic	15

### **Análisis de las nuevas condiciones de uso del SINA**

El ajuste de la webcam surtió el efecto deseado, ya que acababa de ajustar las condiciones adecuadas a las características y posición de trabajo del usuario. Esto se traducía en la estabilidad en la captación del usuario por parte del SINA, favoreciendo así el desarrollo de las sesiones.

La adecuación de los parámetros de configuración, por su parte, también ayudó a este buen desarrollo de las sesiones, refiriendo la terapeuta que eran los más adecuados al usuario y al tipo de actividades que realizaban (Ep\_val2).

### **Usuario 10 Ga**

En la fase anterior se había alcanzado la adecuación de las condiciones de uso del ordenador mediante el SINA para este usuario, por lo que se introdujo ningún cambio (Ep\_val2).

### **Usuaría 11 Ca**

En la fase anterior se había alcanzado la adecuación de las condiciones de uso del ordenador mediante el SINA para esta usuaria, por lo que se introdujo ningún cambio (Ep\_val2).

## **8.6.1.2 Resumen de los datos**

Los resultados obtenidos en esta nueva fase de validación indicaron que las modificaciones que introducían o continuaban y ajustaban los terapeutas seguían correspondiendo a las pautas propuestas, incluyendo las modificaciones realizadas en las mismas.

La facilidad de aplicación y la utilidad de esta nueva propuesta fueron valoradas igual que en el caso anterior, ya que las modificaciones introducidas no se consideraron significativas. Se valoró positivamente el hecho de haber revisado el texto, introduciendo pequeños ajustes, cambios de vocabulario, identificación de ilustraciones, que hacían más fácil el seguimiento del mismo (Ep\_val2).

Respecto a las modificaciones introducidas en las pautas, se juzgaron adecuadas y oportunas, ya que complementaban las pautas ya entregadas en aspectos necesarios para la completa adaptación de las condiciones de uso del SINA a los usuarios (Ep\_val2).

Los cambios introducidos en las condiciones de uso del SINA durante esta fase respondieron en su mayoría a ajustes del proceso de adaptación ya iniciado en la fase de

validación anterior. Era el caso del pequeño ajuste de orientación de la webcam en el caso del usuario 9 Ra, o de la incorporación del brazo articulado para reducir la distancia a la webcam de la usuaria 7 Sa, que completaba la adecuación de condiciones que no había resultado suficiente en el ciclo anterior.

En el caso de modificaciones nuevas de las condiciones de uso del SINA, como fue el caso de la usuaria 6 Is (ya que no había habido sesiones para realizar esta adaptación en la fase anterior), estas estaban orientadas según las pautas ergonómicas facilitadas en esta investigación, aunque la adecuación no fue completa. La terapeuta misma era consciente de los elementos necesarios para la completa adecuación de condiciones, pero se encontraba limitada por condiciones técnicas y de material.

Este impedimento relacionado con cuestiones de material, infraestructura o aspectos técnicos se mencionó en algunos casos, viéndose obligados los terapeutas a conseguir recursos alternativos, o bien a conseguir una adaptación de las condiciones de uso de sus usuarios que no fuese óptima pero sí suficiente para un desarrollo correcto de las sesiones.

*“He identificado lo que tengo que cambiar, pero no tengo las posibilidades []  
... Te adaptas con lo que tienes. Y ves que la persona, pues... continua trabajando que no es un 100%, pues un 80%.”* (Terapeuta responsable de las sesiones de SINA de las usuarias 5 Co y 6 Is)

En general se pudieron confirmar las observaciones realizadas en el ciclo anterior respecto a la facilidad de aplicación de las pautas propuestas, la identificación de necesidades de mejora en las condiciones de uso de cada usuario y de soluciones para los mismos.

La webcam, que se había identificado como factor determinante de unas condiciones adecuadas de uso y de la eficacia de las sesiones del SINA, había resultado sin embargo un aspecto a mejorar en la fase anterior. Tras la nueva propuesta de pautas, en la que se incidió más en este punto, ofreciendo orientaciones y alternativas de adaptación más concretas, este aspecto quedó solventado. Los cambios introducidos en la ubicación, orientación o altura de la webcam a partir de las nuevas pautas dieron finalmente los resultados esperados, mejorando la captación del usuario y el seguimiento de sus movimientos, y permitiendo

configuraciones más acordes con los movimientos y precisión que eran capaces de desarrollar los usuarios.

## **8.7 Fase de producción de documentación y principios de diseño**

### **8.7.1 Resultados de la validación**

Tras llevar a cabo el proceso de análisis de la situación, definición del problema, propuesta de soluciones y evaluación de soluciones en la práctica, en dos ciclos completos, se extrajeron una serie de resultados y principios de diseño de soluciones al problema de investigación.

En el primer ciclo del proceso, la fase de análisis aportó una panorámica de la situación a analizar, su complejidad y diversidad de usuarios. También permitió la definición de perfiles para poder establecer posteriormente las condiciones adecuadas a aquellos que tenían necesidades similares. En esta fase se obtuvieron resultados sobre:

- Criterios, requisitos y recomendaciones ergonómicas existentes para el uso de ordenadores que fuesen adecuadas o adaptables a la población de estudio.
- Identificación de perfiles según las capacidades de los usuarios. El establecimiento de perfiles no era con intención de etiquetar ni encajonar, sino de simplificar el proceso de identificación de necesidades y condiciones adecuadas para cada usuario. Con él se pretendía reflejar todas las posibles situaciones, estableciendo perfiles que respeten la diversidad de usuarios que se pueda hallar fuera del contexto de este trabajo. Se definieron los siguientes perfiles:
  - Según la postura del usuario: usuarios en posición erguida, usuarios en apoyo o inclinación anterior y usuarios reclinados o en apoyo posterior.

- Según la capacidad de control cefálico y movilidad de la cabeza y cuello: usuarios con movilidad conservada, usuarios con movilidad conservada pero dificultades para el control de movimientos, usuarios con movilidad reducida y con control de movimientos, y usuarios con movilidad reducida y escaso control de movimientos.
- Identificación de las condiciones individuales de uso del ordenador mediante el SINA, resultado de un proceso de adecuación por parte de los profesionales de los diferentes elementos de la IPO a cada usuario. En esta fase se pudo comprobar la presencia de los diferentes perfiles descritos, el uso mayoritario de las sillas de ruedas como silla de trabajo, y la adecuación de las condiciones a partir de las pautas ergonómicas generales conocidas por los profesionales responsables de las sesiones.

En general las condiciones de uso eran apropiadas para las características de los usuarios, aunque se alejaban más de las necesidades de los mismos cuanto más diferente era la situación del usuario de la IPO estándar, y por tanto de las recomendaciones ergonómicas corrientes para el uso del ordenador.

A partir de los criterios, requisitos y recomendaciones ergonómicas generales existentes, las capacidades de los usuarios y las condiciones de uso del ordenador por parte de los mismos, se pudo constatar que había situaciones para las que las pautas generales ergonómicas existentes no eran aplicables:

- Posturas de trabajo diferentes a la postura erguida en sedestación o bipedestación. En el caso de los usuarios, esto suponía una falta de recomendaciones para sus casos en concreto, puesto que muchos de los usuarios, debidos a sus características, trabajaban con situaciones que no se ajustaban a la postura erguida.
- Falta de criterios y recomendaciones ergonómicas explícitas para dispositivos de entrada de datos basados en visión por ordenador, es decir, que contaran con una cámara como elemento de la IPO.

El diseño de soluciones se realizó a partir de la aplicación de pautas generales y criterios ergonómicos validados a una situación concreta. En algunos casos era simplemente

aplicar criterios ya definidos a situaciones no definidas, como el caso de la adaptación de las recomendaciones ergonómicas a las posturas diferentes a la postura teórica de referencia (postura erguida), y en otras se trataba de incorporar un elemento nuevo para el que solo había recomendaciones de diseño muy genéricas, como era el caso de la webcam. Había que basarse en estos casos en la adecuación de las condiciones de uso del ordenador a través del SINA de los usuarios en el momento del análisis, así como en las experiencias previas en la ubicación y adaptación de la webcam a cada uno de ellos.

La propuesta de solución se materializó en un manual de pautas ergonómicas, que con el fin de ajustarse a los requisitos de la documentación de un producto, se procuró que fuese de fácil comprensión para el destinatario final.

La implantación de la solución propuesta en la primera fase de validación resultó satisfactoria. En primer lugar, la valoración del documento en sí fue positiva, considerándose un manual claro, ágil y de fácil comprensión, con una exposición exhaustiva de las pautas necesarias para adecuar los diferentes elementos de la IPO de los usuarios del SINA. Se hicieron una serie de sugerencias de mejora, de las que se recogen aquellas que demostraron ser apropiadas tras la triangulación de datos.

La implantación de las pautas ergonómicas propuestas en el manual permitió en general la identificación e introducción de una serie de cambios en las condiciones de uso del SINA acordes con las necesidades de los usuarios:

- Los cambios introducidos en las condiciones de uso del ordenador mediante el SINA correspondieron en su mayoría a la identificación de las pautas ergonómicas adecuadas para cada usuario a partir de la propuesta de solución. En algunos casos se aplicaron cambios que diferían de lo propuesto en esta investigación, y cuyo resultado no fue satisfactorio, por lo que se volvió a las condiciones propuestas en este estudio.
- Los usuarios con postura erguida, cuyas condiciones se acercaban previamente a las óptimas según sus capacidades, no requirieron modificaciones o tan solo ajustes mínimos (usuarios 1 Ma, 3 Gu, 12 Ou, 13 Ni). En el caso de estos usuarios, además, se habían alcanzado los objetivos marcados con ellos para las sesiones



individuales con el SINA, por lo que dejaron de ser parte de la muestra al dejar de realizar estas.

- Hubo usuarios en postura erguida o casi erguida que requerían pequeñas modificaciones de sus condiciones, sobre todo aquellas relacionadas con visualización de la pantalla y posición y orientación de la webcam (usuarios 5 Co, 8 El, 10 Ga).
- Los usuarios que más se alejaban de la postura teórica de referencia (postura estándar, erguida), como en el caso de los usuarios 4 MAS, 6 Is, 7 Sa o 11 Ca) o mostraban características individuales diferenciadas, como el caso de la movilidad restringida del usuario 9 Ra, precisaron mayores ajustes para acondicionar los elementos de la IPO a sus características, principalmente en cuanto a distancia de visión, ubicación y orientación de la pantalla y de la webcam.
- Los cambios de ubicación y orientación de la webcam demostraron ser los más determinantes en el desarrollo de las sesiones del SINA, confirmándose la importancia de este elemento, pues formaba parte del sistema de entrada de datos de los usuarios. Los cambios en este sentido tuvieron resultados variables, insuficientes (usuaria 7 Sa) o no completamente adecuados (9 Ra) en algún caso, y completamente satisfactorios en otros (usuarios 10 Ga, 4 MAS, 11 Ca). El caso más destacado fue el de la usuaria 11 Ca, en el que la introducción del zoom como sustituto del acercamiento de la webcam para mejorar la detección de la usuaria aportó mejoras muy significativas en el uso del ordenador mediante el SINA.
- Los cambios en la configuración siguiendo las pautas ergonómicas facilitadas fueron los introducidos en el caso de la usuaria 11 Ca, que respondían a la nueva situación creada tras la aplicación del zoom.

En general, los cambios introducidos al implantar las pautas ergonómicas propuestas produjeron mejoras en las condiciones del uso del SINA. Las modificaciones más importantes producidas por esta implantación fueron aquellas que se debieron aplicar en usuarios en postura reclinada, dada la mayor diferencia entre la situación de los usuarios y

las pautas conocidas por los profesionales, así como el vacío de recomendaciones ergonómicas para estas situaciones tan concretas.

La webcam resultó ser un elemento a revisar en las siguientes fases, ya que las pautas propuestas iban bien encaminadas pero no habían permitido el ajuste completo en algunos casos.

La fase de evaluación de la propuesta de solución mostró que las pautas propuestas eran válidas para el problema de investigación planteado, si bien había aspectos a mejorar que se debían incorporar en el diseño de siguientes versiones.

Los aspectos del diseño de las pautas ergonómicas (tanto de las pautas en sí como del documento que las contenía) que debían revisarse o mejorarse en fases siguientes fueron los siguientes:

- Las pautas debían centrarse en criterios y referencias útiles y fácilmente aplicables, tanto por usuarios como por cuidadores o acompañantes a su cargo. Se debían evitar, por tanto, criterios o referencias complejos o poco prácticos, como era el caso de las distancias de visión según el tamaño de los caracteres en la pantalla.
- Se debía aportar una introducción explicativa de aquellos aspectos, criterios o elementos que formaran parte de las condiciones de uso del ordenador o del SINA y que fuesen muy específicas. Esto hacía referencia concretamente a la introducción explicativa de los parámetros de configuración del SINA.
- Era necesario revisar las pautas concretas que hacían referencia a la webcam, ya que la evaluación de las soluciones en la práctica había mostrado que eran el aspecto más deficitario, tanto en relación a la adecuación de la aplicación de las pautas como en los resultados obtenidos.
- Se debía reflejar en las pautas la realidad del día a día de los usuarios, en el sentido de la necesidad de adaptar las condiciones de uso dependiendo del estado del usuario, que podía variar por épocas o incluso de una sesión a otra.

Se esperaba que la incorporación de estos principios de mejora en el producto final de este ciclo de diseño y desarrollo ayudara a constituir una solución adecuada al problema de investigación.

Para comprobar esta hipótesis se realizó un segundo ciclo de diseño y desarrollo, con la intención de validar las pautas una vez mejoradas, y comprobar que, efectivamente, se trataba de una solución válida.

El proceso en este segundo ciclo no fue tan amplio, puesto que se centraba en aquellos casos en los que todavía se necesitaban cambios sustanciales para adecuar las condiciones ergonómicas, ya fuese por una aplicación de pautas diferentes de las propuestas como solución en el ciclo anterior (usuaria 4 MAS, usuario 9 Ra en algunos aspectos), o bien porque la primera propuesta de pautas ergonómicas no fuera suficiente o adecuada para llegar a ellas (usuarios 7 Sa, 9 Ra, 10 Ga). También se trabajó con las usuarias 5 Co y 6 Is, que en el ciclo anterior no habían realizado la implantación por circunstancias ajenas al estudio.

La fase de análisis no se repitió, puesto que la situación inicial en este caso era la misma que la alcanzada tras la implantación de las pautas, y por tanto se encontraba ya definida. La propuesta de soluciones, por su parte, también estaba ya diseñada, puesto que se trataba de la incorporación de las mejoras identificadas en la validación del primer ciclo a la propuesta inicial de solución al problema de investigación.

- Las modificaciones introducidas en las condiciones de uso del ordenador por parte de los usuarios correspondieron en todos los casos a las pautas propuestas en esta investigación, incluidas las incorporaciones introducidas en el segundo ciclo para su validación.
- En algunos casos los cambios introducidos completaban la adecuación de condiciones ergonómicas para el usuario mediante pequeños ajustes (orientación de la webcam en el usuario 9 Ra).
- En el caso de la usuaria 7 Sa, la revisión de las pautas ergonómicas referentes a la webcam dieron el resultado esperado, puesto que las nuevas orientaciones permitieron adaptar completamente las condiciones de uso de la usuaria, en este

caso mediante un brazo articulado para reducir la distancia entre la usuaria y la webcam, lo que mejoró significativamente el desarrollo de las sesiones con el ordenador y el SINA.

- Hubo casos en los que no se pudo seguir avanzando en la optimización de las condiciones para cada usuario debido a limitaciones materiales (5 Co, 6 Is, 8 El), por lo que la situación quedó lo más adecuada posible dada la disponibilidad de recursos de cada centro.
- Las recomendaciones ergonómicas de ubicación y orientación, que se habían detectado como mejorables y que se habían revisado para el segundo ciclo, se validaron satisfactoriamente, ya que fueron valoradas como adecuadas y pertinentes, y mostraron mejorar las condiciones de uso y el seguimiento del movimiento de los usuarios.
- El documento y las pautas que contenía se juzgaron adecuadas y oportunas, ágiles y fáciles de identificar y aplicar a cada caso en concreto.

A pesar de los resultados y las valoraciones favorables de la propuesta de solución, el análisis global del proceso y la reflexión sobre los resultados de cada una de las fases llevó a la identificación de algunos aspectos que todavía eran susceptibles de mejora en versiones futuras:

- Indicar que los parámetros de configuración reflejados en el documento de las pautas son un punto de partida para cada tipo de usuario, susceptible de ser modificado tras el proceso de exploración de parámetros y el ajuste de los mismos a las características individuales de cada usuario.
- Explicar el hecho de que los parámetros  $x$  e  $y$  no tienen porqué coincidir, siendo normalmente el parámetro  $x$  menor que el  $y$ .
- Incluir indicaciones o advertencias específicas sobre los usuarios que puedan encontrarse en situación de iluminación correcta en cuanto al puesto de trabajo, pero

a contraluz respecto a la webcam, en aquellos casos en los que la webcam se encuentre sobre la mesa o superficie de trabajo.

- Incorporar la descripción de otros tipos de silla diferentes de las sillas de ruedas o sillas escolares, abriendo así las pautas a contextos diferentes del contexto educativo.

Estos fueron incluidos en una nueva versión del manual *Pautas ergonómicas para el acceso al ordenador mediante SINA de usuarios con grandes discapacidades motoras* (versión 3), que se consolidó así como producto final. Este manual se encuentra íntegro en el Anexo 12.

Tras la realización completa de dos ciclos de diseño y desarrollo, la validación de las pautas ergonómicas propuestas en esta investigación se consideró satisfactoria. Las pautas diseñadas constituyeron la estandarización de una diversidad de situaciones de adaptación de diferentes elementos de la IPO a las capacidades individuales de los usuarios, por lo que ahorran el tiempo y el esfuerzo de un proceso de adecuación e individualización del SINA que no siempre era satisfactorio, ya que dependía de muchos factores, como las condiciones técnicas y de infraestructura en cada caso, los conocimientos previos sobre manejo del ordenador y ergonomía de los responsables de las sesiones o de la propia experiencia previa con el SINA.

Se evidenció que los cambios más importantes eran los que suponían novedades respecto a las recomendaciones ergonómicas conocidas, sobre todo en el caso que más se alejaba de lo estándar, que era la postura reclinada. La webcam resultó ser un elemento sobre el que hubo que revisar las orientaciones aportadas, ya que las pautas propuestas inicialmente iban bien encaminadas pero no habían permitido el ajuste completo en algunos casos. Esto era comprensible, dado que era el elemento del sistema hombre máquina sobre el que no se hallaban criterios, requisitos o recomendaciones en las normativas y documentos hallados, convirtiéndose por lo tanto en el elemento más novedoso.

El documento facilitado a los terapeutas fue definido como ágil, con una estructura y explicaciones fáciles de entender, útil y que recogía pautas adecuadas a la diversidad y características de usuarios que utilizaban el SINA. Permitió identificar de manera eficaz a

cada usuario, sus características y necesidades, y las condiciones de postura, equipo, configuración y desarrollo de sesiones que eran adecuadas en cada caso, bajo criterios ergonómicos y de salud.

Las pautas propuestas fueron apropiadas y pertinentes, ya que su aplicación, en el caso de no coincidir con las condiciones en las que el usuario utilizaba previamente el SINA, mejoró las condiciones de uso, aportando situaciones de mejor visualización de la pantalla por parte del usuario, mayor estabilidad del reconocimiento y seguimiento del usuario por parte del SINA, o mejoras en la precisión y resolución de actividades por la adecuación de parámetros de configuración a las características de los usuarios. Por el contrario, la aplicación de condiciones que se alejaban de las propuestas para cada tipo de usuario identificado dio resultados negativos, provocando el retorno a los criterios y recomendaciones ergonómicos propuestos en esta investigación.

En cuanto a la aparición de efectos o episodios no deseados (temblores, espasticidad, etc.), se pudo comprobar que ni en las condiciones iniciales del uso del ordenador mediante el SINA, ni tras la aplicación de las pautas ergonómicas propuestas en esta investigación aparecían episodios de este tipo asociados al uso del SINA.

La aparición o prevención de fatiga no pudo valorarse convenientemente, dado que la realización de sesiones individuales no suponía en ningún caso una sobrecarga ni era susceptible de provocar fatiga en el usuario.

La propuesta de solución al problema de investigación planteado, por tanto, aportaba una mejora en las condiciones ergonómicas de uso del ordenador mediante el SINA por parte de los usuarios, contribuyendo al uso del ordenador en condiciones de seguridad y salud por parte de usuarios con grandes discapacidades físicas.

### **8.7.2 Principios de diseño**

La naturaleza del problema de investigación requería un abordaje desde muchas perspectivas, tal como se plantea al inicio del capítulo 6, sobre el marco teórico de referencia. Esta no era una tarea sencilla, dado que cada área de conocimiento, disciplina o perspectiva que se aplique para el estudio de un problema de investigación tiene sus propios esquemas y prismas desde los que estudiar y analizar la situación que se le presenta.

Ante la diversidad de perspectivas de abordaje, la ventaja era contar con que el centro, aquello a observar, analizar y estudiar era siempre el mismo, y el objetivo era común: se trataba, desde cualquier perspectiva, de aportar herramientas a personas para facilitar su acceso al ordenador mediante un recurso de apoyo.

Esta investigación se hallaba ubicada dentro de un proyecto multidisciplinar y multidimensional ya en marcha, con su propia filosofía, ritmo y dinámicas. La realidad multidimensional de este proyecto originaba una situación de coordinación y relación entre las diferentes dimensiones y aspectos de la misma. En el presente estudio, ubicado en la dimensión tecnológica del proyecto SINA, esto se tradujo por un lado en el ritmo de trabajo, como ya se preveía y se explica en el capítulo Metodología (capítulo 7). Además se pudo comprobar, durante el desarrollo de la investigación en sí, que esta relación entre dimensiones iba más allá, ya que tanto la dimensión tecnológica a la que pertenecía este estudio como el resto de dimensiones hicieron aparición en diferentes momentos del proceso.

- A la hora de analizar e identificar las capacidades de los usuarios se debió tener en cuenta la dimensión pedagógica, puesto que el nivel curricular, de aprendizaje y de experiencia con el ordenador, así como las habilidades adquiridas determinaban las actividades a realizar y la dificultad de las mismas para el usuario, más allá de la dificultad física del acceso al ordenador.
- En el diseño de las pautas ergonómicas el aspecto técnico estaba estrechamente relacionado, puesto que el diseño de pautas debía tener en cuenta los elementos técnicos diseñados. Pero no se debía olvidar la influencia de la dimensión

pedagógica, ya que las actividades programadas para los usuarios requerían diferentes niveles de precisión; la evolución del aprendizaje y la adquisición de habilidad y experiencia con el SINA de los usuarios a veces llevó a una pérdida de muestra; y se debía tener especial cuidado en discernir si las mejoras detectadas en el desarrollo de las sesiones del SINA era por la mejora de las condiciones de uso o por la propia evolución y aprendizaje del usuario.

- La organización de los centros determinaba aspectos como el tiempo de sesión, que estaba ya establecido y que no permitió el estudio de otros tiempos de trabajo para el estudio de la aparición de fatiga.
- Los recursos materiales y de infraestructura de cada centro podían resultar un factor limitante a la hora de adecuar las condiciones de uso de algunos usuarios, influyendo así factores de organización y/o técnicos en el desarrollo óptimo de los usuarios, y por tanto en aspectos pedagógicos.

Para abordar esta investigación se debía tener presente que era un proceso centrado en el usuario. Aunque en este caso por las características de los usuarios finales no se pudo pedir la opinión directamente a ellos, fueron el eje vertebrador de todo el proceso seguido, la prioridad en todo momento. La participación por parte del usuario, para este estudio, se realizó a partir de los profesionales que estaban en contacto más directo con los usuarios, los conocían y tenían como tarea habitual la observación e interpretación de su lenguaje verbal, no verbal y de sus actitudes y comportamiento.

En este sentido, la continua participación de los usuarios y los responsables de las sesiones del SINA, así como la observación constante de los usuarios en sí, fueron aspectos cruciales para el diseño de las pautas.

Los principios seguidos para el diseño del manual de pautas fueron fruto de la aplicación de criterios ergonómicos para el uso de ordenadores por parte de la población general a las capacidades y necesidades de los usuarios del SINA. Estos constituían un punto de partida validado, incluido en normativas internacionales y habitualmente conocidos por las personas con experiencia con el ordenador. Este proceso respondía a la filosofía del diseño universal, procurando la utilización de dispositivos de entrada de datos



por parte de personas con grandes discapacidades motoras sin necesidad de adaptaciones especiales, simplemente con la adecuación de las pautas y criterios ergonómicos generales a sus características individuales.



## **9 CONCLUSIONES**



## 9 Conclusiones

Este último capítulo pretende recoger todas las piezas que se han ido presentando a lo largo de la presente investigación, con el fin de ordenarlas, encajarlas y permitir una visión íntegra del puzzle que conforman. Se presentan aquí las reflexiones sobre la perspectiva de abordaje del problema, sobre el proceso seguido y los resultados obtenidos en el mismo, así como se habla de líneas de futuro, tanto del proyecto en el que se enmarca esta investigación como, con una mirada más amplia, de generalización de resultados de este trabajo y aplicación a otros contextos.

Se inicia esta explicación con las conclusiones que hacen referencia a la investigación en sí, tanto en cuanto al proceso seguido como al abordaje metodológico y teórico desde el que se llevó a cabo. Se pasa después a valorar el cumplimiento de los objetivos planteados, tanto generales como específicos. A continuación se describen las aportaciones principales de esta investigación a partir de los resultados y la potencialidad de los mismos, recogiendo los beneficios para usuarios actuales y futuros del SINA, así como las posibilidades de generalización de las aportaciones de la investigación.

Por último, se plantean y proponen futuras líneas de trabajo relacionadas tanto con los resultados de esta investigación como con su aplicación y generalización en otros contextos.

## **8.8 Reflexiones sobre el proceso seguido y el abordaje del tema**

### ***El proceso de investigación***

El proceso realizado para llevar a cabo este estudio, basado en una metodología de diseño y desarrollo, resultó adecuado y coherente tanto para el tema a tratar como en relación a los diferentes enfoques desde los que se debía abordar el problema de investigación. Los datos recogidos en cada etapa de la investigación mostraron ser los necesarios y oportunos, según las variables definidas y la estructura del estudio. Cada una de las fases, asimismo, cumplió con su función, aportando respectivamente: la visión del problema para su análisis, la información necesaria para el diseño de soluciones y la información relativa a la evaluación de esta propuesta de soluciones.

La realización de dos ciclos completos de diseño y desarrollo permitió la concreción y mejora de algunos aspectos que, al finalizar el primer ciclo completo, no habían quedado completamente resueltos. Era el caso de las orientaciones sobre la ubicación adecuada de la webcam, así como otros relacionados con la forma y presentación del documento de las pautas ergonómicas. El segundo ciclo permitió la evaluación del rediseño de la propuesta de soluciones, centrando la validación en las modificaciones y mejoras incorporadas tras el primer ciclo y la primera validación. Esto permitió completar el proceso de diseño de una propuesta de solución válida, adecuada y pertinente al problema de investigación planteado.

En cuanto a las limitaciones del estudio, se previeron una serie de dificultades a la hora de planificar la investigación, que al ser susceptibles de introducir variables extrañas se intentaron controlar.

La temporalización del estudio se adaptó a las condiciones organizativas del proyecto SINA, que venían marcadas por los plazos de los convenios sobre los que se desarrollaba el

proyecto, así como el calendario escolar, los eventos puntuales de los centros y la organización de las sesiones con el SINA en los mismos. Esta adaptación fue fructífera, minimizando su efecto en el desarrollo del estudio.

Aunque la participación directa del investigador principal no es inusual en metodologías de investigación como la utilizada en este caso, se intentó reducir su efecto a través del análisis de documentación preexistente y la recogida de datos por parte de otros investigadores y colaboradores. Estas medidas se consideraron adecuadas, ya que permitieron la triangulación de datos, aportando validez a los resultados.

En cuanto a la variedad de situaciones y contextos con los que se trabajaba (diferentes centros, perfiles de responsables y usuarios), era parte intrínseca del proyecto SINA, por lo que no era controlable. Las actuaciones a este respecto se limitaron a la descripción de cada situación. La diversidad de contextos y perfiles, sin embargo, no resultó un inconveniente para la estandarización, y enriqueció por el contrario los hallazgos y resultados de la implantación de las pautas ergonómicas, obligando a la propuesta de solución a dar respuesta a más situaciones, es decir, a una mayor flexibilidad.

Una dificultad hallada durante el proceso que sí tuvo que ver con la variedad de contextos organizativos fue la limitación de implantación de la propuesta de solución debido a restricciones de recursos disponibles. Este hecho influyó en los resultados de alguno de los casos estudiados en esta investigación, impidiendo la optimización de las condiciones de uso de algunos usuarios y restringiendo la comprobación de la eficacia de las pautas por imposibilidad de aplicarlas tal cual se definieron en el estudio. Se documentó esta situación, recogiendo los datos obtenidos hasta el momento de hallar este inconveniente.

Por último, a lo largo del proceso se dio una pérdida de muestra. Esta se debió a la propia evolución de los usuarios, que llegaron a alcanzar los objetivos marcados con el SINA para ellos y finalizaron las sesiones de manera individual en gabinete, dejando así de cumplir los criterios de inclusión de esta investigación. La pérdida de muestra, por tanto, no tuvo relación con la implantación de las pautas ergonómicas. Los casos perdidos se incluyeron igualmente en la fase de análisis, para tener más situaciones que analizar y sobre las que adaptar las pautas ergonómicas generales previamente existentes. Dado que el número de casos que se mantuvieron en la muestra era suficiente tanto en número como en

variedad para continuar el estudio y proceder a la fase de validación, no se consideró que esta pérdida tuviera mayores consecuencias.

A través de la experiencia de esta investigación se ha podido constatar que las limitaciones halladas coinciden con las descritas por los autores y la bibliografía consultada en relación a estudios con la metodología utilizada y en contacto con contextos reales y aplicaciones directas de sus resultados. Esto implica la posibilidad de prever algunas de estas limitaciones y aplicar las medidas preventivas adecuadas, en su caso, o bien la adaptación a las posibles dificultades que de estas limitaciones se puedan derivar. Es necesario, por tanto, el estudio de las posibles dificultades, limitaciones o imprevistos que puedan aparecer a lo largo del estudio para favorecer el máximo rigor y el éxito del mismo.

Al tratarse de un estudio cualitativo, no dependiente de la muestra, la pérdida de sujetos durante esta investigación no ha sido significativa. Sin embargo, pone de manifiesto la necesidad de planificar una investigación con una muestra suficiente como para que no influya la pérdida de sujetos. Al tratarse, además, de personas con afectaciones graves, cuyo estado de salud, capacidades, o necesidades educativas o de cuidados pueden variar a lo largo del tiempo, e incluso a lo largo de un curso académico, este aspecto debe cuidarse aún con mayor atención.

### ***La investigación dentro del proyecto SINA***

El presente trabajo, tal como se ha explicado ya, era parte de un proyecto multidisciplinar y multidimensional, lo que llevaba consigo diferentes implicaciones.

La primera se derivaba de la incorporación de la perspectiva ergonómica en un proyecto y en un grupo de investigación ya consolidado, hecho que contribuyó a que esta investigación contara con un marco teórico general, un modelo de intervención y una filosofía de trabajo establecidos.

Se partía de la conciencia del valor de todas las personas en la sociedad, independientemente de sus características y capacidades, y de la responsabilidad de la sociedad de garantizar su participación en la misma en sus diferentes ámbitos (educativo,



laboral, ocio, etc.). En el proyecto SINA, esto se concretaba en el acceso a las TIC en el ámbito educativo mediante un dispositivo de entrada de datos basado en visión por ordenador que detectaba el movimiento (en esta investigación, el movimiento de cabeza a partir de la detección de la nariz).

La presencia e intervención de investigadores provenientes de diferentes áreas de conocimiento aportaron abordajes y visiones diferentes, centradas en cada caso en aspectos diferentes del objeto de estudio común: las cuestiones técnicas del SINA, el uso de las TIC por parte de los usuarios del SINA, las implicaciones en la inclusión educativa de los usuarios, etc. A pesar de la complejidad de coordinación de un equipo multidisciplinar, la presencia de investigadores de diferentes áreas garantizaba una visión amplia e integradora para alcanzar el objetivo común, cubriendo todas las dimensiones del proyecto SINA.

De hecho, una de las grandes fortalezas del proyecto en el que estaba integrada esta investigación, y que favorecieron su buen desarrollo, era el poder contar con un objetivo compartido, del que todos los participantes eran conscientes. Se trataba de garantizar, mediante el SINA, una IPO adecuada a las características de las personas con capacidad de movilidad gravemente afectada, para facilitar su acceso a las TIC y su participación en la sociedad, empezando por su acceso a la educación en igualdad de condiciones, con el fin último de mejorar su calidad de vida.

El proyecto SINA era un proceso centrado en el usuario y participativo, en el que se mantenía un contacto y colaboración constantes con los centros, contando en todo momento con las aportaciones de los profesionales que atendían a los usuarios del SINA a través de su experiencia y de su observación y conocimiento de los mismos. Asimismo, se trataba de un proyecto que buscaba la transferencia del conocimiento creado, pues aplicaba los resultados a un contexto real, mejorando las condiciones del mismo (en este caso el uso del ordenador por parte de personas con grandes discapacidades motoras, la presencia y participación en igualdad de condiciones de alumnos con discapacidad en las aulas, etc.).

El modelo de intervención multidimensional aplicado, en el que se diferenciaban las dimensiones pedagógica, técnica y organizativa, sirvió para ubicar la presente investigación e integrarla en el proyecto SINA, entendiendo y asegurando las relaciones con otros aspectos de la misma dimensión, así como con el resto de dimensiones del proyecto general.

En principio, al analizar la situación de IPO, eje común a todas las dimensiones, cada una de ellas tenía más relación con algunos aspectos del sistema, de tal manera que aquellos elementos del ordenador y el equipo de trabajo estaban en el ámbito de la dimensión tecnológica, la interacción y la tarea a realizar eran áreas de estudio de la dimensión pedagógica, mientras que del ambiente y del contexto temporal y funcional de la interacción se ocupaba la dimensión organizativa. El usuario era un elemento del sistema que, por su importancia (recordemos que se partía de una visión antropocentrista y un proceso centrado en el usuario) y su complejidad, era estudiado por todas las dimensiones: la dimensión pedagógica atendiendo a sus capacidades cognitivas y de aprendizaje, la tecnológica a las necesidades según estas capacidades, y la organizativa estudiando las condiciones y estructuras necesarias para el funcionamiento y éxito de la interacción y, por tanto, del sistema.

A lo largo del proceso de investigación se pudo constatar la importancia de la relación entre estas dimensiones, tanto la estrecha coordinación que debía existir entre ellas como la influencia de unas sobre las otras durante el desarrollo del estudio. Sirva como ejemplo la interrelación entre la dimensión pedagógica y la tecnológica en el caso de los cambios cualitativos en el éxito de las actividades debido a la mejora de las condiciones ergonómicas de uso del SINA y viceversa, el cambio que debía darse en las condiciones ergonómicas debido a la evolución y aprendizaje de los usuarios. Los elementos organizativos, por su parte, también demostraron una gran influencia en el resto de dimensiones, determinando en muchas ocasiones el ritmo del proyecto SINA, el tiempo de sesión de cada usuario o los recursos (humanos y materiales) disponibles en cada dentro.

Esta necesidad de coordinación y entendimiento entre las dimensiones del proyecto, e incluso la presencia de obstáculos relacionados con alguna de las dimensiones, favorecían la comprensión y enriquecían el desarrollo y mejora del conjunto.

El modelo multidimensional utilizado en el proyecto SINA facilitó la incorporación y el desarrollo de la presente investigación, resultando claro, adecuado y coherente con el enfoque del proyecto SINA en sí y con cada una de sus partes. Aunque las dimensiones descritas para esta investigación y el proyecto en el que estaba enmarcada incluyeran la dimensión pedagógica, tecnológica y organizativa, este mismo modelo puede resultar de

aplicación a otros ámbitos y equipos multidisciplinares, adecuando las dimensiones al contexto o ámbito del que se trate en cada caso.

## **8.9 Cumplimiento de los objetivos de investigación**

El objetivo general de esta investigación era establecer las condiciones ergonómicas adecuadas para el uso del dispositivo de entrada de datos basado en visión por ordenador SINA, de detección de movimientos de la cabeza, por parte de personas con grandes discapacidades motoras, con el fin de conseguir una pauta de uso del producto sencilla y fácil de aplicar a partir de requisitos ergonómicos y de salud, atendiendo a diferentes perfiles de usuario, con el fin de conseguir un uso del dispositivo lo más cómodo y eficiente para los usuarios en condiciones de seguridad y salud.

Para ello, se debían lograr una serie de objetivos específicos, relacionados primero con la definición de las condiciones ergonómicas adecuadas, y en segundo lugar con el diseño de las pautas ergonómicas adecuadas.

Los objetivos de identificación de capacidades de los usuarios y el establecimiento de perfiles, así como de las condiciones de uso en el momento del inicio del estudio se cumplieron en la fase de análisis del problema, permitiendo a su vez la definición de los perfiles de usuarios según sus capacidades, y la identificación de las condiciones ergonómicas adecuadas para cada perfil.

Aquellos objetivos relacionados con el diseño de las pautas ergonómicas para los usuarios de SINA también se cumplieron. Las pautas ergonómicas diseñadas se validaron, realizando para ello dos ciclos de diseño y desarrollo, con el propósito de perfeccionar y acabar de adecuar la propuesta de solución a las necesidades de los usuarios.

El proceso de evaluación de resultados en la práctica, con sus dos ciclos, hizo ver la utilidad y eficacia de las pautas propuestas para los diferentes usuarios. Se pudieron comprobar los efectos positivos de los cambios introducidos a partir de las pautas sobre la carga física (postura y movimientos del usuario para la interacción con el ordenador), condiciones y ubicación del equipo. No se observaron episodios negativos relacionados con el uso del ordenador mediante el SINA, por lo que este aspecto no se pudo estudiar de la misma manera que los anteriores. Tampoco se pudo comprobar la posible aparición de fatiga por largas sesiones con el ordenador, debido a la programación en todos los centros de sesiones de corta duración y el hecho de hallarse los usuarios en fase de entrenamiento de habilidades con el ordenador y el SINA, y no en sesiones de trabajo habitual con el ordenador.

La consecución de los diferentes objetivos específicos llevó al cumplimiento del objetivo general, ya que se obtuvieron las condiciones iniciales del uso del SINA, las capacidades de los usuarios y la identificación de las condiciones ergonómicas adecuadas para cada perfil establecido. Esto permitió un diseño de unas pautas ergonómicas que, tras la validación, se constataron como una propuesta de solución útil, ágil, de estructura comprensible y en las que era fácil identificar a un usuario y adaptar las condiciones ergonómicas del uso del ordenador mediante el SINA a sus capacidades y necesidades, garantizando así el uso del ordenador más cómodo y eficiente.

## **8.10 Principales aportaciones de la investigación**

Las aportaciones de esta investigación se concretan en el producto final obtenido, las pautas ergonómicas para el acceso al ordenador mediante el SINA de personas con grandes discapacidades motoras, y en los principios de diseño aplicados para su elaboración y la de todo el proceso de investigación.

## ***Principios de diseño***

A la hora de plantearse la investigación, fue primordial partir de una serie de fundamentos, esencialmente aquellos que hacían referencia al marco teórico desde el que se abordaba el tema.

El centro de toda la investigación debía ser la persona, concretada en esta investigación en el usuario del SINA, adecuando todo el sistema a sus capacidades y necesidades. Es decir, se partía de una visión antropocentrista del sistema en el que se ubicaba la interacción persona ordenador que se pretendía analizar. Asimismo, el concepto de discapacidad que se manejaba, acorde con esta visión antropocentrista, era el que parte del modelo social, según el cual la discapacidad es el resultado de la interacción entre la persona y el entorno. Una vez más, se centraba la necesidad de cambio en el entorno para adaptarlo a las necesidades y capacidades del usuario. Este es el sentido también de los principios del diseño universal, según los cuales el entorno debe ser adecuado para la diversidad que se puede hallar en la población, sin que la persona con características diferentes a las habituales requiera de adaptaciones o alternativas.

En cuanto al abordaje del proceso de investigación, fue importante contar con un equipo multidisciplinar y un modelo multidimensional, con una estructura que conjugaba diferentes dimensiones que permitían la ubicación rápida de esta investigación dentro de todo el proyecto SINA, y ayudaban durante el proceso a la comprensión de las relaciones entre diferentes elementos del proyecto, a la resolución de incidentes y al desarrollo de la investigación en sí.

La presencia de diferentes disciplinas enriquecía el proceso, puesto que se beneficiaba del abordaje del objeto de estudio desde diferentes perspectivas, creando sinergias entre diferentes áreas de conocimiento para beneficio del usuario final.

Finalmente, fue fundamental basar el diseño de la propuesta de solución en criterios, requisitos y recomendaciones ergonómicas generales para el uso de ordenadores, además de en las investigaciones y experiencias previas de equipos de diseño que habían trabajado con dispositivos similares al estudiado en esta investigación. El hecho de contar con esta base sólida, validada y reconocida para la elaboración de la propuesta de solución, junto con la

participación de los responsables de las sesiones del SINA con cada uno de los usuarios, que aportaron su experiencia de adaptación de este dispositivo a las características, capacidades y necesidades individuales de los usuarios a su cargo, fueron elementos clave para la identificación de las condiciones ergonómicas adecuadas a la diversidad de situaciones concretas que eran objeto de estudio en esta investigación.

### ***El producto final: Pautas ergonómicas para el acceso al ordenador mediante el SINA de personas con grandes discapacidades motoras***

El producto directo de esta investigación es el manual *Pautas ergonómicas para el acceso al ordenador mediante el SINA de personas con grandes discapacidades motoras* en su versión final (versión 3), donde se hallan recogidas las pautas, orientaciones y recomendaciones para optimizar las condiciones ergonómicas de uso del ordenador mediante el SINA a la diversidad de capacidades hallada en los usuarios.

Estas pautas, como se ha comentado, son fruto de la aplicación a las situaciones concretas de criterios ergonómicos internacionales, el análisis documental de investigaciones de dispositivos similares, y la aportación de la experiencia con el SINA de los responsables de las sesiones. En el producto final, por tanto, se hallan tanto criterios y pautas ergonómicas generales existentes directamente aplicables a las situaciones que nos ocupan, como aspectos novedosos respecto a estos, fruto de esta investigación.

Una de las principales novedades de este producto es la identificación de perfiles con características diferentes a la postura de trabajo para la que se definen las recomendaciones ergonómicas generales existentes (postura teórica de referencia), y la adaptación de criterios ergonómicos validados para las posiciones identificadas diferentes a la postura erguida (usuarios en apoyo posterior y en apoyo anterior), recogiendo así la diversidad de situaciones existente y contribuyendo a la existencia de pautas ergonómicas del uso del ordenador por parte de personas que no se mantienen sentados en posición erguida.

Puesto que la adecuación de las condiciones de uso del SINA a cada usuario venía dada inicialmente por el saber de los responsables de las sesiones, que normalmente conocían las pautas para el uso del ordenador en posición estándar (erguida), aquellas situaciones que se alejaban de esta posición eran las que más necesitaban de pautas y orientaciones concretas, por lo que la propuesta de solución de esta investigación resultó muy positiva en aquellos usuarios en posición reclinada, la más alejada del estándar.

Otra novedad significativa de las pautas ergonómicas diseñadas es la inclusión de orientaciones concretas para la ubicación y orientación de la webcam como parte del equipo de trabajo, elemento esencial para los dispositivos de entrada de datos basados en visión por ordenador, pero que carecían de criterios, requisitos o recomendaciones específicas en las publicaciones halladas. Esta incorporación resultó primordial, ya que la correcta localización del usuario y la necesidad de movimientos de mayor o menor amplitud para la interacción con el ordenador venían determinados por la situación y orientación de la webcam. Una vez más, estas pautas se hacían más necesarias para la adecuación de la IPO de cada usuario cuanto más se alejaba su situación de la postura de trabajo estándar. Esto se pudo constatar en aquellos usuarios cuya postura de trabajo era reclinada, en cuyos casos la modificación de las condiciones ergonómicas según las pautas tuvo como consecuencia una mejora significativa de la interacción con el ordenador, en términos de seguimiento del usuario por parte del SINA, precisión de movimientos y resolución de actividades.

Las orientaciones y recomendaciones de parámetros de configuración del SINA que se ofrecen en el manual de pautas ergonómicas confirman las orientaciones halladas en la bibliografía en cuanto a la correspondencia entre la ganancia vertical u horizontal y el movimiento realizado por el usuario o la asimetría existente entre uno y otro valor, siendo necesarios mayores valores de ganancia vertical que horizontal. Este es un componente importante en la interacción del usuario con el dispositivo de entrada de datos, puesto que determina la amplitud de movimiento y el esfuerzo necesarios para el manejo del cursor mediante el SINA.

En las pautas ergonómicas de esta investigación se reflejan estas recomendaciones, añadiendo una asociación entre los parámetros de configuración y los perfiles de usuario según la capacidad de movimiento y control de la cabeza. Se especifican así las

orientaciones sobre configuración necesarias para cada usuario, aportando orientaciones fáciles de identificar por los usuarios o sus acompañantes.

En términos generales, las pautas ergonómicas diseñadas constituyen la estandarización del proceso de adecuación de las condiciones ergonómicas de uso del SINA, recogiendo esta información en un documento fácil de comprender al usuario final, que ayuda a la identificación ágil de sus necesidades y las condiciones ergonómicas adecuadas en su caso, y contribuye, por tanto, a una interacción con el ordenador cómoda y segura.

### ***Potencialidad de los resultados de investigación***

El diseño, elaboración y aplicación del manual de pautas ergonómicas, basado en los principios de diseño antes expuestos, tuvo beneficios directos en los usuarios del SINA que formaron parte de la muestra cuyas condiciones de uso del ordenador no estaban completamente adaptadas a sus necesidades o características. La implantación de las pautas ergonómicas propuestas permitió la modificación de las condiciones de estos usuarios y un apoyo a los profesionales, mejorando las condiciones de uso del SINA, en algunos casos significativamente.

El manual elaborado se encuentra disponible para todos los usuarios del SINA, por lo que aquellos usuarios que no formaron parte de la muestra pueden igualmente aplicarlo, introduciendo cambios en sus condiciones ergonómicas en caso necesario para la mejora de su interacción con el ordenador mediante este sistema.

El SINA es un sistema de acceso libre, por lo que el contar con un manual de orientación concreta de condiciones ergonómicas para su uso puede resultar útil para aquellos usuarios que necesiten orientaciones concretas en su primera experiencia con el SINA. En este sentido, al haberse constituido el manual como una pauta en la que es fácil identificar el tipo de usuario y adaptar por tanto las condiciones adecuadas para cada caso, es previsible que a los nuevos usuarios les resulte fácil identificar las pautas apropiadas a sus características y necesidades, y por tanto adaptarse el puesto de trabajo de manera ágil y rápida, sin necesidad de un largo proceso de adecuación basado en ensayo y error.



La mejora de condiciones de uso del SINA colabora en la presencia y participación de usuarios con grandes discapacidades en el aula ordinaria mediante la facilitación del acceso a las TIC. El hecho de posibilitar el acceso al ordenador del alumno con discapacidad de manera eficiente y en condiciones de seguridad y salud, habilitando así situaciones de participación en igualdad de oportunidades, favorece la inclusión de estos alumnos y su acceso a la educación, uno de los pilares para la formación de ciudadanos y para garantizar su participación en la sociedad del conocimiento.

Más allá de la aplicación práctica inmediata de esta investigación al producto y al contexto para el que fue diseñada, la intención del diseño de pautas ergonómicas era también identificar aquellas condiciones ergonómicas que fueran generalizables a otros sistemas de entrada de datos similares. De este modo, se podrían beneficiar de algunos resultados de esta investigación los usuarios de aquellos dispositivos basados en visión por ordenador que detectaran el movimiento de cabeza.

Los resultados susceptibles de ser generalizables y aplicables a sistemas de entrada de datos similares son los relacionados con las capacidades de usuarios (perfiles), los criterios y recomendaciones ergonómicas concretas para la postura del usuario, la colocación del equipo de trabajo (principalmente la pantalla y la webcam o cámara que utilice el dispositivo en cuestión) y los aspectos relacionados con el ambiente, los tiempos de sesión o el desarrollo de la misma. En cambio, las orientaciones recogidas en el manual de pautas que hacen referencia a los parámetros de configuración son demasiado específicas del SINA, por lo que se juzgan difícilmente generalizables. Aún así, tienen la potencialidad de ser utilizadas como referencia general, puesto que recogen las instrucciones sobre ganancia y movimientos de cabeza halladas en la bibliografía.

La eventual utilización de los resultados de esta investigación no se limita a los usuarios de dispositivos de entrada de datos alternativos utilizados como recurso de apoyo, sino que las pautas diseñadas podrían ser de utilidad a la población general. Muchas personas, con o sin presencia de discapacidad, utilizan el ordenador en posiciones que no coinciden con la posición teórica de referencia, requieren de una correcta visualización de la pantalla en diferentes posiciones o usan la webcam como elemento de comunicación sincrónica y necesitan una orientación adecuada de la misma. En todos estos casos las

pautas ergonómicas ofrecidas en esta investigación pueden ser de utilidad, ofreciendo soluciones para la correcta ubicación del equipo o para la adecuación del mismo a la postura alternativa de trabajo.

El valor de esta investigación reside no solo en las contribuciones concretas ya enumeradas, sino también en el hecho en sí de la aplicación directa de sus resultados a un contexto real, que responde a la filosofía de mejora de la calidad de vida de los usuarios y el compromiso social del proyecto SINA. Se crea de esta manera una situación de transferencia del conocimiento, a través de la cual los usuarios del SINA, y la sociedad como beneficiaria final, se enriquecen de un conocimiento generado en un ámbito científico, cumpliendo así con su responsabilidad ante la sociedad del conocimiento a la que se pretende llegar.

En resumen, los resultados de esta investigación tienen una aplicación inmediata directamente relacionada con el objetivo definido y con el contexto para el que se diseñó el estudio. Pero también constituyen un granito de arena a la participación en la sociedad de personas a través de un acceso a las TIC más cómodo y seguro, permitiendo el máximo desarrollo de sus capacidades y la interacción con el resto de individuos de la sociedad. Es una pequeña aportación, por tanto, a la inclusión y a la participación en igualdad de condiciones de personas con discapacidad, reconociendo la igualdad de importancia de sus necesidades como ciudadanos de la sociedad del conocimiento.

## **8.11 Propuestas y líneas de investigación futuras**

Aunque la investigación diseñada y explicada en este informe finalice con la recogida de datos y la exposición de conclusiones, hay ciertos aspectos que le confieren continuidad, así como otros que requieren de una generalización o de un estudio específico en profundidad.

En primer lugar, una vez comprobada la utilidad y adecuación de las pautas sobre los usuarios que formaron parte de la muestra, la primera línea de actuación es la mejora del producto en sí, el SINA. Para ello, se trabajará en dos sentidos: la aplicación de las pautas en contextos diferentes a los trabajados en esta investigación y la incorporación de las pautas obtenidas para la mejora del propio SINA.

Una primera actuación constituirá la aplicación de estas pautas en entornos de trabajo no individualizados, extrapolando las pautas ergonómicas diseñadas a ambientes compartidos como el aula ordinaria, el hogar del usuario, residencias o ámbitos hospitalarios. Se dará así respuesta a la demanda de acceso a las TIC mediante el SINA en este tipo de entornos, para los que todavía no se han adaptado las condiciones de uso.

Para la mejora del SINA en sí, se pretende la incorporación de la identificación de perfiles de usuario y las pautas ergonómicas al propio sistema, de tal manera que sea el mismo SINA el que se adapte a las necesidades de uso de cada usuario, o incorpore recomendaciones a partir de las características del usuario (previamente introducidas).

Dado que una de las potencialidades de los resultados obtenidos es la posible generalización de los mismos al uso de otros dispositivos y sistemas de entrada de datos similares, la segunda propuesta de investigación futura es el análisis de esta generalización, comprobando la eficacia, utilidad y adecuación de las pautas a otros dispositivos y sistemas de entrada de datos basados en la detección de movimientos de cabeza.

En este sentido, también es de interés la selección de pautas ergonómicas generalizables a otro tipo de sistemas, como la detección ocular, la interacción cerebro ordenador (BCI) o por electrooculograma (EOG), para posteriormente completar el estudio de este tipo de sistemas con el diseño de unas pautas ergonómicas específicas para las necesidades del uso de cada uno de ellos.

En el contexto del proyecto SINA, esto se traduce en el estudio de pautas ergonómicas para el uso del SINAeyes, módulo del SINA basado en visión por ordenador de detección ocular, analizando aquellas pautas generalizables y diseñando las que no pudieran ser adaptables por las características diferentes del sistema de detección del movimiento ocular. De la misma manera que con el SINA basado en detección de la nariz, la intención final es

incorporar las pautas validadas en el propio funcionamiento del sistema, para su mejora y facilidad de uso en condiciones de seguridad y salud del usuario.

Dejando a un lado la aplicabilidad de las pautas ergonómicas diseñadas en casos de dispositivos de entrada de datos alternativos, se ha comentado que una de las potencialidades de los resultados de esta investigación es la adaptación ergonómica de situaciones diversas de interacción persona ordenador, en las que personas con o sin discapacidad visualizan una pantalla en posiciones diferentes a la posición erguida o usan la webcam como elemento de comunicación audiovisual y no como sistema de entrada de datos. El empleo de las pautas ergonómicas para situaciones de este tipo se presenta como otra posible línea futura de trabajo, también basada en principios de diseño universal, que pretende aportar conocimiento al campo de la ergonomía en la interacción con ordenadores. Así, se utilizaría la investigación de condiciones ergonómicas de interacción con el ordenador u otros dispositivos como base para plantear reflexiones a la comunidad científica sobre las implicaciones de la incorporación de un elemento como la webcam en un sistema hombre-máquina, o bien la utilización de posturas diferentes a la posición erguida de referencia para la interacción persona ordenador.

Se trata, en fin, de contribuir a asumir la diversidad en el uso de la tecnología, determinada por un lado por la persona que la utiliza (diversidad de posiciones, de movimientos, de necesidades y capacidades) y por otro por la aparición e incorporación de nuevos elementos, como es en nuestro caso la cámara. Esta aceptación y conciencia de la diversidad del uso y del acceso a las TIC como una realidad de la sociedad que nos envuelve es necesaria para impulsar la accesibilidad y la participación de todos los ciudadanos sin distinción de sus condiciones sociales, físicas o cognitivas. Esto ayudará a la consecución del principio de igualdad de condiciones, según el cual las necesidades de todas las personas son de igual importancia, y el respeto de la diversidad humana es la base de construcción de la sociedad.

*¡Uy! No se ha dado cuenta y ya es hora de acabar.*

*Clic. Clic. Va guardando los cambios y cerrando ventanas.*

*“Bueno, pequeño... Mañana más.”*

*Apagar.*

*Clic.*



## **BIBLIOGRAFIA**





# Bibliografía

## Bibliografía consultada: publicaciones

Abascal, J., & Nicolle, C. (2001). *Inclusive design guidelines for HCI*. London: Taylor & Francis.

Abascal, J., & Nicolle, C. (2005). Moving towards inclusive design guidelines for socially and ethically aware HCI. *Interacting with Computers*, 17(5), 484-505.

Ainscow, M., Booth, T., & Dyson, A. (2006). *Improving schools, developing inclusion*. Londres: Routledge.

Akram, W., Tiberii, L., & Betke, M. (2006). Customizable camera-based human computer interaction system allowing people with disabilities autonomous hands free navigation of multiple computing tasks. *Universal Access in Ambient Intelligence Environments – 9th International ERCIM Workshop “User Interfaces for all” UI4ALL 2006*, , 4397 28-42.

Andreoni, G., Costa, F., Frigo, C., Muschiato, S., Pavan, E., Scapini, L., et al. (2011). *Disable workstation development: A multicompetence approach to human behaviour analysis* (Orlando, FL ed.)

Aubry, M., Julliard, F., & Gibet, S. (2009). *The ergonomic analysis of the workplace of physically disabled individuals* (Lisbon ed.)

Bates, A. W. (2001). *Cómo gestionar el cambio tecnológico: Estrategias para los responsables de centros universitarios* (1a ed.). Barcelona: Gedisa.

Betke, M. (2008). *Camera-based interfaces and assistive software for people with severe motion impairments* No. BU-CS-2008-025)

Betke, M., Gips, J., & Fleming, P. (2002). The camera mouse: Visual tracking of body features to provide computer access for people with severe disabilities. *IEE Transactions on Neural Systems and Rehabilitation Engineering*, 10(1), 1-10.

Bonyuet, D. (2002). Aportació als criteris de disseny ergonòmic de les interfícies persona-màquina (HMI) per a vehicles submarins teleoperats Universitat Politècnica de Catalunya (UPC).

Booth, T., Black-Hawkins, K., Ainscow, M., & Black-Hawkins, K. (2002). *Guía para la evaluación y mejora de la educación inclusiva : Desarrollando el aprendizaje y la participación en las escuelas*. Madrid: Consorcio Universitario para la Educación Inclusiva.

Bouisset, S., & Rossi, J. P. (1991). Ergonomics, situational handicap, and new technologies. *Ergonomics*, 34(6), 791-797.

Brown, A. L. (1992). Design experiments: Theoretical and methodological challenges in creating complex interventions in classrooms settings. *The Journal of the Learning Sciences*, 2(2), 141-178.

Cabero Almenara, J. (2003). Replanteando la tecnología educativa. *Comunicar*, 021, 23-30.

Cabero Almenara, J., & Alonso García, C. M. (2007). *Nuevas tecnologías aplicadas a la educación*. Madrid etc.: McGraw/Interamericana de España.

Cabero, J., & Llorente, M. C. (2006). Alfabetización digital y capacitación tecnológica de alumnos en TICs. *EDUTEC 2006*, Tarragona.

Cañas Delgado, J. J. (2004). *Personas y máquinas :El diseño de su interacción desde la ergonomía cognitiva*. Madrid: Pirámide.

Cañas, J. J., & Waerns, Y. (2001). *Ergonomía cognitiva :Aspectos psicológicos de las personas con la tecnología de la información*. Barcelona: Médica Panamericana.

Castells, M., Martínez Gimeno, C., & Alborés, J. (1999; 2001). *La era de la información: Economía, sociedad y cultura* (3a ed.). Madrid: Alianza.

Cazamian, P. (1986). *Tratado de ergonomía*. Madrid: Octarés.

Cisneros, I., García, C., & Lozano, I. (1998). *¿Sociedad de la información o sociedad del conocimiento? la educación como mediadora*.

- Cohen, L., & Manion, L. (1990). *Métodos de investigación educativa*. Madrid: La Muralla.
- Collins, A. (1992). Towards a design science of education. In E. Scanlon, & T. O'Shea (Eds.), *New directions in educational technology* (pp. 15-22). Berlin: Springer.
- Comisión Europea. (2007a). *Iniciativa europea i2010 para la inclusión digital. "participar en la sociedad de la información"*. Bruselas.
- Comisión Europea (2007b). *Inclusión de las personas con discapacidad. estrategia europea de igualdad de oportunidades*. Luxemburgo: Opoce.
- Crespo, M., Campo, M., & Verdugo, M. A. (2003). Historia de la clasificación internacional del funcionamiento de la discapacidad y de la salud (CIF): Un largo camino recorrido. *Siglo Cero: Revista Española Sobre Discapacidad Intelectual*, 34(1), 20-26.
- David, G. C. (2005). Ergonomic methods for assessing exposure to risk factors for work-related musculoskeletal disorders. *Occupational Medicine*, 55(3), 190-199.
- Dempsey, P. G., & Mathiassen, S. E. (2006). On the evolution of task-based analysis of manual materials handling, and its applicability in contemporary ergonomics. *Applied Ergonomics*, 37(1 SPEC. ISS.), 33-43.
- Denzin, N. K., & Lincoln, Y. S. (2003). *Collecting and interpreting qualitative materials* (2a ed.). Thousand Oaks, California: Sage.
- Design-based-Research-Collective. (2003). Design-based research: An emerging paradigm for educational inquiry. *Educational Researcher*, 32 (1), 10/09/2007-5; 8.
- Echeita Sarrionandia, G. (2006). *Educación para la inclusión o educación sin exclusiones*. Madrid: Narcea.
- Ferraz, A. (2002). Ergonomía de la información para estudiantes universitarios con discapacidad. Escuela Técnica Superior de Ingeniería Industrial de Barcelona (UPC).
- Flores, O. (2010). La utilització de les TIC en els processos d'ensenyament -aprenentatge a la universitat de lleida. valroació i domini de professorat i estudiantat. Universitat de Lleida).

- Fullan, M., Escudero Muñoz, J. M., Sánchez, C., & Solà, A. (2002). *Los nuevos significados del cambio en la educación* (1a ed.). Barcelona: Octaedro.
- Gisbert Cervera, M. (1998). Las tecnologías de la información y la atención a la diversidad.
- Gisbert Cervera, M. (2004). La formación del profesor para la sociedad del conocimiento. *Bordón : Revista De Orientación Pedagógica*, 56(3-4), 573-585.
- Gorodnichy, D. (2002). On importance of nose for face tracking. *Proceedings of the IEEE Internation Conference on Automatic Face and Gestures Recognition*
- Gorodnichy, D., Dubrofsky, E., & Mohammad, A. (2007). Working with a computer hands-free using the nouse perceptual vision interface. *International Workshop on Video Processing and Recognition (VideoRec '07)*, Montreal (Canada).
- Grandjean, E. (1983). *Précis d'ergonomie*. París: Les Editions d'Organizations.
- Grandjean, E. (1998). *Manual de ergonomía*. Porto Alegre: Artes Médicas.
- Granollers i Saltiveri, T., Lorés Vidal, J., Cañas Delgado, J. J., & Universitat Oberta de Catalunya. (2005). *Diseño de sistemas interactivos centrados en el usuario*. Barcelona: Uoc.
- Helander, M. (1988). *Handbook of human-computer interaction*. Amsterdam; Oxford: North-Holland.
- Hernández Pina, F. (1995). *Bases metodológicas de la investigación educativa. fundamentos*. Murcia: Promociones y Publicaciones Universitarias, S.A.
- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, P. (2006). *Metodología de la investigación* (4a ed.). México,etc: McGraw-Hill.
- IMSERSO. (2003). *Acceplan. plan de accesibilidad 2003-2010*. Madrid: Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales.
- INE. (2008). *Encuesta sobre discapacidades, autonomía personal y situaciones de dependencia*. Madrid: Instituto Nacional de Estadística.

- Instituto Europeo de Salud y Bienestar Social. (2000). *Prevención de riesgos laborales. especialidad en ergonomía y psicología aplicada*. Unpublished manuscript.
- Kjeldsen, R. (2006). Improvements in vision-based pointer control. *Proceedings of ACM SIGACCESS Conference on Computers and Accessibility*, 189-196.
- Kjeldsen, R., & Hartman, J. (2001). *Design issues for vision-based computer interaction systems. perceptual user interfaces*. Orlando, Fla. (USA):
- Lee, C., Jang, C., Chen, T. D., Wetzel, J., Shen, Y. B., & Selker, T. (2006). Attention meter: A vision-based input toolkit for interaction designers\_. *CHI '06*,
- Leech, N. L., & Onwuegbuzie, A. J. (2007). An array of qualitative data analysis tools: A call for data analysis triangulation. *School Psychology Quarterly*, 22(4), 557-584.
- León, O. G., & Montero, I. (2002). *Métodos de investigación en psicología y educación* (3a ed.). Madrid: McGraw-Hill.
- Lillo Jover, J. (2000). *Ergonomía: Evaluación y diseño del entorno visual*. Madrid: Alianza.
- LoPresti, E. F., Brienza, D. M., & Angelo, J. (2002). Head-operated computer controls: Effect of control method on performance for subjects with and without disability. *Interacting with Computers*, 14(4), 359-377.
- Manresa Yee, C. S. (2009). Advanced and natural interaction system for motion-impaired users. Universitat de les Illes Balears. Departament de Ciències Matemàtiques i Informàtica). Retrieved from TDX/TDR database.
- Manresa-Yee, C., Ponsa, P., Varona, J., & Perales, F. J. (2010). User experience to improve the usability of a vision-based interface. *Interacting with Computers*, 22(6), 594-605.
- Mansell, R. (1990). *Knowledge societies: Information technology for sustainable development*. USA: Oxford University Press.
- Masuda, Y. (1984). *La sociedad informatizada :Como sociedad post-industrial* [Information society.Spanish]. Madrid: Fundesco.

Mathison, S. (1988). Why triangulate? *Educational Researcher*, 17(2), pp. 13-17.

McCormick, E. J. (1981). *Ergonomía*. Barcelona: Gustavo Gili S. A.

Michalski, R., Grobelny, J., & Karwowski, W. (2006). The effects of graphical interface design characteristics on human-computer interaction task efficiency. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 36(11), 959-977.

Miranda de Larra, R. (2007). *Discapacidad y eAccesibilidad* (Cuadernos/Sociedad de la información. Madrid: Fundación Orange.

Morris, T., & Chauhan, V. (2006). Facial feature tracking for cursor control. *Journal of Network and Computer Applications*, 29(1), 62-80.

Muntaner, J. J. (2000). La igualdad de oportunidades en la escuela de la diversidad *Profesorado. Revista de Currículum y Formación de Profesorado*, 4 Retrieved from <http://redalyc.uaemex.mx/redalyc/src/inicio/ArtPdfRed.jsp?iCve=56740103>

Muntaner, J. J. (2010). De la integración a la inclusión: Un nuevo modelo educativo. *TecnoNEEt 2010: 25 Años De Integración Escolar En España. 6º Congreso Nacional De Tecnología y Atención a La Diversidad*, Murcia.

Negre, F. (2010). Del conmutador a la interacción cerebro-máquina: Aproximación a un modelo de desarrollo de sistemas de acceso al ordenador para personas con discapacidad. *TecnoNEEt 2010: 25 Años De Integración Escolar En España. 6º Congreso Nacional De Tecnología y Atención a La Diversidad*. Murcia.

Observatorio Fundación Vodafone-CERMI. (2011). *El estado actual de la accesibilidad de las tecnologías de la información y la comunicación (TIC)* Fundación Vodafone España - CERMI.

Oetjen, S., & Ziefle, M. (2009). A visual ergonomic evaluation of different screen types and screen technologies with respect to discrimination performance. *Applied Ergonomics*, 40(1), 69-81.

Oficina Internacional del Trabajo, & Asociación Internacional de Ergonomía. (2000). *Lista de comprobación ergonómica= ergonomic checkpoints : Soluciones practicas y*

*de sencilla aplicación para mejorar la seguridad, la salud y las condiciones de trabajo.*

Madrid: Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo.

OMS. (1948). *Constitución De La Organización Mundial De La Salud*. Ginebra: OMS.

OMS. (1980). *Clasificación De Las Deficiencias, Discapacidades y Minusvalías*. Ginebra: OMS.

OMS. (2001). *Clasificación internacional del funcionamiento, de la discapacidad y de la salud -CIF-*. Ginebra: OMS.

Perales, F. J., Muntaner, J. J., Varona, J., Negre, F., & Manresa-Yee, C. (2009). *SINA: Sistema de Interacción Natural Avanzado. El ordenador al alcance de todos*. (Premi d'Investigació del Consell Econòmic i Social 2008). Palma: Consell Econòmic i Social de les Illes Balears.

Pereda Marín, S. (1993). *Ergonomía :Diseño del entorno laboral*. Madrid: Eudema.

Pérez i Garcías, A. (2002). Elementos para el análisis de la interacción educativa en los nuevos entornos de aprendizaje. *PixelBit*, (19), 20/05/2009-49.

Pérez i Garcías, A., & Salinas, J. (2001). Comunidades virtuales al servicio de los profesionales: EDUTECA, la comunidad virtual de tecnología educativa. *Educación y Bibliotecaas*, 122(Abril), 58-63.

Pheasant, S. (1988). *Bodyspace. anthropology, ergonomics and design*. Londres: Taylor & Francis.

Porter, C. E. (2004). A typology of virtual communities: A multi-disciplinary foundation for future research. *Journal of Computer-Mediated Communication*, 10(1), 30/07/08.

Porter, S. (2005). Issues in the relationship between technology and practice. *ALT-J: Research in Learning Technology*, 13(3), 231-240.

Reeves, T. C. (2000). *Enhancing the worth of instructional technology research through "design experiments" and other development research strategies*. New Orleans (LA):

Reeves, T. C., Herrington, J., & Oliver, R. (2002). Authentic activities and online learning. In J. Goody, J. Herrington & M. Northcote (Eds.), *Quality conversations: Research and development in higher education* (pp. 562-567) ACT: HERDSA.

Richey, R. C. (1994). Developmental research: The definition and scope.

Richey, R. C., & Klein, J. D. (2005). Developmental research methods: Creating knowledge from instructional design and development practice. *Journal of Computing in Higher Education*, 16(2), 23-38.

Richey, R. C., & Klein, J. D. (2007). In Lawrence Erlbaum Associates (Ed.), *Design and development research: Methods, strategies and issues*

Rodríguez Jouvencel, M. (1994). *Ergonomía básica aplicada a la medicina del trabajo*. Madrid: Díaz de Santos.

Roig Vila, R., & Fiorucci, M. (2010). *Claves para la investigación en innovación y calidad educativas, la integración de las tecnologías de la información y la comunicación y la interculturalidad en las aulas =Strumenti di ricerca per l'innovazione e la qualità in ambito educativo, le tecnologie dell'informazione e della comunicazione e l'interculturalità nella scuola*. Alcoy: Marfil.

Ruiz Olabuénaga, J. I., & Universidad de Deusto. (2007). *Metodología de la investigación cualitativa* (4a ed.). Bilbao: Universidad de Deusto.

Sacco, A. (2007). Factores que obstaculizan el uso de la informática en la educación especial. *Novedades Educativas*, 198

Salinas, J. (2008). *Innovación educativa y uso de las TIC*. Sevilla: Universidad Internacional de Andalucía.

Salinas, J. (2004a). Cambios metodológicos en las TIC. estrategias didácticas y entornos virtuales de enseñanza aprendizaje. *Bordón : Revista De Orientación Pedagógica*, 56

Salinas, J. (2004b). Innovación docente y uso de las TIC en la enseñanza universitaria. *Revista De Universidad y Sociedad Del Conocimiento (RUSC)*, 1(1) Retrieved from <http://www.uoc.edu/rusc/dt/esp/salinas1104.pdf>



Sánchez Montoya, R. (2002). *Ordenador y discapacidad :Guía práctica de apoyo a las personas con necesidades educativas especiales* (2a reescrita i actualitzada ed.). Madrid: Ciencias de la Educación Preescolar y Especial.

Shneiderman, B., Plaisant, C., & Sánchez Cuadrado, J. (2006). *Diseño de interfaces de usuario :Estrategias para una interacción persona-computadora efectiva* (4a ed.). Madrid: Pearson Educación.

Torrealba, J. C. (2004). Aplicación eficaz de la imagen en los entornos educativos basados en la web. Universitat Politècnica de Catalunya).

Tortosa Latonda, L., & Instituto de Biomecánica de Valencia. (1999). *Ergonomía y discapacidad* (Ed rev i ampl ed.). Valencia: Instituto de Biomecánica.

Unión Europea (2006). *Declaración de Riga*. Unión Europea.

UNESCO (1994). Declaración De Salamanca y Marco De Acción Sobre Necesidades Educativas Especiales.

UNESCO (2005). Guidelines for Inclusion: Ensuring Access to Education for all.

Uriarte, P. (1975). *Condiciones del trabajo y desarrollo humano :Manual teórico-practico de ergonomía*. Madrid: Ibérico Europea de ediciones.

Valdés Payo, L. (2008). Alfabetización informacional: Una breve reflexión sobre el tema. *ACIMED, Revista Cubana De Los Profesionales De La Información y La Comunicación En Salud*, 17(2)

Valles, M. S. (2002). *Entrevistas cualitativas. colección "cuadernos metodológicos"*, núm.32. Madrid: Centro de investigaciones sociológicas.

Van der Akker, J. (1999). Principles and methods of development research. In J. van-der-Akker, N. Nieven, R. M. Branch, K. L. Gustavson & T. Plomp (Eds.), *Design methodology and development research in education and training* (). The Netherlands: Kluwer Academic Publishers.

Varona, J., Jaume-i-Capó, A., González, J., & Perales, F. J. (2009). Toward natural interaction through visual recognition of body gestures in real-time. *Interacting with Computers*, 21(1-2), 3-10.

Vicente, M., & Lopez, A. (2009). Are people with disabilities losing the ICT revolution? some evidence on european countries. *The Open Social Science Journal*, 2, 78-81.

Villagómez Morales, E., & Martínez Martín, M. I. (2001). *Adecuación de puestos de trabajo para personas con discapacidad: Repercusiones económicas y sociales*. Madrid: Instituto de Migraciones y Servicios Sociales.

Wu, S. P., Yang, C. H., Ho, C. P., & Jane, D. H. (2009). VDT screen height and inclination effects on visual and musculoskeletal discomfort for chinese wheelchair users with spinal cord injuries. *Industrial Health*, 47(1), 89-93.

## **Bibliografía consultada: normativas y estándares**

ISO 9241. Ergonomic Requirements for Office Work with Visual Display Terminals (VDTs), ISO 9241-1:1997/Amd 1:2001 (1997).

ISO 9241-11:1998. Ergonomic requirements for office work with visual display terminals (VDTs) -- part 11: Guidance on usability.(1998).

ISO 9241-20:2008. Ergonomics of human-system interaction -- part 20: Accessibility guidelines for information/communication technology (ICT) equipment and services. (2008).

ISO 9241-210:2010. Ergonomics of Human-System Interaction -- Part 210: Human-Centred Design for Interactive Systems, (2010).

ISO 9241-300:2008. Ergonomics of Human-System Interaction -- Part 300: Introduction to Electronic Visual Display Requirements, (2008).

ISO 9241-302:2008. Ergonomics of human-system interaction -- part 302: Terminology for electronic visual displays.(2008).

ISO 9241-303:2008. Ergonomics of human-system interaction -- part 303: Requirements for electronic visual displays.(2008).

ISO 9241-400:2008. Ergonomics of human--system interaction -- part 400: Principles and requirements for physical input devices.(2008).

ISO 9241-5: 1998. Ergonomic Requirements for Office Work with Visual Display Terminals (VDTs) -- Part 5: Workstation Layout and Postural Requirements, (1998).

ISO 9241-9:2000. Ergonomic requirements for office work with visual display terminals (VDTs) -- part 9: Requirements for non-keyboard input devices.(2000).

Ley 51/2003, De 2 De Diciembre, De Igualdad De Oportunidades, no Discriminación y Accesibilidad Universal De Personas Con Discapacidad. (2003).

Ley Orgánica 1/1990, De 3 De Octubre, De Ordenación General Del Sistema Educativo, (1990).

NTP 232: Pantallas De Visualización De Datos (P.V.D.): Fatiga Postural, (1989).

REAL DECRETO 488/1997, De 14 De Abril, Sobre Disposiciones Mínimas De Seguridad y Salud Relativas Al Trabajo Con Equipos Que Incluyen Pantallas De Visualización. BOE nº 97 23-04-1997, (1997).

REAL DECRETO 1494/2007, De 12 De Noviembre, Por El Que Se Aprueba El Reglamento Sobre Las Condiciones Básicas Para El Acceso De Las Personas Con Discapacidad A Las Tecnologías, Productos Y Servicios Relacionados Con La Sociedad De La Información Y Medios De Comunicación Social. BOE nº279 21-11-2007, (2007).

UNE 139801: 2003. Aplicaciones Informáticas Para Personas Con Discapacidad. Requisitos De Accesibilidad Al Ordenador. Hardware, (2003).

UNE 139802:2009. Requisitos De Accesibilidad Del Software, (2009).

UNE 139803:2004. Aplicaciones Informáticas Para Personas Con Discapacidad. Requisitos De Accesibilidad Para Contenidos En La Web, (2004).

## **Bibliografía consultada: páginas web institucionales y de organismos consultados.**

ABDEM (2003). *Asociación Balear de Esclerosis Múltiple*. Retrieved 10/25, 2011, from [http:// www.abdem.es](http://www.abdem.es)

AEE (2011) *Asociación española de ergonomía.*, 2011, from [www.ergonomos.es](http://www.ergonomos.es)

APROSCOM (2011). *Asociación de Protección de Personas con Disminución Psíquica de Manacor y Comarca*. Retrieved 10/25, 2011, from <http://www.aproscm.org>

ASPACE (2011). *Asociación de Parálisis Cerebral de Baleares*. Retrieved 10/25, 2011, from <http://aspaceib.org/>

Feiab (2011) *Federació d'entitats d'atenció a la infància i adolescència balear: Patronat de l'agrupació pro-minusvàlids psíquics de la comarca d'Inca* . Retrieved 10/25, 2011, from [http://www.feiab.org/ficha\\_entitat.php?id=21](http://www.feiab.org/ficha_entitat.php?id=21)

CEAPAT (2009). *Centro de referencia estatal de autonomía personal y ayudas técnicas*. Retrieved 10/25, 2011, from <http://www.ceapat.org>

IEA (2011). *International ergonomics association*. Retrieved 10/25, 2011, from <http://www.iea.cc>

Mater Misericordiae (2009) *Organización Mater Misericordiae*. Retrieved 10/25, 2011, from <http://www.mater-isla.com>

NIOSH (2010) *The National Institute for Occupational Safety and Health*. Retrieved 10/25, 2011, from <http://www.cdc.gov/niosh/>

OSHA (2010). *Occupational Safety & Health Administration*. Retrieved 10/25, 2011, from <http://www.osha.gov/>

REHACER (2009) *Asociación para la Rehabilitación de Accidentados Cerebrales de Baleares*. Retrieved 10/25, 2011, from <http://www.rehacerbaleares.com>

Sidar (2007). *Fundación sidar - acceso universal.*, 2011, from <http://www.sidar.org>

SINA (2010). *Sistema de interacción natural avanzado*. Retrieved 10/25, 2011 from <http://sina.uib.es>

UDA (2007). *Universal design associates.*, 2011, from <http://www.udassoc.com>

## Publicaciones derivadas de esta investigación

Salinas Bueno, I., Negre, F., & Manresa-Yee, C. (2010). Procesos de innovación en atención a la diversidad: Análisis de las dimensiones a partir del diseño de pautas ergonómicas para el uso de recursos de apoyo para el acceso al ordenador. *EDUTECC 2010: E-Learning 2.0: Enseñar y Aprender En La Sociedad Del Conocimiento*, Bilbao.

Salinas Bueno, I., Negre, F., & Manresa-Yee, C. (2010). Diseño y validación de pautas ergonómicas para el uso de un recurso de apoyo para la interacción persona ordenador. *EDUTECC 2010: E-Learning 2.0: Enseñar y Aprender En La Sociedad Del Conocimiento*, Bilbao.

Salinas Bueno, I. & Negre, F., (2010). Uso de sistemas para el acceso al ordenador de usuarios con grandes discapacidades motoras: condiciones físicas del uso del SINA. *TecnoNEEt 2010: 25 Años De Integración Escolar En España. 6º Congreso Nacional De Tecnología y Atención a La Diversidad*. Murcia.

Salinas Bueno, I., Negre, F., & Manresa-Yee, C. (2011). La webcam como elemento de las TIC en situaciones de diversidad: pautas para su correcta colocación. *EDUTECC 2011: Formación Docente en Entornos Virtuales, para la Transformación del Aprendizaje*. Pachuca (México).





# **ANEXOS**



# Anexos

Anexo 1. Tabla de variables del estudio.

Anexo 2. Modelo de consentimiento informado.

Anexo 3. Modelo de compromiso de confidencialidad.

Anexo 4. Hoja de registro “Perfil de usuario”.

Anexo 5. Hoja de registro “Registro inicial del SINA III”.

Anexo 6. Hoja de registro “Registro de sesiones del SINA”.

Anexo 7. Códigos para el análisis de datos de las entrevistas.

Anexo 8. Relación entre códigos definidos para el análisis de datos de las entrevistas.

Anexo 9. Códigos para el análisis de datos de la observación realizada.

Anexo 10. Capacidades de los usuarios.

Anexo 11. Condiciones de uso del SINA de los usuarios.

Anexo 12. Versión final del manual *Pautas ergonómicas para el acceso al ordenador mediante SINA de usuarios con grandes discapacidades motoras*.





f

## **Anexos**

Anexo 1. Tabla de variables del estudio.

Anexo 2. Modelo de consentimiento informado.

Anexo 3. Modelo de compromiso de confidencialidad.

Anexo 4. Hoja de registro “Perfil de usuario”.

Anexo 5. Hoja de registro “Registro inicial del SINA III”.

Anexo 6. Hoja de registro “Registro de sesiones del SINA”.

Anexo 7. Códigos para el análisis de datos de las entrevistas.

Anexo 8. Relación entre códigos definidos para el análisis de datos de las entrevistas.

Anexo 9. Códigos para el análisis de datos de la observación realizada.

Anexo 10. Capacidades de los usuarios.

Anexo 11. Condiciones de uso del SINA de los usuarios.

Anexo 12. Versión final del manual *Pautas ergonómicas para el acceso al ordenador mediante SINA de usuarios con grandes discapacidades motoras.*

## **Anexo 1. Tabla de variables del estudio**



**TABLA DE VARIABLES**

<b>VARIABLE</b>	<b>INDICADOR</b>	<b>EVIDENCIA</b>	<b>FUENTE</b>	<b>TÉCNICA DE RECOGIDA DE DATOS</b>	<b>INSTRUMENTO DE RECOGIDA DE DATOS</b>
Usuarios	Tipos de usuario	Criterios de clasificación de usuarios.	Responsables de las sesiones de SINA (informantes clave)  Usuarios Registros	Entrevista semiestructurada  Análisis documental  Observación	Registro inicial SINA  Perfil de usuario SINA  Registro sesiones SINA  Entrevista inicial (Ei)  Observación inicial (Obs_i)
		Definición de perfiles de usuario			
	Capacidades	Descripción de capacidades de los usuarios	Responsables de las sesiones de SINA (informantes clave)  Usuarios Registros	Entrevista semiestructurada  Análisis documental  Observación	Registro inicial SINA  Perfil de usuario SINA  Registro sesiones SINA  Entrevista inicial (Ei)  Observación inicial (Obs_i)
	Características específicas	Existencia de características específicas	Responsables de las sesiones de SINA (informantes clave)  Usuarios Registros	Entrevista semiestructurada  Análisis documental  Observación	Registro inicial SINA  Perfil de usuario SINA  Registro sesiones SINA  Entrevista inicial (Ei)  Observación inicial (Obs_i)
		Descripción de características específicas			
		Postura			
Prevención de aparición de fatiga		Entrevista semiestructurada  Análisis documental  Observación	Registro inicial SINA  Perfil de usuario SINA  Registro sesiones SINA  Entrevista inicial (Ei)  Observación inicial (Obs_i)		

VARIABLE	INDICADOR	EVIDENCIA	FUENTE	TÉCNICA DE RECOGIDA DE DATOS	INSTRUMENTO DE RECOGIDA DE DATOS
		Uso de gestos según el perfil de usuario			

VARIABLE	INDICADOR	EVIDENCIA	FUENTE	TÉCNICA DE RECOGIDA DE DATOS	INSTRUMENTO DE RECOGIDA DE DATOS
Condiciones de uso del SINA	Entorno y equipo	Altura de pantalla	Registros Responsables de las sesiones de SINA (informantes clave) Usuarios	Análisis documental Observación no participante (registro en vídeo)	Registro inicial SINA Registro sesiones SINA Entrevista inicial (Ei) Entrevista de validación (Ep_val1, Ep_val2) Observación (Obs_i, Obs_val1, Obs_val2)
		Distancia de pantalla al usuario			
		Inclinación de la pantalla.			
		Altura de la webcam			
		Desplazamiento lateral de la webcam			
		Distancia de webcam al usuario			
		Orientación de la webcam			
	Carga física: postura y esfuerzo físico	Inclinación del respaldo	Registros Responsables de las sesiones de SINA (informantes clave) Usuarios	Análisis documental Observación no participante (registro en vídeo)	Registro inicial SINA Registro sesiones SINA Entrevista inicial (Ei) Entrevista de validación (Ep_val1, Ep_val2) Observación (Obs_i, Obs_val1, Obs_val2)
		Posición de la cabeza			
		Uso de reposacabezas			
		Uso de elementos o estrategias de estabilización de tronco			
		Uso de elementos o estrategias de estabilización de extremidades.			
	Movimientos para la interacción con el ordenador.				
Episodios no deseables	Presencia de episodios no deseables	Registros Responsables de las sesiones de SINA	Análisis documental Observación no	Registro inicial SINA Registro sesiones SINA	
	Descripción de episodios				

<b>VARIABLE</b>	<b>INDICADOR</b>	<b>EVIDENCIA</b>	<b>FUENTE</b>	<b>TÉCNICA DE RECOGIDA DE DATOS</b>	<b>INSTRUMENTO DE RECOGIDA DE DATOS</b>
			(informantes clave) Usuarios	participante (registro en vídeo)	Entrevista inicial (Ei)  Entrevista de validación (Ep_val1, Ep_val2)  Observación (Obs_i, Obs_val1, Obs_val2)
	Nivel de fatiga	Aparición de fatiga Elementos de detección de fatiga Momento de aparición Estrategias de prevención de fatiga.	Registros Responsables de las sesiones de SINA (informantes clave) Usuarios	Análisis documental  Observación no participante (registro en vídeo)	Registro inicial SINA Registro sesiones SINA  Entrevista inicial (Ei)  Entrevista de validación (Ep_val1, Ep_val2)  Observación (Obs_i, Obs_val1, Obs_val2)

<b>VARIABLE</b>	<b>INDICADOR</b>	<b>EVIDENCIA</b>	<b>FUENTE</b>	<b>TÉCNICA DE RECOGIDA DE DATOS</b>	<b>INSTRUMENTO DE RECOGIDA DE DATOS</b>
Pautas ergonómicas	Entorno y equipo	Descripción de las condiciones/pautas ergonómicas referentes al entorno y equipo.	Investigadora principal		
		Cumplimiento de las pautas.	Responsables de las sesiones de SINA (informantes clave)  Usuarios	Entrevista semiestructurada Observación	Entrevista (Ep_val1, Ep_val2) Observación (Obs_val1, Obs_val2)
		Valoración de la utilidad de la pauta.	Responsables de las sesiones de SINA (informantes clave)	Entrevista semiestructurada Observación	Entrevista (Ep_i, Ep_val2) Observación (Obs_val1, Obs_val2)
	Carga física: postura y esfuerzo físico	Descripción de las condiciones/pautas ergonómicas referentes a la postura correcta según las características del usuario, así como aquellas destinadas a la reducir el esfuerzo físico requerido para el uso de SINA	Investigadora principal		
		Cumplimiento de las pautas.	Responsables de las sesiones de SINA (informantes clave)  Usuarios	Entrevista semiestructurada Observación	Entrevista (Ep_val1, Ep_val2) Observación (Obs_val1, Obs_val2)
		Valoración de la utilidad de la pauta.	Responsables de las sesiones de SINA (informantes clave)	Entrevista semiestructurada Observación	Entrevista (Ep_i, Ep_val2) Observación (Obs_val1, Obs_val2)
	Nivel de fatiga	Descripción de las condiciones/pautas ergonómicas en cuanto a tiempo de uso para la prevención de la aparición	Investigadora principal		

<b>VARIABLE</b>	<b>INDICADOR</b>	<b>EVIDENCIA</b>	<b>FUENTE</b>	<b>TÉCNICA DE RECOGIDA DE DATOS</b>	<b>INSTRUMENTO DE RECOGIDA DE DATOS</b>
		precoz de fatiga.			
		Cumplimiento de las pautas.	Responsables de las sesiones de SINA (informantes clave) Usuarios	Entrevista semiestructurada Observación	Entrevista (Ep_val1, Ep_val2) Observación (Obs_val1, Obs_val2)
		Valoración de la utilidad de la pauta.	Responsables de las sesiones de SINA (informantes clave)	Entrevista semiestructurada Observación	Entrevista (Ep_i, Ep_val2) Observación (Obs_val1, Obs_val2)
	Prevención de episodios no deseables	Descripción de las condiciones/pautas ergonómicas destinadas a prevenir la aparición de complicaciones durante el uso de SINA.	Investigadora principal		
		Cumplimiento de las pautas.	Responsables de las sesiones de SINA (informantes clave) Usuarios	Entrevista semiestructurada Observación	Entrevista (Ep_val1, Ep_val2) Observación (Obs_val1, Obs_val2)
		Valoración de la utilidad de la pauta.	Responsables de las sesiones de SINA (informantes clave)	Entrevista semiestructurada Observación	Entrevista (Ep_i, Ep_val2) Observación (Obs_val1, Obs_val2)

## **Anexo 2. Modelo de consentimiento informado.**

Estimado/a Señor/a:

Se ha firmado un convenio de colaboración entre la Fundación IBIT y la Universidad de las Islas Baleares para el desarrollo y la implantación del proyecto de integración y accesibilidad de personas con discapacidad en el marco del desarrollo del Plan Avanza.

El objetivo que persigue este proyecto es facilitar el acceso de personas con discapacidad física a la sociedad de la información. Para ello, estamos desarrollando un nuevo conjunto de métodos informáticos y pedagógicos englobados en un único sistema de interacción natural para substituir el ratón convencional, el SINA, que permitirá utilizar el ordenador en su educación con lo que se facilitará su integración en la sociedad actual. La ventaja objetiva y más evidente frente a otro tipo de elementos adaptados es que no será en absoluto intrusivo. El sistema consiste en un conjunto de programas informáticos que se podrán instalar en cualquier ordenador convencional sin la necesidad de ningún tipo de elemento especial. Por tanto, será un sistema de fácil instalación en el centro de enseñanza y en el hogar de la persona con discapacidad.

Este sistema de interacción será desarrollado por la UIB, como socio del proyecto, y será de uso gratuito a la finalización del mismo. Además, se llevará a cabo una evaluación pedagógica con los alumnos y usuarios que participen en el programa. Como resultado de ésta, se ajustará el SINA a cada grupo particular de usuarios según los diferentes grados de discapacidad. Posteriormente, se llevará a cabo un seguimiento pedagógico para evaluar las mejoras en el proceso de aprendizaje (especialmente en el caso de los niños) y en general, en el uso de la informática que ya están llevando a cabo estos usuarios.

Entendemos que la posibilidad de superar las barreras de acceso a las tecnologías de la información abre un abanico de posibilidades muy amplio para estos usuarios. Además, el hecho de conseguir adaptar el sistema a cada grupo particular de usuarios supondrá un enorme paso en la mejora directa de su calidad de vida individual. Especialmente en el caso de los niños en edad escolar, repercutirá en la mejora de su proceso de aprendizaje.

Por todo ello, solicitamos de usted, como padre/madre o tutor/a de \_\_\_\_\_ su autorización para que su hijo/a participe en este proyecto, así como para poder obtener imágenes y vídeos de sus sesiones de aprendizaje con esta nueva herramienta, que autoriza que puedan ser utilizadas con propósitos exclusivamente científicos y contribuir a la mejora del sistema y a su divulgación científica y social.

Todo el proceso se llevará a cabo en el centro de ASPACE, con la presencia siempre en las sesiones de las terapeutas ocupacionales y educadoras que su hijo ya conoce.

Agradecemos su colaboración en este proyecto,

Un cordial saludo.

### **Anexo 3. Modelo de compromiso de confidencialidad.**





**Universitat de les  
Illes Balears**

## **COMPROMISO DE CONFIDENCIALIDAD**

Sr./Sra. \_\_\_\_\_ DNI: \_\_\_\_\_

Hace constar:

Que participa como colaborador/a de la tesis doctoral **"Pautas ergonómicas para la interacción persona ordenador. Diseño y uso de sistemas para el acceso a las TIC de usuarios con grandes discapacidades motoras"**.

Que en el marco de la realización de la investigación correspondiente a la tesis doctoral se obtiene información en lo referente a la situación de salud y personal de los sujetos de estudio.

Que se compromete a mantener estricta confidencialidad de los datos personales procedentes.

Palma, a \_\_ de \_\_\_\_\_ de 201\_\_

Sr./Sra. \_\_\_\_\_

## **Anexo 4. Hoja de registro “Perfil de usuario”.**

## PROJECTE SINA PERFIL DE L'USUARI

<b>Data:</b>	<b>Avaluador:</b>	<b>Avaluació:</b> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/>
<b>Nom Usuari:</b>		<b>Data naixement:</b>

**Diagnòstic:**

**Medicació:**

### ÀREA MOTRIU

#### 1. SEDESTACIÓ:

Es pot mantenir assegut/da? SI  NO

En cas afirmatiu:

Cadira estàndar

Cadira pròpia

Necessita ajuds? NO  SI  Quins?

En cas negatiu, Especificar postura:

Manifesta moviments involuntaris estant assegut/da? NO  SI  Quins?

Quin és l'origen? Espasticitat  Cansament

Es pot recol·locar sense ajuda? SI  NO  En cas negatiu, i amb ajuda? SI  NO

Presenta moviments involuntaris? NO  SI  En cas afirmatiu, ON? Ma  Dits  Cara   
Peu  Altres:

#### 2. MANTENIMENT DE LA POSTURA DEL CAP:

Pot mantenir el cap dret? SI  NO

En cas negatiu, i amb una adaptació i/o suport? NO  SI  Descripció:

En cas afirmatiu, pot mantenir el cap en la posició desitjada? SI  NO

**3. MOVIMENTS DEL CAP:**

Té control cefàlic? SI  NO

Respecte a l'amplitud del moviment:

Flexió: SI  NO  \_\_\_\_\_  
 Extensió: SI  NO  \_\_\_\_\_  
 Rotació dreta SI  NO  \_\_\_\_\_  
 Rotació esquerra SI  NO  \_\_\_\_\_  
 Inclinació dreta SI  NO  \_\_\_\_\_  
 Inclinació esquerra SI  NO  \_\_\_\_\_

EL temps de desposta davant un estímul és funcional? SI  NO

El temps de permanència voluntària, és suficient? SI  NO

La velocitat de moviment és... Massa lenta  Funcional  Massa ràpida

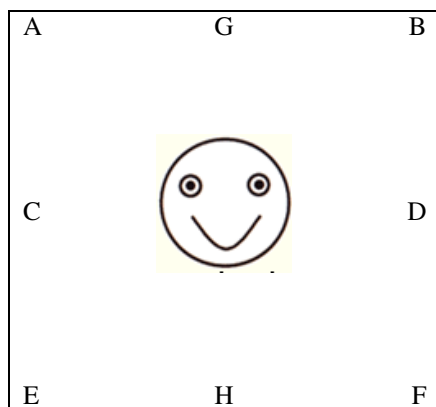
Presenta moviments involuntaris? NO  SI  Quins?

**OBSERVACIONS**

**ÀREA VISOPERCEPTIVA**

Pot fixar la mirada? SI  NO

Seguiment ocular:



De G a H NO  SI  En cas afirmatiu Continuo  Discontinuo   
 De H a B NO  SI  En cas afirmatiu Continuo  Discontinuo   
 De B a E NO  SI  En cas afirmatiu Continuo  Discontinuo   
 De E a D NO  SI  En cas afirmatiu Continuo  Discontinuo   
 De D a C NO  SI  En cas afirmatiu Continuo  Discontinuo   
 De C a F NO  SI  En cas afirmatiu Continuo  Discontinuo   
 De F a A NO  SI  En cas afirmatiu Continuo  Discontinuo

Porta ulleres? SI  NO  El camp visual és TOTAL  REDUÏT

Presenta problemes visoperceptius? NO  SI  De quin tipus?

<p><b>Pot discriminar els colors de manera adequada a la seva edat? SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/></b>  <b>En cas negatiu, amb quin colors presenta dificultat?</b></p>
<p><b>Por discriminar les formes de manera adequada a la seva edat? SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/></b>  <b>En cas negatiu, amb quines formes presenta dificultat?</b></p>
<p><b>La seva orientació espacial, és adequada per a la seva edat? SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/></b>  <b>En cas negatiu, on presenta dificultats? Ezquerra <input type="checkbox"/> Dreta <input type="checkbox"/> A dalt <input type="checkbox"/> A baix <input type="checkbox"/></b></p>
<p><b>OBSERVACIONS</b></p>

### ÀREA COMUNICATIVA

Llengua materna:		
Nivell de comprensió	Nivell d'expressió	Forma d'expressió
<p><b>Comprèn ordres simples?</b> SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/></p> <p><b>Comprèn seqüències d'ordres complexes?</b> SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/></p> <p><b>Comprèn un discurs oral?</b> SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/></p>	<p><b>Té un vocabulari ampli?</b> SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/></p> <p><b>Té un vocabulari mínim?</b> SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/></p> <p><b>Pot respondre a qüestions tancades?</b> SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/></p> <p><b>No es capaç d'expressar-se</b> <input type="checkbox"/></p>	<p><b>Mirada</b> <input type="checkbox"/></p> <p><b>Gestos</b> <input type="checkbox"/></p> <p><b>Forma oral:</b> Sons <input type="checkbox"/></p> <p>Paraules <input type="checkbox"/></p> <p><b>Plafó</b> <input type="checkbox"/>: _____</p> <p>_____</p> <p><b>Comunicador Plafó</b> <input type="checkbox"/>: _____</p> <p>_____</p> <p>_____</p>
<p><b>OBSERVACIONS</b></p>		

### ÀREA PSICOLÒGICA

<b>Caràcter</b> ( <i>específica si és una persona apàtica, extrovertida, agressiva, pacient, depressiva,...</i> ):  		
<b>Actitud:</b> Interessada SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/> / Participativa SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/> / Decidida SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/> / Creativa SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/> Altres:		
<b>Concentració:</b> Baixa <input type="checkbox"/> Alta <input type="checkbox"/>	<b>Memoria:</b> Curt termini <input type="checkbox"/> Llarg termini <input type="checkbox"/> Ambdues <input type="checkbox"/>	<b>Raonament:</b> Concret <input type="checkbox"/> Abstracte <input type="checkbox"/> Adequat a la seva edad? SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>
<b>OBSERVACIONS</b>  		

### ÀREA PEDAGÒGICA

<b>Lectura:</b> No llegeix <input type="checkbox"/> Llegeix... Paraules <input type="checkbox"/> Frases <input type="checkbox"/> Textos <input type="checkbox"/>	<b>Espectura:</b> No escriu <input type="checkbox"/> Escriu... Copia paraules <input type="checkbox"/> Copia frases Copia textos Escriu sense copiar <input type="checkbox"/>
<b>La seva capacitat d'aprenentage és...</b> Bona <input type="checkbox"/> Regular <input type="checkbox"/> Presenta greus limitacions <input type="checkbox"/>	
<b>OBSERVACIONS</b>  	



**Govern  
de les Illes Balears**  
Vicepresidència i Conselleria  
de Relacions Institucionals

**s'Institut**  
de Serveis Socials i  
Esportius de Mallorca

**iBIT**  
ILLES BALEARNS  
Innovació Tecnològica



**Universitat de les  
Illes Balears**

### DESTRESSES AMB L'ORDINADOR

<b>Respecte a l'experiència amb el treball amb l'ordinador:</b> Sense experiència <input type="checkbox"/> Experiència ocasional <input type="checkbox"/> Habitualment <input type="checkbox"/> Nombre d'hores? _____	<b>El seu nivell de coneixement és:</b> Alt <input type="checkbox"/> Mig <input type="checkbox"/> Baix <input type="checkbox"/> No en té <input type="checkbox"/>
<b>Pot introduir un CD, DVD,...? SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/></b>	<b>I un pendrive? SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/></b>
<b>Forma d'accés actual:</b> Teclat estàndard SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/> Teclat virtual SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/> Teclat adaptat SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/> Com?	<b>Ratolí estàndard SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/></b> <b>Ratolí numèric SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/></b> <b>Ratolí adaptat SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/> Com?</b>
<b>OBSERVACIONS</b>	

**Anexo 5. Hoja de registro “Registro inicial del SINA III”.**



### REGISTRE INICIAL DEL SINA III

#### Informació avaluador

Nom:	Càrrec:
Centre en el que treballa:	


#### Informació Usuari

Nom:	Edat:
------	-------

#### Equipament informàtic

Ordinador:	Configuració pantalla:
Opcions d'accessibilitat:	

#### Ubicació de l'equipament

<p><b>Col·locació pantalla:</b>  <b>Alçada:</b> La part superior de la pantalla correspon a  <input type="checkbox"/> ...cm per damunt el cap de l'usuari  <input type="checkbox"/> Part superior del cap de l'usuari  <input type="checkbox"/> Alçada dels ulls de l'usuari</p> <p><b>Distància pantalla-front de l'usuari:.....cm</b></p> <p><b>Inclinació de la pantalla:</b></p> 	<p><b>Col·locació Webcam:</b>  <b>Alçada:</b>  <input type="checkbox"/> damunt la pantalla  <input type="checkbox"/> sobre la taula  <input type="checkbox"/> a un suport .....cm sobre la taula</p> <p><b>Desplaçament lateral:....cm a la dreta/esquerra</b></p> <p><b>Distància pantalla-front de l'usuari:.....cm</b></p> <p><b>Orientació:</b> el nas o cursor queda  <input type="checkbox"/> al centre de la imatge  <input type="checkbox"/> al 1/3 inferior de la imatge  <input type="checkbox"/> a la 1/2 superior de la imatge  <input type="checkbox"/> Altres.....</p>
--	--

#### SINA

Té més d'un perfil? <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/> SI. Per què utilitza cada un d'ells?			
<b>Configuració</b>			
	<b>Perfil 1</b>	<b>Perfil 2</b>	<b>Perfil 3</b>
<b>Desplaçament a X (DespX):</b>			
<b>Desplaçament a Y (DespY):</b>			
<b>Temps de clic (Tclick):</b>			

**Rang de clic (Rclick):**

Recorregut de la pantalla

1	2	3
4	5	6
7	8	9

*Ratllar la zona accessible*

**Usuari**

**Descripció de la postura de feina habitual de l'usuari:** (imatge i descripció)

**Tipus de moviment del cap**

TREMOLÓS  FERM  INCONTROLAT  CONTROLAT   
 LENT  RÀPID  TIBANT  RELAXAT  DISASSOCIAT   
 BLOC  CONTINUO  DISCONTINUO  Altres:

**Presenta desajustaments posturals?** NO  SI  En cas afirmatiu: De quin tipus?

**Presenta alguna estratègia pel control postural o de moviments?**

NO  SI  En cas afirmatiu: De quin tipus?

**Necessita ajuda?**

NO  SI

**En cas afirmatiu, l'ajuda és...**

FÍSICA

VERBAL

Altres:

Entén i respecta les indicacions a seguir? SI  NO

### Fatiga

<b>Mostra fatiga física?</b> <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> Sí, de cara al final pautat de la sessió <input type="checkbox"/> Sí, i és la senyal per acabar la sessió <input type="checkbox"/> Amb esforços o moviments concrets	<b>Mostra fatiga mental?</b> <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> Sí, de cara al final pautat de la sessió <input type="checkbox"/> Sí, i és la senyal per acabar la sessió <input type="checkbox"/> Amb determinats exercicis o activitats
<b>Com es detecta la fatiga?</b> <input type="checkbox"/> Actitud postural <input type="checkbox"/> Desinterès <input type="checkbox"/> Baixada de rendiment general <input type="checkbox"/> Augment del temps de realització d'activitats o de resposta. <input type="checkbox"/> Disminució de la precisió dels moviments. <input type="checkbox"/> Altres:	
<b>Fa descansos durant la sessió? NO <input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> En cas afirmatiu: Son espontanis o pautats?</b>	
<b>Temps aproximat de les sessions: .... min</b>	

### Interacció Usuari/Programa

<b>Presenta problemes d'interacció visual?</b> NO <input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/>	<b>En cas afirmatiu, descriu el TIPUS DE PROBLEMA:</b>
<b>La coordinació "oculo-cefàlica" és...</b> NUL·LA <input type="checkbox"/> BAIXA <input type="checkbox"/> BONA <input type="checkbox"/> MILLORA AMB LA PRÀCTICA <input type="checkbox"/>	
<b>Presenta problemes de...?</b> ATENCIÓ <input type="checkbox"/> COMPRENSIÓ <input type="checkbox"/> INTERÈS <input type="checkbox"/> ORIENTACIÓ ESPACIAL <input type="checkbox"/> Respecte a l'O. Espacial: Segueix la direcció correcta SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/> En cas negatiu, aconseguix arribar a l'objectiu? SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>	
<b>Descriu breument el tipus de problema que presenta:</b>	

Presenta altres tipus de problemes? NO  SI   
En cas afirmatiu, QUIN TIPUS DE PROBLEMA?

Altres observacions:

**Anexo 6. Hoja de registro “Registro de sesiones del SINA”.**

REGISTRE DE LES SESSIONS D'ENTRENAMENT DE GABINET

**Informació sessió**

Sessió n°	Data:
Hora inici:	Hora finalització:

El seu estat físic és... MILLOR  L'HABITUAL  DEFICIENT  En aquest cas, DESCRIU els motius o els signes que manifesta:

**Col·locació dels perifèrics**

<b>PANTALLA:</b> Habitual <input type="checkbox"/> Diferent <input type="checkbox"/> : Descriu-ho:	<b>CÀMERA:</b> Habitual <input type="checkbox"/> Diferent <input type="checkbox"/> : Descriu-ho:
<b>Tipus d'il·luminació</b> NATURAL <input type="checkbox"/> ARTIFICIAL <input type="checkbox"/>	<b>Descripció de la col·locació respecte a la il·luminació:</b> <input type="checkbox"/> Darrera <input type="checkbox"/> Davant <input type="checkbox"/> Esquerra <input type="checkbox"/> Dreta <input type="checkbox"/> Damunt

**SINA**

Configuració: Hi ha haguts canvis en la configuració? Quins?	
Quantes vegades s'ha desplaçat el punt de referència? 0 vegades <input type="checkbox"/> d'1 a 3 vegades <input type="checkbox"/> de 3 a 6 vegades <input type="checkbox"/> més de 6 vegades <input type="checkbox"/>	
Activitat realitzada:	
Estàs satisfeta amb el resultat de la sessió? <input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO. Per què?	Està satisfet l'usuari amb el resultat de la sessió? <input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO. Per què?

**Altres comentaris:**

--

**Anexo 7. Códigos para el análisis de datos de las entrevistas.**

**Entrevista inicial (Ei)**

<b>Categoría</b>	<b>Subcategoría</b>	<b>Código</b>	<b>Descripción</b>	<b>Clave</b>
Usuario	Capacidades	Capacidades	Capacidades funcionales del usuario que se nombren.	U_cap
	Criterios	Criterios de inclusión	Criterios que se utilizaron para incluir a ese usuario en el SINA	U_crit
	Objetivos	Objetivos	Objetivos del trabajo del usuario con el SINA.	U_obj
	Postura	Postura habitual del usuario	Posicionamiento habitual en la silla de ruedas o postura natural en la silla. Uso de bipedestador?	U_post
Uso del SINA	Equipo	Equipo inicial	Disposición del equipo informático y periféricos, y mobiliario utilizado para las sesiones del SINA	Eq_i
		Equipo: modificaciones	Modificaciones realizadas en la disposición del equipo	Eq_ev
	Postura	Postura inicial	Postura de referencia del usuario y estrategias de estabilización/fijación.	Post_i
		Postura: modificaciones	Modificaciones realizadas en la postura de referencia y las estrategias de estabilización/fijación	Post_ev
	Configuración del SINA	Configuración inicial del SINA	Parámetros del SINA (x, y, tclic, rclic) utilizados en un inicio con el usuario	Conf_i
		Modificaciones en la configuración del SINA	Cambios en los parámetros de uso del SINA	Conf_ev
	Episodios negativos	Aparición de episodios negativos	Aparición de episodios como espasticidad, dolor, movimientos incontrolados, etc...	Eneg_ap
	Episodios negativos	Relación de la aparición de los episodios negativos	¿Con qué relacionan la aparición de efectos o episodios negativos?	Eneg_rel
		Número y duración de episodios negativos	Número o frecuencia de aparición de efectos o episodios negativos, y su duración	Eneg_n
	Fatiga	Aparición de fatiga	Aparición de signos de fatiga física o mental	Fat_ap
		Detección de fatiga	Modo de detección de fatiga en el usuario, signos detectados de fatiga	Fat_det
		Acciones	Acciones que se realizan en relación a la aparición de fatiga	Fat_act
	Tiempo de sesión	Tiempo de sesión inicial	Tiempo de duración de las sesiones y motivos de elección de este tiempo	T_i
		Modificación del tiempo de sesión	Modificaciones introducidas en el tiempo de duración de las sesiones y motivos.	T_ev
Pautas	Recomendaciones	Recomendaciones para futuros usuarios	Pautas o recomendaciones que realizarían los informantes a la hora de que un nuevo usuario empiece a utilizar el SINA.	Rec



**Entrevista de evaluación inicial de las pautas ergonómicas (Epi)**

Categoría	Subcategoría	Código	Descripción	Clave
Documento de pautas	Valoración general de la forma	Extensión	Valoración de la adecuación de la extensión del documento.	Doc_Ext
		Adecuación de vocabulario	Valoración de la adecuación del vocabulario a los lectores actuales y posibles nuevos lectores.	Doc_Voc
		Facilidad de comprensión	Valoración de la facilidad de comprensión del documento.	Doc_Fac
	Valoración general de la función	Exhaustivo/completo	El documento recoge todos los posibles perfiles y situaciones vividos con el SINA.	Doc_Compl
		Útil	Valoración de la utilidad del documento	Doc_Ut
		Dibujos	Valoración de la adecuación, facilidad de comprensión y tipo de dibujos.	Doc_Dib
Documento de guía rápida	Valoración general de la forma	Estructura	Valoración de la adecuación de la estructura elegida para presentar la información	GREstr
		Extensión	Valoración de la adecuación de la extensión de la guía rápida.	GRExt
		Facilidad de comprensión	Valoración de la facilidad de comprensión de la guía rápida.	GRFac
	Valoración general de la función	Útil	Valoración de la utilidad de la guía rápida	GRUt
		Dependencia de ambos documentos	Valoración de la independencia o complementariedad de ambos documentos para la comprensión de las pautas.	GRsola
Usuario	Capacidades	Perfiles identificados	Valoración de la adecuación de los perfiles identificados a los usuarios del SINA	P_perf
Pautas ergonómicas	Postura	Postura	Valoración de la adecuación de las pautas ergonómicas relativas a postura de cada perfil de usuario.	P_post
	Equipo	Equipo	Valoración de la adecuación de las pautas ergonómicas relativas a la disposición de equipo según cada perfil de usuario.	P_eq
	Configuración del SINA	Configuración del SINA	Valoración de la adecuación de las pautas para la configuración del SINA según las capacidades funcionales del usuario.	P_conf
	Episodios no deseables	Episodios no deseables	Valoración de la adecuación de las pautas para la prevención de episodios no deseables.	P_Eneg
	Nivel de fatiga	Nivel de fatiga	Valoración de la adecuación de las pautas en relación a la aparición de fatiga.	P_Fat
Tiempo de sesión		Valoración de la adecuación de indicaciones respecto al tiempo de sesión.	Tses	
Otros	Uso del SINA	Desarrollo de la sesión	Valoración de la información respecto a la evolución y graduación del uso del SINA.	Ev_SINA

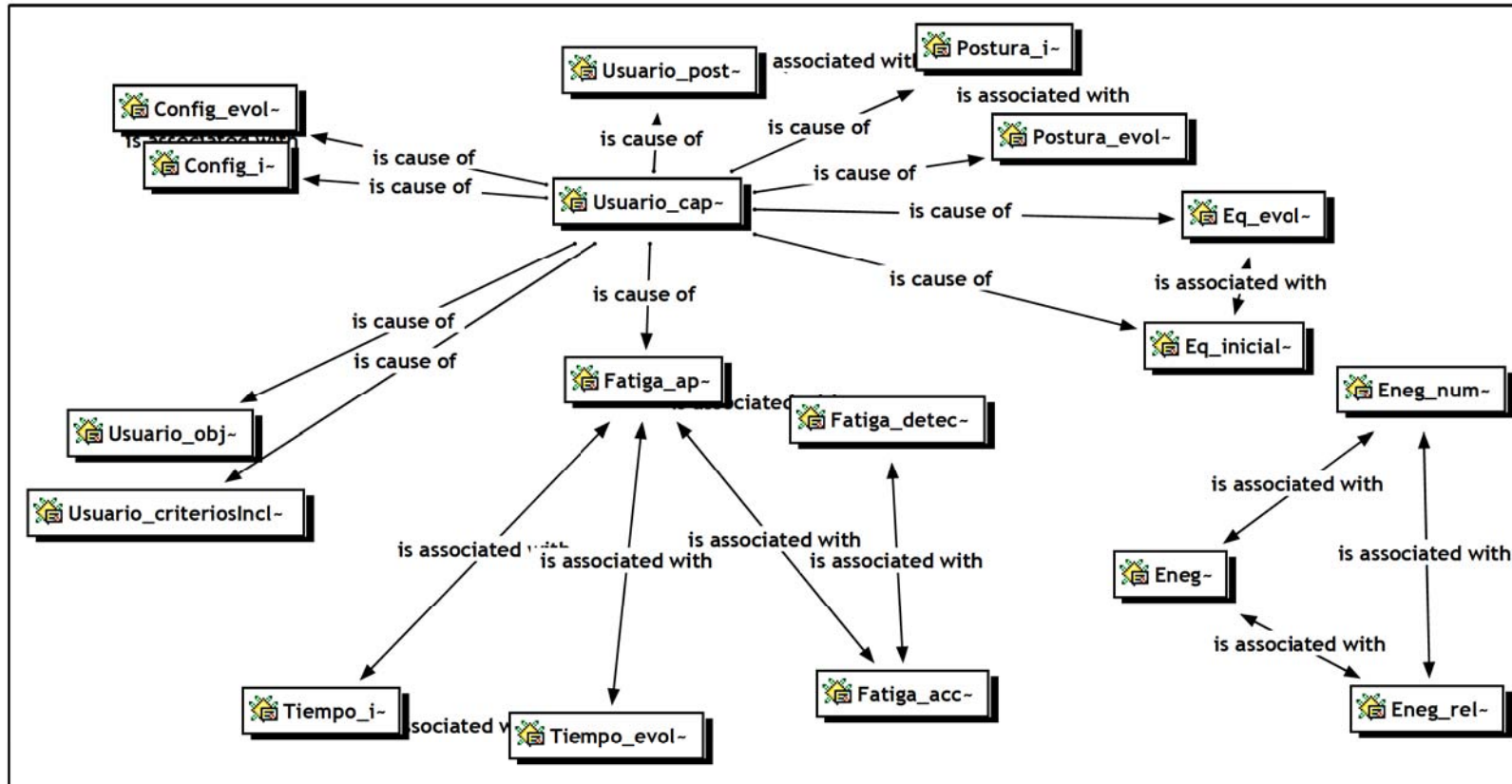
- La valoración de la adecuación de cada pauta se realiza en este caso a priori, ya que la entrevista se realiza en el momento de recepción y lectura del documento, en el que todavía no hay resultados de la aplicación de las pautas.

**Entrevista de valoración de la aplicación de las pautas ergonómicas (Epval)**

Categoría	Subcategoría	Código	Descripción	Clave	
Valoración global	Valoración general de la función	Utilidad	Valoración de la utilidad, en general, de las pautas ergonómicas.	Val_Ut	
		Facilidad de aplicación	Valoración de la facilidad de aplicación de las pautas ergonómicas.	Val_Fac	
	Valoración general de la forma	Exhaustividad	Valoración de la presencia de todas las posibles situaciones y perfiles hallados en la experiencia del informante con el SINA.	Val_ex	
Pautas ergonómicas	Postura	Postura inicial	Valoración de la adecuación de las pautas ergonómicas relativas a postura de cada perfil de usuario.	P_post	
		Postura: modificaciones	Modificaciones introducidas en la postura de referencia del usuario o las estrategias de estabilización/fijación a partir de la aplicación de las pautas ergonómicas y resultados obtenidos.	Post_mod	
	Equipo	Equipo inicial	Valoración de la adecuación de las pautas ergonómicas relativas a la disposición de equipo según cada perfil de usuario.	P_eq	
		Equipo: modificaciones	Modificaciones introducidas en la disposición del equipo y mobiliario a partir de la aplicación de las pautas ergonómicas y resultados obtenidos.	Eq_mod	
	Configuración del SINA	Configuración del SINA	Valoración de la adecuación de las pautas para la configuración del SINA según las capacidades funcionales del usuario.	P_conf	
		Configuración del SINA: modificaciones	Modificaciones introducidas en la configuración del SINA (x, y, tclie, rclie) a partir de la aplicación de las pautas ergonómicas y resultados obtenidos.	Conf_mod	
	Episodios no deseables	Prevención de episodios no deseables	Valoración de la adecuación de las pautas para la prevención de episodios no deseables.	P_Eneg	
		Episodios no deseables: modificaciones	Modificaciones introducidas en el desarrollo de las sesiones con el SINA a partir de la aplicación de las pautas ergonómicas, con el fin de evitar la aparición de episodios no deseables y resultados obtenidos.	Eneg_mod	
	Nivel de fatiga	Prevención de fatiga	Valoración de la adecuación de las pautas en relación a la aparición de fatiga.	P_Fat	
		Nivel de fatiga: modificaciones	Modificaciones introducidas en el desarrollo de las sesiones con el SINA a partir de la aplicación de las pautas ergonómicas, con el fin de evitar la aparición fatiga y resultados obtenidos.	Fat_mod	
		Tiempo de sesión	Valoración de la adecuación de indicaciones respecto al tiempo de sesión.	Tses	
		Tiempo de sesión: modificaciones	Modificaciones introducidas en el tiempo de sesión con el SINA a partir de la aplicación de las pautas ergonómicas, con el fin de evitar la aparición fatiga, y resultados obtenidos.	Tses_mod	
	Otros	Uso del SINA	Desarrollo de la sesión	Valoración de la información respecto a la evolución y graduación del uso del SINA.	Ev_SINA
			Desarrollo de la sesión: modificaciones	Modificaciones introducidas respecto a la evolución y graduación del uso del SINA a partir de las pautas, y valoración de los resultados obtenidos.	Ev_SINA_mod

**Anexo 8. Relación entre códigos definidos para el análisis de datos de las entrevistas.**

# Red\_codigosEi



**Anexo 9. Códigos para el análisis de datos de la observación realizada.**

## Códigos de análisis de Observación

Categoría	Subcategoría	Código	Unidad de análisis
Postura	Postura de referencia	Ángulo asiento	fotograma
Postura	Postura de referencia	Ángulo respaldo respecto vertical	fotograma
Postura	Postura de referencia	Ángulo de inclinación del tronco	fotograma
Postura	Postura de referencia	Ángulo de inclinación de cabeza	fotograma
Postura	Postura de referencia	Uso de reposacabezas	fotograma
Postura	Postura de referencia	Ángulo de visión	fotograma
Postura	Postura de referencia	Ángulo de la línea de visión	fotograma
Postura	Postura de referencia	Estrategias de fijación	fotograma
Postura	Adecuación de la postura	nº pérdidas de localización (nº/min)	sesión
Postura	Adecuación de la postura	nº loc incorrectas (nº/min)	sesión
Postura	Adecuación de la postura	% clics correctos	actividad
Postura	Adecuación de la postura	movimientos fuera del rango neutro	
Postura	Cambios de postura	nº de cambios de postura	sesión
Postura	Cambios de postura	tiempo en cada postura	sesión
Postura	Cambios de postura	descripción de postura (= postura inicial)	sesión
Postura	Cambios de postura	naturaleza del cambio (pautado?causa?)	sesión
Equipo	silla	tipo de silla	fotograma
Equipo	silla	ubicación	fotograma
Equipo	mesa	tipo de mesa	fotograma
Equipo	mesa	ubicación	fotograma
Equipo	accesorios	descripción de accesorio	fotograma
Equipo	accesorios	ubicación	fotograma
Equipo	pantalla	altura (referencia altura del usuario)	fotograma
Equipo	pantalla	distancia	fotograma
Equipo	pantalla	ángulo de inclinación de la pantalla	fotograma
Equipo	pantalla	tipo/resolución	fotograma
Equipo	webcam	altura (sobre pantalla/mesa/brazo articulado)	fotograma
Equipo	webcam	distancia	fotograma
Equipo	webcam	centrado o desplazado	fotograma
Equipo	webcam	ángulo (entre lente de webcam y línea de ojos ) Frankfurt	fotograma
Equipo	Adecuación de ubicación del equipo	nº pérdidas de localización (nº/min)	sesión
Equipo	Adecuación de ubicación del equipo	nº loc incorrectas (nº/min)	sesión
Equipo	Adecuación de ubicación del equipo	% clics correctos	actividad

Categoría	Subcategoría	Código	Unidad de análisis
Equipo	Adecuación de ubicación del equipo	movimientos fuera del rango	
Equipo	Cambios en equipo	nº de cambios de ubicación	sesión
Equipo	Cambios en equipo	descripción de cambios de ubicación	sesión
uso del SINA	punto de referencia	nº pérdidas de localización (nº/min)	sesión
uso del SINA	punto de referencia	nº pérdidas no relacionadas con movimientos bruscos	sesión
uso del SINA	punto de referencia	% pérdidas reales (nº pérdidas no relac/nº pérdidas total)	sesión
uso del SINA	punto de referencia	nº recuperaciones loc (nº/perdidas)	sesión
uso del SINA	punto de referencia	nº recuperaciones con dificultades (n	sesión
uso del SINA	punto de referencia	% recuperaciones con dificultades	sesión
uso del SINA	movimientos	nº movimientos rotación ligera/min	actividad
uso del SINA	movimientos	nº movimientos rotación moderada/min	actividad
uso del SINA	movimientos	nº giros (no prof)/min	actividad
uso del SINA	movimientos	nº inclinación ligera/min	actividad
uso del SINA	movimientos	nº inclinación moderada/min	actividad
uso del SINA	movimientos	nº F cabeza ligera o moderada/min	actividad
uso del SINA	movimientos	nº F cabeza max/min	actividad
uso del SINA	movimientos	nº centrado/min	actividad
uso del SINA	movimientos	% movimientos funcionales (nº mov activ/nº mov no ref,pérdida ref(	actividad
uso del SINA	movimientos	% movimientos ligeros/mov totales	actividad
uso del SINA	movimientos	% clics útiles	actividad
Fatiga	Aparición de fatiga	exigencia de comunicación con el prof (nº/min)	sesión
Fatiga	Aparición de fatiga	% clics correctos	actividad
Fatiga	Aparición de fatiga	tiempo de actividad finalista	actividad
Fatiga	Aparición de fatiga	tiempo efectivo	actividad
Fatiga	Aparición de fatiga	nº veces que el profesor ayuda/centra/min	sesión
Fatiga	Aparición de fatiga	nº episodios rotaciones, balanceo, etc/min	sesión
Fatiga	Aparición de fatiga	nº movimientos F cabeza o descansos/min	sesión
Episodios negativos	Aparición de episodios no deseables	tiempo aparición	sesión
Episodios negativos	Aparición de episodios no deseables	descripción	sesión
Episodios negativos	Aparición de episodios no deseables	relación	sesión

## **Anexo 10. Capacidades de los usuarios.**



## Usuaría 1 Ma



Año de nacimiento: 1993

### **Aspectos físicos y motrices**

Presentaba cuadro neurológico extrapiramidal con espasticidad e hipertonía generalizadas.

Su postura habitual es en silla de paseo o silla postural, que prefería para trabajar por sentirse más cómoda. En el momento de inicio del estudio su postura habitual era en silla postural (“tipo trono”) de madera rígida, no regulable, con reposapiés y ruedas pequeñas (Obs\_i), con elementos de sujeción pélvica, laterales de tronco y sujeción de cintura escapular mediante cincha (Reg., Obs\_i)

Presentaba control cefálico incompleto y movimientos voluntarios a nivel de cabeza y cuello sin restricción de movilidad (Reg, Obs\_i), con mayor control de la flexoextensión y escaso control de la rotación, que realizaba en movimientos más amplios pero menos precisos (Obs\_i). Aparecían movimientos involuntarios de rotación derecha de cabeza, así como se podían observar episodios espásticos ocasionales en varios segmentos a nivel de extremidades, que repercutían en el tono postural general (Reg, Obs\_i, Ei).

El tiempo de permanencia de la cabeza en una posición es funcional, el tiempo de respuesta ante un estímulo era suficiente (Reg, Obs\_i).

El patrón involuntario de rotación derecha de cabeza se fue inhibiendo con el transcurso de las sesiones (Ei).

### **Aspectos visuales y perceptivos**

Control de los movimientos oculares, con capacidad para fijar la mirada y realizar seguimiento ocular. Campo visual íntegro (Reg).

### **Aspectos comunicativos**

Había intención comunicativa, demanda espontánea y manifestación de rechazo y protesta. Comprendía órdenes y secuencias complejas. Tenía un vocabulario amplio, y era capaz de expresarse con ayuda (Reg, Obs\_i).

Su forma de comunicación era a través de mirada, gestos (orofaciales) y algunos sonidos (Reg, Obs\_i). También a través de plafón que señalaba con puntero láser, con la mirada o con licornio (Reg).

### **Aspectos psicológicos y de aprendizaje.**

La concentración del usuario era alta, con capacidad de retención a corto y largo plazo y capacidad de razonamiento abstracto. Su capacidad de aprendizaje era buena, aunque tenía tendencia a controlar su entorno y evidenciaba cierta ansiedad, aspectos que repercutían en todas sus actividades (Reg).

#### **Experiencia con el ordenador**

Utilizaba el ordenador de manera habitual, su nivel de conocimiento del mismo era alto para las aplicaciones que utilizaba. Su acceso anterior era mediante licornio y carcasa, y en el momento del inicio del estudio accedía mediante SINA (Reg).

#### **Usuario 2 Se**



Año de nacimiento: 1979?

#### **Aspectos físicos y motrices**

Presentaba un cuadro de tetraplejía espástica (Reg), con movimientos voluntarios a nivel de cabeza y cuello, pudiendo mantener la cabeza en la posición deseada escasos periodos de tiempo (Reg, Obs\_i). Los movimientos de flexoextensión de cabeza y cuello tenían un recorrido limitado, desde la flexión máxima (apoyo del mentón en el pecho) hasta la posición de horizontalización de la mirada. Las rotaciones e inclinaciones eran de corto o medio recorrido, también sin grandes amplitudes de movimiento (Obs\_i). Era capaz de responder a un estímulo en un tiempo adecuado, la velocidad de movimiento era lenta pero funcional (Reg, Obs\_i). Al realizar la rotación derecha y la inclinación izquierda pasaba por flexión (Reg). No presentaba movimientos involuntarios a nivel de cabeza y cuello (Reg, Obs\_i).

Su posición habitual era en silla de ruedas, asiento reclinado y reposacabezas (Reg), con arnés inguinal y pectoral. En las sesiones observadas la silla de ruedas pasó a ser una silla estándar, sin reposacabezas (Reg, Obs\_i). A pesar de las sujeciones persistía una inclinación anterior, con flexión de tronco y cabeza, con lo que no usaba el reposacabezas (Reg).

Frecuentemente aparecían movimientos atetósicos a nivel de extremidades superiores (Reg, Obs\_i).

#### **Aspectos visuales y perceptivos**

Control de los movimientos oculares, con capacidad para fijar la mirada y realizar seguimiento ocular. Campo visual íntegro (Reg).

#### **Aspectos comunicativos**

Comprendía el discurso oral. Tenía un vocabulario amplio, aunque su comunicación era a través de algunas palabras simples (Reg).

#### **Aspectos psicológicos y de aprendizaje.**

La capacidad de concentración del usuario no era alta, con capacidad de retención a corto y largo plazo y capacidad de razonamiento concreto y abstracto, correspondiente a su edad. Presentaba una capacidad de aprendizaje regular (Reg).

#### **Experiencia con el ordenador**

Había tenido experiencia con el ordenador, accediendo a él mediante teclado numérico con carcasa (Reg).

#### **Usuario 3 Gu**



Año de nacimiento: 1995

#### **Aspectos físicos y motrices**

Presentaba una tetraplejía mixta espástica atetósica, con mayor afectación espástica en miembros inferiores y atetosis en los superiores (Reg). Realiza movimientos de cabeza y cuello precisos y funcionales cuando eran de poca amplitud, con pérdida del control y la precisión cuando eran de mayor amplitud. Presentaba dificultades para mantener la cabeza en una posición deseada (Reg, Obs\_i). Utilizaba el patrón extensor como sustitución del movimiento de extensión, y tendía a una posición de reposo en inclinación izquierda de tronco (Obs\_i).

Su postura habitual de trabajo era en sedestación en silla de ruedas con taco abductor, sujeción torácica y reposacabezas, reposabrazos y reposapiés (Reg, Obs\_i). Para el control de movimientos involuntarios de miembros superiores realizaba una autofijación, con los brazos extendidos apoyados en la mesa de trabajo (Reg, Obs\_i).

La aparición de movimientos involuntarios de miembros inferiores repercutía en la postura del usuario y provocaba el movimiento de la silla de ruedas (Obs\_i).

#### **Aspectos visuales y perceptivos**

Controlaba los movimientos oculares, pudiendo fijar la mirada. El seguimiento ocular no era funcional, los movimientos de seguimiento de cabeza que acompañan a la mirada eran discontinuos. Presentaba estrabismo. Utilizaba gafas (Reg).

#### **Aspectos comunicativos**

Había intención comunicativa, demanda espontánea y manifestación de rechazo y protesta. Comprendía órdenes simples y discurso oral, no así secuencias de órdenes complejas. Tenía un vocabulario mínimo, no muy amplio, era capaz de responder a cuestiones cerradas y de expresarse con ayuda (Reg).

Su forma de comunicación era a través de mirada, gestos (orofaciales) y algunos sonidos. También a través de plafón y comunicador GoTalk 32, que señalaba mediante pulgar de la mano derecha (Reg).

#### **Aspectos psicológicos y de aprendizaje.**

La concentración del usuario era alta, con capacidad de retención a corto y largo plazo, sin capacidad de razonamiento abstracto y pensamiento rígido que repercutía en todas las áreas. Su capacidad de aprendizaje era regular (Reg).

#### **Experiencia con el ordenador**

Tenía experiencia con el ordenador, aunque no presentaba un alto nivel de conocimiento del mismo. El acceso al ordenador se realizaba a través de joystick, y anteriormente con dos pulsadores. Actualmente el acceso era mediante el SINA (Reg).

### **Usuaría 4 MAS**



Año de nacimiento: 1971

#### **Aspectos físicos y motrices**

Presentaba un cuadro de tetraplejía mixta espástica atetósica., con control cefálico y movimientos voluntarios, poco precisos, a nivel de cabeza y cuello, pudiendo mantener la cabeza en la posición deseada (Reg, Ei, Obs\_i).

Era capaz de responder a un estímulo en un tiempo adecuado, ya que la velocidad de movimiento era lenta pero funcional. No presentaba movimientos involuntarios a nivel de cabeza y cuello (Reg, Obs\_i).

Su postura habitual era en silla de ruedas para paciente neurológico, con asiento y respaldo pivotados hacia atrás, dejando el respaldo reclinado. Llevaba sujeción pélvica con arnés y torácica mediante apoyos laterales. A pesar de las sujeciones persistía una inclinación anterior, la parte superior de tronco se encontraba en flexión, con antepulsión de la cabeza para intentar recuperar la horizontalidad de la línea de visión, con lo que no usaba el reposacabezas (Reg, Obs\_i). Solo utilizaba el movimiento de extensión para recuperar la horizontalidad de la mirada desde la posición de flexión de la que parte, sin llegar nunca al apoyo en el reposacabezas (Obs\_i).

Frecuentemente aparecían movimientos atetósicos a nivel de extremidades superiores e inferiores, sobre todo en brazo izquierdo (Reg, Obs\_i).

Para controlar la aparición de movimientos involuntarios, realizaba una autosujeción de miembros superiores entre las piernas y la silla (sujetaba las manos bajo las rodillas) o bloqueaba las manos entre las piernas y elementos de la silla (Obs\_i).

#### **Aspectos visuales y perceptivos**

Control de los movimientos oculares, con capacidad para fijar la mirada y realizar seguimiento ocular. Campo visual íntegro (Reg).

#### **Aspectos comunicativos**

Había intención comunicativa, demanda espontánea y manifestación de rechazo y protesta. Comprendía órdenes y secuencias complejas. No tenía un vocabulario amplio, pero sí suficiente para expresarse con ayuda (Reg).

Su forma de comunicación era a través de mirada, gestos y algunos sonidos y palabras simples (Reg).

#### **Aspectos psicológicos y de aprendizaje.**

Se trataba de una usuaria tranquila y paciente. La capacidad de concentración de la usuaria no era alta, con capacidad de retención a corto y largo plazo y capacidad de razonamiento concreto y abstracto, aunque no los correspondientes a su edad. Presentaba discapacidad intelectual moderada – severa, por lo que su capacidad de aprendizaje era regular.

#### **Experiencia con el ordenador**

Había tenido experiencia ocasional con el ordenador, pero no tenía conocimiento del uso del mismo (Reg).

Las dificultades motoras que presentaba le impedían el uso de otros dispositivos de entrada. La forma de acceso era a través del SINA (Reg, Ei).

#### **Usuaría 5 Co**



Año de nacimiento: 2004

#### **Aspectos físicos y motrices**

Presentaba una tetraparesia espástica distónica. Realizaba de manera autónoma movilización de cabeza y cuello, de manera rápida y poco controlada. No era capaz de mantener la cabeza en la posición deseada mucho tiempo (Reg).

Su postura habitual de trabajo era en bipedestador pediátrico con sujeción de pies, soporte anterior a nivel de rodillas, posterior a nivel de pelvis y anterior y posterior a nivel de tronco, apoyo de brazos en bandeja con escotadura (Reg, Obs\_i).

No era capaz de mantener la postura de manera autónoma (Reg) debido a falta de control del tronco, por lo que su postura era de apoyo posterior de pelvis y apoyo anterior de tronco en el bipedestador, o de balanceo en inclinación o flexoextensión de tronco cuando intentaba realizar movimientos del mismo (Obs\_i).

No realizaba movimientos aislados de cabeza y cuello, normalmente los movimientos iban asociados al tronco, y eran rápidos y poco controlados. Los únicos movimientos que realizaba a partir de disociación de cintura escapular, es decir, moviendo cuello y cabeza de manera aislada, eran giros de cabeza (rotación máxima) para mirar a la profesora. No era capaz de mantener la cabeza en la posición deseada mucho tiempo (Obs\_i).

Tenía tendencia la manipulación de objetos y a realizar movimientos de las manos, llevándose con frecuencia la mano a la boca o a la cara (Obs\_i).

#### **Aspectos visuales y perceptivos**

Control de los movimientos oculares, con capacidad para fijar la mirada y realizar seguimiento ocular. Campo visual íntegro. Dificultades para discriminar colores y formas de manera adecuada a su edad. Orientación inadecuada para su edad (Reg).

#### **Aspectos comunicativos**

Comprende órdenes y secuencias simples. No tiene un vocabulario amplio, comprende un discurso oral relacionado con su vida cotidiana.

Su forma de comunicación es a través de mirada (Reg).

#### **Aspectos psicológicos y de aprendizaje.**

Se trataba de una usuaria alegre y cariñosa, extrovertida. Era una usuaria interesada y participativa. La capacidad de concentración de la usuaria era alta, con capacidad de retención a corto y largo plazo, sin capacidad de razonamiento concreto o abstracto, adecuado a su edad (Reg).

No escribía, era capaz de leer palabras como “papá”, “mamá” o nombres. Su capacidad de aprendizaje era buena (Reg).

#### **Experiencia con el ordenador**

Había tenido experiencias anteriores con el ordenador (2 horas semanales) pero su conocimiento del mismo no era alto. Había utilizado pulsador con el objetivo de establecer la relación causa-efecto (Reg).



Año de nacimiento: 1999

### **Aspectos físicos y motrices**

Presentaba un cuadro de tetraplejía mixta espástica atetósica (Reg), con escaso control cefálico y movimientos voluntarios a nivel de cabeza y cuello, tanto en rotación como en inclinación, aunque poco controlados cuando se realizaban en combinación con flexión, así como movimientos voluntarios de flexoextensión, también con escaso control. No había restricción de movilidad aparente. La velocidad de movimiento no era siempre funcional, combinando movimientos lentos con fases de alternancia rápida de flexoextensión. No presentaba episodios de movimientos involuntarios (Reg, Obs\_i).

Su postura habitual era en silla de ruedas con inclinación posterior de asiento y de respaldo, con reposacabezas y férula de sedestación (Reg, Obs\_i). No utilizaba el reposacabezas como apoyo continuo, solo como tope de movimiento de extensión de cabeza y como punto de apoyo cuando se encontraba en reposo (Obs\_i).

Como estrategia de fijación iniciaba la sesión con autosujeción de las manos en el regazo (Obs\_i).

### **Aspectos visuales y perceptivos**

Control de los movimientos oculares, con capacidad para fijar la mirada y realizar seguimiento ocular. Presencia de dificultades visuales sin diagnosticar. No discriminaba colores y formas de manera adecuada para su edad. La orientación espacial tampoco correspondía a su edad, presentando dificultad en todas las direcciones del espacio (Reg).

### **Aspectos comunicativos**

Comprendía órdenes simples. Apenas tenía vocabulario, no era capaz de responder a preguntas simples o cerradas, ni era capaz de expresarse.

Su forma de comunicación era a través de gestos y algunos sonidos (Reg).

### **Aspectos psicológicos y de aprendizaje.**

Tenía un carácter complicado, pudiéndose presentar participativa o apática dependiendo de si los estímulos o la tarea a realizar le resultaban atractivos. La capacidad de concentración de la usuaria era baja. Presentaba un retraso mental grave, por lo que su capacidad de aprendizaje presentaba limitaciones importantes (Reg).

### **Experiencia con el ordenador**

Había tenido experiencia ocasional con el ordenador, pero tenía un conocimiento bajo del mismo. La forma de acceso se realizaba a través de un pulsador (Reg).

## Usuaria 7 Sa



Esta usuaria se incorporó al proyecto SINA coincidiendo con el inicio de esta investigación, por lo que no se disponía de información previa. Los datos recogidos se obtuvieron, en cuanto a registros, a través del Registro inicial de SINA III, y de los Registros de sesiones durante la fase SINA III, por lo que no se reflejan los mismos apartados que en los demás casos. El resto de información, al igual que para los demás usuarios, se obtuvo de la entrevista inicial con informante clave y de la observación:

### **Aspectos físicos y motrices**

Su postura habitual era en sedestación en silla de ruedas con inclinación del respaldo, sujeción de miembros inferiores, taco abductor y reposacabezas (Reg, Obs\_i).

No era capaz de mantener la cabeza en una posición determinada. Era capaz de realizar movimientos de cabeza en todas las direcciones, rápidos y de poca precisión (Reg, Obs\_i). Los movimientos eran más controlados cuando estaba apoyada en el reposacabezas, y perdía el control cuando el centro de gravedad de la cabeza se adelantaba, provocando que la cabeza quedara en flexión (Obs\_i).



## Usuario 8 E1



Año de nacimiento: 2003

### **Aspectos físicos y motrices**

Presentaba un trastorno motor con frecuentes movimientos estereotipados (Reg). Tenía control cefálico y movilidad cervical, aunque realizaba pocos movimientos dentro del rango neutro no estereotipados (Reg, Obs\_i). La velocidad de movimiento era demasiado rápida durante las estereotipias (Reg, Obs\_i).

Después de un curso académico de uso del SINA (SINA II), se apreciaba un mayor control de la cabeza durante las sesiones (Reg).

Era capaz de mantener la postura en sedestación (Reg, Obs\_i) en silla postural rígida, no regulable, con reposapiés y ruedas pequeñas. Su actitud postural era en ligera flexión de tronco y extensión de cabeza (Obs\_i).

### **Aspectos visuales y perceptivos**

Controlaba los movimientos oculares, pudiendo fijar la mirada.

Llevaba gafas. No discriminaba colores y formas de manera adecuada a su edad (Reg).

### **Aspectos comunicativos**

Comprendía órdenes simples. No tenía vocabulario mínimo, siendo incapaz de responder a preguntas cerradas o de expresarse (Reg).

Su forma de comunicación era a través de la mirada y algunos sonidos. También a través de plafón de pictogramas (Reg).

### **Aspectos psicológicos y de aprendizaje.**

La concentración del usuario era baja, con capacidad de retención a corto plazo, sin capacidad de razonamiento abstracto.

Su capacidad de aprendizaje presentaba graves limitaciones, debido a su retraso madurativo (Reg).

### **Experiencia con el ordenador**

No tenía experiencia con el ordenador previa al uso del SINA (Reg), ya que por sus características no disponía de un sistema de acceso al ordenador adecuado para él (Ei).

## Usuario 9 Ra



Año de nacimiento: 1995

### Aspectos físicos y motrices

Presentaba tetraparesia espástica, con movimientos descoordinados de miembros superiores (Reg).

Tenía control cefálico y movimientos voluntarios a nivel de cabeza y cuello, aunque el movimiento era lento y poco preciso, no siempre funcional. Su postura habitual era en ligera flexión, inclinación izquierda y rotación derecha, acompañada de ligera rotación derecha de tronco. Presentaba restricción de movilidad a la rotación izquierda. No presentaba movimientos involuntarios de cabeza (Reg, Obs\_i). Se observaban movimientos más amplios en las rotaciones, detectándose restricción de movilidad a la rotación izquierda, y movimientos de poca amplitud en la flexión y extensión (Obs\_i).

Habitualmente se encontraba en silla de ruedas estándar, con férula de sedestación, casi erguido (Reg, Obs\_i). Necesitaba ayuda física para sentarse en ella, pero se recolocaba solo (Reg).

Su postura habitual era en ligera flexión, inclinación izquierda y rotación derecha, acompañada de ligera rotación derecha de tronco (Obs\_i).

Realizaba estrategias de autofijación de extremidades superiores sobre la mesa, colocando la mano izquierda o ambas manos sobre la mesa, sujetando una con la otra (Obs\_i).

Las sesiones con el SINA le han aportado un mayor control de los movimientos y de la postura (Reg).

### Aspectos visuales y perceptivos

Control de los movimientos oculares, con capacidad para fijar la mirada y realizar seguimiento ocular. Presencia de dificultades visuales por miopía, corregida por gafas. No discriminaba colores y formas de manera adecuada para su edad, aspecto que se estaba trabajando con el usuario. La orientación espacial tampoco correspondía a su edad, con mayor dificultad para la lateralidad (Reg).

### Aspectos comunicativos

Comprendía órdenes simples. Era capaz de responder a preguntas simples o cerradas, siendo capaz de expresarse con un vocabulario mínimo con ayuda.

Su forma de comunicación era a través de miradas, gestos y algunos sonidos y palabras. También utilizaba pictogramas (Reg).

### Aspectos psicológicos y de aprendizaje.

Era un usuario muy sociable y trabajador. Era paciente pero tendía a bloquearse si se le insistía mucho en una determinada tarea. Su actitud era participativa, con gran predisposición a trabajar, de lo que no se

cansaba nunca. La capacidad de concentración del usuario era alta, con memoria a corto y largo plazo y razonamiento concreto, que no correspondía con su edad (Reg).

No tenía habilidades de lectura y escritura. Era capaz de hacer secuencias cronológicas de las tareas a realizar durante el día mediante pictogramas. Presentaba graves limitaciones para el aprendizaje (Reg).

#### **Experiencia con el ordenador**

Utilizaba habitualmente el ordenador, durante unas 3 horas semanales. Su conocimiento del mismo era bajo. La forma de acceso se realizaba a través de teclado adaptado (Reg).

#### **Usuario 10 Ga**



Año de nacimiento: 1995

#### **Aspectos físicos y motrices**

Presentaba un trastorno motor con frecuentes movimientos estereotipados (Reg).

Tiene control cefálico y movilidad cervical, aunque repetía las estereotipias de balanceo anteroposterior de tronco y cabeza, realizando pocos movimientos no estereotipados. Era capaz de mantener la cabeza en una posición determinada (Reg, Obs\_i).

Cuando apoyaba los brazos en la mesa se observaban frecuentes movimientos de golpeteo, frotación, etc. Cuando las manos se encontraban bajo la mesa, apenas se registran movimientos (Obs\_i).

Era capaz de mantener la postura en sedestación en silla estándar, aunque requería ayuda para realizar la transferencia a esta desde la silla de ruedas (Reg, Obs\_i).

Después de un curso académico de uso del SINA (SINA II), se apreciaba un mayor control de los movimientos involuntarios y menor aparición de estereotipias durante las sesiones. También se observó un mayor control de la postura (Reg).

#### **Aspectos visuales y perceptivos**

Controlaba los movimientos oculares, pudiendo fijar la mirada. El campo visual era total, sin presentar problemas visuales. Su orientación espacial no era adecuada para la edad (Reg).

#### **Aspectos comunicativos**

Comprendía órdenes simples y discurso oral, no así secuencias de órdenes complejas. Tenía un vocabulario mínimo, no muy amplio, era capaz de responder a cuestiones cerradas (Reg).

Su forma de comunicación era a través de mirada y algunos sonidos. También a través de plafón de pictogramas (Reg).

#### **Aspectos psicológicos y de aprendizaje.**

La concentración del usuario era baja, con capacidad de retención a corto y largo plazo, sin capacidad de razonamiento abstracto (Reg).

Su capacidad de aprendizaje presentaba graves limitaciones, ya que padecía un retraso mental severo (Reg).

#### **Experiencia con el ordenador**

Había tenido experiencias ocasionales con el ordenador, aunque su conocimiento del mismo era bajo. Para el acceso utilizaba teclado estándar, aunque sólo las teclas básicas (Reg).

### **Usuaría 11 Ca**



Año de nacimiento: 1976

#### **Aspectos físicos y motrices**

Presentaba tetraplejía espástica distónica (Reg).

Su postura habitual de trabajo era en sedestación en silla ligera de paciente neurológico, con reposapiés regulables y reposacabezas, reclinada, con arnés de sujeción pectoral y arnés pélvico, sujeción de miembros superiores e inferiores y reposacabezas (Reg, Obs\_i).

Manifestaba movimientos involuntarios distónicos y espásticos en patrón extensor, sin capacidad para recolocarse en caso necesario (Reg, Obs\_i). También presentaba movimientos distónicos en extremidades superiores (Obs\_i).

No era capaz de mantener la cabeza en una posición determinada. Era capaz de realizar movimientos de cabeza en todas las direcciones, tanto con la cabeza apoyada en el respaldo como sin apoyo, pero estos eran rápidos y de poca precisión, realizando las inclinaciones en combinación con rotación (Reg, Obs\_i).

Con el uso del SINA, con el que había experimentado durante un curso académico (SINA II), fue mejorando el control cefálico (Reg).

#### **Aspectos visuales y perceptivos**

Controlaba los movimientos oculares, pudiendo fijar la mirada. El seguimiento ocular se acompañaba de seguimiento con la cabeza (Reg).

El campo visual era total, no presentaba problemas visuales. La orientación espacial y la discriminación de colores y formas eran adecuadas (Reg).

#### **Aspectos comunicativos**

Comprendía órdenes simples y complejas y seguía el discurso oral. No tenía vocabulario amplio, aunque era capaz de responder a cuestiones cerradas y de expresarse con ayuda.

Su forma de comunicación era a través de mirada, gestos y algunos sonidos (Reg).

#### **Aspectos psicológicos y de aprendizaje.**

Era una persona muy extrovertida y alegre, muy paciente y empática. Su actitud era participativa, decidida y creativa y mostraba mucho interés por aprender (Reg). Buscaba la aprobación del profesional que la acompañaba (Ei).

La concentración del usuario era alta, con capacidad de retención a corto y largo plazo y capacidad de razonamiento abstracto. Su capacidad de aprendizaje era buena (Reg, Ei).

No leía ni escribía por problemas motrices, aunque conocía las grafías (Reg).

#### **Experiencia con el ordenador**

No tenía experiencia con el ordenador previa a la utilización del SINA (Reg, Ei).

### **Usuario 12 Ou**

No se dispone de sesiones grabadas (Observación) de este usuario, por lo que se obtuvieron los datos a partir de los registros y la información aportada en la entrevista (Ei) por el responsable de las sesiones con el SINA. Esto limitó la información relativa a este usuario, aunque se mantuvo dentro de la muestra por su interés a la hora de analizar la situación en la primera fase de la investigación.

Año de nacimiento: 1987

#### **Aspectos físicos y motrices**

Presentaba una tetraparesia espástica distónica. Tenía control cefálico y de los movimientos de la cabeza, pudiendo mantener la cabeza en la posición deseada. Realizaba la inclinación derecha con inclinación del tronco y elevación de hombro contralateral (Reg).

Era capaz de mantenerse sentado en una silla estándar, aunque en muchas ocasiones acudía con silla de ruedas (Reg). Necesitaba recordatorios constantes para mantener una postura correcta (Ei).

Manifestaba movimientos involuntarios distónicos de miembros superiores e inferiores (en bloque). Presentaba estrategias de autofijación o fijación de los miembros en la silla de ruedas para controlar los episodios de movimientos involuntarios (Reg).

El control cefálico durante las sesiones del SINA era muy bueno, era capaz de conseguir una gran precisión de movimientos (Reg).

### **Aspectos visuales y perceptivos**

Controlaba los movimientos oculares, pudiendo fijar la mirada. El seguimiento ocular se acompañaba de seguimiento con la cabeza. El campo visual era total. La orientación espacial y la discriminación de colores y formas eran adecuadas (Reg).

Se detectaron problemas de visión en revisión oftalmológica, pero el usuario estaba pendiente de la adquisición de gafas correctoras (Reg, Ei).

### **Aspectos comunicativos**

Comprendía órdenes complejas y seguía el discurso oral. Tenía un vocabulario amplio en su idioma de origen, y más reducido en castellano. Era capaz de responder a cuestiones cerradas y de expresarse con ayuda (Reg).

Su forma de comunicación era a través de palabras sueltas (Reg).

### **Aspectos psicológicos y de aprendizaje.**

Era una persona muy extrovertida y alegre, muy paciente, que buscaba constantemente la aprobación de los monitores del centro. Su actitud era participativa, decidida y creativa y mostraba mucho interés por aprender (Reg).

La concentración del usuario era alta, con capacidad de retención a corto y largo plazo y capacidad de razonamiento abstracto. Su capacidad de aprendizaje era buena (Reg).

No leía, escribía solo palabras copiadas. Identificaba palabras que había escrito a menudo (Reg).

### **Experiencia con el ordenador**

Tenía experiencia ocasional con el ordenador, aunque su conocimiento era bajo. Era capaz de introducir un CD o pendrive, y podía manejar teclado estándar y ratón de bola anatómico (Reg, Ei).

Aunque el usuario podía acceder al ordenador con otro periférico, el SINA permitía el trabajo del control cefálico con buenos resultados, así como el trabajo del control postural (Reg).

### **Usuario 13 Ni**



Año de nacimiento: 1991

### **Aspectos físicos y motrices**

Presentaba un trastorno motor. Era capaz de mantener la postura en sedestación en silla estándar y realizar la transferencia a la misma de manera autónoma. Se desplazaba con muletas (Reg, Obs\_i).

Tenía control de movilidad de cabeza, tronco y extremidades superiores, no presentando ningún tipo de movimiento involuntario. Los movimientos que realizaba eran en general lentos, con dificultades en la coordinación oculomotora y una leve limitación general de la movilidad (Reg, Obs\_i).

Presentaba cifosis dorsal alta, actitud postural de extensión cervical y antepulsión de la cabeza en compensación (Reg, Obs\_i). La alteración en cifosis quedaba por encima del respaldo, pero no permitía mantener el apoyo en el respaldo de manera constante, por lo que existía un apoyo de extremidades superiores en la mesa. Para mantener la horizontalidad de la mirada, se observaba una antepulsión de la cabeza (Obs\_i).

#### **Aspectos visuales y perceptivos**

Controlaba los movimientos oculares, pudiendo fijar la mirada. El campo visual era total. Aunque padecía estrabismo no quería llevar gafas (Reg, Ei).

Su orientación espacial era adecuada para la edad, así como la discriminación de formas y colores (Reg).

#### **Aspectos comunicativos**

Comprendía órdenes complejas y el discurso oral. Tenía un vocabulario mínimo, no muy amplio, era capaz de mantener una conversación (Reg).

#### **Aspectos psicológicos y de aprendizaje.**

Era un usuario extrovertido, alegre, aunque a veces era ansioso y quería salirse con la suya. No era creativo aunque sí participativo y decidido. La concentración del usuario era media, con capacidad de retención a corto y largo plazo, sin capacidad de razonamiento abstracto (Reg).

Leía algunas frases y escribía palabras sueltas, así como frases copiadas.

Su capacidad de aprendizaje era regular (Reg).

#### **Experiencia con el ordenador**

Utilizaba el ordenador habitualmente, unas 2 horas semanales. Su nivel de conocimiento del mismo era bajo. Para el acceso al ordenador podía utilizar teclado y ratón estándar (Reg).

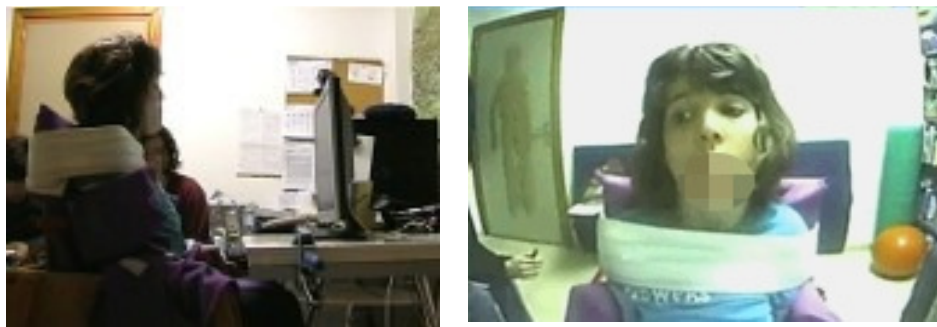
## **Anexo 11. Condiciones de uso del SINA de los usuarios.**



## Usuaria 1 Ma

### Postura de referencia

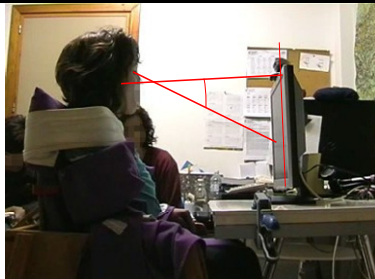
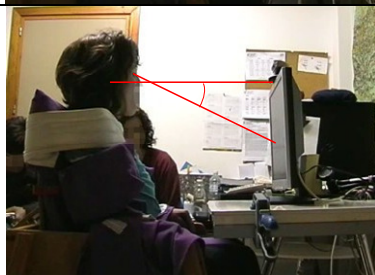
La postura de referencia de Ma coincidía con la postura teórica de referencia descrita en los requisitos y recomendaciones ergonómicas para el uso de pantallas de visualización de datos, ya que era una postura erguida.



**Figura Anexos 1. Imagen de perfil y frontal de la postura de trabajo de la usuaria 1 Ma.**

Se trataba de una posición en sedestación en silla postural (“tipo trono”) de madera rígida, no regulable, con reposapiés (pies a 90°) y ruedas pequeñas (Obs\_i). Realizaba una sedestación erguida con elementos de sujeción pélvica, soportes laterales de tronco y sujeción de cintura escapular mediante cincha, sin reposacabezas y sin estrategias de fijación (Reg, Obs\_i). Los parámetros de su postura de trabajo eran (Obs\_i):

Parámetro (valor teórico o recomendado)	Valor	Imagen
Ángulo del asiento (0°)	0°	
Ángulo del respaldo (Aprox 90°)	Aprox 90°	
Ángulo de inclinación del tronco (Aprox 90°)	105°	
Ángulo de inclinación de la cabeza (0-20°)	0°	

<p>Ángulo de visión (0-45°)</p>	<p>30°</p>	
<p>Ángulo de la línea de visión (Aprox 35°)</p>	<p>25°</p>	

Presentaba control cefálico no completo (Reg, Obs\_i) y movimientos voluntarios de cabeza con mayor control de la flexoextensión y escaso control de la rotación (Obs\_i), siendo casi siempre movimientos dentro del rango neutro (Obs\_i).

Para conseguir hacer clic en un punto de la pantalla en concreto, realizaba una búsqueda del punto en cuestión a través de un barrido vertical con diferentes grados de rotación. Una vez localizado el objetivo en la pantalla, fijaba la cabeza en una posición concreta en rotación o flexión y rotación, para poder hacer el clic con mayor precisión (Obs\_i).

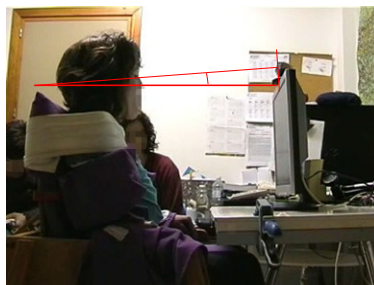
No se observaron cambios de postura durante las sesiones, ya que la postura utilizada se consideraba correcta, y resultaba cómoda y eficaz para la usuaria (Obs\_i, Ei).

### Equipo de trabajo

La usuaria 1 Ma disponía de una pantalla plana, regulable, no panorámica, colocada a la altura de sus ojos, con una inclinación prácticamente nula ( $<5^\circ$ ), centrada frente a la usuaria sobre una mesa de trabajo regulable con la superficie a la altura de la cintura, dejando espacio para las piernas (Obs\_i, Reg).

La distancia de la usuaria a la pantalla estaba dentro del rango de distancias recomendadas (Obs\_i, Reg).

La webcam de que se disponía era regulable en giro e inclinación anteroposterior y lateral, sin zoom óptico, y se hallaba ubicada sobre la pantalla, centrada, con un ángulo visual de la webcam menor de  $5^\circ$  (Obs\_i).



**Figura Anexos 2. Ángulo visual de la webcam de la usuaria 1 Ma.**

## Configuración del SINA

Los parámetros del SINA configurados para la usuaria 1 Ma eran (Reg):

X	Ganancia del movimiento horizontal (x).	14
Y	Ganancia del movimiento vertical (y).	17
tclic	Tiempo de clic	25
rclic	Rango de clic	20

La configuración estaba pensada para recoger los movimientos de la usuaria, que eran mayores en horizontal que en vertical (x baja, y algo más elevada), trabajar el mantenimiento de la cabeza en una posición y evitar clics accidentales, por lo que se estableció un tiempo de clic alto. Estos parámetros no sufrieron cambios desde el inicio, excepto pequeños ajustes en el tiempo de clic, no significativos (Reg).

### Aspectos específicos relacionados con la prevención de la fatiga

Durante las sesiones no aparecieron signos de fatiga (Obs\_i, Ei), no registrándose una disminución de la efectividad del clic, de los movimientos dentro del rango neutro, ni un aumento de comunicación con la profesional responsable de la sesión del SINA (Obs\_i).

*“Ma nunca ha manifestado cansancio... a no ser que un día esté mal físicamente, pero si no, nunca ha dicho que esté cansada”* (logopeda responsable de las sesiones de SINA de la usuaria 1 Ma)

El final de las sesiones se decidía por finalización del tiempo establecido como tiempo de sesión y tras consulta y conformidad de la usuaria (Ei, Obs\_i).

El tiempo establecido de sesión era de 30 minutos por ser el tiempo disponible de la terapeuta para cada usuario a su cargo (Ei, Reg). Durante este tiempo de sesión, el tiempo efectivo de trabajo oscilaba entre los 20 y los 27 minutos (Reg). La terapeuta manifestó que la usuaria podría hacer sesiones más largas:

*“Ma trabajaría más rato... Es verdad que tiene un tiempo de latencia,[...] cuando ya está metida en la sesión se relaja y seguiría...”* (logopeda responsable de las sesiones de SINA de la usuaria 1 Ma)

### Otros aspectos de la sesión con el SINA

Se detectaron saltos no previstos del cursor en la pantalla, debidos a reubicaciones de la referencia del SINA (Obs\_i, Ei), a veces relacionados con movimientos de inclinación o extensión de mayor amplitud, y en su mayoría sin relación aparente con movimientos o condiciones concretas de trabajo (Obs\_i).

Los movimientos de gran amplitud en flexión de cabeza provocaban una pérdida de referencia del SINA, localizando como referencia un punto incorrecto (ojo, frente, etc). Esto ocurría de manera irregular durante la sesión de trabajo, sin presentar relación con ningún otro aspecto (Obs\_i).

Aparecían 1 o 2 episodios espásticos generalizados por sesión que repercutían en el tono postural general (Reg, Obs\_i, Ei).

El tipo de actividades que realizaba la usuaria Ma estaban centradas en el manejo de un sistema

aumentativo y alternativo de comunicación (SAAC) especialmente diseñado para ella, en el que debía seleccionar aquellos mensajes a transmitir.

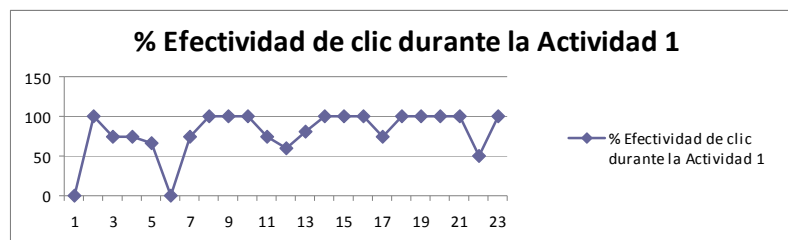


**Figura Anexos 3. Imagen del SAAC de la usuaria 1 Ma.**

Según la terapeuta responsable de las sesiones con el SINA, la usuaria presentaba durante la sesión un primer momento de menor eficacia del SINA, a modo de calentamiento, hasta que posteriormente alcanzaba el ritmo de trabajo normal durante el resto de la sesión.

*“(Ma) tiene un tiempo de latencia, parece que hasta que se mete en la sesión va probando, y cuando ya está metida en la sesión se relaja”* (logopeda responsable de las sesiones de SINA de la usuaria 1 Ma)

Esta tendencia solo se pudo comprobar por la presencia de cierta irregularidad al inicio de la sesión en la efectividad del clic (Obs\_i):

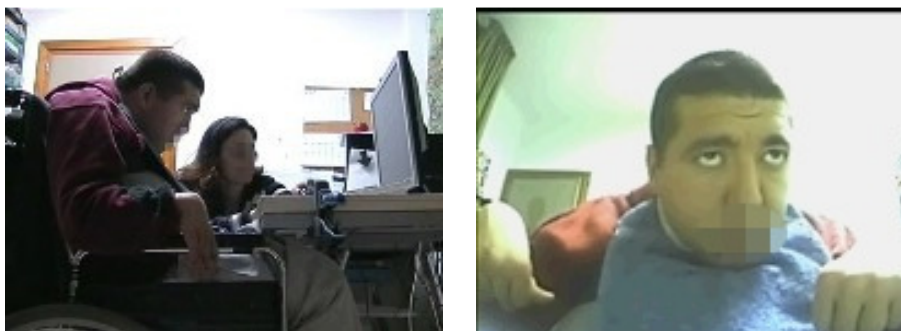


**Figura Anexos 4. Efectividad del clic de Ma durante la Actividad 1: clics realizados satisfactoriamente en relación al número total de clics efectuados, por minuto de sesión, durante una misma actividad. En este caso, la Actividad 1 era la única durante toda la sesión, y se trataba del manejo de un SAAC.**

## Usuario 2 Se

### Postura de referencia



La postura de referencia de Se era en sedestación en silla de ruedas estándar, asiento ligeramente reclinado, con arnés inguinal y pectoral. A pesar de las sujeciones persistía una posición en inclinación anterior, con flexión de tronco y cabeza (Reg, Obs\_i).



**Figura Anexos 5. Imagen de perfil y frontal de la postura de trabajo del usuario 2 Se.**

Los parámetros de su postura de trabajo eran (Obs\_i):

Parámetro (valor teórico o recomendado)	Valor	Imagen
Ángulo del asiento (0°)	0°	
Ángulo del respaldo (Aprox 90°)	95°	
Ángulo de inclinación del tronco (Aprox 90°)	110°	
Ángulo de inclinación de la cabeza (0-20°)	35°	

Ángulo de visión (0-45°)	10°	
Ángulo de la línea de visión (Aprox 35°)	-30°	

En reposo, la posición de la cabeza era frecuentemente en flexión e inclinación y rotación izquierdas, llegando a una inclinación anterior de la cabeza (plano de Frankfurt) de 45° (Obs\_i). En el momento de fijar la mirada en la pantalla, realizaba una extensión de la columna cervical, sobre todo de la parte superior, pudiendo horizontalizar la cabeza hasta conseguir valores del plano de Frankfurt de 15°. Esta extensión, sin embargo, suponía un elevado esfuerzo para el usuario, por lo que no era capaz de mantener esta postura durante mucho tiempo. La postura de trabajo de la cabeza que mantenía más tiempo era de una inclinación de unos 35°, que es la mostrada en la tabla anterior (Obs\_i).



(a)



(b)

**Figura Anexos 6. Usuario 2 Se: Posición de la cabeza en reposo (a) y realizando extensión de cabeza y cuello para fijar la mirada en la pantalla (b). Nótese que en estas imágenes el usuario estaba sentado en la silla que utilizaba inicialmente.**

La interacción con el ordenador se realizaba a través de movimientos de poca velocidad y precisión, siendo movimientos de poca amplitud en todas las direcciones. Los movimientos de flexoextensión de cabeza se daban desde la flexión máxima (apoyo del mentón en el pecho, plano de Frankfurt 45°) hasta la posición de horizontalización de la mirada (plano de Frankfurt 15°), alcanzando por tanto una amplitud de movimiento de 30°. Las rotaciones e inclinaciones eran mayoritariamente ligeras o de recorrido moderado (Obs\_i). Al realizar la rotación derecha y la inclinación izquierda pasaba por flexión (Reg).

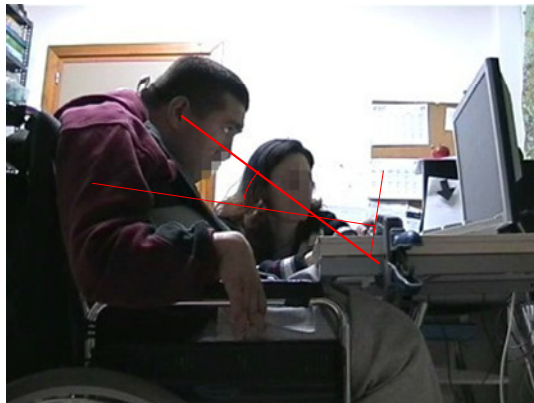
El usuario 2 Se no utilizaba ningún tipo de estrategia de fijación para las extremidades superiores, que presentaban movimientos involuntarios (atetósicos) durante la sesión, aunque sin interferir en el uso del SINA (Reg, Obs\_i). No presentaba movimientos involuntarios a nivel de cabeza y cuello (Reg, Obs\_i). No se observaron cambios de postura durante las sesiones, excepto los ya nombrados de horizontalización de la mirada, que se mantenían durante poco tiempo (Obs\_i).

### **Equipo de trabajo**

El usuario 2 Se disponía de una pantalla plana, regulable, no panorámica, a la altura de la parte superior de la cabeza del usuario, con una inclinación ligeramente anterior (5-10°), centrada frente al usuario sobre una mesa de trabajo regulable con la superficie a la altura de la cintura (Obs\_i, Reg). Debido a las características de la silla del usuario, esta altura de mesa impedía el acercamiento del usuario a la mesa de trabajo por problemas de espacio para los muslos del usuario, o por el choque de los reposabrazos de la silla con la superficie de trabajo (Obs\_i).

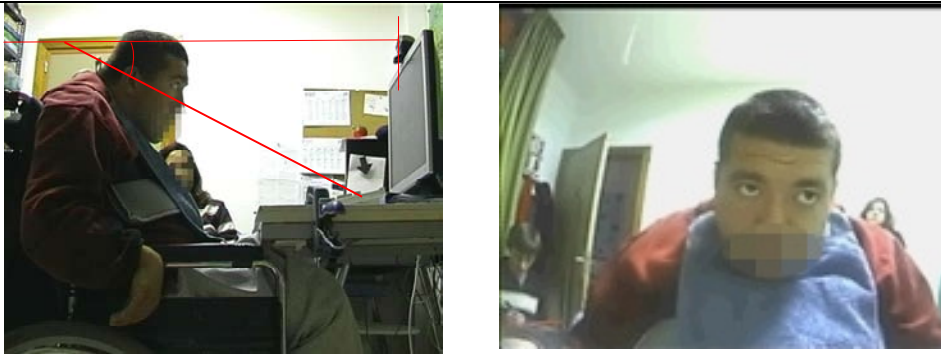
La distancia del usuario a la pantalla era ligeramente superior a la recomendada para trabajos de oficina, debido precisamente a las dificultades para acercar el usuario a la mesa (Obs\_i, Reg).

La webcam utilizada era regulable en giro e inclinación anteroposterior y lateral, sin zoom óptico. Se hallaba sobre la mesa, a una distancia 20cm menor que la pantalla, centrada, con un ángulo visual de la webcam cercano a -30°, obteniendo un plano marcadamente contrapicado del usuario (Obs\_i).



**Figura Anexos 7. Ángulo visual de la webcam del usuario 2 Se.**

Durante las sesiones se producían algunos ajustes del equipo, como recolocación de la pantalla, cambio de la webcam a la parte superior de la pantalla o recolocación de la misma. Las recolocaciones de la pantalla y la webcam no produjeron cambios significativos en el uso del SINA. El cambio de ubicación de la webcam a la parte superior de la pantalla, por el contrario, provocó un aumento de los descansos espontáneos por parte del usuario, debido al esfuerzo que le suponía alcanzar una posición adecuada para que el SINA le localizara. Durante la sesión en sí, la terapeuta volvió a colocar la pantalla sobre la mesa, comprobando que era más cómodo para el usuario y el SINA seguía mejor sus movimientos (Obs\_i, Ei). El ángulo visual de la webcam cuando estaba sobre la pantalla era de 30° (plano picado), y su ubicación no era completamente centrada (véase figura X, en la que se puede comprobar que la webcam quedaba algo a la izquierda del usuario, dificultando la llegada del cursor a la derecha de la pantalla) (Obs\_i).



**Figura Anexos 8. Usuario 2 Se: Imagen de frente y perfil cuando la webcam estaba sobre la pantalla.**

### **Configuración del SINA**

Los parámetros del SINA configurados para el usuario 2 Se eran (Reg):

X	Ganancia del movimiento horizontal (x).	15
Y	Ganancia del movimiento vertical (y).	15
tclic	Tiempo de clic	16
rclic	Rango de clic	20

Esta configuración tenía el objetivo de provocar mayores amplitudes de movimiento en el usuario ( $x$  e  $y$  bajas), y facilitar el clic con tiempos cortos. Estos parámetros no sufrieron cambios desde el inicio de las sesiones con este usuario (Reg).

### **Aspectos específicos relacionados con la prevención de la fatiga**

El tiempo establecido de sesión era de 30 minutos por ser el tiempo disponible de la terapeuta para cada usuario a su cargo ( $E_i$ , Reg), aunque ocasionalmente se registraron sesiones más largas, de 35 minutos, e incluso una sesión de 60 minutos, sin manifestaciones de cansancio del usuario (Reg).

Durante las sesiones el usuario realizaba descansos espontáneos, consistentes en relajar la cabeza en posición de flexión máxima, apoyando el mentón en el pecho, y a veces cerrando los ojos. Estas pausas o descansos eran periódicos durante la sesión, siendo más frecuentes cuando la webcam estaba sobre la pantalla, como ya se ha explicado ( $Obs_i$ ). No se registraron otros signos de fatiga en cuanto a la disminución de la efectividad del clic o de los movimientos dentro del rango neutro. Los cambios en la frecuencia de la comunicación con la profesional responsable de la sesión del SINA parecían más relacionados con las exigencias de la actividad de cada momento que con signos de cansancio ( $Obs_i$ ).

El final de las sesiones se decidía por finalización del tiempo establecido como tiempo de sesión, excepto en aquellas ocasiones en que el usuario manifestaba cansancio, ya fuese retirando la mirada de la pantalla, mirando más al terapeuta, o con más errores en la interacción con el ordenador ( $E_i$ ,  $Obs_i$ ). El usuario Se en general no manifestaba cansancio físico, sino que se cansaba por el tipo de actividad que realizaba, ya que habían iniciado actividades con mayor exigencia cognitiva ( $E_i$ ).

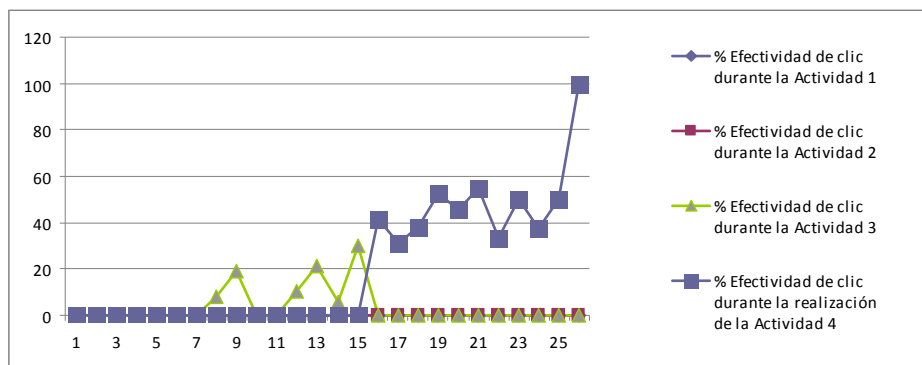


### Otros aspectos de la sesión con el SINA

Se detectaron varios episodios de reubicaciones de la referencia del SINA (Obs\_i, Ei), que tenía dificultades para localizar un punto fijo como referencia. Esto pudo darse por encontrarse el usuario a contraluz cuando la webcam estaba sobre la mesa, o bien por la falta de alineación exacta entre la webcam y la posición de reposo del usuario en flexión y ligera inclinación y rotación izquierdas (Obs\_i).

Las actividades que realizaba el usuario Se eran de lectoescritura básica y relación (identificar la primera letra de una palabra, reconocer parejas, etc...) (Reg, Obs\_i).

Se pudo comprobar que, a medida que avanzaba la sesión, la efectividad del clic iba aumentando gradualmente.



**Figura Anexos 9.. Efectividad del clic de Se durante la sesión: clics realizados satisfactoriamente en relación al número total de clics efectuados, por minuto de sesión, durante una misma actividad. Las actividades 1 y 2 de esta sesión no requerían clicar, por lo que los datos obtenidos corresponden a las actividades 3 y 4, actividades con objetivos diferentes pero con tamaño de imágenes similar.**

El usuario realizaba múltiples movimientos involuntarios de extremidades superiores, sin afectar a su postura ni al desarrollo de la sesión con el SINA (Reg, Obs\_i, Ei). Estos no se relacionaban específicamente con el uso del ordenador o del SINA, sino que formaban parte de sus movimientos habituales (Ei).

## Usuario 3 Gu

### Postura de referencia

La postura de referencia del usuario 3 Gu era erguida, por lo que coincidía con la postura teórica de referencia para el uso de pantallas de visualización de datos.


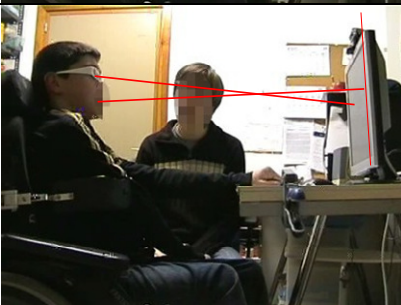
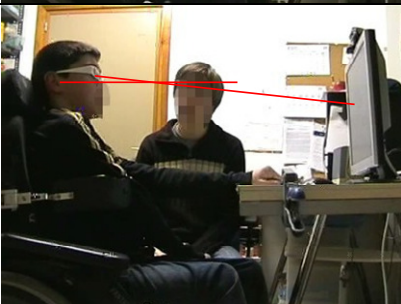


**Figura Anexos 10. Imagen de perfil y frontal de la postura de trabajo del usuario 3 Gu.**

Esta posición erguida se mantenía mediante silla para usuarios con afecciones neurológicas, utilizando taco abductor, sujeción torácica, reposapiés para mantener las piernas colocadas adecuadamente, y reposacabezas, que no usaba de manera continua o (Reg, Obs\_i).

Los parámetros de su postura de trabajo eran (Obs\_i):

Parámetro (valor teórico o recomendado)	Valor	Imagen
Ángulo del asiento (0°)	0°	
Ángulo del respaldo (Aprox 90°)	95°	
Ángulo de inclinación del tronco (Aprox 90°)	100°	

<p>Ángulo de inclinación de la cabeza (0-20°)</p>	<p>-5° a 0°</p>	
<p>Ángulo de visión (0-45°)</p>	<p>10°</p>	
<p>Ángulo de la línea de visión (Aprox 35°)</p>	<p>5°-10°</p>	

El apoyo en el reposacabezas implicaba una ligera inclinación posterior del plano de Frankfurt, lo que suponía una variación también en el ángulo de la línea de visión, que quedaba entre 5 y 10°.

Tendía a adoptar una posición de reposo en ligera inclinación izquierda de tronco, por lo que en aquellas ocasiones en que el SINA había perdido la referencia de la nariz, debía colocarse recto voluntariamente para que el SINA captara el punto de referencia correctamente (Obs\_i).

El usuario utilizaba para la interacción con el ordenador movimientos de cabeza y cuello precisos y funcionales cuando eran de poca amplitud, pero perdía control y precisión cuando intentaba recorridos amplios en pantalla. Presentaba dificultades para mantener la cabeza en una posición deseada, con lo que su efectividad del clic, que requería esta estabilidad, no era muy alta (Reg, Obs\_i).

La aparición ocasional de movimientos involuntarios de miembros inferiores o de un patrón extensor global repercutía en la postura del usuario y provocaba el movimiento de la silla de ruedas, obligando a una recolocación de la silla para mantener las condiciones de uso (Obs\_i).

Para controlar los movimientos involuntarios de miembros superiores, el usuario realizaba una autofijación con los brazos extendidos apoyados en la mesa de trabajo (Reg, Obs\_i).

No se observaron cambios de postura durante las sesiones diferentes de las recolocaciones de silla derivadas de movimiento involuntarios de MMII (Obs\_i, Ei).

### Equipo de trabajo

El usuario 3 Gu trabajaba con una pantalla plana, regulable, no panorámica, colocada a la altura de la parte superior de la cabeza del usuario, con una inclinación anterior prácticamente nula ( $<5^\circ$ ), colocada centrada frente al usuario sobre una mesa de trabajo regulable con la superficie a la altura de la apófisis xifoides<sup>1</sup>, dejando espacio para las piernas (Obs\_i, Reg).

La distancia del usuario a la pantalla era alta, superior a la recomendada para trabajos de oficina (Obs\_i, Reg).

La webcam de que disponía era regulable en giro e inclinación anteroposterior y lateral, sin zoom óptico, y se hallaba ubicada sobre la pantalla, centrada, con un ángulo visual de la webcam menor de  $5^\circ$ , cerca del plano normal (Obs\_i). No había cambios durante la sesión en la disposición del equipo de trabajo (Obs\_i).



Figura Anexos 11. Ángulo visual de la webcam del usuario 3 Gu.

### Configuración del SINA

Para el usuario 3 Gu se determinaron diferentes configuraciones de los parámetros del SINA, dependiendo del tipo de actividad que se fuera a realizar, según las exigencias de precisión y control de movimiento en cada una de ellas (Reg):

		Gu1	Gu2	Gu3	Gu ppt
X	Ganancia del movimiento horizontal (x).	28	20	15	20
Y	Ganancia del movimiento vertical (y).	18	18	15	18
tclic	Tiempo de clic	10	13	8	8
rclic	Rango de clic	20	20	20	20

En el caso de Gu1 y Gu2 se trataba de configuraciones destinadas a actividades diversas. Gu3 estaba configurada para trabajar más el movimiento del usuario para realizar recorridos de pantalla (x e y bajas), y Gu ppt estaba pensado para actividades diseñadas para el usuario, para las que necesitaba precisión en el movimiento, pero se pretendía facilitar el clic una vez en situado el cursor en el objetivo (tiempo de clic bajo).

Estos parámetros no fueron modificados, excepto por pequeños ajustes sin significación (Reg).

<sup>1</sup> Apófisis xifoides: extremo inferior del esternón.

### Aspectos específicos relacionados con la prevención de la fatiga

El tiempo establecido de sesión era de 30 minutos por ser el tiempo disponible de la terapeuta para cada usuario a su cargo (Ei, Reg).

No se registró un aumento en los signos indicativos de fatiga hacia el final de la sesión, ni en momentos concretos de la misma: efectividad del clic, cambios en la postura, mayor número de pérdidas de referencia, movimientos dentro del rango neutro o aumento de comunicación con la terapeuta responsable de las sesiones (Obs\_i).

El final de las sesiones se decidía por finalización del tiempo establecido como tiempo de sesión, excepto en aquellas ocasiones en que el usuario manifestaba cansancio. En el caso del usuario Gu, indicaba que quería acabar la sesión mirando al terapeuta o la puerta (Ei, Obs\_i). Esto no se debía a cansancio físico, sino al tipo de actividad que realizaba (Ei).

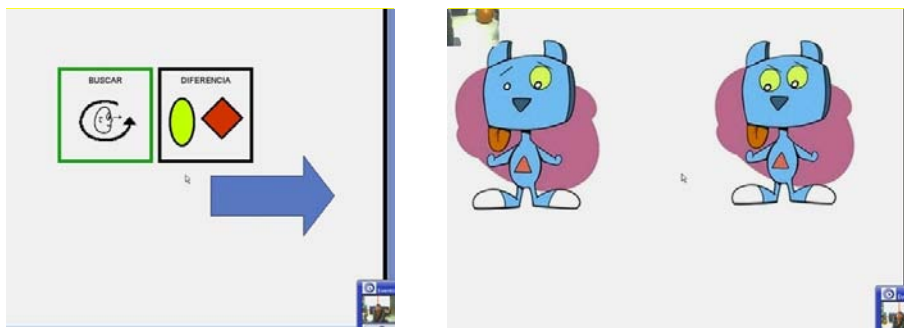
*“Él mismo te lo dice. Empieza [a indicar] con los ojos que se quiere ir, ves que quita la mirada de la pantalla...[]Pero es por aburrimiento.”* (logopeda responsable de las sesiones de SINA del usuario 3 Gu)

### Otros aspectos de la sesión con el SINA

Se detectaron pérdidas de la referencia por parte del SINA asociadas al apoyo o despegue del reposacabezas por parte del usuario, en su mayoría sin relación aparente con movimientos o condiciones concretas de trabajo (Obs\_i).

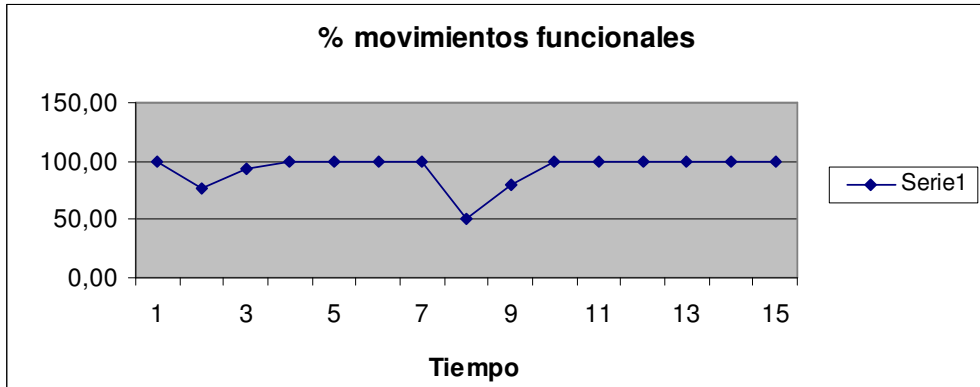
Aparecían 1 o 2 episodios de movimientos involuntarios de MMII por sesión que repercutían en el tono postural general y obligaban a la recolocación de la silla (Reg, Obs\_i, Ei).

El tipo de actividades que realizaba este usuario tenían como objetivo la identificación de elementos diferentes, diferencias, relación entre objetos, etc. Esto se llevaba a cabo a partir de Powerpoints especialmente diseñados para él (ver Figura Anexos 12. Ejemplo de actividades realizadas por el usuario 3 Gu. En la primera pantalla se muestran las instrucciones (“buscar diferencia”), y en la siguiente se hallan dos dibujos similares, en los que el usuario debe identificar una diferencia entre ellos y clicar sobre ella.).



**Figura Anexos 12. Ejemplo de actividades realizadas por el usuario 3 Gu. En la primera pantalla se muestran las instrucciones (“buscar diferencia”), y en la siguiente se hallan dos dibujos similares, en los que el usuario debe identificar una diferencia entre ellos y clicar sobre ella.**

El usuario no presentaba variaciones significativas de la efectividad del clic o de los movimientos dentro del rango neutro a lo largo de la sesión, alcanzando enseguida el ritmo de trabajo y manteniéndolo hasta el final, excepto momentos puntuales (Obs\_i):



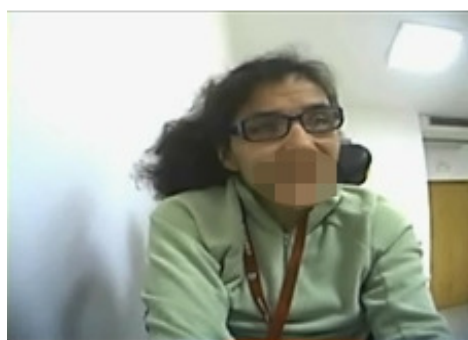
**Figura Anexos 13. Movimientos de Gu dentro del rango neutro durante una sesión.**

La aparición de movimientos involuntarios de miembros inferiores repercutía en la postura del usuario y provocaba el movimiento de la silla de ruedas (Obs\_i).

### Postura de referencia

La postura de trabajo de la usuaria 4 MAS era en inclinación anterior, realizando una sedestación en silla de ruedas para usuarios con afecciones neurológicas, que disponía de asiento y respaldo basculantes, reposacabezas y reposapiés regulables en altura, longitud e inclinación. El asiento y respaldo se encontraban reclinados. Llevaba sujeción pélvica con arnés y torácica mediante apoyos laterales. A pesar de las sujeciones la usuaria mantenía la parte superior de tronco en flexión, con antepulsión de la cabeza para intentar recuperar la horizontalidad de la línea de visión, de tal manera que no utilizaba el reposacabezas (Reg, Obs\_i). Esta era la posición habitual de la usuaria, que debía respetarse también a la hora de trabajar con el ordenador.




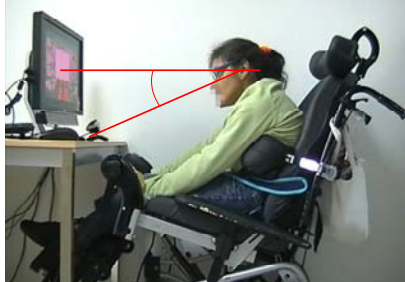
*“Tenía que estar posicionada en el modo ordinario que ella tiene para trabajar y sujetarse, es decir, sentada, porque ella lleva arnés [...] El fisioterapeuta nos acompañó y fue el que determinó cuál era la mejor postura, aquella que de alguna manera le sujetaba las posturas distónicas que tiene.”* (psicóloga responsable de las sesiones de SINA de la usuaria 4 MAS)



**Figura Anexos 14.** Imagen de perfil y frontal de la postura de trabajo de la usuaria 4 MAS. Se indica en línea punteada en verde la situación aproximada de la columna, y su postura.

Los parámetros de su postura de trabajo eran (Obs\_i):

Parámetro (valor teórico o recomendado)	Valor	Imagen
Ángulo del asiento (0°)	20°	
Ángulo del respaldo respecto al asiento (Aprox 90°)	95°	

<p>Ángulo de inclinación del tronco (Aprox 90°)</p>	<p>110°</p>	
<p>Ángulo de inclinación de la cabeza (0-20°)</p>	<p>25°</p>	
<p>Ángulo de visión (0-45°)</p>	<p>0°</p>	
<p>Ángulo de la línea de visión (Aprox 35°)</p>	<p>25°</p>	

Para la interacción con el ordenador la usuaria realizaba movimientos de rotación y de flexión y extensión de la cabeza, con la extensión limitada debido a la propia postura de al usuaria, y utilizada solo para recuperar la horizontalidad de la mirada desde la posición de flexión. En ocasiones realizaba movimientos de mayor extensión de tronco y cabeza, sin llegar nunca al apoyo en el reposacabezas. Los movimientos de rotación eran de diferentes amplitudes según la necesidad de la usuaria, sin combinarlos con inclinación lateral (Obs\_i). En general los movimientos eran lentos y poco precisos, sin movimientos involuntarios de cabeza y cuello. La usuaria era capaz de mantener la cabeza en la posición deseada (Reg, Ei, Obs\_i).

Durante la sesión aparecían movimientos atetósicos a nivel de extremidades superiores e inferiores (Reg, Obs\_i). Para controlar estos episodios a la usuaria realizaba una autosujeción de brazos entre las piernas y la silla (atrapando las manos bajo las rodillas) o bloqueaba las manos entre las piernas y elementos de la silla (Obs\_i).

No se observaron cambios de postura durante las sesiones, ya que la postura era la propia de la usuaria, resultándole cómoda y estable (Obs\_i).



### **Equipo de trabajo**

La usuaria 4 MAS trabajaba con una pantalla plana, regulable, no panorámica, a una altura tal que la altura de los ojos del usuario coincidían con la parte central de la pantalla, sin inclinación (pantalla recta) y centrada frente al usuario sobre una mesa de trabajo fija con la superficie a la altura de la apófisis xifoides (Obs\_i, Reg).

Debido a las características de la silla del usuario, esta altura de mesa impedía el acercamiento del usuario a la superficie de trabajo por el choque de elementos de la silla, en este caso elementos reguladores de los reposapiés (Obs\_i).

Inicialmente la colocación de la pantalla era la habitual para el trabajo con ordenador mediante teclado y ratón, con lo que la distancia de la usuaria a la pantalla era muy elevada (120cm)(Reg). A lo largo del primer curso de experiencia con el SINA se decidió acercar la pantalla al borde de la superficie de trabajo, de tal manera que, aunque la usuaria no pudiera acercarse debido al choque de la silla con la mesa, la distancia era adecuada para la visualización de la pantalla (Obs\_i).

La webcam utilizada era regulable en giro e inclinación anteroposterior y lateral, sin zoom óptico. Inicialmente, al igual que en el caso de la pantalla, se encontraba situada más lejos de la usuaria (75cm), pero al acercar la pantalla también se acercó la webcam (Reg). En el momento del estudio se hallaba sobre la mesa, a una distancia 15cm menor que la pantalla, centrada, con un ángulo visual de la webcam de unos 10° en contrapicado (Obs\_i).



**Figura Anexos 15. Ángulo visual de la webcam de la usuaria 4 MAS.**

Durante las sesiones se producían algunos ajustes del equipo, principalmente la recolocación de la webcam. Las recolocaciones no produjeron cambios significativos en el uso del SINA, excepto en algún caso en el que la webcam no quedaba totalmente centrada frente al usuario, lo que provocaba dificultades para alcanzar correctamente un lado de la pantalla con el cursor (Obs\_i).

## Configuración del SINA

Los parámetros del SINA configurados para la usuaria 4 MAS eran (Reg):

X	Ganancia del movimiento horizontal (x).	30
Y	Ganancia del movimiento vertical (y).	39
tclic	Tiempo de clic	15
rclic	Rango de clic	15

Estos parámetros estaban destinados a facilitar el recorrido por la pantalla del cursor a partir de los movimientos de escasa amplitud de la usuaria, y de facilitar el clic con tiempos bajos de clic. Esta configuración estaba programada para la situación que se ha comentado en la que pantalla y webcam estaban más lejos de la usuaria, por lo que se necesitaban  $x$  e  $y$  elevadas para registrar en pantalla los movimientos de baja amplitud de la usuaria. Al acercar la pantalla y la webcam, la configuración no sufrió cambios (Reg).

### Aspectos específicos relacionados con la prevención de la fatiga

El tiempo establecido de sesión era de 45 minutos por ser el tiempo ordinario de las sesiones de la terapeuta (Ei, Reg), con un tiempo de trabajo efectivo de unos 30 minutos (Obs\_i, Ei).

A lo largo de la sesión de la usuaria no se registraban signos de fatiga en momentos concretos de la sesión o al final de esta: efectividad del clic o de los movimientos dentro del rango neutro, cambios en la frecuencia de la comunicación con la responsable de la sesión del SINA, etc. (Obs\_i).

Durante las sesiones la usuaria realizaba descansos consistentes en relajar la cabeza en posición de flexión máxima, dirigiendo la mirada hacia abajo. Estas pausas o descansos aparecían de manera irregular durante la sesión, asociados a un recorrido de pantalla que supusiera un esfuerzo mayor que el habitual, en ocasiones de manera espontánea y otras veces pautados por la terapeuta al ver la situación (Obs\_i).

*“En algún momento había que hacer alguna parada breve, de un minuto o dos para que ella descansara, porque tiene tendencia a inclinar la cabeza, y uno de los objetivos que nos planteábamos era mejorar el control cefálico, claro, eso le cuesta [...] y en algún momento pues se cansaba.”* (psicóloga responsable de las sesiones de SINA de la usuaria 4 MAS)

El final de las sesiones se decidía por finalización del tiempo establecido como tiempo de sesión y por acuerdo con la usuaria, que al preguntarle indicaba verbalmente que quería acabar, excepto en aquellas ocasiones en que ella previamente manifestaba cansancio (Ei, Obs\_i) mostrando desinterés por la actividad, bajada del rendimiento y de la precisión de movimientos (Reg, Ei).

*“Cuenta mucho que esté interesada en la tarea, con según qué actividades se cansa muy pronto.[...] Si no está motivada deja de hacerlo, deja de prestar interés y entonces falla más.”*  
(psicóloga responsable de las sesiones de SINA de la usuaria 4 MAS)

En otras ocasiones, en que la usuaria se encontraba motivada, las sesiones se alargaron algunos minutos, sin presentarse ningún signo de fatiga.

### Otros aspectos de la sesión con el SINA

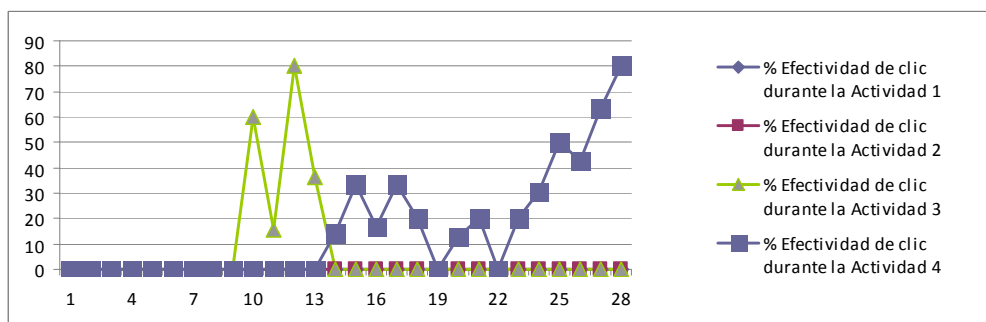
En el caso de la usuaria 4 MAS no hubo ningún caso de pérdida de la referencia por parte del SINA, funcionando este de manera estable durante toda la sesión (Obs\_i).

Las actividades que realizaba la usuaria eran de manejo del cursor, relación (identificar objetos relacionados, reconocer parejas, etc...) (Reg, Obs\_i).

Se detectaron variaciones en la funcionalidad de movimientos y en la efectividad del clic a lo largo de la sesión. Los movimientos dentro del rango neutro muestran una actividad mucho más irregular al principio de la sesión, y una mayor funcionalidad de movimientos a partir del minuto 13, dándose también movimientos de mayor amplitud. En el caso de la efectividad del clic, se puede observar un aumento de la misma hacia el final de la sesión. Estas variaciones podrían indicar una primera fase de calentamiento y una fase posterior de estabilización, en la que se hubiese alcanzado el ritmo de trabajo de la sesión (Obs\_i, Ei).



**Figura Anexos 16. Movimientos de MAS dentro del rango neutro durante la sesión. En el minuto 20 se dio una conversación con la terapeuta, con lo que no hay clics realizados en este tiempo.**



**Figura Anexos 17. Efectividad del clic de MAS durante la sesión: clics realizados satisfactoriamente en relación al número total de clics efectuados, por minuto de sesión, durante una misma actividad. Las actividades 1 y 2 de esta sesión no requerían clic, por lo que los datos obtenidos corresponden a las actividades 3 y 4, actividades con objetivos diferentes pero con tamaño de imágenes similar.**

A lo largo de la sesión el usuario realizaba múltiples movimientos involuntarios de extremidades superiores, repitiendo diferentes patrones de movimiento, pero estos no afectaban a su postura global ni al desarrollo de la sesión con el SINA (Reg, Obs\_i, Ei). Estos movimientos no se relacionaban específicamente con el uso del ordenador o del SINA, sino que formaban parte de sus movimientos habituales (Ei).

## Usuaría 5 Co

### Postura de referencia

La postura de trabajo de la usuaria 5 Co era erguida en bipedestador pediátrico, coincidiendo así con la postura teórica de referencia en bipedestación para el uso de pantalla de visualización de datos (Obs\_i, Reg, Ei).

Previamente se había probado con ella el trabajo en sedestación en silla de ruedas postural, siendo los resultados en bipedestador aproximadamente los mismos, por lo que se aprovechaba el tiempo de las sesiones con el SINA para mantener a la usuaria más tiempo en bipedestación como trabajo postural y de mejora de las condiciones físicas (Reg, Ei).

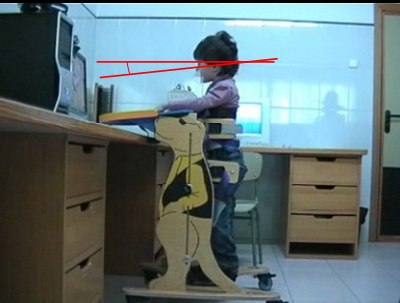


Debido a la falta de control de extremidades inferiores y tronco, la postura era mantenida mediante sujeción de pies, soporte anterior a nivel de rodillas, posterior a nivel de pelvis y anterior y posterior a nivel de tronco, apoyo de brazos en bandeja con escotadura (Reg, Obs\_i).



**Figura Anexos 18. Imagen de perfil y frontal de la postura de trabajo de la usuaria 5 Co.**

Los parámetros de su postura de trabajo eran (Obs\_i):

parámetro (valor teórico o recomendado)	Valor	Imagen
Posición en flexión o extensión del tronco (Aprox 0°)	0°	Una fotografía en perfil de la usuaria 5 Co utilizando el bipedestador. Una línea roja vertical se superpone a la imagen, pasando por el centro de gravedad de la niña, lo que indica que su postura es erguida y está cerca de 0° de flexión o extensión del tronco.

<p>Ángulo de inclinación de la cabeza (0-20°)</p>	<p>5°</p>	
<p>Ángulo de visión (0-45°)</p>	<p>5°</p>	
<p>Ángulo de la línea de visión (Aprox 35°)</p>	<p>0°</p>	

Para la interacción con el ordenador realizaba en general movimientos en bloque de cabeza y cuello, rápidos y poco controlados, sin disociación de la cintura escapular, aunque tenía capacidad para ello. Los únicos movimientos que efectuaba a partir de disociación de cintura escapular era el giro de cabeza (rotación máxima) para mirar a la profesora (Obs\_i). No era capaz de mantener la cabeza en la posición deseada mucho tiempo (Obs\_i, Reg).

La propia usuaria cambiaba la postura ligeramente, pasando de un apoyo del tronco en la parte anterior del bipedestador a, haciendo una extensión de tronco, quedarse en una posición más erguida, con ligera extensión de cabeza, y apoyo del tronco en la cincha posterior del bipedestador (Obs\_i).

Este cambio provocaba que, así como en la posición de apoyo ligeramente anterior la usuaria tuviera la mirada baja y recorriera principalmente la mitad inferior de la pantalla, la segunda posición facilitaba más el recorrido de la parte alta de la misma. En ambos casos la usuaria era capaz de recorrer toda la pantalla (Obs\_i).

En muchas ocasiones la intención de movimiento voluntario llevaba a la usuaria a movimientos de balanceo de tronco y cabeza en inclinación lateral o flexoextensión. Estos eran regulados por la propia usuaria espontáneamente o bien con la orientación de la profesional responsable de la sesión con el SINA. Provocaban la pérdida de la referencia del SINA, que era recuperada casi de inmediato cuando la usuaria volvía a la posición central, sin mayor repercusión sobre el desarrollo de la sesión (Obs\_i).

La usuaria mantenía las manos sobre la bandeja del bipedestador, una sobre otra, como estrategia pautada por la responsable de la sesión, tanto para controlar la postura como para evitar la manipulación y

movimientos de las manos a los que la usuaria tenía tendencia (Reg, Obs\_i).

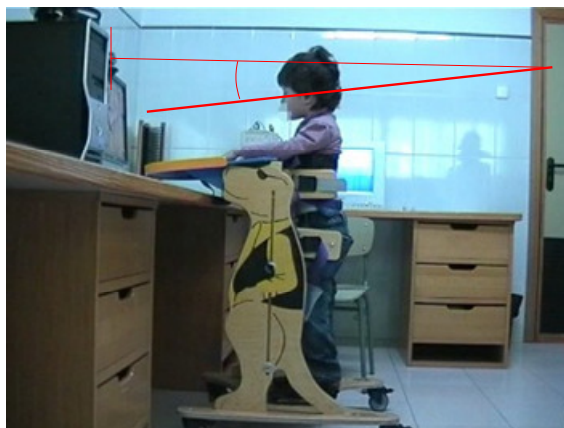
No se observaron cambios de postura durante las sesiones, aparte del cambio de apoyo espontáneo de la usuaria ya comentado (Obs\_i).

### Equipo de trabajo

La usuaria 5 Co trabajaba con una pantalla plana, regulable, no panorámica, situada elevada respecto a la usuaria, de tal manera que la altura de los ojos coincidía con la mitad de la pantalla. La pantalla estaba con una inclinación posterior prácticamente nula ( $<5^\circ$ ), colocada centrada sobre un escritorio fijo con la superficie de trabajo a la altura de la cintura de la usuaria (Obs\_i, Reg).

La distancia a la pantalla era alta (80cm), superior a la recomendada para trabajos de oficina (Obs\_i, Reg), y más teniendo en cuenta que se trataba de una usuaria de corta edad, por lo que se podía trabajar en distancias más cortas.

La webcam de que disponía era regulable en giro e inclinación anteroposterior y lateral, sin zoom óptico, y se hallaba ubicada sobre la pantalla, centrada, con un ángulo visual de la webcam menor de  $10^\circ$  (Obs\_i).



**Figura Anexos 19. Ángulo visual de la webcam de la usuaria 5 Co.**

Los cambios en la disposición del equipo consistían en pequeñas regulaciones del ángulo de la webcam para mejorar la captación de movimientos de la usuaria por parte del SINA (Obs\_i). En ocasiones se había trabajado con la webcam sobre la mesa, y aunque los resultados respecto a la actividad a realizar y el funcionamiento del SINA eran satisfactorios, la tendencia a manipulación de objetos de la usuaria, que constantemente jugaba con la webcam, hizo descartar esta opción (Reg).

### Configuración del SINA

Los parámetros del SINA configurados para la usuaria 5 Co eran (Reg):

X	Ganancia del movimiento horizontal (x).	19
Y	Ganancia del movimiento vertical (y).	24
tclic	Tiempo de clic	8
rclic	Rango de clic	15

Estos parámetros estaban destinados a facilitar el recorrido por la pantalla del cursor a partir de los movimientos de la usuaria, y de facilitar el clic con tiempos bajos de clic, dado que el objetivo con esta usuaria era la exploración de la pantalla, la orientación y el establecimiento de la relación causa-efecto a partir de la experimentación con el ordenador (Reg, Ei).

No hubo cambios en los parámetros de configuración, ni cuando se cambiaba el emplazamiento de la webcam (Reg).

### **Aspectos específicos relacionados con la prevención de la fatiga**

No se registró un aumento en los signos indicativos de fatiga hacia el final de la sesión, ni en momentos concretos de la misma: efectividad del clic, cambios en la postura, mayor número de pérdidas de referencia, movimientos dentro del rango neutro o aumento de comunicación con la terapeuta responsable de las sesiones (Obs\_i).

El tiempo establecido de sesión era de 30 minutos por ser el tiempo disponible de la terapeuta para cada usuario a su cargo (Ei, Reg).

*“La media horita que vienen a trabajar los niños con el ordenador... Por los años que tenemos de trabajo aquí con los chicos, vemos que es un tiempo en el que aguantan bastante bien la atención, si ya te pasas de la media hora y te vas a los tres cuartos ya empieza a aparecer un nivel de cansancio y suele decaer la actividad...”* (logopeda responsable de las sesiones de SINA de la usuaria 5 Co)

El final de las sesiones se decidía por finalización del tiempo establecido como tiempo de sesión, excepto en aquellas ocasiones en que el usuario manifestaba cansancio (Obs\_i, Ei).

### **Otros aspectos de la sesión con el SINA**

Para que la sesión de trabajo con el SINA fuese productiva se requería una constante intervención de la terapeuta animando, dando indicaciones e instrucciones, para mantener la atención y motivación de la usuaria.

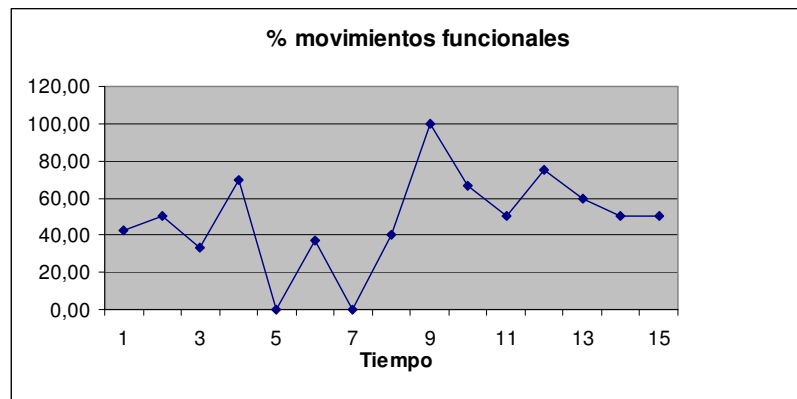
La usuaria tenía tendencia a la manipulación de objetos y a realizar movimientos de las manos, llevándose con frecuencia la mano a la boca o a la cara, lo que provocaba la pérdida de la referencia del SINA, que inmediatamente después de la retirada de las manos recuperaba la referencia, sin mayor repercusión que la pérdida momentánea del cursor por parte de la usuaria (Obs\_i). Esta pérdida y recuperación se daba también cuando aparecían episodios de balanceo por el movimiento incontrolado del tronco, como ya se ha comentado.

El tipo de actividades que realizaba esta usuaria tenían como objetivo la exploración de la pantalla, por lo que eran muy elementales, mayoritariamente sin eventos de clic.

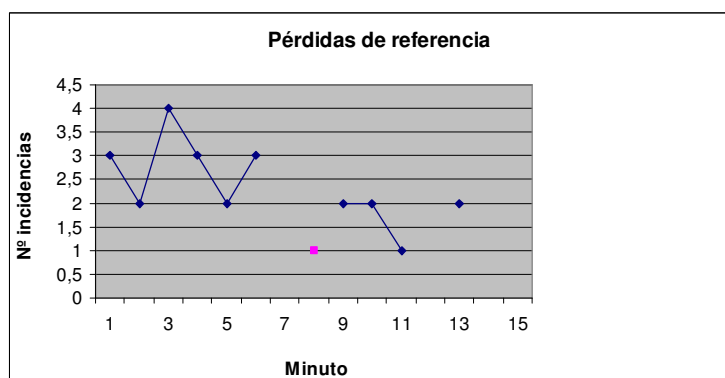


**Figura Anexos 20. Ejemplo de actividades realizadas por la usuaria Co. En el primer caso (Explotaglobos) la usuaria debía pasar el cursor sobre los globos para explotarlos. En el segundo caso (Limpiadibujos), los elementos que tapaban el dibujo de fondo iban desapareciendo conforme la usuaria pasaba el cursor sobre ellos.**

A lo largo de la sesión la usuaria manifestaba variaciones en los movimientos en rango neutro, detectándose una primera fase (8-10 primeros minutos) de mayor irregularidad en los movimientos, con muchos episodios de balanceo incontrolado de tronco, que se iban reduciendo durante la segunda mitad de la sesión, así como un menor número de pérdidas de la referencia por parte del SINA, asociadas a movimientos de manos o a episodios de balanceo (Obs\_i):



**Figura Anexos 21. Movimientos de Co dentro del rango neutro durante una sesión.**



**Figura Anexos 22. Evolución del número de pérdidas de la referencia del SINA a lo largo de una sesión. En azul se muestran el número de veces que el SINA localiza una referencia incorrecta, y en rosa el número de veces que el SINA pierde la referencia completamente, iniciando el proceso de búsqueda de referencia de nuevo.**



## Usuaria 6 Is

### Postura de referencia



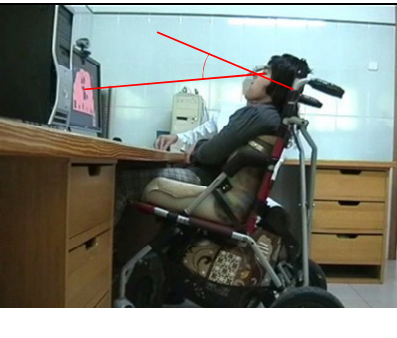
La usuaria 6 Is mantenía una postura en sedestación en silla de ruedas tipo paraguas ligera, con asiento y respaldo reclinables, reposacabezas y reposapiés. La postura era reclinada, mantenida a través de una basculación posterior de asiento y respaldo (15°), férula de sedestación y apoyo intermitente en el reposacabezas. Los pies estaban apoyados en los reposapiés de manera estable.



**Figura Anexos 23. Imagen de perfil y frontal de la postura de trabajo de la usuaria 6 Is.**

Los parámetros de su postura de trabajo eran (Obs\_i):

Parámetro (valor teórico o recomendado)	Valor	Imagen
Ángulo del asiento (0°)	15°	
Ángulo del respaldo respecto al asiento (Aprox 90°)	90°	
Ángulo de inclinación del tronco (Aprox 90°)	100°	

<p>Ángulo de inclinación de la cabeza (0-20°)</p>	<p>-25°</p>	
<p>Ángulo de visión (0-45°)</p>	<p>&lt;5°</p>	
<p>Ángulo de la línea de visión (Aprox 35°)</p>	<p>30°</p>	

La usuaria interactuaba con el ordenador mediante movimientos voluntarios de cabeza en todas las direcciones, de amplitud moderada, aunque los movimientos de rotación e inclinación eran poco controlados cuando se realizan en combinación con flexión. Presentaba también un escaso control de la flexoextensión. La velocidad de los movimientos variaba, siendo algo más lenta y funcional cuando realizaba rotación o inclinación, y rápida cuando iniciaba fases de balanceo de la cabeza en flexoextensión (Reg, Obs\_i).

Para determinadas actividades en las que se requería el paso por un punto concreto de la pantalla, la estrategia utilizada por la usuaria era realizar un barrido por la pantalla haciendo balanceo en flexión y extensión de la cabeza, hasta pasar por el lugar deseado y conseguir el objetivo (Obs\_i).

No utilizaba el reposacabezas como apoyo continuo, sino como tope de movimiento de extensión de cabeza y como punto de apoyo cuando se encontraba en reposo (Obs\_i).

Como estrategia de fijación iniciaba la sesión con autosujeción de las manos en el regazo, pautada por la terapeuta (Obs\_i).

No se observaron cambios de postura durante las sesiones, ya que la postura era la propia de la usuaria, resultándole la más cómoda y estable (Obs\_i).

### Equipo de trabajo

Para el trabajo de Is con el ordenador se disponía de una pantalla plana, regulable, no panorámica, a la altura de la parte superior de la cabeza de la usuaria, sin apenas inclinación (menor a 5°) posterior y centrada, sobre un escritorio no regulable cuya superficie de trabajo se encontraba a la altura de la cintura de la usuaria (Obs\_i, Reg).

La distancia a la pantalla era elevada, ya que esta estaba ubicada en la posición habitual para el trabajo con el ordenador con teclado y ratón, y la altura de la mesa no permitía el acercamiento a la superficie de trabajo por el choque de las rodillas con la superficie de la misma, debido a la posición de reclinación del asiento de la usuaria (Obs\_i).

La webcam utilizada era regulable en giro e inclinación anteroposterior y lateral, sin zoom óptico. Se hallaba sobre la pantalla, centrada, con un ángulo visual de la webcam de unos 20° en contrapicado (Obs\_i).



**Figura Anexos 24. Ángulo visual de la webcam de la usuaria 6 Is.**

No se registraron cambios en la ubicación del equipo durante las sesiones (Obs\_i).

### Configuración del SINA

Los parámetros del SINA configurados para la usuaria 6 Is eran (Reg):

X	Ganancia del movimiento horizontal (x).	19
Y	Ganancia del movimiento vertical (y).	24
tclic	Tiempo de clic	7
rclic	Rango de clic	15

Esta configuración del SINA tenía como objetivo la exploración de la pantalla, la orientación y el establecimiento de la relación causa-efecto a partir de la experimentación con el ordenador. Para ello se establecieron  $x$  e  $y$  no muy elevadas, que hicieran a la usuaria moverse para recorrer toda la pantalla, y un tiempo de clic bajo que facilitara el clic, para el establecimiento de la relación causa-efecto (Reg, Ei).

No hubo cambios en los parámetros de configuración (Reg).

### **Aspectos específicos relacionados con la prevención de la fatiga**

El tiempo establecido de sesión era de 30 minutos por ser el tiempo disponible de la terapeuta para cada usuario a su cargo (Ei, Reg).

Durante las sesiones la usuaria realizaba apoyos de la cabeza en el reposacabezas durante unos instantes, para luego despegarla de nuevo y seguir con los movimientos de interacción con el ordenador. Estos apoyos eran poco frecuentes, y parecían más momentos de atención que descansos, ya que aparecían en momentos de la actividad en las que la usuaria no tenía que llevar a cabo ninguna acción, por la activación de canciones o porque la terapeuta estuviera dándole indicaciones o instrucciones (Obs\_i).

A lo largo de la sesión de la usuaria no se registraban signos de fatiga en momentos concretos de la sesión o al final de esta en cuanto a efectividad del clic o de los movimientos dentro del rango neutro, etc. Sí que se observó un aumento de la frecuencia con que la usuaria miraba a la terapeuta hacia el final de la sesión, haciendo saber que quería acabar (Obs\_i).

El final de las sesiones se decidía por finalización del tiempo establecido como tiempo de sesión, o bien por voluntad de la usuaria, que manifestaba que quería finalizar, ya fuese por cansancio o por aburrimiento (Obs\_i, Ei).

### **Otros aspectos de la sesión con el SINA**

La terapeuta estimulaba a la usuaria constantemente para mantener el nivel de atención y motivación, ya fuese animando, dando indicaciones o instrucciones.

El SINA tenía dificultades para la localización correcta de la nariz de la usuaria, que debía ser el punto de referencia, debido a la presencia de labio leporino. El punto de referencia iba variando de la nariz al labio durante la sesión, provocando pequeños saltos del cursor en la pantalla. Esto no afectó al desarrollo de actividades debido al tipo de actividad que llevaba a cabo esta usuaria.

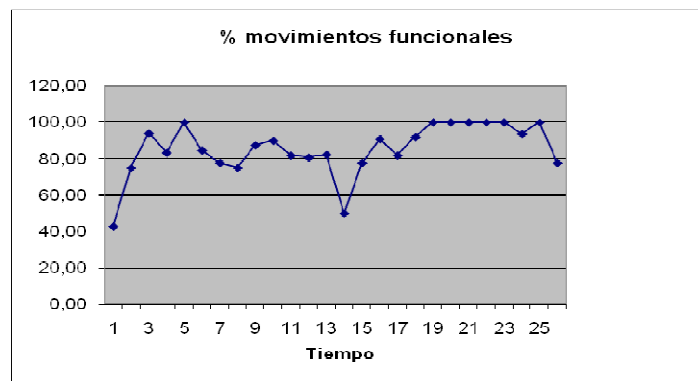
La usuaria tenía tendencia al movimiento de manos, ya fuese para manifestar alegría agitándolas, aplaudir o por movimientos estereotipados. En ocasiones las manos se interponían en la línea de visión de la webcam a la cara de la usuaria, haciéndole perder la referencia, que recuperaba en el momento en que la usuaria retiraba las manos.

El tipo de actividades que realizaba esta usuaria tenían como objetivo la exploración de la pantalla, por lo que eran sin eventos de clic o con objetivos grandes, para ayudar a la usuaria a realizar el clic sobre ellos.



**Figura Anexos 25. Ejemplo de actividad realizada por la usuaria Is. Se trata de uno de los juegos del programa Pipo, en el que la usuaria debía seleccionar una pieza de ropa y colocarla, mediante el clic, sobre el niño.**

No se detectaron variaciones en los movimientos en rango neutro o en la efectividad del clic (en aquellas actividades en las que se trabajaba con evento de clic) a lo largo de la sesión. (Obs\_i):



**Figura Anexos 26. Movimientos de Is dentro del rango neutro durante una sesión.**

Aparte de los movimientos de manos ya nombrados, solo aparecían episodios de movimientos involuntarios o espasticidad muy ocasionalmente, sin relación con el uso del SINA (Ei).

*“No veo que haya aumentado la espasticidad ni nada ... [] Al principio de la sesión suele empezar moviendo mucho las manos, pero al final ya está más recogida”* (logopeda responsable de las sesiones de SINA de la usuaria 6 Is)

**Usuaria 7 Sa**

**Postura de referencia**

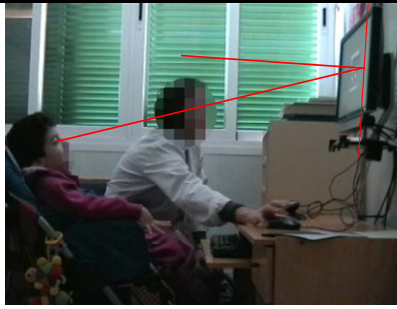
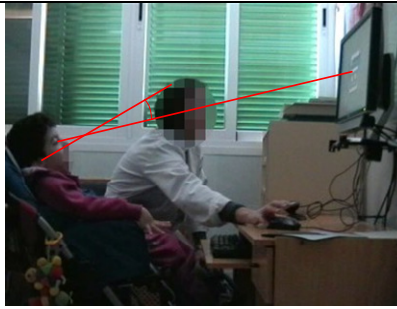
La postura de la usuaria 7 Sa era en sedestación en una silla de ruedas tipo paraguas ligera, con asiento y respaldo reclinables, reposacabezas y reposapiés. La postura era mantenida a través de una basculación posterior de asiento y respaldo, taco abductor, soportes laterales y pectoral y apoyo en el reposacabezas. Los pies estaban apoyados en los reposapiés de manera estable (Reg, Obs\_i).



**Figura Anexos 27. Imagen de perfil y frontal de la postura de trabajo de la usuaria 7 Sa.**

Los parámetros de su postura de trabajo eran (Obs\_i):

<b>Parámetro (valor teórico o recomendado)</b>	<b>Valor</b>	<b>Imagen</b>
Ángulo del asiento (0°)	5°	
Ángulo del respaldo respecto al asiento (Aprox 90°)	120°	
Ángulo de inclinación del tronco (Aprox 90°)	120°	
Ángulo de inclinación de la cabeza (0-20°)	-30°	

<p>Ángulo de visión (0-45°)</p>	<p>15°</p>	
<p>Ángulo de la línea de visión (Aprox 35°)</p>	<p>15°</p>	

Debido a la falta de control cefálico y de tronco, la postura de la usuaria debía ser reclinada, tanto el asiento como el respaldo, dejando el centro de gravedad muy posterior para obligar al apoyo de la espalda en el respaldo. Esto implicaba, en este caso, un ángulo del respaldo de 120° (Obs\_i).

La usuaria interactuaba con el ordenador mediante movimientos de cabeza en todas las direcciones, rápidos y de poca precisión (Reg, Obs\_i). Los movimientos más controlados, que realizaba de manera aislada (sin combinación con otros movimientos), eran rotaciones, ya que los llevaba a cabo con la cabeza apoyada, lo que le daba una estabilidad que le permitía controlar mejor el movimiento. En el momento en que intentaba iniciar movimientos en otras direcciones (inclinación, flexión) o movimientos combinados, perdía el control de la cabeza, cayendo esta hacia delante y quedando en flexión máxima. A pesar de ello, la usuaria mantenía la mirada en la pantalla, atenta a la actividad. Aunque en ocasiones era capaz de volver a la posición de apoyo posterior por sí sola, la mayoría de veces requería la ayuda de la terapeuta (Obs\_i).

A partir del apoyo en el reposacabezas efectuaba varias rotaciones máximas de la cabeza, todas con intención comunicativa con la terapeuta (Obs\_i).

Se detectaron a lo largo de la sesión múltiples movimientos de brazos y manos, llegando a interferir de manera ocasional con el funcionamiento del SINA, debido al paso de las manos por delante de la cara (Obs\_i).

No se observaron cambios de postura durante las sesiones, ya que la postura era la propia de la usuaria, siendo la más estable y adecuada para ella (Obs\_i, Ei).

### Equipo de trabajo

La usuaria 7 Sa disponía de una pantalla plana, regulable, panorámica, situada sobre un soporte de pantalla a una altura elevada respecto a la usuaria (cabeza del usuario a la altura de la parte inferior de la pantalla), con una leve inclinación posterior (menor a 5°) y centrada frente al usuario (Obs\_i, Reg).

La distancia de la usuaria a la pantalla era muy elevada, debido a la situación de la pantalla sobre un soporte

y a la posición de reclinación del asiento de la usuaria (Obs\_i).

La webcam utilizada era regulable en giro e inclinación anteroposterior y lateral, sin zoom óptico. Se hallaba sobre la pantalla, centrada y orientada hacia abajo para captar a la usuaria en la imagen, resultando un ángulo visual de la webcam de unos 10° (Obs\_i).



**Figura Anexos 28. Ángulo visual de la webcam de la usuaria 7 Sa.**

Durante las sesiones se daban diversas recolocaciones de la webcam, cambiando su orientación, y recolocaciones de la usuaria, centrándola o acercándola lo más posible a la pantalla y a la webcam. Estos cambios se daban por iniciativa de la terapeuta, que observaba una frecuente pérdida de la referencia por parte del SINA (Obs\_i). Los cambios y recolocaciones no surgían el efecto deseado (Obs\_i, Ei).

### **Configuración del SINA**

Los parámetros del SINA configurados para la usuaria 7 Sa eran (Reg):

X	Ganancia del movimiento horizontal (x).	15
Y	Ganancia del movimiento vertical (y).	18
tclic	Tiempo de clic	10
rclic	Rango de clic	15

La configuración de parámetros del SINA para la usuaria Sa tenía como objetivo la exploración de la pantalla, la orientación y el establecimiento de la relación causa-efecto a partir de la experimentación con el ordenador. Se configuraron *x* e *y* bajas para facilitar el recorrido de la pantalla a partir de los movimientos de la usuaria, así como un tiempo corto que facilitara el clic, para favorecer el establecimiento de la relación causa-efecto (Reg, Ei).

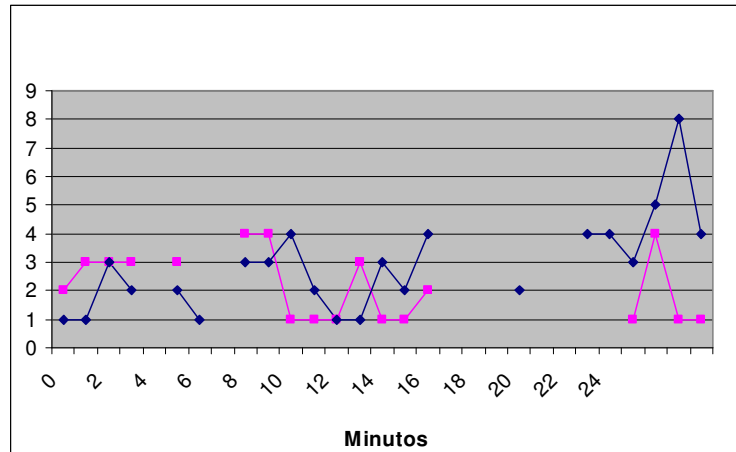
No hubo cambios en los parámetros de configuración (Reg).

### **Aspectos específicos relacionados con la prevención de la fatiga**

El tiempo establecido de sesión era de 30 minutos por ser el tiempo disponible de la terapeuta para cada usuario a su cargo (Ei). Prácticamente todo el tiempo destinado a la sesión era de trabajo real con el ordenador, aunque la terapeuta introducía alguna pausa o cambio de actividad, tapando la webcam y girando la silla de la usuaria para hablar con ella, poniendo un vídeo musical infantil, etc (Obs\_i).



Hacia el final del tiempo de sesión se detectaba una mayor frecuencia en la comunicación de la usuaria con la terapeuta, así como una mayor necesidad de intervención por parte de la misma para centrar o dirigir manualmente la cabeza de la usuaria, o recolocarla apoyada en el reposacabezas. De hecho, algunas de las intervenciones a partir del minuto 25 eran intentos de la terapeuta de centrar o dirigir a la usuaria que no tenían éxito por la resistencia de la usuaria. A partir de estos indicios se decidía el final de la sesión (Obs\_i).

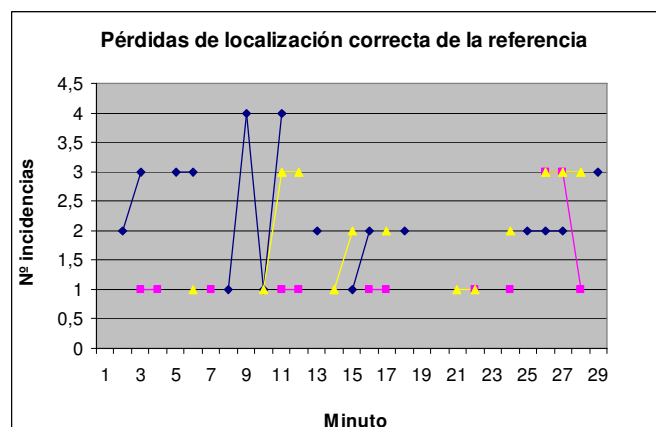


**Figura Anexos 29. Frecuencia de comunicación de la usuaria 7 Sa con la terapeuta (en rosa) y frecuencia de la intervenciones por parte de la terapeuta para garantizar el buen desarrollo de la sesión (en azul). Entre los minutos 17 y 20 hubo una pausa en el desarrollo de la sesión.**

### Otros aspectos de la sesión con el SINA

La terapeuta estimulaba a la usuaria constantemente para mantener el nivel de atención y motivación, ya fuese animando, dando indicaciones o instrucciones, manteniendo un contacto físico, etc.

Se detectaban múltiples problemas de detección del punto de referencia o pérdida del mismo, en pocas ocasiones relacionado con movimientos bruscos. La terapeuta introducía cambios en la webcam o en la colocación del usuario frente a la misma con la intención de mejorar este aspecto, pero sin éxito, dado que las recolocaciones no variaron la frecuencia de pérdidas de referencia o referencia incorrecta (Obs\_i).



**Figura Anexos 30. Incidencias relacionadas con problemas de localización correcta de la referencia del SINA. En azul se muestran las ocasiones en las que el SINA localizaba un punto de referencia incorrecto, en rosa el número de veces que perdía la referencia, y en amarillo las veces en que el SINA alternaba puntos de referencia continuamente, provocando saltos en el cursor. Entre los minutos 17 y 20 hubo una pausa en el desarrollo de la sesión.**

La usuaria tenía tendencia al movimiento poco controlado de brazos y manos, por lo que se dieron algunas situaciones en las que las manos se interponían en la línea de visión de la webcam a la cara de la usuaria, provocando una pérdida de referencia momentánea (Obs\_i).

El tipo de actividades que realizaba esta usuaria tenían como objetivo la exploración de la pantalla, por lo que eran sin eventos de clic o con objetivos grandes, para ayudar a la usuaria a realizar el clic sobre ellos. Se trataba de actividades tipo Limpiadibujos o Explotaglobos, o Powerpoints especialmente diseñados para la usuaria.

Se detectó cierta variación en los movimientos dentro del rango neutro de la usuaria, siendo más irregular al principio de la sesión y estabilizándose posteriormente. Sin embargo, esto no es significativo, dado que en algunas ocasiones la terapeuta dirigía el movimiento de la usuaria (Obs\_i).

La efectividad del clic no se ha analizado en este caso, dado que era puramente exploratorio, y no intencional.

## Usuario 8 El

### Postura de referencia

La postura de referencia del usuario 8 El era prácticamente erguida, ligera flexión de tronco y extensión de cabeza, pero en general coincidía con la postura teórica de referencia para el uso de pantallas de visualización de datos.



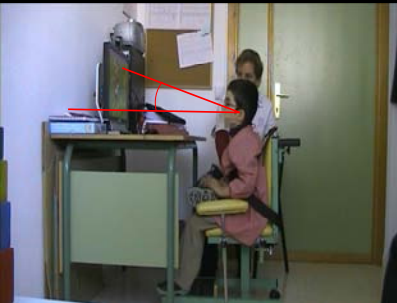
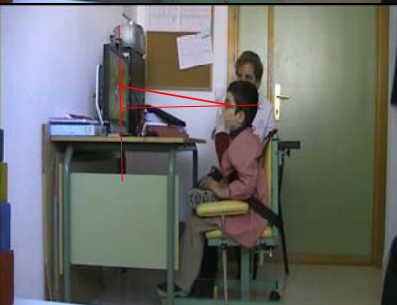
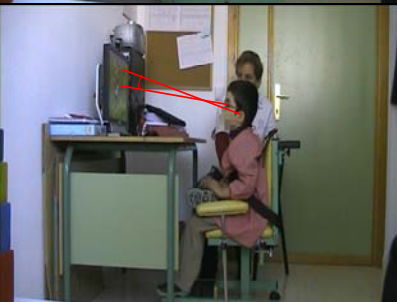
**Figura Anexos 31. Imagen de perfil y frontal de la postura de trabajo del usuario 8 El.**

El usuario era capaz de mantener la posición erguida a partir de sedestación en silla postural, tipo trono, con reposabrazos y cinchas a nivel de tronco (Obs\_i, Reg).

*“Probamos diferentes posturas, y vimos [] que mejor una silla adaptada, para que pudiera estar más alto, más cerca de la mesa del ordenador.”* (terapeuta responsable de las sesiones de SINA del usuario 8 El)

Los parámetros de su postura de trabajo eran (Obs\_i):

Parámetro (valor teórico o recomendado)	Valor	Imagen
Ángulo del asiento (0°)	0°	
Ángulo del respaldo (Aprox 90°)	90°	
Ángulo de inclinación del tronco (Aprox 90°)	Aprox 90°	

<p>Ángulo de inclinación de la cabeza (0-20°)</p>	<p>-20°</p>	
<p>Ángulo de visión (0-45°)</p>	<p>-10°</p>	
<p>Ángulo de la línea de visión (Aprox 35°)</p>	<p>-10°</p>	

La postura adquirida por el usuario, en ligera flexión de tronco y ligera extensión de cabeza, podía estar marcada por la visualización de la pantalla alta, aunque parecía tratarse de una actitud postural habitual (Ei). La extensión de cabeza suponía una ligera inclinación posterior del plano de Frankfurt, lo que suponía una variación también en el ángulo de la línea de visión, que quedaba entre 5 y 10° (Obs\_i).

A pesar de tener control cefálico y movilidad cervical, durante las sesiones con el SINA la mayor parte de movimientos que realizaba el usuario eran estereotipias de rotación de cabeza, siendo movimientos muy rápidos, no funcionales. El resto de movimientos eran de muy baja amplitud, siendo poco funcionales para el trabajo con el SINA, o se trataba de giros para mirar a la responsable de las sesiones con el SINA (Obs\_i). El usuario cambiaba ligeramente la postura de manera espontánea. A veces realizaba un apoyo en el respaldo y mantenía recta la cabeza (plano de Frankfurt a 0°), o bien realizaba cambios en las extremidades superiores (manos sobre la mesa) o inferiores (cruzando una pierna sobre la otra). Estos cambios no supusieron variaciones significativas en el desarrollo de las sesiones (Obs\_i).

### Equipo de trabajo

El usuario 8 El llevaba a cabo las sesiones con el ordenador con una pantalla plana, regulable, no panorámica, colocada completamente vertical (sin inclinación). Se encontraba situada sobre una mesa de trabajo fija, centrada frente al usuario, a una altura estándar que resultaba elevada para el usuario dado el tamaño de este, quedando la parte superior de la cabeza del usuario a la altura de la mitad de pantalla (Obs\_i, Reg).

La distancia del usuario a la pantalla era ligeramente superior a la recomendada para trabajos de oficina, sobre todo teniendo en cuenta que en niños esta distancia podía verse reducida para comodidad del usuario (Obs\_i, Reg).

La webcam de que disponía era regulable en giro e inclinación anteroposterior y lateral, sin zoom óptico, y se hallaba ubicada sobre la pantalla, centrada, orientada hacia abajo para adecuarla a la posición del usuario, dando como resultado un ángulo visual de la webcam entre 5 y 10° (Obs\_i).



**Figura Anexos 32. Ángulo visual de la webcam del usuario 8 El.**

Esta orientación de la webcam dejaba al usuario en la parte inferior de la imagen, de tal manera que cuando el usuario trabajaba con extensión de cabeza y con movimientos de rotación realizaba un barrido del tercio central horizontal de la pantalla, mientras que si el usuario estaba apoyado en el respaldo y con la cabeza horizontal, el recorrido en la pantalla se limitaba a la mitad inferior de la misma (Obs\_i). Aunque se probó la posición de la webcam sobre la mesa, que se consideraba la más apropiada para este usuario, la tendencia a la manipulación de objetos y movimiento de manos del mismo impidió esta localización.

*“Estuvimos probando dónde le iba mejor la cámara, por sus movimientos, la pusimos abajo y vimos que le daba manotazos, y si la colocábamos más lejos [el SINA] no le cogía.”* (logopeda responsable de las sesiones de SINA del usuario 8 El)

No había cambios durante la sesión en la disposición del equipo de trabajo (Obs\_i).

### **Configuración del SINA**

Los parámetros del SINA configurados para el usuario 8 El eran (Reg):

X	Ganancia del movimiento horizontal (x).	10
Y	Ganancia del movimiento vertical (y).	14
tclic	Tiempo de clic	5
rclic	Rango de clic	15

Estos parámetros buscaban favorecer la exploración y el interés del usuario por el exterior, en este caso a partir de la experimentación con el ordenador. Para ello se establecieron  $x$  e  $y$  bajas, potenciando así el recorrido de toda la pantalla a partir de los movimientos del usuario, y un tiempo de clic muy bajo que facilitara la activación de eventos, para intentar llamar la atención del usuario (Reg, Ei).

No hubo cambios en los parámetros de configuración (Reg).

### **Aspectos específicos relacionados con la prevención de la fatiga**

El tiempo establecido de sesión era de 30 minutos por ser el tiempo disponible por sesión para el trabajo con el ordenador en el centro al que acudía el usuario (Ei, Reg), aunque las sesiones efectivas de trabajo con el SINA eran de unos 15 minutos, tras los cuales se detectaba un número mayor de intervenciones de la terapeuta para corregir y dirigir al usuario, o bien para parar las estereotipias cuando estas se alargaban mucho. Se observaba también un mayor número de episodios de estereotipias de cara al final de la sesión (Obs\_i). Estos indicios eran detectados por la terapeuta, que decidía a partir de ellos el final de la sesión (Ei).

*“Dijimos que haríamos media hora porque normalmente es el tiempo que tenemos de sesión de logopedia, y dentro de esa media hora íbamos jugando un poco. [En el caso de El] un cuarto de hora es lo que él realmente... no dispersa la atención.”* (logopeda responsable de las sesiones de SINA del usuario 8 El)

*”Se mueve más, empieza a dispersarse, ya no está atento a lo que quieres que esté, empieza a mover más las manos o los pies, y la cabeza ya no la controla, hace mucho vaivén”* (logopeda responsable de las sesiones de SINA del usuario 8 El)

### **Otros aspectos de la sesión con el SINA**

Se detectaron numerosas pérdidas de la referencia por parte del SINA, en su mayoría asociadas a la velocidad de movimiento durante las estereotipias (Obs\_i).

El tipo de actividades que realizaba este usuario tenían como objetivo la exploración de la pantalla y los eventos que ocurrían en ella, activados por clic o por el paso del cursor, como Limpiadibujos o Explotaglobos, o bien actividades que activaran sonidos, ya que estimulaban más la atención del usuario (ver Figura Anexos 20. Ejemplo de actividades realizadas por la usuaria Co. En el primer caso (Explotaglobos) la usuaria debía pasar el cursor sobre los globos para explotarlos. En el segundo caso (Limpiadibujos), los elementos que tapaban el dibujo de fondo iban desapareciendo conforme la usuaria pasaba el cursor sobre ellos.)

Debido a que no se trabajaba el uso intencional del clic, no se analizó la efectividad de clic del usuario 8 El. Durante las sesiones no aparecía un mayor número de episodios de estereotipias u otro tipo de movimientos que los habituales en el usuario (Ei).

## Usuario 9 Ra

### Postura de referencia

La postura de trabajo frente al ordenador del usuario 9 Ra era en general erguida, con una ligera inclinación anterior de cabeza, por lo que coincidía en términos generales con la postura teórica de referencia para el uso de pantallas de visualización de datos.


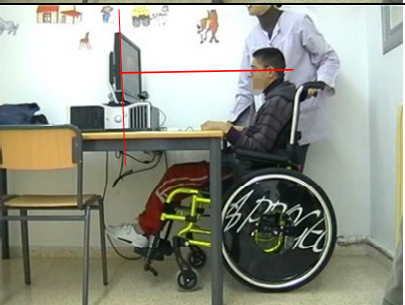



**Figura Anexos 33. Imagen de perfil y frontal de la postura de trabajo del usuario 9 Ra.**

Esta postura se mantenía mediante férula de sedestación, reposabrazos y reposapiés en silla de ruedas estándar (Reg, Obs\_i). La cabeza se encontraba en ligera flexión, inclinación izquierda y rotación derecha, acompañada de ligera rotación derecha de tronco (Obs\_i).

Los parámetros de su postura de trabajo eran (Obs\_i):

Parámetro (valor teórico o recomendado)	Valor	Imagen
Ángulo del asiento (0°)	5°	
Ángulo del respaldo (Aprox 90°)	90°	
Ángulo de inclinación del tronco (Aprox 90°)	100°	

<p>Ángulo de inclinación de la cabeza (0-20°)</p>	<p>10°</p>	
<p>Ángulo de visión (0-45°)</p>	<p>0°</p>	
<p>Ángulo de la línea de visión (Aprox 35°)</p>	<p>-10°</p>	

Con el fin de mantener la estabilidad de la postura erguida y evitar movimientos involuntarios de miembros superiores, el usuario trabajaba con la mano izquierda o ambas manos sobre la mesa, sujetando una con la otra (Obs\_i). Esta estrategia era pautada por la terapeuta, pero el usuario la había incorporado (Ei).

*“Le hemos ido dirigiendo un poco, porque no se daba cuenta, no era consciente... [] Ahora el ya sabe que cuando pierde la estabilidad, tiene que ponerse así.”* (maestra de educación especial responsable de las sesiones de SINA del usuario 9 Ra)

El usuario Ra trabajaba con el ordenador a partir de movimientos voluntarios a nivel de cabeza y cuello en todas las direcciones. Efectuaba movimientos de mayor amplitud en las rotaciones que en movimientos verticales, con restricción de movilidad a la rotación izquierda. La flexión y extensión eran de poca amplitud. Los movimientos eran lentos y poco precisos, y en muchas ocasiones no resultaban funcionales (Obs\_i).

No se observaron cambios de postura durante las sesiones, excepto rectificaciones voluntarias o dirigidas por la pérdida de postura correcta del usuario (Obs\_i, Ei).

### Equipo de trabajo

El usuario 9 Ra disponía de una pantalla plana, regulable, panorámica, colocada completamente vertical y centrada sobre el procesador del ordenador, de tal manera que la altura de los ojos del usuario quedaban a media pantalla a la altura de la parte superior de la cabeza del usuario. La superficie de trabajo era una mesa fija, que quedaba a la altura de la cintura del usuario, dejando espacio bajo ella para las piernas (Obs\_i, Reg).



La distancia del usuario a la pantalla era ligeramente superior a la recomendada para trabajos de oficina, debido a la distancia a la que se habían colocado el procesador y la pantalla (Obs\_i, Reg).

La webcam de que disponía era regulable en giro e inclinación anteroposterior y lateral, sin zoom óptico. Se hallaba sobre el procesador, ante la pantalla, algo desplazada a la derecha para adaptarse a la posición de partida del usuario. El ángulo visual de la webcam era de 5° (Obs\_i).



**Figura Anexos 34. Ángulo visual de la webcam del usuario 9 Ra.**

La disposición de la webcam era cambiada según el estado del usuario, su actitud postural durante la sesión, el cansancio que mostrara, etc, de tal manera que había sesiones en las que se trabajaba con la webcam sobre la pantalla, aunque en su mayoría estuviese sobre el procesador (Ei).

### **Configuración del SINA**

Los parámetros del SINA configurados para el usuario 9 Ra eran (Reg):

X	Ganancia del movimiento horizontal (x).	10
Y	Ganancia del movimiento vertical (y).	14
tclic	Tiempo de clic	23
rclic	Rango de clic	15

Esta configuración estaba pensada para provocar el movimiento de cabeza y cuello del usuario a través de  $x$  e  $y$  bajas, que requerían mayores movimientos del usuario para conseguir el movimiento del cursor en la pantalla. Con este mismo objetivo se programó un tiempo de clic alto, de tal manera que se exigía al usuario mantener una posición de la cabeza durante un tiempo para poder efectuar el clic (Reg, Ei).

No hubo cambios en los parámetros de configuración (Reg).

### **Aspectos específicos relacionados con la prevención de la fatiga**

Uno de los objetivos del usuario Ra con el SINA era el trabajo postural y de movilidad, además del trabajo cognitivo. Es por ello que durante la sesión la terapeuta intervenía en muchas ocasiones centrando al usuario, corrigiendo su postura o dirigiendo el movimiento.



**Figura Anexos 35. Terapeuta dirigiendo el movimiento del usuario 9 Ra.**

Este hecho provocó que no se pudiera analizar el desarrollo de la sesión como en el resto de casos, ya que la efectividad del clic y de los movimientos realizados por el usuario no reflejaban sus capacidades, sino el movimiento dirigido por la terapeuta.

Ocasionalmente el usuario realizaba una flexión máxima de la cabeza, quedando en esta posición con la mirada hacia abajo o los ojos cerrados. Se desconoce si era por cansancio físico o desmotivación (Obs\_i).

El tiempo establecido de sesión era de 30 minutos por ser el tiempo disponible de la terapeuta para cada usuario a su cargo (Ei, Reg), siendo el tiempo efectivo de sesión de unos 15 a 20 minutos. El final de las sesiones se decidía por finalización del tiempo establecido como tiempo de sesión, por respuesta verbal del usuario al preguntarle, o por detección de indicios de cansancio del usuario (Ei).

### **Otros aspectos de la sesión con el SINA**

El tipo de actividades que realizaba este usuario tenían como objetivo la exploración de la pantalla y de los eventos que ocurrían con el clic, estimulando la movilidad y trabajando la precisión de movimientos. Se trataba, por tanto, de actividades de barrido de pantalla, sin evento de clic (tipo Limpiadibujos o Explotaglobos), o bien actividades de ocio o didácticas con objetivos grandes y eventos visuales y sonoros para captar la atención del usuario (Obs\_i, Reg).



**Figura Anexos 36. Ejemplo de actividades realizadas por el usuario 9 Ra. En el primer caso, el usuario debía clicar sobre las flechas para cambiar la cabeza o el cuerpo del animal, respectivamente. En la segunda imagen, el usuario debía clicar el grupo de bolas con el número adecuado para el camión.**

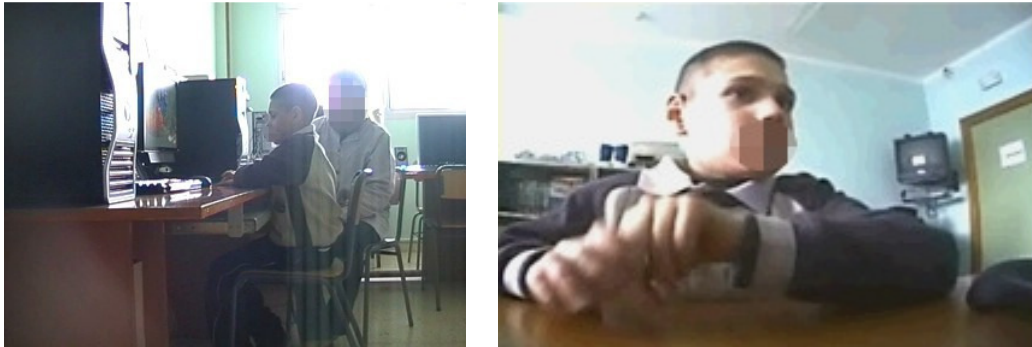
Durante la sesión podían aparecer movimientos involuntarios de miembros superiores, sobre todo si el usuario se sobresaltaba con algún evento sonoro, pero no tenían repercusión sobre el desarrollo de la sesión. No se detectaron episodios de aparición de espasticidad (Obs\_i, Reg).

*“No, al contrario, menos. En el caso de Ra es más espástico y... así lo controla más.”* (maestra de educación especial responsable de las sesiones de SINA del usuario 9 Ra)

## Usuario 10 Ga

### Postura de referencia



La postura del usuario 10 Ga era erguida, ligeramente anterior, con apoyo de los codos en la mesa, que alternaba con una postura también erguida en la que se apoyaba en el respaldo, haciendo un deslizamiento anterior de la pelvis en la silla y abriendo así el ángulo entre los muslos y la espalda un poco más de 90°. Ambas posturas coincidían en términos generales con las recomendaciones ergonómicas para el uso de pantallas de visualización de datos.

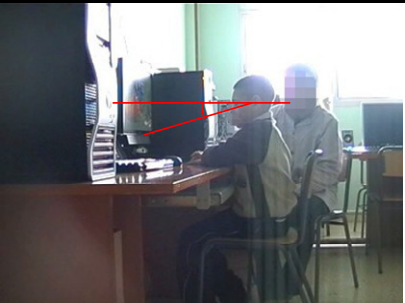
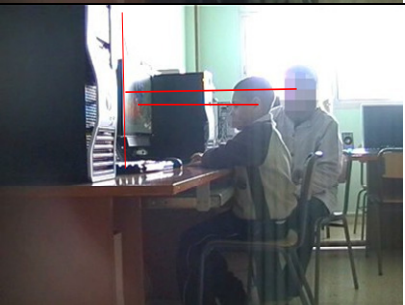
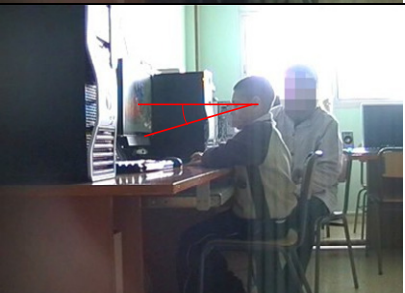


**Figura Anexos 37. Imagen de perfil y frontal de la postura de trabajo del usuario 10 Ga al inicio de la sesión.**

La sedestación de este usuario se mantenía de manera autónoma, siendo capaz de mantener la posición erguida en una silla escolar (Obs\_i, Reg).

Los parámetros de su postura de trabajo eran (Obs\_i):

Parámetro (valor teórico o recomendado)	Valor	Imagen
Ángulo del asiento (0°)	0°	
Ángulo del respaldo (Aprox 90°)	95°	
Ángulo de inclinación del tronco (Aprox 90°)	Aprox 90°	

<p>Ángulo de inclinación de la cabeza (0-20°)</p>	<p>15°</p>	
<p>Ángulo de visión (0-45°)</p>	<p>0°</p>	
<p>Ángulo de la línea de visión (Aprox 35°)</p>	<p>-15°</p>	

La postura del usuario implicaba una ligera flexión de la cabeza, que se traducía en un ángulo de inclinación de la cabeza (plano de Frankfurt) de 15°. Esta inclinación determinaba una visualización de la pantalla por encima de la alineación de la cabeza (ángulo de la línea de visión -15°).

La alternancia de postura del usuario entre la posición del tronco ligeramente anterior y apoyo de los codos y la posición de apoyo en el respaldo no influía en el desarrollo de la sesión, ya que el usuario no variaba más de 5° la inclinación de la cabeza al cambiar de posición (Obs\_i).



**Figura Anexos 38. Usuario 10 Ga apoyado en el respaldo.**

Para la interacción con el ordenador, a pesar de tener control cefálico y movilidad cervical, los movimientos realizados por el usuario eran estereotipias de balanceo anteroposterior de tronco y cabeza, con lo que

recorría principalmente el tercio vertical central de la pantalla. Los movimientos no estereotipados a lo largo de la sesión eran rotaciones moderadas o giros para mirar a la terapeuta o bien, de manera esporádica, alguna inclinación moderada o ligera flexión o extensión (Obs\_i).

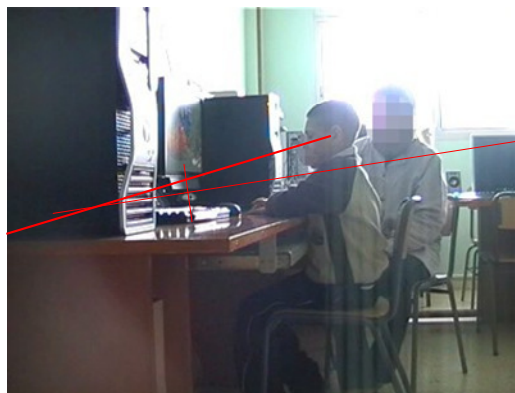
El usuario 10 Ga presentaba también múltiples movimientos estereotipados de las manos y balanceo de las piernas. Los movimientos de las manos se daban cuando el usuario tenía las manos sobre la mesa, por lo que una estrategia para evitarlos era cambiar a la posición de apoyo en el respaldo y bajar las manos al regazo, donde apenas las movía. Estas estrategias eran pautadas y dirigidas por la terapeuta (Obs\_i).

### **Equipo de trabajo**

El usuario 10 Ga trabajaba con el ordenador con una pantalla plana, regulable, panorámica, colocada completamente vertical (sin inclinación) situada sobre un escritorio fijo. Estaba centrada frente al usuario, en una posición que resultaba algo elevada para el usuario dado el tamaño de este, quedando la parte superior de la cabeza del usuario a la altura de la mitad de pantalla (Obs\_i, Reg).

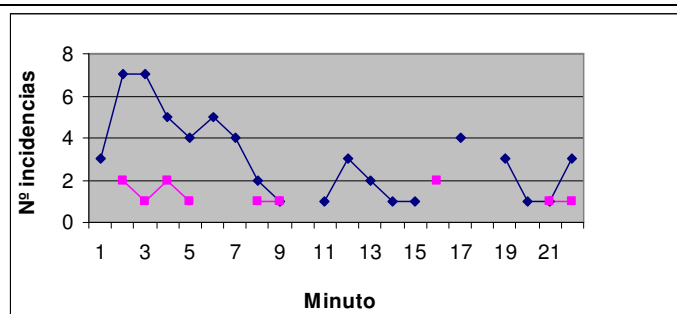
La distancia del usuario a la pantalla coincidía con la recomendada para trabajos de oficina. Si bien en el caso de niños esta distancia podía reducirse para comodidad del usuario, en el caso de Ga esto podía suponer el alcance y la manipulación del equipo (Obs\_i, Reg).

La webcam de que disponía era regulable en giro e inclinación anteroposterior y lateral, sin zoom óptico, y se hallaba ubicada sobre la mesa, aproximadamente a la misma distancia que la pantalla. Estaba orientada hacia la altura de la cara del usuario, dando como resultado un ángulo visual de la webcam de 10° (Obs\_i).



**Figura Anexos 39. Ángulo visual de la webcam del usuario 10 Ga.**

Al principio de la sesión la webcam estaba algo descentrada y rotada, dando una imagen del usuario también descentrada. Esta orientación presentaba al usuario desde un lado, por lo que el SINA tenía dificultades para la localización del punto de referencia. La reorientación de la webcam (2'17") y la recolocación del usuario para ubicarlo frente a la pantalla y la cámara (4'18") durante la sesión por parte de la terapeuta, corrigió este problema, reduciendo el número de veces que el SINA tenía problemas para detectar el punto de referencia.



**Figura Anexos 40. Incidencias con la localización correcta del punto de referencia del SINA durante la sesión del usuario 10 Ga. En azul están representadas las localizaciones incorrectas del punto de referencia, y en rosa las pérdidas completas del punto de referencia, que el propio programa buscaba de nuevo inmediatamente.**

### Configuración del SINA

Los parámetros del SINA configurados para el usuario 10 Ga eran (Reg):

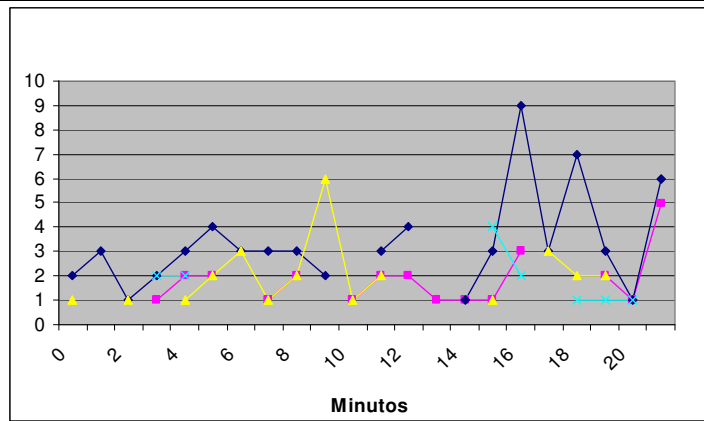
X	Ganancia del movimiento horizontal (x).	10
Y	Ganancia del movimiento vertical (y).	14
tclic	Tiempo de clic	13
rclic	Rango de clic	15

Esta configuración del SINA tenía como objetivo la exploración de la pantalla y el establecimiento de la relación causa-efecto a partir de la experimentación con el ordenador. Para ello se establecieron  $x$  e  $y$  no muy elevadas y un tiempo de clic bajo que facilitara la activación de eventos, favoreciendo así el establecimiento de la relación causa-efecto (Reg, Ei).

No hubo cambios en los parámetros de configuración (Reg).

### Aspectos específicos relacionados con la prevención de la fatiga

El tiempo establecido de sesión era de 30 minutos por ser el tiempo disponible por sesión para el trabajo con el ordenador en el centro al que acudía el usuario (Ei, Reg), llegando las sesiones efectivas a unos 20 minutos. Hacia el final de la sesión se detectó un aumento de posibles signos de fatiga, concretamente del número de veces que el usuario se giraba a mirar a la terapeuta, así como del número de intervenciones necesarias por parte de la misma (centrar al usuario, corregir la postura, dar indicaciones o instrucciones), sin estar asociados a ningún otro factor.



**Figura Anexos 41. Posibles signos de fatiga.** En azul se muestra el número de intervenciones necesarias por parte de la terapeuta, en rosa el número de veces que el usuario reclamaba la atención o se comunicaba con la terapeuta, en amarillo el número de episodios de esteotipias y en celeste el número de descansos (espontáneos o pautados).

### Otros aspectos de la sesión con el SINA

Se detectaron numerosas pérdidas de la referencia por parte del SINA. Las correspondientes a los primeros 5 minutos de sesión se debían a los problemas de localización del punto de referencia por la colocación inadecuada de la webcam. Una vez corregido este aspecto, durante el resto de la sesión la mayoría de problemas de localización de la referencia estaban asociados a episodios de estereotipias, debido a que a la velocidad de movimiento durante mismas era muy elevada. En otras ocasiones la pérdida de referencia se debía a que los movimientos de las manos interferían en la imagen captada por la webcam, lo cual era fácil dada la situación de la webcam sobre la mesa (Obs\_i).

El tipo de actividades que realizaba este usuario tenían como objetivo la exploración de la pantalla y los eventos que ocurrían en ella, activados por clic o por el paso del cursor, como Limpiadibujos o Explotaglobos.

Debido a que no se trabajaba el uso intencional del clic, no se analizó la efectividad de clic en este usuario.

Durante las sesiones no aparecía un mayor número de episodios de estereotipias u otro tipo de movimientos que los habituales en el usuario (Ei).

## Usuaria 11 Ca

### Postura de referencia

La usuaria 11 Ca se encontraba en sedestación en una silla de ruedas para usuarios adultos con afecciones neurológicas, con asiento y respaldo reclinables, reposacabezas y reposapiés. La postura era mantenida a través de una basculación posterior de asiento y respaldo, con arnés de sujeción pectoral, sujeción de miembros superiores, inferiores (a nivel proximal, no siempre necesario) y apoyo en el reposacabezas. Los pies quedaban en principio en los reposapiés, pero la usuaria los movía ocasionalmente (Reg, Obs\_i).






**Figura Anexos 42. Imagen de perfil y frontal de la postura de trabajo de la usuaria 11 Ca.**

Los parámetros de su postura de trabajo eran (Obs\_i):

Parámetro (valor teórico o recomendado)	Valor	Imagen
Ángulo del asiento (0°)	15°	
Ángulo del respaldo respecto al asiento (Aprox 90°)	100°	
Ángulo de inclinación del tronco (Aprox 90°)	105°	



<p>Ángulo de inclinación de la cabeza (0-20°)</p>	<p>-30°</p>	
<p>Ángulo de visión (0-45°)</p>	<p>5°</p>	
<p>Ángulo de la línea de visión (Aprox 35°)</p>	<p>40°</p>	

Esta postura en reclinación era necesaria debido a la falta de control postural de la usuaria, para dejar el centro de gravedad del tronco posterior, obligando así al apoyo de la espalda en el respaldo. Esto implicaba, en este caso, un ángulo posterior del asiento de 15° y un ángulo del respaldo respecto al asiento algo mayor a lo recomendado (100°) (Obs\_i).

Para la interacción con el ordenador la usuaria realizaba movimientos de cabeza en todas las direcciones. La usuaria no era capaz de mantener la cabeza en una posición determinada, por lo que los movimientos que se llevaban a cabo desde el apoyo de la cabeza en el reposacabezas, de rotación, eran realizados en rango neutro en su mayoría, de manera más precisa y controlada. Los movimientos realizados sin apoyo en el respaldo eran combinaciones de flexión de cabeza con rotación, muchos de ellos fuera del rango neutro, y resultaban rápidos y de poca precisión (Reg, Obs\_i).

*“Al principio sí que movía solo de izquierda a derecha, con el SINA, teniendo la cabeza apoyada.”*

*“Ahora tiene una postura más erguida, y ella bien colocada puede echar el cuerpo hacia delante y tiene mejor control cefálico.”* (fisioterapeuta responsable de las sesiones de SINA de la usuaria 11 Ca)

Para controlar el cursor utilizaba en muchas ocasiones los movimientos poco controlados de flexoextensión para hacer barridos en vertical o en diagonal en la pantalla. En momentos que requería una mayor precisión

y menor amplitud de movimiento, la usuaria apoyaba la cabeza en el reposacabezas y la interacción se realizaba a partir de movimientos de rotación, más controlados y precisos (Obs\_i).

Anteriormente había presentado episodios de aparición de reflejo extensor, pero tras el cambio de silla de ruedas a una más adecuada para ella y con el ángulo del respaldo más cerrado, no se habían vuelto a detectar (Ei). La usuaria presentaba movimientos distónicos en extremidades que no afectaban al desarrollo de la sesión (Obs\_i, Ei).

*“Lo único que hace es movimientos con la boca, las piernas las mueve un poco, pero tampoco nada exagerado, y con las manos. Pero no hace tantos movimientos.”* (fisioterapeuta responsable de las sesiones de SINA de la usuaria 11 Ca)

No se observaron cambios de postura durante las sesiones, ya que la postura era la propia de la usuaria, siendo la más estable y adecuada para ella (Obs\_i, Ei).

### **Equipo de trabajo**

La usuaria 11 Ca trabajaba con una pantalla plana, regulable, panorámica, situada sobre una mesa fija, quedando la parte superior de la pantalla a la altura de la nariz de la usuaria, ya que la silla de ruedas para adultos que utilizaba Ca la dejaba en una posición elevada respecto a la mesa. La pantalla estaba en inclinación posterior (5-10°) y centrada frente al usuario (Obs\_i, Reg).

Las características de la silla de ruedas de la usuaria, de su posición en ella y de la mesa de trabajo impedían el acercamiento de la usuaria, ya que chocaban las rodillas contra la superficie de trabajo (Obs\_i).

La distancia de la usuaria a la pantalla era muy elevada (aproximadamente 100cm), debido a la situación de la pantalla (posición habitual para el trabajo con el ordenador mediante teclado y ratón) y a la posición de inclinación del asiento de la usuaria (Obs\_i).

La webcam utilizada era regulable en giro e inclinación anteroposterior y lateral, sin zoom óptico. Se hallaba sobre la pantalla, con un ángulo de la webcam de 40° en contrapicado, marcado por la posición reclinada de la usuaria. (Obs\_i).

*“La webcam la hemos probado arriba y abajo, y casi siempre nos ha ido mejor arriba. Abajo parece que es más precisa, pero se pierde más veces el contacto, entonces al final decidimos ponerla arriba.”* (fisioterapeuta responsable de las sesiones de SINA de la usuaria 11 Ca)



**Figura Anexos 43. Ángulo visual de la webcam de la usuaria 11 Ca.**

### **Configuración del SINA**

Los parámetros del SINA configurados para la usuaria 11 Ca eran (Reg):

X	Ganancia del movimiento horizontal (x).	40
Y	Ganancia del movimiento vertical (y).	50
tclic	Tiempo de clic	15
rclic	Rango de clic	30

Dados los movimientos amplios y poco controlados de la usuaria, los parámetros más adecuados correspondían a una ganancia ( $x$  e  $y$ ) reducida. Sin embargo, al estar la usuaria Ca a una gran distancia de la webcam, los movimientos que captaba esta eran en realidad cortos, lo que obligaba a configurar una elevada  $x$  e  $y$  para compensar esta circunstancia (Reg, Ei).

El tiempo de clic programado era bajo a causa de la falta de mantenimiento de la cabeza en una posición determinada, facilitando con esta configuración el éxito en las actividades de Ca.

No hubo cambios en los parámetros de configuración, excepto pequeños ajustes (Reg).

### **Aspectos específicos relacionados con la prevención de la fatiga**

El tiempo de sesión de la usuaria Ca era de 45 minutos, ya que era el tiempo disponible del terapeuta para cada usuario en el centro en el que se hallaba la usuaria (Ei). Prácticamente toda la sesión era de trabajo con el ordenador.

La usuaria no mostraba signos de fatiga al finalizar la sesión ni indicaba cansancio, pudiendo tolerar sesiones más largas.

Además del tiempo de sesión con el terapeuta, en el centro la usuaria utilizaba el ordenador con el SINA para actividades de ocio, sin mostrar tampoco signos de fatiga.

*“A Ca nunca la ha aparecido fatiga, le preguntamos y ella te responde... [] En otras actividades ha manifestado cansancio, pero con el SINA nunca lo ha manifestado.”*

(fisioterapeuta responsable de las sesiones de SINA de la usuaria 11 Ca)

### **Otros aspectos de la sesión con el SINA**

El SINA presentaba dificultades para localizar el punto de referencia, realizando largas búsquedas del mismo. Frecuentemente se presentaban pérdidas de la referencia debido a movimientos bruscos de rotación, o a movimientos combinados de flexión y rotación, menos controlados por la usuaria (Obs\_i).

El tipo de actividades que realizaba esta usuaria tenían como objetivo el trabajo de la movilidad, precisión y coordinación de movimientos. Para ello, se combinaba el trabajo con actividades de mayor exigencia cognitiva y de precisión como puzzles, actividades de relacionar parejas, los juegos propios del SINA, etc., durante las sesiones específicas del SINA, y hacía actividades de ocio al usar el SINA en otros momentos del día (Ei).

*“Las sesiones que yo tenía con ellos eran las sesiones de SINA con un objetivo de control [de movimientos] de izquierda a derecha, arriba y abajo, un poco más específico, y luego las sesiones que hacen con sus monitores ya son libres.”* (fisioterapeuta responsable de las sesiones de SINA de la usuaria 11 Ca)

En cuanto a los resultados de las actividades, el tiempo de resolución de un puzzle de cuatro piezas era muy variable, entre 10 y 35 minutos según la sesión, mientras que actividades como relacionar parejas (3 parejas) tenía una media de tiempo de resolución de 15 minutos (Reg).

El tiempo que tardaba la usuaria en hacer un clic también era variable, ya que dependía de las pérdidas de referencia y de la ubicación del objetivo en la pantalla. Como ejemplo, la selección del evento “clic izquierdo” en la botonera del SINA era inicialmente de hasta 20 minutos (Ei), y variaba en las últimas sesiones entre 4 y 8 minutos (Obs\_i).

Hacia el final del tiempo de sesión el terapeuta detectaba una mejoría en el control del SINA (Ei).

*“Cuanto más avanza la sesión más control suele tener. Muchas veces con el SINAManzanas lo notábamos mucho, que en las cuatro o cinco primeras partidas cogía muy pocas, y las últimas partidas cogía un montón de manzanas. [] Al final de la sesión solía controlar muy bien. Mucho mejor que al principio.”* (fisioterapeuta responsable de las sesiones de SINA de la usuaria 11 Ca)

La aparición ocasional de episodios espásticos y de reflejo extensor, que se había reducido con el cambio de silla, no parecía tener relación con el uso del SINA (Ei)

*“No es con el SINA. Cuando ella intenta hacer movimientos voluntarios le pasa, y cuando son situaciones de estrés, de nervios, pues se acentúa, pero con esta silla nueva se acentúa menos, son menos fuertes.”* (fisioterapeuta responsable de las sesiones de SINA de la usuaria 11 Ca)

## Usuario 12 Ou

No se dispone de sesiones grabadas (Observación) del usuario 12 Ou, por lo que los datos que se muestran se obtuvieron a partir de los registros (SINA II y SINA III) y la información aportada en la entrevista (Ei) por el responsable de las sesiones con el SINA.

### Postura de referencia

La postura de referencia del usuario Ou coincidía con la postura teórica de referencia descrita en las recomendaciones ergonómicas para el uso de pantallas de visualización de datos, ya que se trataba de una postura erguida.

Su posición habitual de trabajo con el ordenador era en sedestación en silla de ruedas estándar, en la que acudía a las sesiones, aunque era capaz de mantenerse erguido en cualquier tipo de silla, siempre con recordatorios del terapeuta de que se mantuviera recto (Reg, Ei).

El usuario tenía control cefálico y de los movimientos de la cabeza, pudiendo mantener la cabeza en la posición deseada. La única restricción detectada era al realizar la inclinación derecha, que hacía compensando con inclinación del tronco y elevación de hombro contralateral (Reg).

El control de los movimientos era bueno, el usuario era capaz de conseguir una gran precisión de movimientos (Reg).

Frecuentemente aparecían movimientos involuntarios distónicos de miembros superiores e inferiores que le provocaban una pérdida de coordinación y precisión en la tarea que estuviera realizando. Para dominar esta situación, el usuario fijaba las extremidades bloqueándolas con diferentes partes de la silla de ruedas (reposapiés, reposabrazos, entre los muslos y el asiento) (Reg).

*“Ha aprendido a fijar tanto las piernas como los brazos, el tronco... él mismo se fija cogiéndose a la mesa o a la silla como el otro día, se fija y ya no hace ningún movimiento”*

(fisioterapeuta responsable de las sesiones de SINA del usuario Ou)

Los parámetros de su postura de trabajo eran (Obs\_i):

Parámetro (valor teórico o recomendado)	Valor
Ángulo del asiento (0°)	0°
Ángulo del respaldo (Aprox 90°)	90°
Ángulo de inclinación del tronco (Aprox 90°)	90°
Ángulo de inclinación de la cabeza (0-20°)	10°
Ángulo de visión (0-45°)	No disponible
Ángulo de la línea de visión (Aprox 35°)	No disponible

Tenía dificultades para alcanzar los extremos de la pantalla, lo que provocaba esfuerzos posturales y esfuerzos elevados para conseguirlo (Ei).

No se observaron cambios de postura pautados durante las sesiones, excepto los ajustes posturales que realizaba el usuario espontáneamente (Ei).

### **Equipo de trabajo**

El usuario 12 Ou trabajaba con una pantalla plana, regulable, panorámica, colocada completamente vertical a la altura de la parte superior de la cabeza del usuario, centrada frente a él, sobre una mesa de trabajo fija (Reg).

La distancia del usuario a la pantalla estaba dentro de la recomendada, siendo próxima a los 40cm (Reg).

La webcam de que se disponía era regulable en giro e inclinación anteroposterior y lateral, sin zoom óptico, y se hallaba ubicada sobre la mesa, centrada, con una orientación que mostraba al usuario en la mitad inferior de la imagen de la webcam. No había cambios durante la sesión en la disposición del equipo de trabajo (Ei).

### **Configuración del SINA**

Los parámetros del SINA configurados para el usuario 12 Ou eran (Reg):

X	Ganancia del movimiento horizontal (x).	14
Y	Ganancia del movimiento vertical (y).	20
tclic	Tiempo de clic	15
rclic	Rango de clic	15

La configuración estaba pensada para reflejar los movimientos del usuario en la pantalla, con una ganancia mayor en vertical por ser más limitados los movimientos en esta dirección. El tiempo de clic era bajo para facilitar al usuario la activación de eventos, dada su dificultad para mantener la precisión cuando aparecían movimientos involuntarios (Ei, Obs\_i). Estos parámetros no sufrieron cambios, excepto pequeños ajustes (Reg).

### **Aspectos específicos relacionados con la prevención de la fatiga**

El tiempo establecido de sesión era de 45 minutos por ser el tiempo disponible del terapeuta para cada usuario a su cargo (Ei, Reg). El final de las sesiones se decidía por finalización del tiempo establecido y tras consulta y conformidad del usuario (Ei).

A lo largo de la sesión Ou hacía pausas, a partir de situaciones como intentar un clic en una posición que requería mayor esfuerzo, mantenimiento de la cabeza en una misma posición durante un tiempo, etc. Estos descansos, consistentes en bajar la cabeza, eran espontáneos por parte del usuario y tenían una duración de 20-30 segundos, tras los cuales el usuario reanudaba la tarea. No aparecieron otros signos de fatiga durante las sesiones (Ei).

*“Dice que se cansa,[ ] ... resopla, se toca el cuello,...[ ]... y lo que hace es parar, agachar un poco la cabeza para relajar la musculatura, pero nada, medio minuto, y luego vuelve.”*

(fisioterapeuta responsable de las sesiones de SINA del usuario 12 Ou)

Además del tiempo de sesión con el terapeuta, el usuario utilizaba el ordenador con el SINA para actividades de ocio, sin mostrar tampoco signos de fatiga.

*“Cada día estaba bastante tiempo, porque además de las sesiones que nosotros teníamos programadas, cada día estaban haciendo tiempo de ocio [con el SINA].”* (fisioterapeuta

responsable de las sesiones de SINA del usuario 12 Ou)

### **Otros aspectos de la sesión con el SINA**

Ou mostraba dificultades para alcanzar con el cursor las esquinas de la pantalla, ya fuese debido a que la pantalla era panorámica y exigía una mayor amplitud de movimientos horizontales para alcanzar toda su superficie, o porque la x configurada era inferior a lo necesario dadas las características del usuario (Reg).

Aparecían varios episodios de movimientos involuntarios por sesión que repercutían en el tono postural general, lo que requería indicaciones por parte del terapeuta para que el usuario recuperara la postura correcta (Ei).

Las actividades que realizaba Ou eran variadas, con el objetivo común de controlar la coordinación y precisión de movimientos: puzzles de diferente dificultad, juegos, o tareas de manejo del propio software del ordenador (activación de navegador de Internet para buscar y poner música, encender y apagar el ordenador, etc.).

El usuario 12 Ou no mostraba variación de la efectividad con el SINA a lo largo de la sesión, siendo su precisión constante excepto cuando se presentaban episodios de movimientos involuntarios que no pudiera controlar con las autofijaciones (Ei).

## Usuario 13 Ni

### Postura de referencia

La postura de trabajo del usuario 13 Ni se consideró en general erguida, aunque influida por la desviación del raquis que presentaba, con una cifosis dorsal alta estructural que obligaba al usuario a una posición de extensión de cuello que no llegaba a horizontalizar la mirada, quedando en una inclinación anterior (plano de Frankfurt) de 30°.

El usuario tenía control postural, por lo que era capaz de mantener la postura de manera autónoma en la silla escolar (Reg, Obs\_i). La zona cifótica quedaba por encima del respaldo, permitiendo que el usuario apoyara en él la zona lumbar y dorsal baja, pero desplazaba el centro de gravedad del tronco hacia delante, impidiendo mantener el apoyo en el respaldo de manera constante. El usuario, por tanto, mantenía la postura mediante apoyo de los brazos en la mesa. La actitud postural del usuario era en rotación izquierda e inclinación derecha de tronco (Obs\_i).


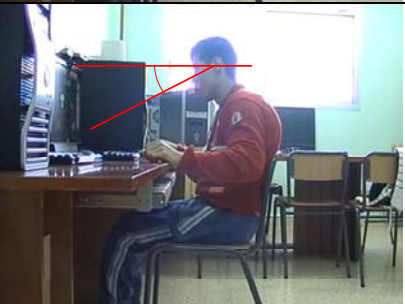




**Figura Anexos 44. Imagen de perfil y frontal de la postura de trabajo del usuario 13 Ni.**

Los parámetros de su postura de trabajo eran (Obs\_i):

Parámetro (valor teórico o recomendado)	Valor	Imagen
Ángulo del asiento (0°)	5°	
Ángulo del respaldo (Aprox 90°)	95°	



<p>Ángulo de inclinación del tronco (Aprox 90°)</p>	<p>100°</p>	
<p>Ángulo de inclinación de la cabeza (0-20°)</p>	<p>30°</p>	
<p>Ángulo de visión (0-45°)</p>	<p>15°</p>	
<p>Ángulo de la línea de visión (Aprox 35°)</p>	<p>10°</p>	

El usuario activaba el cursor a partir de movimientos de cabeza en diferentes direcciones, lentos y de muy poca amplitud, excepto en el caso de la rotación izquierda. No utilizaba movimientos de rotación derecha, limitándose a realizar el recorrido horizontal del cursor a partir del movimiento entre la posición neutra y la rotación izquierda, por lo que para abarcar toda la pantalla los movimientos en esta dirección eran mayoritariamente movimientos amplios (Reg, Obs\_i).

No se observaron cambios de postura durante las sesiones (Obs\_i, Ei).

### Equipo de trabajo

El usuario 13 Ni disponía de una pantalla plana, regulable, panorámica, colocada completamente vertical y centrada a la altura de los ojos del usuario. La superficie de trabajo era una mesa fija, que quedaba a la altura de la apófisis xifoides del usuario, dejando espacio bajo ella para las piernas (Obs\_i, Reg). La pantalla estaba ubicada a distancia suficiente para que hubiese un teclado, ya que el usuario lo utilizaba ocasionalmente (Reg).

La distancia del usuario a la pantalla era ligeramente superior a la recomendada para trabajos de oficina, debido a que este estaba algo alejado de la mesa para poder mantener la postura con apoyo de los brazos (Obs\_i).

La webcam de que disponía era regulable en giro e inclinación anteroposterior y lateral, sin zoom óptico. Se hallaba sobre la pantalla, algo desplazada y rotada para adaptarse a la posición de partida del usuario. Debido a la inclinación de la cabeza del usuario, el ángulo visual de la webcam era de  $30^\circ$ , obteniendo un plano picado de la cara. (Obs\_i).



**Figura Anexos 45. Ángulo visual de la webcam del usuario 13 Ni.**

La terapeuta detectaba en algunas sesiones que la posición de la cámara y la flexión de cabeza del usuario impedían a este alcanzar la parte alta de la pantalla con el cursor. Se probaron entonces diferentes ubicaciones de la webcam, decidiendo finalmente que la posición de la webcam sobre la pantalla era la más adecuada (Ei).

### **Configuración del SINA**

Los parámetros del SINA configurados para el usuario 13 Ni eran (Reg):

X	Ganancia del movimiento horizontal (x).	13
Y	Ganancia del movimiento vertical (y).	17
tclic	Tiempo de clic	23
rclic	Rango de clic	15

Esta configuración estaba pensada para estimular el movimiento de cabeza y cuello del usuario a través de  $x$  e  $y$  bajas, que requerían mayor amplitud de movimiento por parte del usuario para conseguir el mismo recorrido del cursor en la pantalla. Con este mismo objetivo se programó un tiempo de clic alto, de tal manera que se exigía al usuario mantener una posición de la cabeza durante un tiempo para poder efectuar el clic (Reg, Ei).

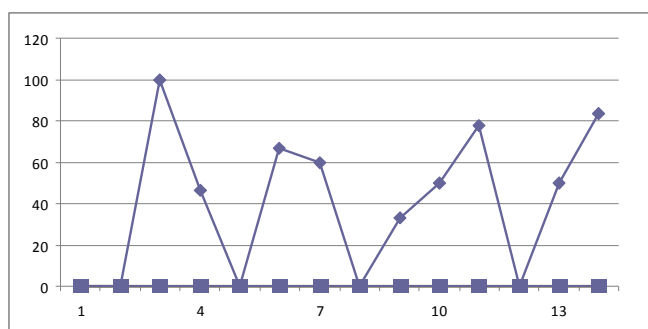
No hubo cambios en los parámetros de configuración (Reg).

### Aspectos específicos relacionados con la prevención de la fatiga

El tiempo establecido de sesión era de 30 minutos por ser el tiempo disponible de la terapeuta para cada usuario a su cargo (Ei, Reg), siendo el tiempo de trabajo de unos 15 minutos. El final de las sesiones se decidía manifestación repetida del usuario de que quería acabar (Ei). Dado el carácter de este usuario, la desmotivación y las manifestaciones verbales de cansancio eran frecuentes, por lo que la terapeuta intentaba motivarle hasta un tiempo mínimo de 15 minutos de trabajo.

*“Sí, él lo dice, “estoy cansado” o “me pican los ojos” o “hoy no puedo””* (logopeda responsable de las sesiones de SINA del usuario 13 Ni)

Durante este tiempo, a pesar de las quejas del usuario, no se detectaban disminuciones en la efectividad del clic o la funcionalidad de movimientos hacia el final de la sesión (Obs\_i).



**Figura Anexos 46. Evolución de la efectividad del clic durante la sesión del usuario 13 Ni. Los minutos 5, 8 y 12 corresponden a momentos en los que la terapeuta daba instrucciones o corregía la tarea hecha, por lo que no había actividad por parte del usuario.**

### Otros aspectos de la sesión con el SINA

No se detectaron problemas de localización de la referencia por parte del SINA, siendo estable durante toda la sesión (Obs\_i).


El tipo de actividades que realizaba este usuario tenían como objetivo el trabajo de la movilidad y la precisión, además de trabajar objetivos cognitivos correspondientes a su nivel madurativo. Se trataba, por tanto, de actividades didácticas de relación, lectoescritura, etc con diferentes niveles de exigencia de precisión, como por ejemplo escribir su nombre a partir de un teclado virtual.


El usuario no mostraba variaciones en la efectividad de su trabajo a lo largo de la sesión, a excepción de los primeros minutos (Ei, Obs\_i).

*“Al principio me cuesta mucho centrarlo [] necesita saber lo que tiene que hacer, necesita un momento de recopilación... después el rendimiento es más o menos igual.”* (logopeda responsable de las sesiones de SINA del usuario 13 Ni)

**Anexo 12. Versión final del manual *Pautas ergonómicas para el acceso al ordenador mediante SINA de usuarios con grandes discapacidades motoras.***

PAUTAS ERGÓNICAS PARA EL  
ACCESO AL ORDENADOR MEDIANTE  
SINA  
DE USUARIOS CON GRANDES  
DISCAPACIDADES MOTORAS

	Pautas ergonómicas para el acceso al ordenador mediante SINA de usuarios con grandes discapacidades motoras	<b>Versión 03</b> Fecha: julio 2011
---	--	--

	Pautas ergonómicas para el acceso al ordenador mediante SINA de usuarios con grandes discapacidades motoras	Versión 03
		Fecha: julio 2011

## **PAUTAS ERGONÓMICAS PARA EL ACCESO AL ORDENADOR MEDIANTE SINA DE USUARIOS CON GRANDES DISCAPACIDADES MOTORAS**

El presente documento recoge las pautas de buen uso del SINA, que pretenden su utilización de manera cómoda y segura, con un mínimo esfuerzo físico. Esto se realiza a partir de requisitos ergonómicos y de salud, atendiendo a los diferentes perfiles de usuario, teniendo en cuenta sus características y las de su afección, la configuración que permite el SINA, el entorno y equipo a utilizar, las tareas y los tiempos de trabajo.

Para trabajar de manera saludable con el ordenador y el SINA se deberán adaptar los elementos del lugar de trabajo a las características y capacidades del usuario. Para ello, se recomienda seguir las pautas que se exponen a continuación.

### **SILLA Y POSTURA DE TRABAJO**

El punto de partida para adaptar el lugar de trabajo será la silla.

En caso de que el usuario utilice una silla estándar, se procurará que sea regulable en altura de asiento, altura de respaldo e inclinación de respaldo, con una zona ligeramente prominente para adaptarse a la forma de la espalda a nivel lumbar, sobre todo si está previsto que el usuario utilice el SINA para el uso común del ordenador (navegador, procesador de texto, plafón de comunicación), con lo que realizará sesiones más largas.

Se deberá regular la silla de manera que el usuario permanezca sentado con la espalda erguida y apoyada en el respaldo, los muslos horizontales y las piernas verticales, con los pies apoyados en el suelo (Fig. 1).

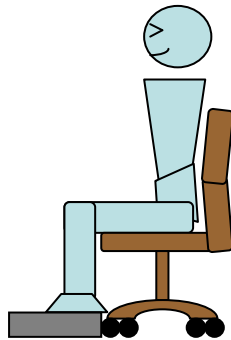


Figura 1. Posición estándar de un usuario frente al ordenador.

En el caso de usuarios que requieran ayuda externa para mantenerse sentados de manera correcta, y por tanto estén habitualmente en una silla propia, con o sin elementos de estabilización (cinchas, cuñas, petos, etc), se utilizará la silla de ruedas del usuario como silla de trabajo, ya que garantizará un posicionamiento individualizado y la óptima postura para ese usuario.

Nos podemos encontrar con tres posturas de referencia diferentes, que serán las que determinen la colocación de otros elementos del lugar de trabajo:

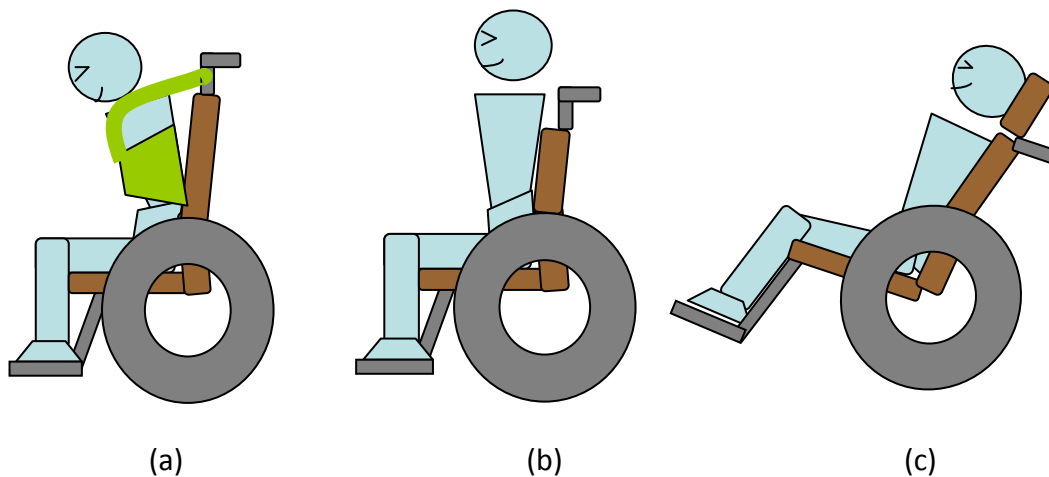



Figura 2. Posturas de referencia: (a) apoyo anterior o inclinado hacia delante, (b) erguido o apoyo medio, (c) apoyo posterior o reclinado.

- Apoyo anterior o inclinado hacia delante (Fig.2(a)) Usuarios que por su actitud postural permanecen en inclinación anterior, ya sea de tronco, de cabeza o en combinación de ambas. Es posible que lleven elementos de estabilización pero

	Pautas ergonómicas para el acceso al ordenador mediante SINA de usuarios con grandes discapacidades motoras	<b>Versión 03</b>
		Fecha: julio 2011

no sean suficientes para mantener la postura erguida recomendable debido a falta de tono muscular, alteraciones morfológicas u otras causas.

- Erguido o con apoyo medio (Fig. 2(b)). Usuarios con posición erguida en la silla (ya sea silla de ruedas, silla de oficina o silla fija), con elementos de estabilización o sin ellos, con control cefálico. En estos usuarios la postura coincide con la aconsejada como postura de trabajo en silla ordinaria.
- Apoyo posterior o reclinados (Fig. 2(c)). Usuarios con mayor inclinación posterior de la silla, por lo que realizan un apoyo de tronco en el respaldo, con o sin elementos de estabilización y con reposacabezas por falta de control cefálico.

**Nota:**

En determinados usuarios puede darse la situación de que en vez de silla se utilice un bipedestador para el trabajo con el SINA. La adaptación de los diferentes elementos de la estación de trabajo deberá realizarse de la misma manera que en el caso de usuarios con silla propia y postura erguida.

Con el fin de mantener una postura erguida de trabajo, tener un punto de apoyo para el control cefálico, o simplemente evitar o prevenir la aparición de movimientos incontrolados durante la sesión de trabajo, habrá usuarios que requerirán de estrategias de estabilización de tronco o extremidades, como son:

- Sujeción de los brazos por los propios muslos o rodillas del usuario.
- Sujeción de los brazos utilizando los elementos de estabilización existentes (cinchas o petos) como punto de apoyo o sujeción.
- Apoyo de uno o ambos brazos en la mesa de trabajo.
- Agarre con uno o ambos brazos de joystick sobre la mesa de trabajo.



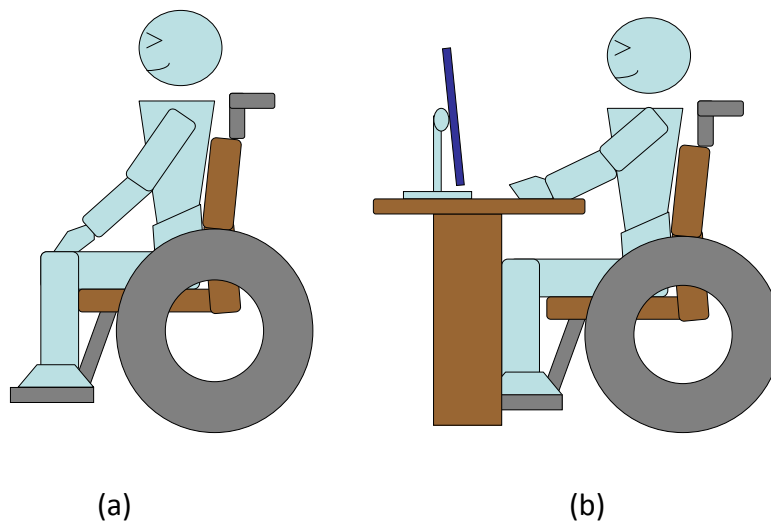



Figura 3. Ejemplos de estrategias de estabilización del usuario: (a) sujeción de los brazos por los propios muslos o rodillas del usuario, (b) apoyo de uno o ambos brazos en la mesa de trabajo

## MESA

Una vez regulada la silla o identificado el tipo de sedestación con el que tendremos que trabajar, pasaremos a adaptar la mesa.

La mesa de una estación de trabajo debe facilitar el desarrollo de las tareas, por lo que debería ser regulable, con el fin de adaptarla a la altura de sedestación del usuario, debiendo quedar a la altura de los codos del mismo. Si la regulación se obstaculiza por el choque de la mesa con los reposabrazos de la silla se deberán retirar si el diseño de la misma lo permite. En caso contrario, se ajustarán otros elementos.

Los usuarios con apoyo posterior deberán tener también regulada la altura de la mesa. Puede suceder que la propia postura de apoyo posterior en la que se encuentre de manera habitual el usuario provoque que las rodillas estén más elevadas, por lo que la regulación de la mesa puede no ser posible hasta la altura de los codos. Se deberá entonces llegar con la mesa hasta una altura algo superior a la de las rodillas, y se regularán otros elementos para adecuar el conjunto.

	Pautas ergonómicas para el acceso al ordenador mediante SINA de usuarios con grandes discapacidades motoras	<b>Versión 03</b>
		Fecha: julio 2011

Si nos vemos obligados a trabajar con una mesa no regulable, se deberán reajustar otros elementos:

- En el caso de usuarios con silla estándar, la regulación ya no se realizará partiendo de que el usuario apoye con los pies en el suelo, sino que se tomará como referencia la altura de la mesa, de manera que la superficie de la mesa quede aproximadamente a la altura de los codos del usuario sentado. Si los pies no tienen apoyo en el suelo una vez regulada la silla, se deberá colocar un reposapiés u otro elemento de apoyo para los pies.
- En el caso de usuarios con apoyo posterior (reclinados) cuya posición no permita aproximarse a la mesa se deberá mantener una posición lo más cercana posible, teniendo en cuenta los posibles movimientos involuntarios, y se regularán otros elementos para adaptar la estación de trabajo al usuario. Puede ocurrir que en este tipo de usuarios la mesa pueda ser sustituida por un soporte de pantalla.

Una vez el usuario esté correctamente colocado y el mobiliario esté individualizado a sus condiciones, pasaremos a adaptar el equipo informático.

## **PANTALLA**

La pantalla deberá ser de al menos 12”, plana, y regulable en altura, giro e inclinación. Deberá colocarse frente al usuario, evitando deslumbramientos, a una distancia entre 40 y 85cm, aunque podrá modificarse para adaptarse a las necesidades visuales del usuario. En el caso de niños, la distancia puede ser menor, llegando a los 20 o 30cm si lo requieren.

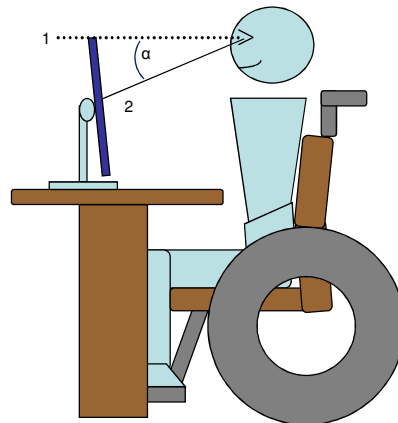


Figura 4: Línea de los ojos del usuario (1) y línea de visión del usuario (2), que forman el ángulo de la línea de visión ( $\alpha$ ).

Se deberá regular la altura de la pantalla de manera que el borde superior de la misma coincida con la línea de los ojos del usuario (en el caso de usuarios con posición erguida, esta será la línea horizontal a la altura de los ojos (fig. 4)). La inclinación de la pantalla deberá adaptarse de a la línea de visión del usuario (fig. 5)

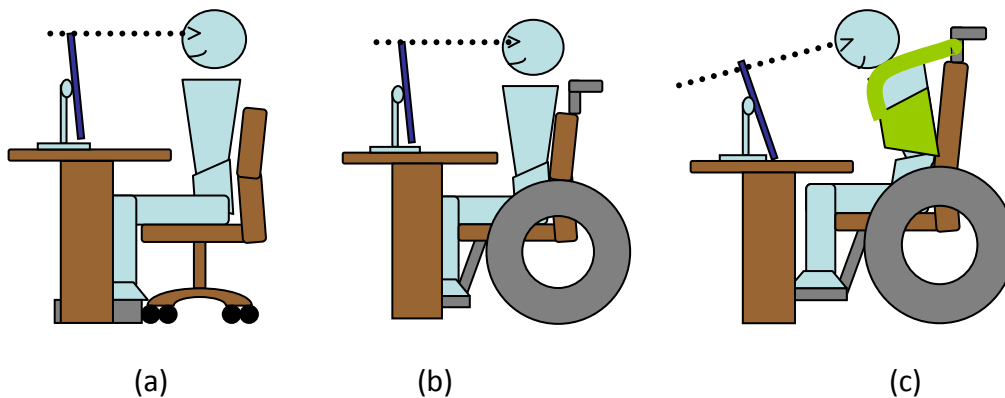


Figura 4. Altura e inclinación de la pantalla en usuarios con postura de referencia erguida en silla de oficina (a) y silla de ruedas (b), y usuarios con postura de referencia en apoyo anterior (c).

Al tomar como referencia la línea de visión del usuario y no su cabeza o la altura de los ojos, en aquellos usuarios que tienen un apoyo posterior la regulación de la altura de la pantalla implicará una altura mucho mayor que la habitual, y una inclinación anterior, para adaptarse a la línea y ángulo de la línea de visión del usuario. Esto puede

implicar que prescindamos de la mesa y utilicemos tan sólo soportes de pantalla a la altura que requiera el usuario (fig. 6).

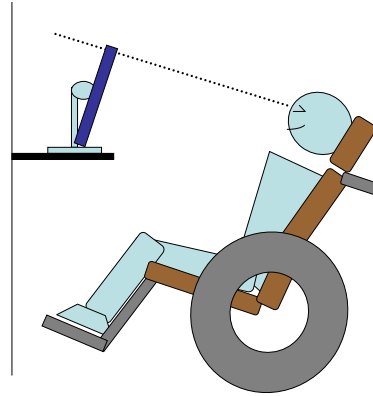


Figura 6. Altura e inclinación de la pantalla para usuarios con postura de referencia reclinada o en apoyo posterior.

El tamaño de letras, formas, objetos, botones y pictogramas con los que trabaje el usuario debe ser suficientemente grande para que los diferencie claramente. En el caso de usuarios con actividades que impliquen lectura, deben poder diferenciar entre los caracteres C y G, X y K, 1 y l, S y 5, y entre los caracteres D, O y Q sin confusión.

## WEBCAM

La webcam estará colocada frente a la línea de los ojos del usuario estando éste en su posición de referencia frente al ordenador. De esta manera nos aseguraremos que la cámara capta de manera óptima los movimientos que realice el usuario en diferentes direcciones sin perder la referencia, y que el usuario no deba hacer gestos que le supongan demasiado esfuerzo. En la mayoría de casos esto implica que la webcam irá colocada en la parte superior de la pantalla.

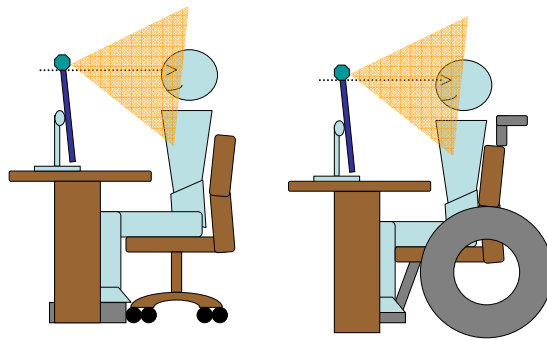


Figura 7. Colocación de la webcam para usuarios con posición erguida.

Debemos asegurarnos de que, además de la ubicación correcta de la webcam, la orientación de la lente coincide con la línea de visión del usuario. Se deberá prestar especial atención a este punto en el caso de usuarios que trabajen en postura de apoyo posterior (reclinados), y que como hemos dicho requieran de un soporte elevado para la pantalla, así como en el caso de usuarios de menor edad o tamaño (cualquiera que sea su postura de referencia), a los que no sea posible adaptar la altura de la pantalla para que quede acorde con su línea de visión.

En el caso de usuarios con apoyo posterior que queden muy alejados de la pantalla por las características y condiciones del equipo y mobiliario (mesa, dimensiones y posición de la silla de ruedas, soporte de pantalla) se utilizará un zoom para la captación de imágenes más cercanas del usuario.

En caso de no disponer de un zoom, se puede utilizar un soporte móvil, tipo brazo articulado, que permita la ubicación de la webcam en un lugar adecuado para las necesidades del usuario en cuanto a distancia y colocación.

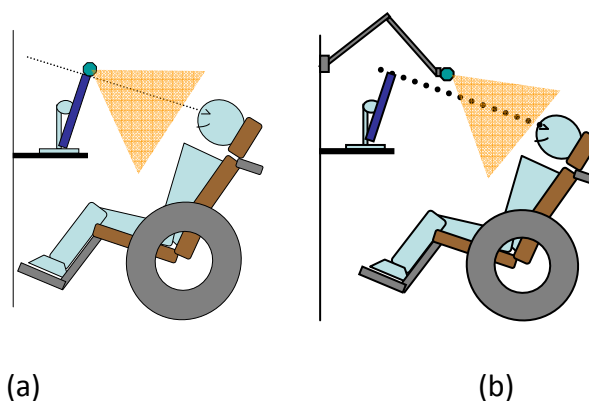


Figura 8. Colocación de la webcam para usuarios con posición reclinada o en apoyo posterior: (a) con la webcam directamente sobre la pantalla (con utilización del zoom o sin él), y (b) sobre un brazo articulado.

En el caso de usuarios con apoyo anterior, ya sea en silla estándar o en silla propia con elementos de sujeción, la webcam irá situada en la parte inferior de la pantalla, ya sea sobre la mesa de trabajo o sobre un soporte que permita adaptar la altura de la cámara a la línea de visión del usuario. También en estos casos se deberá prestar especial atención a la orientación de la cámara.

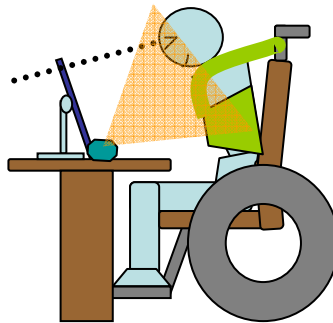


Figura 9. Colocación de la webcam para usuarios con posición en apoyo anterior.

Nota:

La ubicación de la webcam sobre la mesa o sobre un soporte en la parte inferior de la pantalla no es aconsejable en el caso de usuarios con tendencia a la manipulación de objetos. En este caso se optará por una colocación superior de la webcam y una orientación inferior de la lente.

La colocación será centrada frente al usuario en términos generales, para que el usuario no deba realizar mayor esfuerzo para desplazar el puntero hacia un lado de la pantalla que hacia otro. En caso de que el usuario presente limitación de la movilidad hacia uno de los lados, se adaptará la colocación de la cámara, desplazándola hasta que quede en el punto central del movimiento global que puede realizar el usuario.

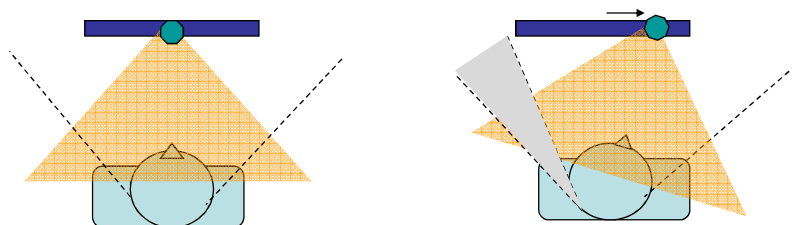



Figura 10. Ubicación centrada y en desplazamiento lateral de la webcam para adaptarla a un usuario con posición de referencia de la cabeza en rotación o con limitación de la movilidad.

	Pautas ergonómicas para el acceso al ordenador mediante SINA de usuarios con grandes discapacidades motoras	<b>Versión 03</b>
		Fecha: julio 2011

## CONDICIONES AMBIENTALES

SINA trabaja en condiciones normales de iluminación y fondo, por lo que se tendrán en cuenta las mismas condiciones que en cualquier situación de trabajo con ordenadores, evitando específicamente fuentes de luz directas a la cara del usuario.


Se deberán evitar los deslumbramientos o reflejos provocados por fuentes de luz que puedan molestar al usuario. Las ventanas cercanas deberán contar con dispositivos que permitan la atenuación de la luz natural. La pantalla del ordenador debe colocarse de forma perpendicular a las ventanas, preferiblemente de tal manera que queden a la izquierda del usuario.

Deberán evitarse especialmente las posiciones de luz posteriores al usuario, ya que la webcam lo captaría a contraluz. Esto incluirá evitar fuentes de luz cenitales en el caso de tener la webcam sobre la mesa o superficie de trabajo, y enfocada hacia arriba para captar al usuario correctamente.

## CONFIGURACIÓN Y USO DEL SINA

SINA cuenta con posibilidades de configuración para la adaptación de la herramienta a las características y necesidades del usuario. Los parámetros principales de configuración son:

- X e Y. Se trata de la ganancia de movimiento del puntero en la pantalla respecto al movimiento que realiza el usuario y detecta la webcam. Es decir, un mismo movimiento realizado por el usuario se verá amplificado horizontal y verticalmente en la pantalla conforme se configuren X e Y mayores, respectivamente.
- Tiempo de clic. Es el tiempo (en frames por segundo) que se debe mantener el cursor estático para que se realice el clic (o el evento que esté seleccionado en ese momento).
- Rango de clic. Es el área de zona activa (en píxeles) en la que el cursor ejecutará los eventos. Se trata del área que cubre un clic, doble clic, etc.

	Pautas ergonómicas para el acceso al ordenador mediante SINA de usuarios con grandes discapacidades motoras	<b>Versión 03</b>
		Fecha: julio 2011

Estos parámetros pueden configurarse en el perfil de usuario, guardándolos en un fichero de configuración con el nombre de usuario dentro del directorio “perfiles” de la carpeta SINAv2.

La configuración inicial para cualquier usuario será poco precisa, exploratoria. Se deberá observar al usuario para determinar qué movimientos le favorecen más y potenciarlos, y cuáles le perjudican, para hacerle ver que los debe evitar.

Aquellos usuarios con movilidad reducida de cuello y cabeza requerirán una configuración de X e Y más alta, para convertir cualquier pequeño movimiento que sean capaces de realizar en movimientos funcionales y amplios en la pantalla. Esto implicará la pérdida de precisión en pantalla.

Los usuarios con movimiento cervical conservado y capaces de controlar los desplazamientos podrán trabajar con mayor precisión con X e Y más reducidas, aunque esto requerirá mayores desplazamientos reales de la cabeza. Se deberá controlar que los movimientos necesarios para recorrer la pantalla no sean excesivos para la amplitud de movimiento recomendable para el usuario.

Los usuarios que realicen tareas de navegación, procesador de texto, etc, con software ordinario deberán tener la Y baja y el rango de clic bajo para conservar la precisión de los movimientos verticales, ya que de otra manera se dificultará la selección de los ítems deseados en los menús desplegados.

El tiempo de clic también se deberá ajustar a las características individuales del usuario, en este caso al control de los movimientos y la precisión de los mismos. Aquellos usuarios que realicen movimientos funcionales y controlados podrán tener una configuración con un tiempo de clic más elevado, de manera que se eviten clics accidentales y repetidos. Los usuarios que tengan más dificultades para controlar movimientos requerirán una configuración con un tiempo de clic inferior, de manera que se faciliten las acciones a realizar con el cursor.

El rango de clic se relaciona con la precisión del usuario y la exigencia de las tareas, ya que si las tareas que desarrolla habitualmente implican clicar sobre iconos o imágenes




pequeñas, el rango de clic deberá ser menor. Si lo que se busca es abarcar una mayor área por falta de precisión del usuario, se deberán configurar rangos de clic mayores.

Capacidad funcional del usuario	Configuración recomendada
Movilidad conservada o no muy afectada. Control de movimientos y control de la cabeza en una posición concreta.	X, Y: no muy altas (10-15) Tiempo de clic: alto (15-25) Rango de clic: bajo (15)
Movilidad conservada o no muy afectada. Dificultades para el control de movimientos y/o de mantenimiento de la cabeza en una posición concreta.  Posible aparición de movimientos incontrolados que interfieran en la actividad.	X, Y: no muy altas (10-15) Tiempo de clic: bajo (5-15) Rango de clic: alto (20-30)
Movilidad reducida, en varias direcciones. Control de movimientos y control de la cabeza en una posición concreta.	X, Y: altas (+20) Tiempo de clic: medio (15 aprox) Rango de clic: bajo (15)
Movilidad reducida, en varias direcciones. Dificultades para el control de la cabeza en una posición concreta.  Aparición de movimientos incontrolados	X, Y: altas (+20) Tiempo de clic: bajo (5-15) Rango de clic: alto (20-30)

Los parámetros que aquí se proponen tienen como objetivo ser un punto de partida para cada tipo de usuario. La configuración final para cada usuario deberá ser fruto del proceso de exploración de parámetros y el ajuste e individualización de los mismos.

Debe tenerse en cuenta que los parámetros finales de X e Y no tienen porqué coincidir, siendo normalmente el parámetro X menor que el Y.

Aquellos usuarios que, por las características de la silla de ruedas, el mobiliario, o por una postura de referencia en apoyo posterior, queden alejados de la pantalla, pueden requerir X e Y muy altas debido a la distancia del usuario a la webcam, configuración que no permitirá el trabajo de tareas de precisión. En estos casos es recomendable el uso del zoom de la webcam, si se dispone de él, o bien de un brazo articulado que permita la colocación de la webcam a una distancia menor, permitiendo así minimizar las X y las Y necesarias, y por tanto una mayor precisión (Fig. 8(b)).

	Pautas ergonómicas para el acceso al ordenador mediante SINA de usuarios con grandes discapacidades motoras	<b>Versión 03</b>
		Fecha: julio 2011

Se deberá garantizar que, al llegar con el cursor a un extremo de la pantalla, el usuario sigue viéndola correctamente. Es decir, ningún movimiento debe ser tan amplio como para que el usuario al realizarlo no vea qué está haciendo. Para evitar esto, se puede:


- Aumentar la configuración de la X, de manera que para llegar a los extremos de la pantalla no se requieran movimientos tan amplios
- Regular la altura de la pantalla, de manera que quede en el campo de visión en todo momento.
- Regular la webcam, ya que puede estar alta o enfocando a un punto elevado.

Los bordes de la pantalla y las esquinas de la misma son lugares estables para el cursor. Es decir, aunque el usuario realice movimiento más allá del borde o esquina, el cursor permanece en el límite de la pantalla. Esto puede ser utilizado como estrategia funcional, de manera que facilite la llegada a localizaciones cercanas a un borde o esquina, o nos ayude a regular el cursor si en algún momento no está bien ajustado, pero también puede dar lugar a acciones indeseadas, que se deben prever.

Las acciones como Cerrar, Minimizar, Maximizar, Volver, etc suelen quedar en los bordes o esquinas de la pantalla, y es fácil que accidentalmente se cierren programas (esquina superior derecha), se active el menú Inicio de Windows (esquina inferior izquierda), por ejemplo. Para evitar estas situaciones se pueden seguir diferentes estrategias:

- Si se dispone de la versión adecuada del SINA, se podrá limitar la pantalla útil a un área menor, dejando las acciones no deseadas fuera del área de trabajo del usuario.
- Se puede desplazar la ventana del programa que se esté utilizando en ese momento, de tal manera que las acciones Minimizar, Maximizar y Cerrar queden fuera de la pantalla.

Algunos programas permiten que la botonera del SINA permanezca por encima de cualquier ventana, tapando tanto la visión como las funciones de aquello que queda debajo. Esto se puede aprovechar para colocar la botonera del SINA sobre aquellos botones o acciones que puedan activarse de manera accidental.

	Pautas ergonómicas para el acceso al ordenador mediante SINA de usuarios con grandes discapacidades motoras	<b>Versión 03</b>
		Fecha: julio 2011

La configuración de los parámetros del SINA, una vez ajustada al usuario, no debe ser estática, sino que puede cambiar según la evolución del usuario. También pueden variar puntualmente debido a variaciones en el estado de ánimo y motivación del usuario, a posibles alteraciones temporales de su estado de salud y sus capacidades, etc.

Nota:

Algunos usuarios pueden tener configurado más de un perfil, con los parámetros adecuados a tareas de diferentes características, que requieran rangos de movimiento y precisión distintas.

### El punto de referencia del SINA

La botonera del SINA cuenta con una pequeña imagen de lo que reproduce la webcam, con una cruz sobre ella cuando el SINA ha reconocido un punto de referencia. El punto central de la cruz corresponde al punto de referencia (normalmente la nariz del usuario). Esta imagen sirve para comprobar en todo momento que el usuario está correctamente localizado (fig. 11).

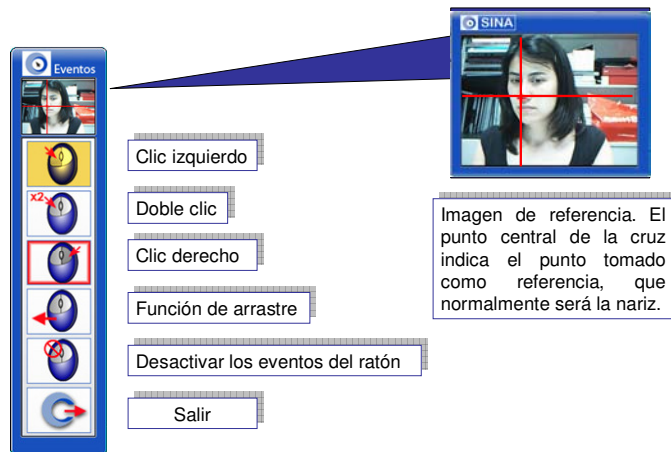


Figura 11. Botonera del SINA e imagen de referencia.

Pueden darse situaciones en que, durante la sesión de trabajo, el SINA pierda la referencia (cambios de iluminación, movimientos bruscos del usuario u otras personas, desplazamiento del usuario fuera del campo de visión de la webcam, etc). La mayoría de veces el SINA recupera por sí solo el punto de referencia una vez el usuario vuelve a estar frente a la webcam. Sin embargo, hay ocasiones en las que el nuevo punto de

referencia es incorrecto, o la recuperación del punto de referencia no es espontánea.

En estos casos se pueden realizar las siguientes acciones:

- Pasar la mano por delante de la webcam. Este movimiento lo puede realizar el propio usuario, si tiene capacidad para ello, o bien la persona que le acompañe durante la sesión.
- Movimiento brusco del usuario (hacia un punto en el que quede fuera de la pantalla) y vuelta a la posición central.

En aquellos usuarios que no comprendan la función de la imagen pequeña con la cruz, y por tanto no detecten las situaciones de pérdidas de referencia o localizaciones incorrectas del punto de referencia del SINA, será tarea de las personas que los acompañen en las sesiones la vigilancia de estos aspectos. Se debe tener en cuenta que el incorrecto ajuste del punto de referencia puede dar lugar a situaciones de frustración o desmotivación, o de fatiga, debido al esfuerzo del usuario por realizar movimientos no fructíferos.

En ocasiones el cursor puede no estar bien regulado con el movimiento que realiza el usuario, sobre todo en desplazamiento vertical, dándose situaciones en las que el usuario por mucho que baje la cabeza no es capaz de alcanzar con el cursor la parte inferior de la pantalla. Una posible solución es realizar un movimiento de elevación de la cabeza hasta salir de la pantalla hará que el cursor quede en la parte superior, y el movimiento de vuelta hacia abajo hará que se regule de nuevo el cursor con el movimiento, permitiendo así llegar a la parte inferior de la pantalla.

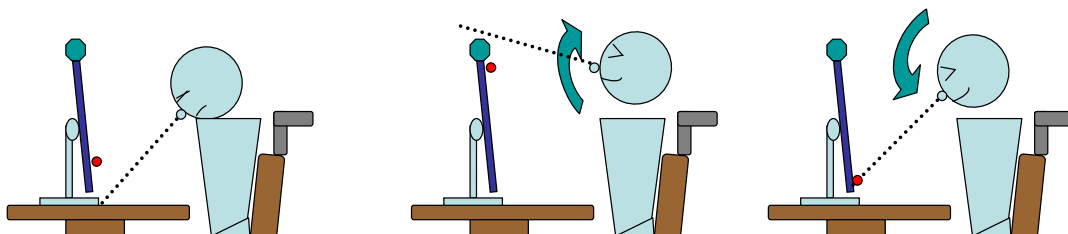



Figura 12. Estrategias de recuperación funcional del cursor.

	Pautas ergonómicas para el acceso al ordenador mediante SINA de usuarios con grandes discapacidades motoras	<b>Versión 03</b>
		Fecha: julio 2011

De la misma manera, cuando el problema sea el alcance de la parte superior de la pantalla, el movimiento que se deberá hacer será de bajada hasta salir de la pantalla, y de vuelta hacia la parte superior para regular de nuevo el cursor.

Esta estrategia se podrá utilizar también en situaciones en que el problema sea el alcance de los extremos laterales de la pantalla.

## **DURACIÓN Y DESARROLLO DE LAS SESIONES**

Se recomienda que las sesiones de aprendizaje y entrenamiento del SINA tengan una duración de 30 minutos, con el fin de prevenir la fatiga física y mental de los usuarios. Dentro de este tiempo nos encontraremos con un tiempo inicial menos productivo por parte del usuario, aumentando posteriormente la precisión y coordinación de movimientos.

Las sesiones iniciales se dedicarán a actividades muy lúdicas, muy orientadas al nivel cognitivo del usuario, para evitar situaciones de frustración.

El papel de la persona que acompaña al usuario en sesiones iniciales con el SINA es de guía. Se debe procurar que el usuario, por sí solo o con guía y apoyo, realice la asociación entre la acción que realiza y lo que ocurre en la pantalla.

Aquellos usuarios con nivel cognitivo alto y experiencia previa con el ordenador no precisarán de este trabajo de asociación, pero sí de entrenamiento del control de los movimientos del cursor con el SINA. Este tipo de usuarios pueden realizar sesiones más largas con el SINA, llegando a trabajar varias horas con dicha herramienta. En este caso, se realizarán pausas periódicas para evitar la fatiga, adaptándose al ritmo de trabajo del usuario y a sus necesidades y características.

Hay que recordar que se debe ser paciente, tanto el usuario como (sobre todo) la persona que esté junto a él. Las necesidades de tiempo y el nivel de concentración y tolerancia de la frustración son diferentes en cada usuario, y se deberán respetar.

Para cualquier duda con el uso de la aplicación, consultar con el equipo de desarrollo de la aplicación SINA por medio de la página Web del proyecto SINA:

<http://sina.uib.es/>



# GUÍA RÁPIDA



Pautas ergonómicas para el acceso al ordenador mediante SINA  
de usuarios con grandes discapacidades motoras

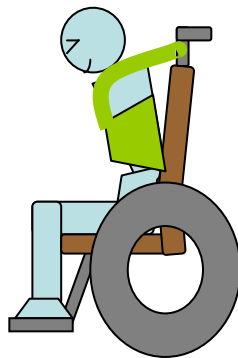
**Versión 03**

Fecha: julio 2011

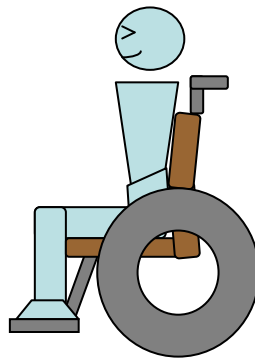
## **PAUTAS ERGONÓMICAS PARA EL ACCESO AL ORDENADOR MEDIANTE SINA DE USUARIOS CON GRANDES DISCAPACIDADES MOTORAS**

Con el fin de ajustar los elementos del mobiliario y el equipo informático al usuario, se deberá identificar primero la postura en que trabajará, para posteriormente ir ajustando los diferentes elementos según se indica en cada apartado.

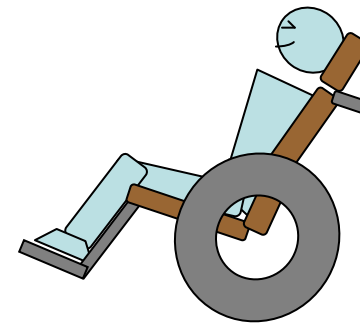
- Apoyo anterior (a). Usuarios que mantienen una postura inclinada hacia delante. Es posible que lleven elementos de estabilización pero no sean suficientes para mantener la postura erguida recomendable debido a falta de tono muscular, alteraciones morfológicas u otras causas.
- Erguido o con apoyo medio (b). Usuarios con posición erguida en la silla, con elementos de estabilización o sin ellos, con control cefálico.
- Apoyo posterior o reclinado (c). Usuarios con mayor inclinación posterior de la silla, por lo que realizan un apoyo completamente posterior de tronco, con o sin elementos de estabilización y con reposacabezas por falta de control cefálico.



(a)



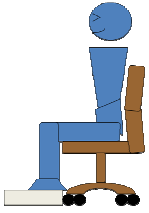

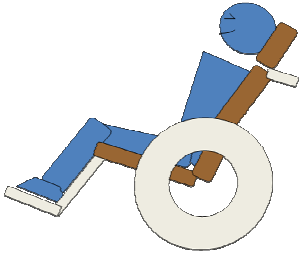
(b)



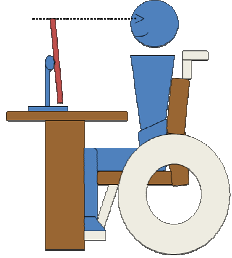
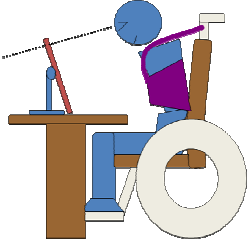
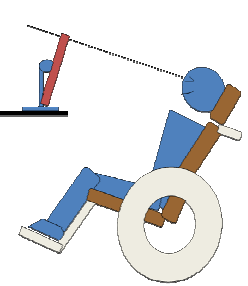
(c)

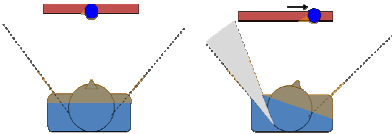
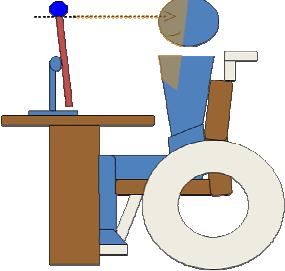
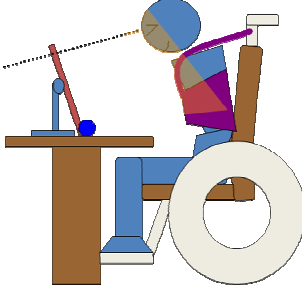
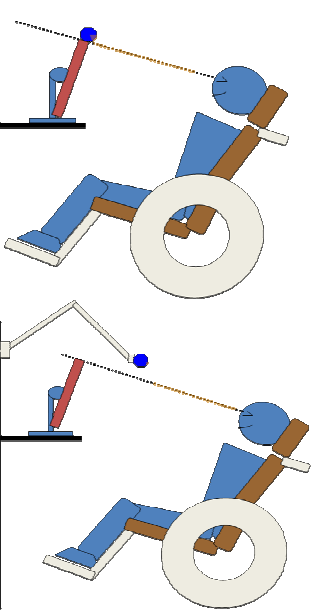


**AJUSTES DEL MOBILIARIO Y DEL EQUIPO INFORMÁTICO**

	<b>Pauta general</b>	<b>Erguido</b>	<b>Apoyo anterior</b>	<b>Apoyo posterior</b>
<b>SILLA</b>	<p>Regulable mínimo en altura de asiento, y altura e inclinación de respaldo.</p> <p>El usuario deberá estar sentado con la espalda apoyada en el respaldo, muslos horizontales y piernas verticales, con los pies apoyados.</p> <p>Estrategias de fijación, para evitar movimientos incontrolados o pérdida de la postura:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Sujetar los brazos con muslos o rodillas del usuario.</li> <li>- Sujetar los brazos utilizando las cinchas o peto del usuario.</li> <li>- Apoyo de brazos en la mes.</li> <li>- Agarre del joystick sobre la mesa.</li> </ul>	<p>Silla estándar</p> 	<p>Silla estándar</p>  <p>Al apoyarse delante, no será posible el apoyo en el respaldo.</p>	<p>Silla de ruedas propia</p>  <p>Inclinación posterior de la silla, con reposacabezas. El tronco, muslos y piernas formarán ángulos ligeramente más abiertos que en los otros casos.</p>
<b>MESA</b>	<p>Regulable: ajustar a la altura de los codos del usuario.</p> <p>No regulable: ajustar otros elementos</p>	<p>Si no es regulable, se debe ajustar la altura de la silla a la de la mesa, e introducir un reposapiés si es necesario.</p>	<p>Si no es regulable, se debe ajustar la altura de la silla a la de la mesa, e introducir un reposapiés si es necesario.</p>	<p>Regular por encima de la altura de las rodillas del usuario.</p> <p>Si no es regulable, se ajustarán otros elementos. Valorar la sustitución de la mesa por un soporte de pantalla.</p>



	<b>Pauta general</b>	<b>Erguido</b>	<b>Apoyo anterior</b>	<b>Apoyo posterior</b>
<b>PANTALLA</b>	<p>Plana, al menos de 12", regulable en altura, giro e inclinación. Deberá colocarse evitando deslumbramientos. Distancia 40-85cm (en niños puede reducirse hasta 20-30cm) Altura e inclinación: parte superior de la pantalla ajustada a línea de los ojos del usuario, inclinación ajustada al ángulo de la línea de visión.</p>			


	Pauta general	Erguido	Apoyo anterior	Apoyo posterior
<b>WEBCAM</b>	<p>Frente a la línea de los ojos del usuario y con la lente dirigida a ella, captando toda la movilidad.</p> <p>Centrada en pantalla, excepto si hay limitación de la movilidad o de la posición de referencia de la cabeza, en cuyo caso se desplazará hasta colocarse frente al usuario.</p> 		 <p>Colocación sobre la mesa o soporte. Se debe prestar especial atención a la orientación de la lente.</p>	 <p>Si sobre la pantalla queda muy alejada, puede colocarse más cerca mediante un brazo articulado. Se debe prestar especial atención a la orientación de la lente.</p>

### AJUSTES DE CONFIGURACIÓN DEL SINA

Los parámetros principales de configuración son:


- X e Y. Se trata de la ganancia de movimiento del puntero en la pantalla respecto al movimiento que realiza el usuario y detecta la webcam. Es decir, un mismo movimiento realizado por el usuario se verá amplificado horizontal y verticalmente en la pantalla conforme se configuren X e Y mayores, respectivamente.
- Tiempo de clic. Es el tiempo (en frames por segundo) que se debe mantener el cursor estático para que se realice el clic (o el evento que esté seleccionado en ese momento).
- Rango de clic. Es el área de zona activa (en píxeles) en la que el cursor ejecutará los eventos. Se trata del área que cubre un clic, doble clic, etc.

Capacidad funcional del usuario	Configuración recomendada
Movilidad conservada o no muy afectada. Control de movimientos y control de la cabeza en una posición concreta.	X, Y: no muy altas (10-15) Tiempo de clic: alto (15-25) Rango de clic: bajo (15)
Movilidad conservada o no muy afectada. Dificultades para el control de movimientos y/o de mantenimiento de la cabeza en una posición concreta. Posible aparición de movimientos incontrolados que interfieran en la actividad.	X, Y: no muy altas (10-15) Tiempo de clic: bajo (5-15) Rango de clic: alto (20-30)
Movilidad reducida, en varias direcciones. Control de movimientos y control de la cabeza en una posición concreta.	X, Y: altas (+20) Tiempo de clic: medio (15 aprox) Rango de clic: bajo (15)
Movilidad reducida, en varias direcciones. Dificultades para el control de la cabeza en una posición concreta. Aparición de movimientos incontrolados	X, Y: altas (+20) Tiempo de clic: bajo (5-15) Rango de clic: alto (20-30)

	Pautas ergonómicas para el acceso al ordenador mediante SINA de usuarios con grandes discapacidades motoras	<b>Versión 03</b>
		Fecha: julio 2011


**Notas:**

- Los usuarios que queden alejados de la pantalla pueden requerir X e Y muy altas debido a la distancia del usuario a la webcam, configuración que reduce la precisión. En estos casos es recomendable el uso del zoom de la webcam, o bien de un brazo articulado que permita la colocación de la webcam a una distancia menor, permitiendo así minimizar las X y las Y necesarias, y por tanto una mayor precisión.
- Los usuarios que realicen tareas de navegación, procesador de texto u otras con software ordinario deberán tener el eje Y y el rango bajos para conservar la precisión de los movimientos verticales, ya que de otra manera se dificultará la selección de los ítems deseados en los menús desplegados.
- Se debe garantizar que el usuario visualiza correctamente la pantalla sea cual sea el movimiento que esté realizando.
- Los bordes de la pantalla y las esquinas de la misma son lugares estables para el cursor, lo puede ser utilizado como estrategia para llegar más fácilmente a localizaciones cercanas a un borde o esquina.
- La configuración de los parámetros del SINA no es estática, sino que debe acompañar a la evolución del usuario y a sus condiciones y necesidades en cada momento.

	Pautas ergonómicas para el acceso al ordenador mediante SINA de usuarios con grandes discapacidades motoras	<b>Versión 03</b>
		Fecha: julio 2011

### **DURACIÓN Y DESARROLLO DE LAS SESIONES**

- Se recomienda que las sesiones de aprendizaje y entrenamiento del SINA tengan una duración de **30 minutos**. Dentro de este tiempo nos encontraremos con un tiempo inicial menos productivo por parte del usuario, aumentando posteriormente la precisión y coordinación de movimientos.
- Las sesiones iniciales se dedicarán a actividades muy lúdicas, muy orientadas al nivel cognitivo del usuario, para evitar situaciones de frustración.
- El papel de la persona que acompaña al usuario en sesiones iniciales con el SINA es de guía, facilitando la asociación entre la acción que realiza el usuario y lo que ocurre en la pantalla.
- Aquellos usuarios con nivel cognitivo alto y experiencia previa con el ordenador no precisarán de este trabajo de asociación, pero sí de entrenamiento del control de los movimientos del cursor con el SINA.
- Los usuarios que realicen sesiones largas con el ordenador deberán introducir pausas periódicas para evitar la fatiga.
- Las necesidades de tiempo y el nivel de concentración y tolerancia de la frustración son diferentes en cada usuario, y se deberán respetar.

	Para cualquier duda con el uso de la aplicación, consultar con el equipo de desarrollo de la aplicación SINA por medio de la página Web del proyecto SINA:  <a href="http://sina.uib.es/">http://sina.uib.es/</a>
---	---