

Computadoras y la Inclusión de los No Videntes

Tesis Final de Carrera

Integrantes:

- Güimil Estefanía Eleana (LU: 83706)
- Sacristán Yesica Lorena (LU: 82086)

Director: Larrea, Martín
Co-Director: Urribarri, Dana

2015

Índice

Capítulo 1 Introducción	5
Introducción al tema	6
Objetivos	7
Objetivo General:.....	7
Objetivos Específicos:	7
Metodología a emplear	7
Estructura de la tesis.....	7
Capítulo 2 Introducción al HCI	9
Introducción	10
Objetivos	10
Evolución.....	11
Disciplinas que contribuyen a HCI.....	23
• Ciencias de la computación	23
• Psicología cognitiva	23
• Psicología social y organizacional	24
• Ergonomía o factores humanos	24
• Lingüística	24
• Inteligencia Artificial	25
• Filosofía, Sociología y Antropología	25
• Ingeniería y diseño	26
Diseño	26
HCI una práctica interdisciplinaria	29
Componentes	30
Funcionalidad del Sistema	31
Ambiente de Trabajo	31
Tecnología.....	31
Usuarios	35
Personas con discapacidades visuales.....	35
No videntes y su interacción con la tecnología	37
Capítulo 3 Antecedentes	39
Dispositivos, aplicaciones y juegos para no videntes	40
Juegos para personas no videntes	48
Conclusiones del Capítulo	61

Capítulo 4 Propuesta del Juego63

Introducción	64
Objetivos.....	65
Propuesta del juego	65
El juego y los sonidos	66
Ayudas dentro del juego	67
Controles.....	68
Interfaz Gráfica	68
Modo pantalla negra.....	69
Niveles de dificultad.....	69
Historia del Juego	69
Casos de Uso.....	70
Requerimientos funcionales:.....	71
Antes de entrar al juego	72
Una vez dentro del juego.....	72
Requerimientos no funcionales:	72

Capítulo 5 Desarrollo74

Introducción	75
Lenguaje y Entorno de Desarrollo.....	75
Librerías Utilizadas.....	75
Imágenes y Sonidos	76
Movimiento.....	79
Rango de Audición	79
Modos de Pantalla	80
Mapas	82
Niveles de Dificultad	82
Ayudas	85
Teclado o Joystick	86
Propiedades de las Ventanas.....	87
Diagrama UML de las Clases	88
Clases	89
Audio.....	89
Celda	90

Enemigo	91
GPS.....	92
Imágenes.....	92
Laberinto.....	93
Ideas originales - Cambios	96
• Rango auditivo	96
• Modos de pantalla	96
• GPS como una ayuda	97
• Imágenes.....	97
• Prueba de controles.....	97
• Recordatorio del GPS	98
Tipo de Licencia	98
Capítulo 6 Pruebas con Usuarios	99
Introducción	100
Metodología	100
Usuario Invidente	100
Perfil del Usuario	100
Tareas a realizar:.....	101
Incógnitas:	101
Conclusiones.....	102
Usuario Vidente	102
Conclusiones por Usuario	103
Conclusión General	104
Capítulo 7 Conclusiones y Trabajo Futuro	106
Conclusión.....	107
Trabajo a futuro.....	109
Referencias	111

Capítulo 1

Introducción

Introducción al tema

La Interacción Humano-Computadora (HCI – Human Computer Interaction), es el estudio de la interacción entre el ser humano, las computadoras y las tareas que se desarrollan [(1)]. A través de su estudio se busca incrementar la satisfacción de los usuarios finales y reducir su esfuerzo al realizar las tareas en la computadora.

La interacción antes mencionada requiere medios de comunicación entre las partes para que se pueda dar el intercambio de información, y de esta manera se puedan llevar a cabo las acciones apropiadas dependiendo de su estado y el de su entorno.

El intercambio de información o comunicación se realiza mediante interfaces, estas representan los medios a través de los cuales se realiza la transmisión o recepción de información. Para este intercambio se requieren mecanismos o medios de recepción de datos (sensores, etc.), y medios de transmisión de información (generadores de señales físicas, eléctricas, químicas, mecánicas, visuales, etc.).

El avance de la tecnología, y en particular las mejoras en las interfaces gráficas de los sistemas operativos, además del predominio de las imágenes y del uso de estímulos visuales como medio para proveer información, hace que surja una gran incógnita ¿qué pasa con aquellas personas cuyo sentido de la vista se ve afectado de forma parcial o totalmente? ¿Existe acaso un avance equitativo en el desarrollo de aplicaciones para personas no videntes? Y aun más ¿qué sucede si el problema no recae en la discapacidad visual en sí misma, sino en la toma de conciencia por parte de la sociedad?

Las personas con ceguera y/o deficiencia visual tienen que buscar, medios y modos alternativos de acceso, para que la falta de visión no represente más limitaciones de las estrictamente necesarias [(2)]. En el caso de ceguera total el oído y el tacto pasan a ser los principales canales en la recepción de la información, mientras que para las personas con deficiencia visual el resto de visión que poseen es un recurso más a utilizar.

Al momento de desarrollar aplicaciones para este tipo de usuarios, es necesario que la información de las mismas se provea mediante alternativas que no estén basadas en la vista. Ya que normalmente se apoyan en lectores de pantalla y en teclados como sistema de entrada a la hora de interactuar con las computadoras.

En el presente Proyecto Final se busca mostrar y evaluar las distintas formas en las que una persona no vidente interactúa con una computadora. Como parte de la propuesta y en base a las conclusiones obtenidas, se desarrollará un juego que se adecue de la mejor forma a las capacidades del usuario, y que le permita en lo posible interactuar en un entorno de forma totalmente independiente.

Objetivos

Objetivo General:

- Realizar una investigación general sobre la interacción humano-computadora y su relación con los no videntes. En base a la misma, desarrollar un juego que ponga en práctica lo aprendido.

Objetivos Específicos:

- Apuntar la investigación a dispositivos, aplicaciones y, en particular, a juegos existentes para poder obtener las mejores características de cada uno.
- Encontrar la interfaz de entrada que mejor se adapte, teniendo en cuenta que sea económica y fácil de usar.
- Diseñar el juego de modo tal que los usuarios no videntes puedan usarlo con total independencia.
- Lograr que el juego sea inclusivo y pueda ser usado tanto por videntes como no videntes, de forma tal que ambos se encuentren en las mismas condiciones.

Metodología a emplear

Se llevará a cabo en primera instancia un estudio de los usuarios de computadoras no videntes con el fin de conocer sus características. A su vez, se relevará información sobre tecnologías ya existentes. Luego se definirá el cronograma de trabajo y las actividades a realizar para lograr una mejor organización. Como primera actividad del cronograma se redactarán las conclusiones de la investigación realizada, reflejando lo estudiado anteriormente. A continuación se determinará el perfil del usuario para el cual se desarrolla el juego y una vez hecho esto se diseñará el juego con su posterior desarrollo. En última instancia se realizarán las pruebas correspondientes para determinar el nivel de adecuación del trabajo a las necesidades del usuario y se procederá a extraer las conclusiones globales del proyecto.

Estructura de la tesis

En el Capítulo 2, titulado “Introducción al HCI”, se presentan los temas relacionados con la disciplina HCI y una descripción detallada de los usuarios no videntes. En el Capítulo 3, “Antecedentes”, se expone una revisión de los antecedentes en cuanto a dispositivos, aplicaciones y juegos que se han desarrollado para personas no videntes. En el Capítulo 4, “Propuesta del juego”, se introduce la idea del juego a desarrollar. En el Capítulo 5,

“Desarrollo”, se detallan la forma en que se implementaron las características más relevantes del juego. En el Capítulo 6, “Pruebas con Usuarios”, se presentan las pruebas realizadas tanto a usuarios videntes como a no videntes. Y por último, en el Capítulo 7, titulado “Conclusiones y Trabajo a Futuro”, se formulan las conclusiones obtenidas y el trabajo a realizar en un futuro.

Capítulo 2

Introducción al HCI

Introducción

La comodidad en la utilización de las herramientas de trabajo se ha buscado desde el comienzo de los tiempos, y ha tenido como finalidad que las mismas sean usables, seguras y sobre todo funcionales. La explosión en los años 70 de la tecnología provocó que la comunicación directa que se da entre los humanos y las computadoras se convirtiera en una preocupación tanto de los diseñadores como de los investigadores. Y a partir de dicha preocupación surge un nuevo campo de estudio llamado Interacción Humano-Computadora (HCI), término que resultó más amplio que solo el diseño de interfaces, ya que se ocupó además de todos los aspectos relacionados con la interacción.

Con el paso del tiempo la definición de HCI fue cambiando, según Baecker and Buxton [(3)] (pág. 40) “la interacción Humano-Computadora es un conjunto de procesos, diálogos y acciones a través de las cuales una persona emplea e interactúa con una computadora”. Una definición más reciente y más amplia es la brindada por ACM SIGCHI [(4)] (pág. 6), estipula que “la Interacción Humano-Computadora es una disciplina que estudia el diseño, evaluación e implementación de sistemas interactivos para el uso humano junto con el estudio de los principales fenómenos que los rodean”.

Este capítulo se dedica a realizar una breve recorrida de las cuestiones vinculadas al HCI usando como referencia la estructura del libro [(5)]. Se abarca su definición, sus objetivos, la evolución a través de los años, sus campos de acción y las áreas que interactúan con ella, la importancia del diseño y sus componentes. Cuestiones que ayudarán a comprender el resto de los capítulos. Además se da una síntesis sobre el HCI orientado a usuarios no videntes que serán el foco de este proyecto.

Objetivos

Los objetivos del HCI se pueden resumir en *producir sistemas usables y seguros, así como funcionales*. Es decir, desarrollar o mejorar la seguridad, la utilidad, la eficacia, la eficiencia y la usabilidad de los sistemas que incluyen las computadoras:

- Cuando hablamos de *sistemas* nos referimos no solo al hardware y software, sino a todo el ambiente que usa o es afectado por la tecnología en cuestión.
- Cuando hacemos mención de la *utilidad* nos referimos a la funcionalidad del sistema, lo que dicho en otras palabras sería, las cosas que el mismo puede hacer.

- Hablar de *eficiencia y eficacia*, e intentar desarrollar o mejorar las aplicaciones según estos conceptos, son objetivos evidentes y omnipresentes en sí mismos.
- Promover la *seguridad* en relación con los sistemas informáticos es de suma importancia en el diseño de sistemas de seguridad crítica.
- Por último, y siendo uno de los conceptos claves en HCI, desarrollar o mejorar la *usabilidad* es ocuparse de que los sistemas sean fáciles de aprender y de utilizar. Al contrario de lo que muchas personas piensan, ofrecer gran cantidad de funciones no es necesariamente la forma de asegurar buena usabilidad.

La ISO (International Standards Organization) [(6)], define a la usabilidad como: la efectividad, eficiencia y satisfacción con la que un producto permite alcanzar objetivos específicos a usuarios específicos en un contexto de uso específico.

Para lograr sistemas informáticos con una buena usabilidad, los especialistas de HCI deben esforzarse por comprender los factores que determinan cómo las personas efectivamente trabajan y hacen uso de la tecnología, y traducir ese entendimiento en el desarrollo de herramientas y técnicas para ayudar a los diseñadores a garantizar que los sistemas son adecuados para las actividades que las personas van a realizar. Logrando con esto eficiencia, efectividad e interacción segura, en términos de la interacción individual humano-computadora y la interacción grupal.

Las personas no deberían tener que cambiar radicalmente para “encajar con los sistemas”, el sistema debería ser diseñado para que coincida con sus necesidades.

Evolución

Toda HCI tiene lugar dentro de un contexto social y organizacional. Diferentes tipos de aplicaciones son requeridas para diferentes propósitos y se debe tener cuidado en la división de las tareas entre los humanos y las computadoras, asegurándose de que las actividades creativas y que no implican algo rutinario sean asignadas a los humanos y las que son repetitivas y rutinarias sean otorgadas a las máquinas. Es importante conocer las habilidades psicológicas y fisiológicas humanas, pero es más importante aún conocer sus limitaciones. Similarmente, es esencial conocer sobre el rango de posibilidades ofrecidas por el hardware y software de las computadoras, de forma tal que el conocimiento de los seres humanos pueda ser asignado a la tecnología apropiada.

La [Figura 1](#) muestra los principales temas que conforman la disciplina HCI, la cual implica conocer cosas tales como el procesamiento de información humana, lenguaje, comunicación, interacción y ergonomía.

Como se muestra en la parte inferior de la [Figura 1](#) los principales temas a considerar por el lado de la tecnología incluyen: las técnicas de entrada y salida; las técnicas, el género, el estilo y la arquitectura de diálogo; y la computación gráfica. Este conocimiento tiene que ser incluido en forma conjunta de alguna manera en el diseño y desarrollo del sistema informático con buena HCI.

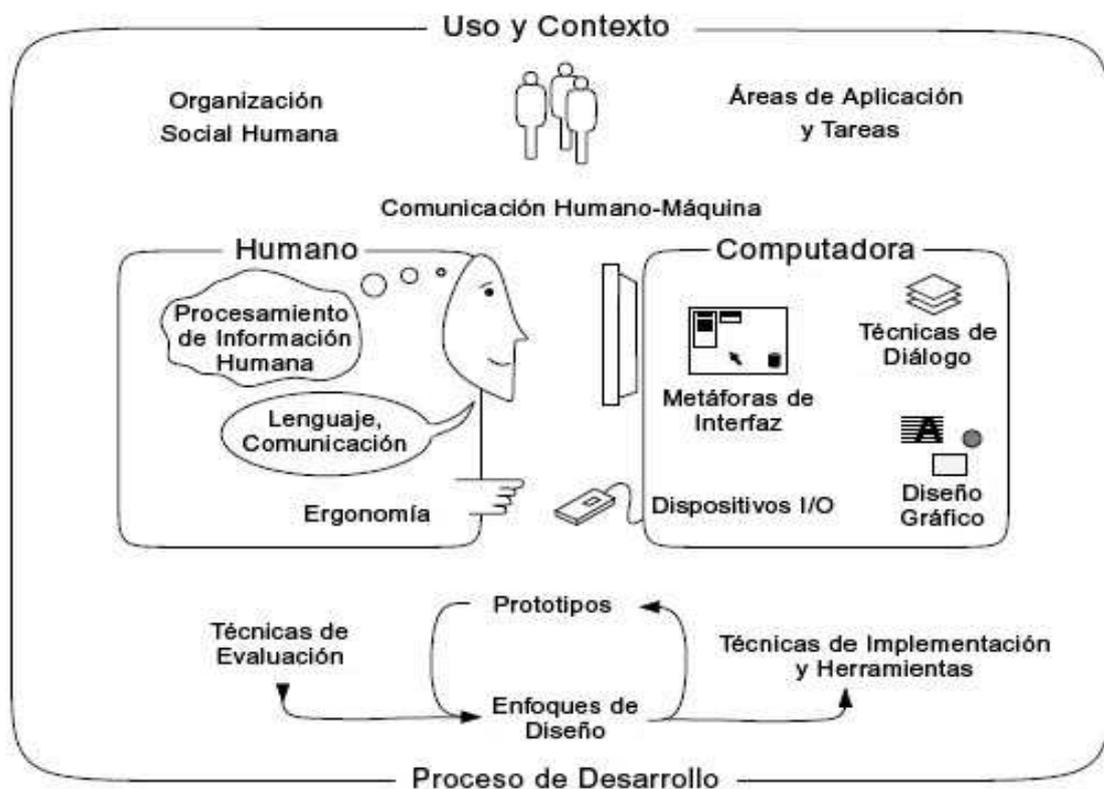


Figura 1. Partes que conforman la disciplina HCI.

Aunque la mayoría de estos temas han sido reconocidos como parte de HCI por algún tiempo, el equilibrio de intereses en diversos temas ha cambiado con los años, en gran parte como respuesta al desarrollo tecnológico.

A continuación se hace un recorrido de los hechos más relevantes que influenciaron y permitieron el nacimiento del HCI y su evolución [(7)].

70s y principios de los 80s: En 1970, Brian Shackel fundó la Human Sciences and Advanced Technology (HUSAT) en la universidad Loughborough en el Reino Unido; la cual se dedicó a la investigación de la ergonomía destacando la HCI. Sid Smith y otros ingenieros de factores humanos se dedicaron a examinar la entrada y salida, sobre todo la representación de información en los displays pero también el lenguaje generado por las computadoras.

Los programadores, cambiaron su propio campo de acción a medida que surgían nuevas invenciones. En 1970 se fundó el Xerox Palo Alto Research Center (PARC) para avanzar en la tecnología informática mediante el desarrollo de nuevo hardware, lenguajes de programación, y entornos de programación

La HUSAT se enfocaba en la ergonomía, centrada en el uso no discrecional tradicional, siendo uno de sus componentes los factores humanos en la computación. En cambio PARC se centró en la computación, y en el uso discrecional, también uno de sus componentes fueron los factores humanos. Los investigadores de PARC y de otros lugares extendieron el enfoque perceptivo-motor de los factores humanos a un mayor nivel cognitivo. En HUSAT, influenciados por el diseño socio técnico, extendieron los factores humanos considerando a los factores organizativos.

Las empresas comenzaron a invertir en costosas computadoras empresariales para abordar las principales preocupaciones de la organización. Por momentos parecía que la principal preocupación era parecer modernos [(8)], pero cuando se comenzaban a usar, los administradores podían verse como operadores “esclavos” de la entrada de datos. Entonces los usuarios finales se resistían al uso de los sistemas, lo que se convirtió en una complicación importante de gestión. A raíz de esto surge un enfoque socio técnico para el diseño del sistema como una de las respuestas al problema; se educó a trabajadores teniendo en cuenta las posibilidades de la tecnología y se los involucró en el diseño, en parte, para aumentar la aceptación del producto resultante [(9)].

A mediados de los años '60 surgió el departamento de ciencias de computación. La computación gráfica fue una de las especializaciones de esta área siendo de principal importancia para el HCI. Además se originaron otros campos como la matemática aplicada siendo de principal uso para los investigadores de inteligencia artificial.

Las primeras máquinas capaces de realizar un trabajo interesante en estas áreas eran caras, por lo que los investigadores eran financiados para lograr el éxito técnico el cual era

el único criterio de satisfacción. La fundación ARPA bajo la dirección de Licklider, Sutherland y sus sucesores jugó un papel importante. La dependencia de la financiación masiva significaba que los investigadores se concentraran en unos pocos centros. Estos ambientes eran distintos a los entornos de carga y *timeshared* de la informática empresarial. Los usuarios en entornos de investigación eran técnicamente hábiles, por lo que tenían menos exigencias de mejoras en la interfaz de bajo nivel.

Las perspectivas de la computación gráfica y la IA que se desarrollaba en estos centros diferían de las investigaciones de HCI de esa época; que se enfocaban en reducir los costos y hacer sistemas menos capaces pero que se podían estudiar a fondo. Para el HCI, los avances en el hardware significan mayor capacidad en la computación a un bajo costo relativamente fijo. La computación gráfica y la IA en cambio requerían altos niveles de computación, por lo que los avances en el hardware significaban reducir el costo y mantener un nivel de computación fijo. Años después iban a surgir las computadoras capaces de soportar interfaces gráficas y programación de Inteligencia Artificial. Entre 1965 y 1980 algunos investigadores de ciencias de la computación se enfocaron en la interacción, lo cual fue la visión inicial de Sutherland.

En 1968 se creó un laboratorio de computación gráfica en la Universidad de Utah en el cual se formaron estudiantes, entre ellos Alan Kay y William Newman.

En 1973 llegó la Xerox Alto que fue un paso hacia la realización de la visión de Alan Kay de las computadoras personales. Como era demasiado costosa para ser ampliamente usada Alto nunca se convirtió en un producto. Sin embargo, era una máquina producida en volumen que apoyó las interfaces gráficas de usuario del tipo que Engelbart había prototipado.

De a poco se fue centrando el interés en la interacción. Newman expresó este resultado diciendo: “Everything changed -the computer graphics community got interested in realism, I remained interested in interaction, and I eventually found myself doing HCI “. Ron Baecker y Jim Foley fueron otros investigadores gráficos cuya atención se centró en las cuestiones más amplias de la interacción. Foley y Wallace en su publicación de 1974 [\[\(10\)\]](#) identificaron esta cuestión diciendo: “interactive graphics systems whose aim is good symbiosis between man and machine”. Luego el mismo año, durante la primera

conferencia de SIGGRAPH¹, 18 papers incluían los términos “interacción” o “interactivo” en sus títulos.

Aún la aplicación no estaba al alcance. La mayoría de las investigaciones de HCI se centraban en la interacción lograda con los comandos, los formularios y los menús. En general en esta década hubo un considerable interés por parte de los psicólogos en los aspectos de procesamiento de información del sistema informático. Temas como los nombres de los menús y profundidad versus amplitud en el diseño de los menús eran populares áreas de estudio.

En 1973 se lanzó el primer libro de HCI escrito por James Martin, *Desing of Man-Computer Dialogues*, que hace un estudio exhaustivo de las interfaces para la operación y la entrada de datos.

Principios y mediados de la década del 80s: también fueron dominados por la “usabilidad” de los sistemas informáticos de un solo usuario en respuesta a la explosión de las PC.

En 1980 la mayoría de las personas que se ocupaban de los sistemas de información (IS) y de los factores humanos y la ergonomía (HF&E) estaban preocupados por lograr mayor eficiencia en los costosos mainframes de la época. Casi sin darle importancia se fueron insertando en el mercado minicomputadoras basadas en tecnología LSI más económicas y con más capacidades. Cada vez más estudiantes y programadores comenzaron a adquirir estas mini computadoras creando un grupo de usuarios discrecionales².

Por primera vez, las compañías de software y computadoras se dirigían a gran cantidad de usuarios sin entrenamiento previo. Los usuarios comunes elegían usar las computadoras para hacer su trabajo. La psicología de los usuarios discrecionales comenzó a importarle a dos grupos: (a) Los psicólogos que les gustaba usar las computadoras y (b) las empresas de tecnología que planeaban vender sus productos a estos usuarios. Las empresas de informática y de telecomunicaciones contrataban a muchos psicólogos experimentales.

Varios investigadores notaron el cambio hacia una mayor discreción. Hace un cuarto de siglo, John Bennett en su publicación [(11)] predijo que el uso discrecional conduciría a

¹ Fundado en 1974, **SIGGRAPH** es el grupo de interés en infografía o computación gráfica de la ACM, y es también el nombre de la conferencia sobre el área organizada por el grupo de interés SIGGRAPH.

² Uso discrecional: que se hace de forma libre y prudencialmente.

una mayor preocupación por la usabilidad. Una década después, Liam Bannon en 1991 [\[\[12\]\]](#) señaló un cambio muy grande “de los factores humanos a los actores humanos”.

En 1980 en el libro *Human Interaction with Computers* de Harold Smith y Thomas Green, destacaban a los humanos como una parte del sistema. Y con respecto a los usuarios discrecionales, se los refería como gente no especialista. Smith y Green escribieron que no es suficiente saber qué pueden o no hacer las personas, sino que hay que esforzarse en establecer lo que las personas pueden y quieren hacer.

Este mismo año IBM se preparaba para lanzar su primera PC por lo que se puso mucho más énfasis en analizar el comportamiento de los usuarios, y se incorporaron psicólogos cognitivos a su grupo de trabajo.

Xerox PARC y sus colaboradores de la universidad Carnegie Mellon continuaron con proyectos que tuvieron una influencia singular. En 1981 lanzaron el Xerox Star que fue la primera estación de trabajo que tenía una interfaz gráfica para el usuario. A pesar de que no fue comercialmente exitosa influyó a investigadores y desarrolladores, incluso a la Macintosh.

Communications of the ACM³ creó en 1980 el departamento de Aspectos Humanos de la Computación. El siguiente año Tom Moran editó un número especial de *Computing Surveys* sobre la psicología de los usuarios de computadoras. También en 1981, el Special Interest Group on Social and Behavioral Science Computing (SIGSOC) de ACM extendió su campo de trabajo para cubrir el diseño y uso de software interactivo. En 1982 se realizó una conferencia en Gaithersburg, Maryland, sobre Factores Humanos en Sistemas de Computación. Poco después SIGSOC cambió su enfoque a la interacción entre humano-computadora y cambió su nombre a SIGHCI.

En 1983, se realizó la primera conferencia HCI que atrajo a más de 1.000 personas. Los psicólogos cognitivos en la industria fueron los que dominaron el programa.

³ Comunicaciones de la ACM es la revista mensual de la Association for Computing Machinery (ACM). Fue establecido en 1957 y se envió a todos los miembros de ACM. [1] Los artículos están destinados a lectores con experiencia en todas las áreas de los sistemas de ciencia y de información por computadora. La atención se centra en las implicaciones prácticas de los avances en la tecnología de la información y los problemas de gestión asociados; ACM también publica una variedad de revistas más teóricas.

La primera profesión que adoptaron los usuarios discrecionales fue la programación de computadoras, se reemplazó la codificación en papel por los editores de texto en terminales interactivas, PC's y minicomputadoras. Por lo que muchos papers de HCI como los de Ruven Brooks, Bill Curtis, Thomas Green, Ben Shneiderman y otros, siguieron el hilo de la investigación en psicología de programación.

Unas pocas empresas europeas producían software para el mercado masivo. La investigación europea favoreció el uso y el desarrollo interno. En la Universidad de Loughborough, HUSAT se centró en el diseño del trabajo (la división del trabajo entre las personas y los sistemas) y colaboró con el Institute for Consumer Ergonomics particularmente en la seguridad del producto. En 1984, en Loughborough se inició un programa de graduados de HCI que se basaba en factores humanos, la ingeniería industrial y la informática. La conferencia Internacional en HCI (INTERACT), que se celebró por primera vez en Londres en 1984 presidida por Shackel, lanzó nuevos investigadores en HF&E y HCI.

De a poco las áreas de HCI y factores humanos se separaron ya que no se habían integrado completamente. La mayoría de los psicólogos cognitivos se habían pasado al área de HCI y no estaban familiarizados con la investigación de los factores humanos. El HFS no volvió a patrocinar al CH, y sus investigadores desaparecieron del comité del programa de HCI.

El cambio se reflejó en el IBM T.J. Watson Research Center. John Gould y Clayton Lewis escribieron un paper que definía muy bien el enfoque de HCI en el diseño iterativo basado en prototipos centrado en el usuario. Los científicos cognitivos de Watson ayudaron a dar forma al HCI, pero el foco principal de Gould se mantuvo en los factores humanos. Simbólicamente, en 1984, el grupo de Watson de factores humanos se desvaneció y surgió un Instituto de Interfaces de Usuario.

Las estaciones de trabajo de alta gama de Apolo, Sun, y Silicon Graphics aparecieron entre 1981 y 1984. Ya que estas no alcanzaron un mercado de masas, los investigadores centrados en el fotorrealismo y la animación no llegaron a influenciar directamente al HCI.

Xerox Star, Apple Lisa y otras interfaces gráficas comerciales aparecieron, pero cuando se hizo la primera conferencia de HCI en diciembre de 1983, ninguno estaba teniendo éxito. O bien eran muy costosos o corrían en procesadores que eran poco eficientes para explotar los gráficos.

Finale de los 80s y 90s: la tendencia por estos años era usar potentes estaciones de trabajo multi-usuario y computadoras más potentes, mejor comunicación, multimedia, máquinas multitarea y realidad virtual. En respuesta, la comunidad HCI no tardó en darse cuenta de que aunque era importante comprender la interacción de un usuario con una máquina, a través de la interfaz, había otros temas que debían ser considerados con el fin de sacar provecho de la nueva tecnología. El tipo de problemas en los que debían centrar los estudios incluían: el trabajo en grupo, la integración y la interacción de multimedia y, el impacto de estas tecnologías en el lugar de trabajo, en el hogar y en la sociedad en general.

Las GUI eran particularmente atractivas para los nuevos usuarios. Su éxito inmediato afectó al campo de HCI. Sin embargo, hasta que Windows 3.0 no logró el éxito las GUI tenían influencia entre organismos gubernamentales y organizaciones empresariales que eran el foco de las investigaciones de HCI. Por entonces la tecnología era mejor comprendida y menos perjudicial. Al principio de los '90 también se vio la maduración de las redes de área local e Internet. La creación de la comunicación mediante computadoras y la información compartida también fue transformacional.

Apple lanzó la Macintosh en 1984 sin tener éxito en las ventas. A mediados de 1985 apareció la Mac con cuatro veces más cantidad de RAM y luego en 1986 lanzaron Mac Plus que tuvo éxito donde muchas interfaces gráficas comerciales no lo habían logrado.

La llegada de las GUI's crearon controversias ya que distanciaban a los usuarios del sistema subyacente. Por lo que se creía que las personas capacitadas para usar los sistemas con comandos tendrían mayor problema en el uso de las interfaces gráficas que los usuarios nuevos. La mayoría de los investigadores de HCI se enfocaban en los usuarios expertos, por lo que esta visión parecía importante. Sin embargo, en un mercado de consumo de rápida expansión, el uso 'por primera vez' es crítico. Los avances de hardware y software eliminaron otras dificultades, y las GUIs llegaron para quedarse.

Los efectos producidos en el campo del HCI fueron dramáticos. Los tópicos de investigación tales como nombres de comando, edición de texto y la psicología de la programación se dejaron de lado, para dar lugar a investigaciones sobre manejo de sistemas con interfaces de usuario.

De un momento a otro se dejó de tratar de establecer un marco psicológico teórico basado en experimentos y se pasó a la detección de los problemas más significativos y a buscar soluciones satisfactorias en vez de óptimas.

Como resultado, en 1980 se vio una gran afluencia de científicos de la computación a la comunidad de HCI. Los tópicos de HCI pasaron a formar parte de las materias de los departamentos de ciencias de la computación. Reflejando este cambio en 1994 la ACM lanzó el Transactions on Computer-Human Interaction⁴.

Por estos años las investigaciones en factores humanos y ergonómicos siguieron cubriendo las necesidades de las agencias del gobierno, los militares, la aviación y las telecomunicaciones.

Las interfaces gráficas de usuario no fueron adoptadas inmediatamente por las empresas, pero los gráficos de negocios eran importantes en el uso empresarial.

Uno de los hilos de investigación de los Sistemas de Información se basa en el **Technology Acceptance Model** (TAM) introducido en F.D. Davis [(13)] (1989). El TAM es una teoría que modela como los usuarios aceptan y usan una tecnología. Al anteponer a los usuarios a una nueva tecnología hay varios factores que influyen en la decisión de cómo y cuándo usarla, se destacan:

- Utilidad percibida: fue definida por Davis como "the degree to which a person believes that using a particular system would enhance his or her job performance".
- Facilidad de uso percibida: fue definida por Davis como "the degree to which a person believes that using a particular system would be free from effort"

Si contrastamos el SI (sistema de información) con el HCI se ve que los clientes eligen tecnologías que se perciben como útiles por lo que el HCI se centra en la utilidad percibida y no la consideran en su totalidad. Los investigadores del TAM consideraban que la utilidad es más importante que la usabilidad. El HCI se enfocaba en la usabilidad aún una década antes que el TAM. Pero para los investigadores del HCI la percepción era una medida secundaria de satisfacción del usuario. El término "Aceptación" no figuraba en el vocabulario del HCI. Un usuario elige o adopta, no acepta.

⁴ Transactions on Computer-Human Interaction (TOHCI) es una publicación científica de revisión por pares cuyo objetivo es ser la primera en exhibir publicaciones en el campo multidisciplinario de la interacción humano-computadora. Es publicada desde 1994 por la Association for Computing Machinery. Con revisión por pares (en inglés: peer review), nos referimos a un método usado para validar trabajos escritos y solicitudes de financiación con el fin de evaluar su calidad, originalidad, factibilidad, rigor científico, etc, antes de su publicación.

Al final de los '80, tres comunidades se enfocaban en la comunicación de pequeños grupos y la compartición de información. The Office Automation/Office Information System (OA/OIS) era parte de ello.

A pesar de que el OA/OIS lideraba el camino fue decayendo hasta desaparecer en este período. El uso de minicomputadoras para realizar todo el trabajo no soportó la competencia de las PC y las estaciones de trabajo. El concepto de “oficina” o grupo era problemático ya que por lo general los miembros van y vienen y los procesos cambian en torno a esto, por lo que la adquisición de nuevas tecnologías se vuelve complicada. Por lo cual en las conferencias y revistas se dejó de hablar de usar este término.

El SIGOA de ACM suplantó el término de automatización al cambiar de nombre a SIGOIS (Oficina de Sistemas de Información). El mismo año, en 1986 las conferencias AFIPS OA se dejaron de realizar. En 1991 el término “Oficina” comenzó a desaparecer:

Transactions on Office Information Systems se convirtió en Transactions on Information Systems; Office Information and People se convirtió en Information Technology and People; Conference on Office Information Systems se convirtió en Conference on Organizational Communication Systems.

Las conferencias de HCI de procesamiento del lenguaje fueron disminuyendo, pero los temas como el modelado, las interfaces adaptativas, sistemas de asesoramiento y otros usos de la inteligencia en las interfaces incrementaron en los últimos años de los '80 para volver a caer en los '90. Las investigaciones en IA no desaparecieron por completo, pero la financiación comenzó a escasear, las oportunidades de empleo desaparecieron y abandonaron la participación en conferencias.

1995-2005 llega la era de Internet. Si analizamos cuánto afectó la llegada de Internet a las distintas áreas de investigación de HCI, podemos destacar que la incorporación de Internet no fue inmediata sino que progresiva por lo que no afectó negativamente. Esto tampoco ocurrió en el área de HF&E pero sí en los sistemas de información.

Los empleados comenzaron a descargar software libre tal como mensajería instantánea, música, etc. lo cual afectaba la seguridad y la productividad de las empresas. Además, los gerentes que no intervenían en el uso de software en la década de 1980, se convirtieron en los primeros en adoptar tecnologías que los beneficiaban en la década de 1990.

Todos estos cambios afectaron al uso, pero la Web produjo un cambio más dramático en los investigadores de SI. Hasta ese momento los trabajos apuntaban a operaciones internas pero de repente se comenzaron a programar interfaces web para clientes y vendedores. Por lo que los profesionales de IT encargados de proporcionar interfaces para clientes externos, de un momento a otro, se vieron en el mismo lugar que estuvieron los investigadores de HCI 20 años antes.

En 2001, la Association for Information Systems (AIS) creó el Special Interest Group in Human-Computer Interaction (SIGHCI). Se definió el término HCI citando 12 trabajos de investigación sobre HCI. El SIGHCI incluía una serie de cuestiones organizacionales pero el trabajo publicado se enfocaba en el diseño de interfaces para comercio electrónico, shopping online, comportamiento online especialmente en el área de internet, y los efectos de las actitudes y percepciones basadas en las interfaces web.

En 1996, el Human Factors and Ergonomics Society formó el grupo Cognitive Engineering and Decision Making. Se convirtió en el grupo más técnico de la sociedad. A los investigadores de factores humanos Seniors no les gustaba este enfoque cognitivo por lo que fue en el campo de HCI donde se centró.

El programa de National Science Foundation⁵ HCI reportó que su mayor logro fue el financiamiento para entender el lenguaje natural. En 2003 el NSF estableció un nuevo programa el Human Language and Communication Program, aunque continuó financiando las investigaciones sobre HCI y accesibilidad y otros programas de la NSF y el área de IA.

Las investigaciones en factores humanos con respecto al uso de las computadoras se dispersaron. El Computer Systems Technical Group perdió a muchos de sus miembros, aunque los temas de HCI estaban presentes en la mayoría de las ramas de los factores humanos, desde telecomunicaciones hasta sistemas médicos.

El flujo constante de nuevo hardware, software, aplicaciones y sistemas aseguraba que la tecnología digital esté siempre presente, que los productores de tecnología estén continuamente innovando, y planteaba nuevas cuestiones de investigación, como ocurre

⁵ La National Science Foundation es la agencia gubernamental de los Estados Unidos, que impulsa la investigación y educación fundamental en todos los campos no médicos de la Ciencia y la Ingeniería. Es un líder mundial en desarrollo de normatividad y certificación de productos, educación y gestión de riesgos para la salud pública. La NSF financia aproximadamente el 20 por ciento de toda la investigación básica impulsada federalmente en los institutos y universidades de los Estados Unidos.

actualmente. El HCI ha rastreado este flujo para asegurar que las tecnologías lleguen a un público muy amplio.

Los investigadores psicológicos y científicos que estudian el HCI consideraban el diseño de interfaces como una tarea científica y de ingeniería. Su enfoque en el rendimiento asumía que las personas eligen los productos más eficientes. Pero al bajar los costos de la computación esta teoría no pudo ser sostenida. Sin embargo esto se destacó más en HCI que en SIGGRAPH donde la estética fue la mayor motivación de las investigaciones. En ese momento no se hacía mucho hincapié en las investigaciones de HCI orientadas a los videojuegos, y se las mencionaba como “funology” para restarle importancia y que no se considere que los investigadores estaban demasiado relajados.

En los últimos tiempos un nuevo lema está emergiendo: la computadora está desapareciendo o la computadora está comenzando a hacerse invisible, de acuerdo con Norman [(14)] (1998). Para que pueda desaparecer de nuestra conciencia, tendría que poseer algunas de las características que tienen los objetos cotidianos: una forma natural e intuitiva que indique las funciones y el contenido que se encuentra en el fondo, o en la periferia, y que pueda pasar a primer plano cuando sea necesario.

Los problemas actuales son: cómo diseñar artefactos digitales, cómo diseñar para los nuevos espacios llenos de dispositivos de computación, y cómo diseñar para las personas que están usando estos dispositivos. La información, los datos y el contenido multimedia son pasados fácilmente de una persona a otra, transformados desde un medio a otro, y mostrados en uno u otro dispositivo.

A la pregunta de cuáles son las posibles trampas o cuáles son los potenciales beneficios aun no se ha encontrado la respuesta. Lo que se puede hacer, por el momento, es desarrollar la alfabetización en los diseñadores, y proporcionar a los mismos una comprensión de los conceptos subyacentes del medio digital y su interacción con las personas. Incluso podemos influir en algunos cambios en el diseño, dejando de lado la idea de hacer cosas literalmente y entender que la interacción con y a través de los medios digitales es fundamentalmente figurativa.

Se espera que la interacción con los medios de comunicación digitales pueda ser mucho más física y menos basada en pantalla. La gente interactúa con las tecnologías digitales a través del tacto, la manipulación, y el gesto; la interacción cada vez se va a materializar más. La gente va a moverse a través de los ambientes embebidos con artefactos digitales, y

podrá interactuar con las tecnologías y a través de ellas de nuevas maneras. Estos nuevos ambientes prometen ser de gran complejidad en cuanto a su accesibilidad, funcionalidad y usabilidad. Conceptualmente, será difícil determinar qué se puede hacer, cómo puede hacerse, y dónde se puede hacer.

Disciplinas que contribuyen a HCI

Las principales áreas que contribuyen con HCI son: ciencias de la computación, psicología cognitiva, psicología social y organizacional, ergonomía y los factores humanos. Otras áreas de interés incluyen inteligencia artificial, lingüística, filosofía, sociología, antropología, ingeniería y diseño.

- Ciencias de la computación: la disciplina de la informática es el estudio sistemático de los procesos algorítmicos que describen y transforman la información: su teoría, análisis, diseño, eficiencia, implementación y aplicación. Una de las principales contribuciones de esta área a HCI es proporcionar conocimientos sobre la capacidad de la tecnología y las ideas acerca de cómo este potencial se puede aprovechar. Además, estas ciencias se han preocupado por el desarrollo de varios tipos de técnicas para apoyar el diseño, desarrollo y mantenimiento del software. En particular, ha habido un gran interés en la automatización del diseño y del desarrollo, en los casos en los que la misma es posible. Parte del esfuerzo también se ha dirigido a los desarrollos teóricos, que incluyen arquitecturas de sistemas, abstracciones y anotaciones que proporcionan métodos rigurosos de análisis de la forma en que HCI está diseñado e incorporado dentro de un sistema. Los conceptos de reutilización e ingeniería inversa también están siendo aplicados al diseño de HCI.
- Psicología cognitiva: se ocupa principalmente de entender el comportamiento humano y los procesos mentales que lo sustentan. Para explicar la conducta humana, la psicología cognitiva ha adoptado la noción de procesamiento de la información. Cada cosa que vemos, sentimos, tocamos, probamos, olemos y hacemos se expresa en términos de procesamiento de la información. El objetivo de la psicología cognitiva ha sido caracterizar estos procesos en términos de sus capacidades y limitaciones. Los psicólogos cognitivos han intentado aplicar los principios psicológicos relevantes al HCI utilizando varios métodos, entre ellos el

desarrollo de las guidelines, el uso de modelos para predecir el rendimiento humano y el uso de métodos empíricos para el testeo de los sistemas informáticos.

- Psicología social y organizacional: la psicología social tiene que ver con el estudio de la naturaleza y las causas del comportamiento humano en un contexto social. Vaske y Grantham [\[\(15\)\]](#) identificaron las cuatro preocupaciones centrales de esta área como: la influencia de un individuo en las actitudes y comportamiento de otra persona, el impacto de un grupo en las actitudes y el comportamiento de sus miembros, el impacto de un integrante en las actividades y estructura de un grupo, y la relación entre la estructura y las actividades de diferentes grupos. El rol de la psicología social y organizacional es informar a los diseñadores sobre las estructuras sociales y organizacionales, y sobre como la introducción de computadoras influirá en las prácticas de trabajo.
- Ergonomía o factores humanos: área desarrollada a partir del interés de un número de diferentes disciplinas. Su propósito es definir y diseñar herramientas y varios artefactos para diferentes trabajos, para el ocio y para los ambientes domésticos que se adapten a las capacidades y las posibilidades de los usuarios.

El rol de la ergonomía consiste en traducir la información de las ciencias anteriores en el contexto del diseño. El objetivo es maximizar la seguridad del operador, la eficiencia y la fiabilidad de los resultados, para hacer la tarea más fácil, y para incrementar los sentimientos de confort y satisfacción. Algunas de las principales preocupaciones de los ergónomos y de los especialistas en factores humanos, que afectan al HCI, incluyen estaciones de trabajo y cualquier tipo de diseño de hardware y aquellos aspectos del diseño de software que puedan tener un efecto psicológico adverso en los humanos, tales como la legibilidad de la información en las pantallas de visualización.

- Lingüística: es el estudio científico del lenguaje [\[\(16\)\]](#). Desde el punto de vista de HCI hay varias cuestiones que se pueden entender mejor aplicando los conocimientos y las teorías de la lingüística. Dentro del mismo HCI entender la estructura (sintaxis) y el significado (semántica) es importante en el desarrollo de interfaces de lenguaje natural, y más recientemente el análisis conversacional, que se está utilizando para entender como individuos y grupos interactúan con las computadoras en entornos naturales. Como la comunicación en todo el mundo ha mejorado a través de las avanzadas tecnologías de red, y como más bases de datos

y aplicaciones son compartidas, la lingüística tendrá un crecimiento importante en el rol que se jugará en la internacionalización y la localización del software. La internacionalización se centra en el aislamiento de los aspectos culturales del producto del resto, de forma tal que pueda ser culturalmente genérico. La localización, por otro lado, es acerca de infundir un contexto cultural específico en un producto previamente [(17)].

- Inteligencia Artificial: se ocupa del diseño de programas informáticos inteligentes que simulan diferentes aspectos del comportamiento humano. En particular, el enfoque se ha centrado en la representación de estructuras de conocimiento que se utilizan en la resolución de problemas humanos. Los conocimientos y métodos de AI, tales como el uso de normas de producción, se han aplicado a HCI en relación con el desarrollo de tutorías y de sistemas expertos con interfaces de usuarios inteligentes. Sin embargo, la relación entre AI y HCI se ocupa principalmente de las necesidades del usuario al interactuar con una interfaz inteligente. El desarrollo de agentes inteligentes para apoyar la navegación de los usuarios y reducir las tareas menores, que muchos usuarios encuentran cuando se utilizan sistemas informáticos, es un desafío bastante reciente en el desarrollo de hipertexto y de multimedia.
- Filosofía, Sociología y Antropología: la contribución de estas tres áreas ha sido históricamente desde una perspectiva de "ciencias suaves". Con esto se quiere decir que tradicionalmente no han estado involucradas directamente con el propio diseño de los sistemas informáticos de la misma manera que las "ciencias duras", sino más bien con las consecuencias de la evolución y transferencia de la tecnología. Una de las principales preocupaciones de estas disciplinas hasta hace relativamente poco tiempo, ha sido considerar las implicaciones de la introducción de la tecnología de información en la sociedad. Recientemente, se está tratando de aplicar los métodos desarrollados en las ciencias sociales para el diseño y la evaluación de los sistemas.

La razón para aplicar los métodos de las ciencias sociales a HCI es que, a partir de ellos, puede obtenerse una descripción más precisa de la interacción entre los usuarios, su trabajo, la tecnología que están usando y el medio en el cual están situados. El objetivo es diseñar herramientas y formas de trabajar que optimicen la

tecnología compartida para que todos los que están involucrados puedan obtener los máximos beneficios.

- Ingeniería y diseño: la ingeniería es una ciencia aplicada que se basa en gran medida en la construcción de modelos y pruebas empíricas. Esta área esencialmente toma los hallazgos de la ciencia y los utiliza en la producción de artefactos. En muchos aspectos la mayor influencia de la ingeniería en HCI, y posteriormente en las interfaces y desarrollo de sistemas, es a través de la ingeniería de software. El diseño también es una disciplina bien establecida con potenciales beneficios cuando se aplica a problemas de HCI. Un ejemplo obvio es el diseño gráfico. Las prácticas del diseño gráfico han empezado a influenciar la forma en que el diseño de HCI se hace.

La relación entre la ingeniería, el diseño y HCI es mucho más que un proceso de dos vías, como es el caso de algunas de las otras disciplinas. No sólo la ingeniería y el diseño contribuyen a las prácticas y conocimientos de HCI, sino que también se derivan considerables beneficios del trabajo de HCI.

Diseño

Para que las computadoras sean ampliamente aceptadas y usadas de forma efectiva es necesario que estén bien diseñadas. Esto no quiere decir que todos los sistemas deben ser diseñados para adaptarse a cada usuario, sino que las computadoras deben ser diseñadas para las necesidades y capacidades de las personas a las que van destinadas.

En los comienzos del HCI los diseñadores creían que tener buenas intenciones bastaba para producir un diseño efectivo. En la actualidad se sabe que el diseño es un gran desafío, en parte por el veloz cambio en la tecnología subyacente, en parte por los conflictos inherentes y el trade-off entre los objetivos de diseño, y en parte por la cantidad de componentes diferentes del HCI.

En resumen, los grandes desafíos a los que se enfrentan los diseñadores de HCI son: estar al día con los cambios en la tecnología y garantizar que los diseños ofrezcan buena HCI así como también el beneficio de la funcionalidad potencial de las nuevas tecnologías.

Donald Norman [(18)] [(19)], autor de *The Psychology of Everyday Things* y *Turn Signals are the Facial Expressions of Automobiles*; encontró muchos ejemplos de la vida cotidiana

de cosas que no presentan imágenes obvias para los usuarios, y a partir de esto identifiqué dos principios claves: visibilidad y *affordance* (proyección), que pueden ayudar a asegurar un buen HCI. En general para lograr un buen diseño cada control debe tener una funcionalidad clara y reflejar el efecto que produce. Si hay ambigüedades deja de ser entendible. Los controles deben ser necesariamente visibles, con un buen mapeo a sus efectos, y su diseño siempre debe sugerir su funcionalidad (*afford*). El *affordance* percibido, es decir lo que una persona piensa que se puede hacer con un objeto, juega un papel importante a tener en cuenta para lograr un buen diseño.

En resumen los aspectos para lograr un buen diseño de HCI:

- Conocimiento de las metas, capacidades y límites humanos,
- Conocimiento de la funcionalidad del sistema,
- Conocimiento de los aspectos sociales, físicos y la organización del ambiente de trabajo,
- Conocimiento de las capacidades y límites de las computadoras
- Estudio de factibilidad

Un término destacado en el área de diseño del HCI es el Diseño Universal también conocido como Diseño para todos. Tiene como objetivo el diseño de interfaces que no presenten barreras de accesibilidad. Para ello es necesario que la interfaz admita el uso de dispositivos de interacción alternativos, adecuados a las capacidades físicas de cada usuario.

El diseño de una interfaz accesible tiene que basarse en:

- dispositivos de entrada que el usuario pueda manipular
- dispositivos de salida que el usuario pueda entender
- procedimientos que coincidan con la visión del problema que tiene el usuario
- sistemas de navegación intuitivos

Además, dada la dificultad que puede tener la manipulación de la interfaz y la necesidad de interrumpir las otras actividades del usuario lo menos posible, es necesario que la información requerida al usuario sea mínima. Para ello, la interfaz debe comportarse de manera "inteligente", es decir que tome una actitud activa y, basándose en la información

que pueda recopilar sobre el usuario, la tarea que este quiere realizar y el contexto en que la realiza, tome el máximo de decisiones en función de esa información y evite pedir datos al usuario que puede deducir.

Para entender el término “accesible” podemos desglosarlo en los siguientes factores:

- **Uso equitativo:** El diseño debe ser usable y su manejo debe tener un costo razonable para personas con diferentes habilidades.
- **Uso flexible:** El diseño debe amoldarse a un rango amplio de personas con distintos gustos y habilidades.
- **Uso simple e intuitivo:** El uso del sistema debe ser fácil de entender, independientemente de la experiencia del usuario, conocimiento, habilidades del lenguaje y nivel de concentración.
- **Información perceptible:** El diseño comunica al usuario la información necesaria de manera efectiva, independientemente de las condiciones ambientales y las habilidades sensoriales del usuario.
- **Tolerancia para el error:** El diseño minimiza posibles incidentes realizados por azar y las consecuencias adversas de acciones no previstas.
- **Esfuerzo físico mínimo:** El diseño se puede usar eficientemente y confortablemente con un mínimo de esfuerzo.
- **Tamaño y espacio para poder aproximarse y usar el diseño:** El diseño ha de tener un espacio y un tamaño apropiado para la aproximación, alcance y uso del sistema.

Realmente el objetivo a perseguir para alcanzar la máxima calidad en el resultado final del diseño de la interacción es conseguir verdaderas “interfaces invisibles”. Esto es, ser capaces de definir interfaces que no sean percibidos como tales por los usuarios y por lo tanto el usuario no tenga que pensar en cómo utilizarlos. Ser conscientes de que todos los objetos del mundo que nos rodean tienen una interfaz y que el objetivo de estos es conseguir que el usuario no sea consciente de ello, sino que los utilice de manera satisfactoria, eficiente e “intuitiva”, es decir, sin entrenamiento previo.

HCI una práctica interdisciplinaria

Los principales factores que deben tenerse en cuenta en el diseño de HCI se muestran en la [Figura 2](#).

Fundamentalmente los factores se relacionan directamente con el usuario (la comodidad y la salud), con el trabajo del mismo, con el ambiente en el que realiza sus tareas o con la tecnología que está utilizando. Lo que hace el análisis aún más complejo es que la mayoría de los factores interactúan unos con otros. Por eso, en lugar de considerar en nuestro estudio los factores como casos independientes, se aceptará que varios factores están interrelacionados y se consideran juntos.

FACTORES ORGANIZACIONALES entrenamiento, diseño del trabajo, políticas, roles, organización del trabajo		FACTORES DEL ENTORNO ruido, calefacción, iluminación, ventilación
FACTORES DE SALUD Y SEGURIDAD estrés, jaqueca, trastornos músculo-esqueléticos	procesos cognitivos y capacidades EL USUARIO motivación, disfrute, satisfacción, personalidad, nivel de experiencia	FACTORES DE COMFORT asientos, disposición de los equipos
INTERFAZ DE USUARIO dispositivos de entradas, displays de salida, estructuras de diálogo, uso de colores, íconos, comandos, gráficos, lenguaje natural, 3-D, materiales de soporte al usuario, multi.media		
FACTORES DE TAREAS fácil, complejo, original asignación de tareas, repetitivo, monitoreo, habilidades, componentes		
RESTRICCIONES costos, escalas de tiempo, presupuestos, personal, equipamiento, estructura de construcción		
FUNCIONALIDAD DEL SISTEMA hardware, software, aplicación		
FACTORES DE PRODUCTIVIDAD aumentar la producción, aumentar la calidad, decrementar los costos, decrementar los errores, decrementar los requisitos laborales, decrementar los tiempo de producción, aumentar ideas creativas e innovadoras que conducen a nuevos productos		

Figura 2. Factores a tener en cuenta en el diseño de HCI.

Componentes

Al llevar a cabo el diseño de la HCI para sistemas computarizados, es necesario tener en cuenta los cuatro componentes principales: **usuarios, funcionalidad del sistema, ambiente de trabajo y tecnología**. El diseñador será el encargado de establecer los vínculos entre los componentes.

Tanto el diseñador como los usuarios son los principales protagonistas del proceso de diseño. El diseñador debe seleccionar los dispositivos de entrada y salida más apropiados

para la(s) tarea(s) a modelar y decidir cuál es el mejor estilo de interacción para diseñar la interfaz de usuario (IU); comprender la psicología humana y las características particulares de los usuarios; conocer el modelo que las personas tienen de ellos mismos, de otros, del ambiente y de las cosas con las cuales tienen interacción y que les ayudan a saber qué hacer y cómo reaccionar ante situaciones actuales y futuras (modelo mental); y tomar en cuenta el ambiente en el cual se usará el sistema, tales como espacio y luz, aspectos sociales y organizacionales.

Funcionalidad del Sistema

Es necesario que los diseñadores establezcan de forma precisa la función que cumplirá el sistema, teniendo en cuenta las tareas o actividades que realizan los usuarios para lograr el diseño eficiente del mismo, y las restricciones bajo las cuales dicho sistema debe operar para asegurar la construcción de un sistema correcto.

Debido a que ante la creación de un producto, tanto los usuarios como los diseñadores tienen sus ideas de lo que el mismo debería hacer y una forma individual de percibir el mundo, es tarea fundamental del diseñador combinar los distintos modelos mentales, para determinar la funcionalidad correcta del sistema.

Ambiente de Trabajo

Para el diseño de una HCI apropiada, es necesario realizar un estudio del ambiente en el cual va a operar el sistema computarizado y para ello hay que tomar en cuenta tres aspectos: organizacional, físico y social.

La importancia de tener en cuenta estos tres aspectos recae en el hecho de que los mismos permiten determinar ciertas características de las interfaces de usuario, de la distribución del espacio y localización de equipos y material de oficina, de la distribución del trabajo y de la asignación de responsabilidades.

Tecnología

Desde el punto de vista de la tecnología, es necesario determinar los dispositivos de entrada y salida (elementos de hardware) apropiados para la interacción con dicho sistema y el ambiente de trabajo, así como la disponibilidad o posibilidad de adquisición de los mismos dentro de la organización.

La entrada tiene que ver con el registro y la introducción de datos en el sistema y la emisión de instrucciones para la computadora. Para poder interactuar con los sistemas de forma efectiva, los usuarios deben ser capaces de comunicar sus intenciones de tal manera que la máquina pueda interpretarlas. Por lo tanto, podemos definir un dispositivo de entrada como un dispositivo que, junto con el software apropiado, transforma la información del usuario en datos que las aplicaciones de computadora pueden procesar.

Los dispositivos de salida son aquellos que convierten la información procedente de un sistema informático en algo perceptible por un ser humano, que se conoce como salida. La mayoría de las salidas de la computadora son visuales y en dos dimensiones. Los diseñadores consideraron que se debía hacer un mayor esfuerzo al generar las salidas, de forma tal que se tuvieran en cuenta las necesidades de las personas discapacitadas. Un gran número de personas tienen discapacidades como la ceguera, el daltonismo, la disminución visual, o problemas auditivos que dificultan la interacción con la salida.

Visual Output

La presentación visual de textos o información es la forma más común de salida. En término de la presentación visual, tres aspectos relacionados a las necesidades de los usuarios son importantes: aspectos físicos de la percepción (brillo, combinación de colores, etc.), la forma en que la información se muestra (tamaño del texto, orden de los ítems, etc.) y la forma en que la información es usada.

Sound Output

A pesar de que los usos comunes de sonido en la interfaz son en gran medida con fines de retroalimentación y de alerta, también permiten lograr impresionantes efectos de sonido en los juegos y gracias a los avances en la tecnología se logra un sonido de alta calidad y cada vez más realista.

El sonido tiene un importante valor cuando los ojos están ocupados en alguna otra tarea, o cuando no se puede visualizar completamente una situación de interés. Los diferentes tipos de sonido incluyen:

- Discurso: forma más natural de proveer información de lo que ocurre en los sistemas a los usuarios.
- Música: campanadas del reloj, sintonías, campanas de la iglesia, alarmas, gritos de vendedores ambulantes.
- Natural: se usa en las interfaces de computadora ya que el oído humano es capaz de extraer gran cantidad de información sin esfuerzo, al estar habituado a él. Por ejemplo susurros, golpes, rasguños, tintineos, crujidos y ecos.

Algunos investigadores como Buxton sugirieron que el sonido sea usado para brindar más información sobre lo que ocurre en el sistema. Es decir, que los sistemas se beneficien del uso de los sonidos mapeando directamente los procesos que representan. Dado que tenemos un sistema de audición altamente evolucionado capaz de generar información detallada del entorno, debemos usar este potencial para mejorar las interfaces. Buxton y otros argumentaban que los sonidos suaves no se perciben como intrusivos si su uso está bien diseñado y proporcionan información útil.

Los diferentes dispositivos de entrada, salida y entrada/salida [(20)] disponibles se muestran en la [Figura 3](#).

Entrada	 trackball	 ratón	 teclado	 trackpoint	 joystick
	 lectoras	 escáner	 micrófono	 cámara web	 Cámara de video
	 tabla digitalizadora	 lápiz electrónico	 cámara digital	 trackpad	
Salida	 monitor	 impresora	 plotter	 parlantes	 proyector
Entrada y Salida	 pantalla táctil	 impresora multifunción	 casco virtual		

Figura 3. Dispositivos de entrada, salida y de entrada/salida.

Para la selección de los dispositivos apropiados para la interacción con un sistema computarizado se deben tomar en cuenta las siguientes consideraciones:

- Ayudar al usuario a realizar sus tareas de manera segura, efectiva, eficiente y agradable.
- Determinar las manipulaciones particulares que deben llevarse a cabo para realizar las tareas requeridas.
- Establecer una correspondencia natural entre la forma en que se manipula el dispositivo, la retroalimentación dada por el sistema y el significado del resultado en términos del modelo mental del usuario.
- Permitir cuando sea necesario, la interacción con usuarios discapacitados.
- Tomar en cuenta ambientes de trabajo con necesidades especiales.

Usuarios

Un tema fundamental para el HCI, relacionado con los usuarios, es entender el aspecto físico, intelectual y la personalidad de los mismos. Llegar a conocerlos y entender cómo usarán el sistema se convierte en algo fundamental que permitirá generar un diseño que posteriormente se traducirá en un sistema en operación que será eficiente y usable.

Para identificar las características de la población de usuarios del sistema se debe realizar un análisis, por lo que se debe:

- Identificar a todos los usuarios del sistema.
- Clasificar a los usuarios según sus características.
- Construir el perfil de los usuarios, tratando de identificar lo que es común y no común a todos ellos.

A la hora de crear el diseño es importante destacar que el ser humano tiene una capacidad limitada de procesar información [(21)]. Nos podemos comunicar a través de cuatro canales de entrada/salida:

- Visión.
- Audición.
- Tacto.
- Movimiento.

A la hora de percibir información, el ser humano, realiza un proceso interno. Este proceso estará afectado por el estado emocional del usuario, dado que este influye directamente sobre las capacidades de una persona. Todos los usuarios tendrán habilidades comunes, sin embargo habrá otras que variarán según la persona.

Personas con discapacidades visuales

El presente proyecto está dirigido principalmente a los usuarios no videntes, por lo cual para identificar las características de dicha población, en primera instancia se realizará una breve descripción de los mismos.

La importancia del estudio de este tipo de usuarios se puede ver claramente reflejada en el hecho de que en el mundo hay aproximadamente 285 millones de personas con discapacidad visual, de las cuales 39 millones son ciegas y 246 millones presentan baja visión [(22)]. Y en el hecho de que la mayoría de los sistemas que se desarrollan necesitan de forma indispensable el uso de la vista.

La ceguera es una discapacidad física que consiste en la pérdida total o parcial del sentido de la vista. Existen varios tipos de ceguera parcial dependiendo del grado y tipo de pérdida de visión, como la visión reducida, el escotoma (mancha inmóvil que aparece en el campo de visión), la ceguera parcial de un ojo o el daltonismo.

A diferencia del vidente que recibe alrededor del 85% de la información a través del canal visual, y vive en un mundo de luces y sombras, de colores y perspectivas; el no vidente recibe su información a través de la actividad de su propio cuerpo y a través de la información verbal, siendo su mundo de sonidos, olores, texturas y temperaturas.

Al considerar usuarios cuya pérdida de visión es total se debe tener en cuenta que el sacar mayor provecho de los restantes sentidos se utiliza para compensar, en cierto modo, las funciones de la vista. Por lo mismo, los sentidos en los no videntes tienen en complemento funciones peculiares e interesantes [(23)].

En el caso del sentido del tacto además de utilizarlo para percibir presión, forma y extensión de los objetos, aspereza, suavidad, dureza, blandura; los no videntes pueden palpar, examinar, observar y conocer una gran cantidad de seres y objetos.

Asimismo, gracias al tacto pueden leer y asimilar de este modo toda la información que hay en los libros.

Si hablamos del sentido del oído y la ecolocación⁶, se debe tener en cuenta que muchos no videntes, valiéndose sólo de los oídos, pueden detectar obstáculos como muros o postes sin necesidad de tocarlos.

⁶ Se llama ecolocación al sistema por el cual se puede detectar auditivamente a los objetos utilizando el eco. Un no vidente puede detectar muros, postes u otros obstáculos parecidos a más de tres metros de distancia produciendo, de alguna forma, sonidos. Los sonidos se expanden y chocan con el objeto, produciendo un pequeño eco que regresa al oído y permite que el no vidente detecte y esquive el obstáculo. De ahí que se puede decir que de cierto modo es posible ver con los oídos.

El sentido del olfato permite a los no videntes el acceso a un caudal de información incalculable. A través de los olores se pueden percibir la existencia de muchos objetos o situaciones. Además, gracias al olfato es posible reconocer y distinguir alimentos, saber si un objeto es nuevo o viejo e incluso es posible identificar a las personas.

No videntes y su interacción con la tecnología

Basándonos en la tesis de Winberg [(24)] la introducción de las primeras computadoras facilitaron nuevas formas para que las personas con discapacidad visual accedan a la información por vía electrónica: magnificado, en Braille, o auditivamente a través de la conversión de la información digital. Sin embargo, la introducción de interfaces gráficas de usuario que presentan información digital a través de metáforas visuales e iconos contribuyó a la brecha digital, que puede obstaculizar la productividad de esta población. La dependencia exclusiva de interfaces gráficas de usuario en el paradigma de interacción visual, amenaza con limitar la accesibilidad para cualquier persona cuyo canal visual se ve comprometido [(25)].

Según Winberg, los autores Boyd y Vanderheiden en 1990 [(26)] describieron los problemas a los que se tienen que enfrentar las personas no videntes luego de la aparición de las interfaces gráficas de usuario. Dividieron el problema en tres grandes ramas: diferencia en la arquitectura de lectura de la pantalla, metáforas visuales y control y navegación a través del mouse.

- Diferencia en la arquitectura de lectura de la pantalla: cuando se utiliza un sistema basado en texto, la información se muestra como texto plano, y por lo tanto es fácil de ser interpretado por un lector de pantalla y presentado usando un repetidor o Braille. Pero si tenemos interfaces gráficas de usuario basadas en píxeles, con lo cual la información está mostrada y almacenada a nivel de píxel, es muy difícil traducirla a texto. Y ni pensar en traducir la información gráfica no textual.
- Metáforas visuales: en vez de usar un lenguaje de comandos especializados y con información explícita, las interfaces gráficas usan objetos que nos son familiares para representar la información. Pero estos objetos son imágenes visuales. Para poder identificar un objeto o reconocer una acción previamente debemos haberlo

visto, por lo que la información textual no es suficiente y la traslación a modos de presentación alternativos es muy difícil.

- Control y navegación a través del mouse: si no hay retroalimentación visual, la navegación con el mouse es muy difícil ya que es esencial la coordinación mano/ojo en el uso de este dispositivo y no se puede traducir bien en un sintetizador de voz o Braille. No hay manera sencilla de mover el mouse sin mirar la pantalla.

En un estudio más reciente [(27)] describe el acceso a las computadoras en un nivel más alto, delineando las barreras y los beneficios del uso de computadoras por parte de las personas no videntes basado en entrevistas a personas con esta discapacidad.

Tener acceso independiente a información escrita, tal como libros, artículos y mails, es de gran beneficio para las personas no videntes. La ventaja principal es acceder a la comunicación social y a las redes sociales. La habilidad de poder comunicarse con otros individuos y grupos de personas, permite el desarrollo de un sentido más amplio de comunidad que el disponible previamente, y a su vez apoya la superación del aislamiento social.

Aunque estas cuestiones se hayan analizado desde diferentes enfoques por 3 décadas, los problemas y sus posibles consecuencias siguen siendo más o menos las mismas. Gerber las resumió al final de su documento diciendo:

As the world becomes increasingly digital, standing in place will mean being left behind [(27)] (p. 549).

Capítulo 3

Antecedentes

Dispositivos, aplicaciones y juegos para no videntes

Al hacer mención de las tecnologías desarrolladas para personas no videntes es inevitable nombrar a la tiflotecnología⁷. Partiendo del hecho de que tiflo viene del griego y significa ciego, la tiflotecnología es la rama de la ciencia que estudia la tecnología aplicada como ayuda a la ceguera. Como material Tiflotécnico se entiende todo material específico para ciegos y deficientes visuales.

Como parte del trabajo, se llevó a cabo una revisión de los antecedentes en cuanto a dispositivos, aplicaciones y juegos que se han desarrollado para no videntes. A modo de ejemplo se mencionarán algunos dispositivos y aplicaciones, y se nombrarán ciertas características de cada uno. El caso de los juegos se considerará en forma separada debido a que están más relacionados con el presente proyecto y a que su análisis será más profundo.

Los dispositivos surgen ante problemáticas a las que los no videntes se enfrentan en la vida diaria, surgen para intentar solucionar o disminuir dichas problemáticas. Su desarrollo está sustentado en la experiencia de algún individuo o en la observación de algún investigador; tiene un objetivo preciso.

Ejemplos de Dispositivos:

1- **Nombre:** Eye2021 [(28)] [(29)]

Desarrollador o desarrolladores: ingenieros de la Universidad Politécnica de Valencia, pertenecientes al Centro de Investigación en Tecnologías Gráficas, CITG, de la universidad valenciana.

Sentido: Oído.

Descripción: Se trata de unos lentes de sol con dos microcámaras y unos auriculares, que proporcionan al ciego una imagen acústica del espacio que captan los lentes. El sistema utiliza la capacidad natural de las personas para detectar la procedencia del sonido, haciendo uso de un sistema de reconocimiento de formas que sustituye electrónicamente los objetos por sonidos. Las dos microcámaras analizan el espacio y el dispositivo crea un modelo en tres dimensiones. Después,

⁷ Conjunto de técnicas, conocimientos y recursos encaminados a procurar a los ciegos y deficientes visuales los medios oportunos para la correcta utilización de la tecnología con el fin de favorecer su autonomía personal y plena integración social, laboral y educativa.

mediante un sonido, posiciona acústicamente de manera similar al obstáculo encontrado.



Figura 4. Lentes de sol producto del proyecto Eye2021.

2- **Nombre:** EyeMusic SSD (Sensory Substitution Device) [(30)] [(31)]

Desarrollador o desarrolladores: Amir Amedi, Universidad Hebrea de Jerusalén en Israel.

Sentido: Oído.

Descripción: Este producto viene en la forma de un par de anteojos con una cámara que escanea las imágenes y las traduce a música que se transmite por los audífonos integrados. Haciendo uso de un algoritmo construye un “paisaje sonoro” que transforma la información visual en notas musicales, creando piezas cortas de música. Las notas que suenan antes corresponden a objetos situados a la izquierda, y las que suenan después, a los situados a la derecha. La altura depende del tono: las más altas señalan algo situado en la parte superior de la escena, y las más bajas, lo situado en la parte inferior. Para diferenciar colores se emplean distintos instrumentos.

Los anteojos pertenecen a la categoría de **Sensory Substitution Device** (Dispositivo de Sustitución Sensorial, SSD por sus siglas en inglés) porque convierte un impulso visual a uno auditivo, cuya meta es hacer la interpretación de un lenguaje al otro sencillo de retener y aprender.



Figura 5. Representación gráfica del uso de EyeMusic SSD.

3- **Nombre:** Proyecto Iris [(32)]

Desarrollador o desarrolladores: DUTO S.A. empresa tecnológica de Pereira (Colombia).

Sentido: Tacto.

Descripción: La aplicación contiene un sistema de códigos que transforma los colores en vibraciones, permitiendo que niños con discapacidad visual reconozcan formas y colores en una pantalla a través del tacto. Las imágenes se representan en una cuadrícula en la que cada celda vibra de forma independiente, permitiendo así que un estudiante pueda distinguir formas táctiles siguiendo con el dedo un trayecto que posea la misma vibración.

Este producto consta de tres partes: software IRIS, IRIS malla y cartilla IRIS. Software multiplataforma que contiene una base de datos de imágenes pedagógicas y una base de actividades de adaptación curricular de la primaria básica. Un periférico que genera un conjunto de vibraciones que se pueden sentir con las manos y que representan los colores de las imágenes mostradas en el software (IRIS malla). Cartilla con la adaptación curricular de la primaria básica con actividades de los grados escolares preescolar a quinto.



Figura 6. Producto resultado del proyecto IRIS.

4- **Nombre:** Bastón vibrador para invidentes [(33)]

Desarrollador o desarrolladores: Félix Díez de Miguel

Sentido: Tacto.

Descripción: dispositivo que surgió para resolver y solventar el problema de determinar en qué momento debían cruzar la calle los no videntes y ante la problemática que suponían los semáforos que emitían una señal acústica. Se trata de un bastón vibrador que permite el cruce de semáforos de forma segura y con el cual se reduce la contaminación acústica presente.

Se refiere a un bastón de los que utilizan los invidentes, de color blanco, dividido en dos partes: una empuñadura y una caña. Cuenta con un elemento vibrador en la empuñadura, el cual inicia o detiene su vibración en función de la proximidad o lejanía de un semáforo, y el estado abierto o cerrado para peatones del mismo. Además ofrece una vibración regulable en fuerza en función de la distancia al semáforo.

El bastón dispone de un receptor de ondas que recoge la señal del semáforo y comunica al elemento vibrador cuando debe vibrar y con qué fuerza.

La fuente de alimentación es una batería situada en el interior del bastón.

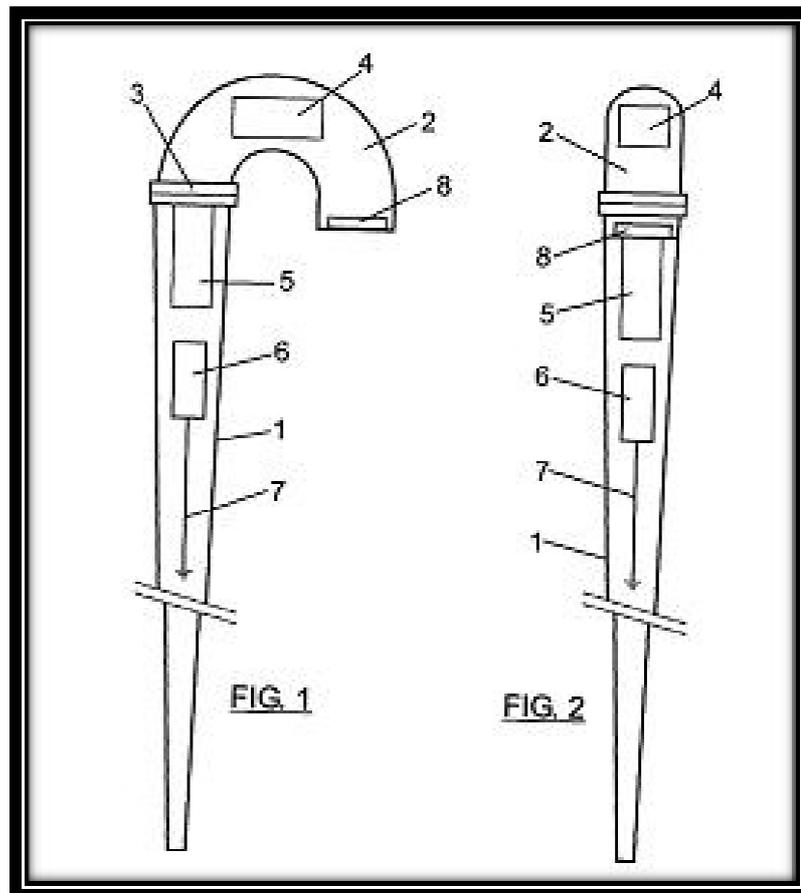


Figura 7. Las figuras 1 y 2 muestran un ejemplo de bastón vibrador para invidentes formado por una caña (1) recta y hueca, de longitud apropiada a la altura del usuario, y una empuñadura (2) que en este caso se lo ha dibujado curvada, pero puede ser recta. Unión (3) entre la caña (1) y la empuñadura (2). Un elemento vibrador (4) se sitúa en el interior de la empuñadura (2), de forma que el usuario note sensiblemente si el elemento vibrador (4) está activado o no. Este elemento vibrador (4) se encuentra alimentado por una batería (5), situada de forma que es accesible al abrirse la unión (3) para proceder a su cambio o recarga cuando se consuma. Un receptor de ondas (6) se sitúa en la caña (1) del bastón, disponiendo de una antena (7) para recibir las señales que emite un semáforo. Un interruptor (8) situado en la empuñadura (2) permite al usuario activar o desactivar el circuito del dispositivo vibrador y permitir el ahorro de energía.

5- **Nombre:** Bradley Timepiece [(34)] [(35)]

Desarrollador o desarrolladores: Hyungsoo Kim, fundador de Eone Timepieces.

Sentido: Tacto

Descripción: a pesar de que ya existían varios relojes para no videntes en este además de la funcionalidad se tomó en cuenta la estética y el hecho de que no todos los no videntes saben leer braille. El producto se trata de un reloj pulsera

que tiene una esfera de titanio circular. No tiene agujas ni números. Alrededor de una ranura en el centro una pelotita marca los minutos, y en el borde del reloj otra pelotita marca las horas. Ambas pelotitas giratorias están conectadas mediante imanes a un mecanismo de relojería interno, lo que permite que si el usuario mueve alguna de las pelotitas con los dedos, éstas se regresarán automáticamente a la hora correcta.

El Bradley es un nuevo reloj con el que se puede, en vez de ver, sentir la hora.



Figura 8. Reloj Bradley y cada una de sus partes.

Los antes nombrados son solo algunos de los dispositivos para no videntes, al momento de realizar la investigación se encontró que existen gran cantidad de los mismos, y si bien la mayoría utilizan el mismo sentido en reemplazo de la vista, lo hacen de distintas formas.

El objetivo principal de las aplicaciones, de computadoras o de celulares, es permitir simplificar el acceso de los no videntes y débiles visuales a las tecnologías informáticas, de modo tal que se logre su plena incorporación a la sociedad, superando las barreras tecnológicas.

Ejemplos de Aplicaciones:

1- **Nombre:** KNFB Reader [(36)]

Desarrollador o desarrolladores: K-NFB Reading Technology y Sensotec NV.

Descripción: Es una aplicación de texto a voz que se ejecuta en el iPhone. La app permite tomar fotografías de material impreso usando la cámara, convertir las imágenes a texto rápidamente y leer el texto en voz alta utilizando conversión de texto a voz (CTV) de alta calidad. El texto que se reconoce también se puede leer utilizando una pantalla Braille conectada.

Desventajas: Por el momento pese a suponer una herramienta pensada para romper barreras, KNFB Reader tiene un importante freno, su precio.



Figura 9. (a) Uso de la aplicación KNFB Reader (b) Logo de la aplicación.

2- Nombre: Jaws 4.02 [(37)]

Desarrollador o desarrolladores: producto del Blind and Low Vision Group de la compañía Freedom Scientific de San Petersburgo, Florida, Estados Unidos.

Descripción: Este programa es actualmente el más difundido lector de pantalla⁸. Su finalidad es hacer que las computadoras que funcionan con Microsoft Windows sean más accesibles para personas con alguna discapacidad relacionada con la visión. Para conseguir este propósito, el programa convierte el contenido de la pantalla en sonido, de manera que el usuario puede acceder o navegar por él sin necesidad de verlo.

⁸ Un lector de pantalla es una voz sintética que lee la información que se presenta en el monitor de la computadora, de una manera lógica.

Permite trabajar con la mayoría de las aplicaciones de Microsoft Office así como Internet Explorer, aplicaciones de correo electrónico y diversas herramientas de audio.



Figura 10. Interfaz gráfica de Jaws.

3- **Nombre:** NVDA - Non Visual Desktop Access [(38)]

Desarrollador o desarrolladores: desarrollado por la organización NVAccess, una organización sin fines de lucro con base en Australia.

Descripción: El propósito de NVAccess es proveer acceso a las personas ciegas a las computadoras, sin ningún costo adicional ya que es un producto gratuito.

NVDA permite acceso al sistema operativo Windows® de Microsoft por medio de una voz sintetizada y/o Braille. Además, NVDA te permite acceder a un sin número de aplicaciones diseñadas para este sistema operativo. Aplicaciones famosas como Office® de Microsoft, Lotus Notes de IBM, y aplicaciones no tan famosas como RS Games, Jart, entre otras.

Trabaja con las aplicaciones de Office. Permite utilizar navegadores como Internet Explorer, Mozilla FireFox y Google Chrome, y es allí donde demuestra su agilidad. Otro gran beneficio de NVDA, es que tiene una tecnología integrada llamada Plugins o accesorios, que le añaden funcionalidad al sistema base de NVDA.

Desventaja: no es fácil de usar, uno necesita tener un conocimiento previo de computadoras y cómo funcionan. Además si bien puede manejar hasta 32 idiomas, la calidad de la voz no es la mejor, su pronunciación no es buena y es difícil de entender.



Figura 11. Logo de NVDA.

Luego de realizar una intensiva búsqueda por la web de aplicaciones desarrolladas para personas no videntes llegamos a la conclusión de que, a diferencia del caso de los dispositivos, la cantidad disponible es escasa y repetitiva, en la mayoría de los sitios se ofrecen lectores de pantalla.

Juegos para personas no videntes

Hoy en día, y desde hace algunos años, los videojuegos se han convertido en una parte importante de la vida y de la cultura de la sociedad.

Más allá de que su principal objetivo ha sido siempre la diversión y el entretenimiento, son métodos muy eficaces de transmitir información con fines educativos, informativos, conciliadores, rehabilitadores, etc. Logran incentivar al jugador requiriendo que tome un papel mucho más activo, consiguiendo captar toda su atención y comprensión, además de aumentar la motivación del mismo al plantearle unos objetivos que superar.

Si bien en otros aspectos se ha logrado avanzar bastante en cuestiones de accesibilidad, los videojuegos y su accesibilidad siguen siendo un terreno poco explorado.

Las personas no videntes deberían tener las mismas posibilidades que los demás en este mundo desconocido que avanza rápidamente y deberían tener acceso a esta forma de ocio tan importante en la sociedad actual.

Hacer videojuegos accesibles⁹ ayudaría a que personas con distintas capacidades interaccionen de forma tal que nadie se encuentre en desventaja.

A la hora de desarrollar videojuegos para no videntes debemos encontrar formas en la que el juego se comunique con ellos por medios no visuales, como el sonido o la vibración.

La forma más natural de comunicación es mediante sonidos indicadores, aprovechando el hecho de que los no videntes por lo general tienen este sentido mucho más desarrollado. Dichos sonidos deberían ser suficientes como para que se pueda jugar con sólo oírlo. Y dado que la intención es que resulte atractivo para jugadores con distintas capacidades, no deberá descuidarse la parte gráfica, o en caso contrario el videojuego podría no resultar atractivo para el resto de los jugadores y perdería su sentido socializador.

En resumen, como se plantea en Bierre [(39)], las tres razones fundamentales por las cuales los juegos deberían ser accesibles son:

- Primero, por una cuestión moral. Una persona que tiene una discapacidad, debería tener acceso a los mismos servicios y recursos que el resto de la población en todos los ámbitos de la vida. Estas medidas mejorarían la calidad de vida de los discapacitados.
- Segundo, desde el punto de vista económico. No procurando accesibilidad a los juegos la industria está perdiendo una cantidad potencial de clientes para sus juegos, teniendo en cuenta las estadísticas actuales.
- Y por último, por una cuestión legal. En algunos países obligan por ley a que todos tengan acceso por igual a los servicios proporcionados por la administración al ciudadano.

A continuación se listarán una serie de ejemplos de juegos sobre los que se realizará un análisis detallado de su funcionamiento y se intentará en base a ellos generar conclusiones que sirvan para el desarrollo de nuestra aplicación.

Se destacan en primer lugar dos juegos que tienen características comparables con nuestra propuesta.

⁹ La accesibilidad o accesibilidad universal es el grado en el que todas las personas pueden utilizar un objeto, visitar un lugar o acceder a un servicio, independientemente de sus capacidades técnicas, cognitivas o físicas.

- 1- *Quacky's Quest* [(40)]: Juego diseñado por Dylan Viale un niño de once años a partir de la herramienta de software "GameMaker¹⁰", que permite que los usuarios desarrollen sus propias interfaces de juegos de video.

La idea fue crear un juego atractivo para no videntes, motivado por el hecho de que su abuela presentaba ceguera total y deseaba poder jugar y disfrutar con ella.

Su proyecto se centró en crear una aplicación en base a los sonidos, de donde surgió una aventura en la que uno se pone en la piel de un pato que debe atravesar intrincados laberintos para poder encontrar un preciado huevo de oro al final de cada uno. Tomó el diseño del pato de un dibujo que su padre había hecho años atrás, y se encargó de dibujar el resto de los elementos de su juego.

Lo más importante del juego es que cualquier movimiento involucra un sonido, desde el simple caminar hasta los sonidos que se generan en los momentos en que choca contra una pared. El problema de que el usuario pudiera desorientarse dentro del laberinto luego de recoger un diamante porque no había punto de referencia, lo solucionó dejando caer rocas por el camino, lo que serviría de guía auditiva.

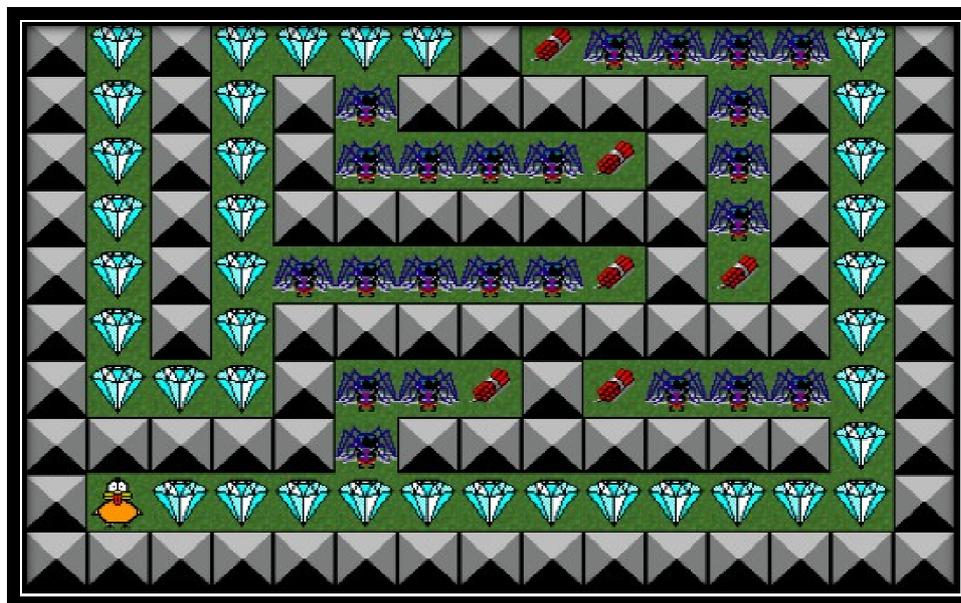


Figura 12. Captura de pantalla del juego en ejecución.

¹⁰ GameMaker es una herramienta de desarrollo rápido de aplicaciones, basada en un lenguaje de programación interpretado y un kit de desarrollo de software (SDK) para desarrollar videojuegos, creado por el profesor Mark Overmars en el lenguaje de programación Delphi, y orientado a usuarios novatos o con pocas nociones de programación. El programa es gratuito, aunque existe una versión comercial ampliada con características adicionales.

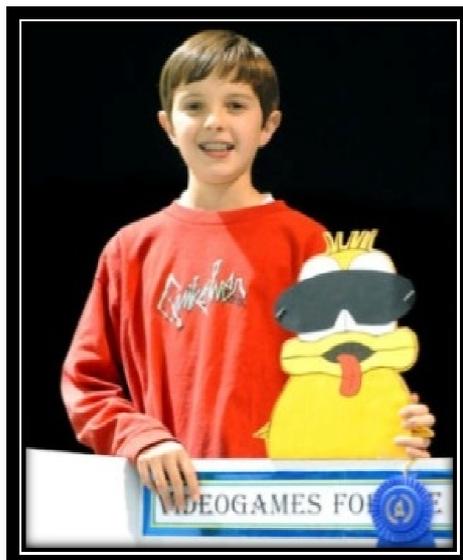


Figura 13. Creador del juego.

2- *The Explorer and the Mystery of the Diamond Scarab* [(41)]: desarrollado por diferentes socios en conjunto con Royal Dutch Visio. El proceso utilizado para el desarrollo se llama co-creación, una técnica en la que el usuario final está involucrado en el desarrollo de nuevos productos y servicios. Discapitados visuales, niños no videntes y videntes contribuyeron al contenido y la forma del juego, mientras fisioterapeutas, especialistas en ejercicio y maestros supervisaban los aspectos motrices.

En este juego eres Ben el arqueólogo, que busca el templo del diamante escarabajo. Durante su expedición termina en un laberinto subterráneo y con la ayuda del fantasma de la princesa egipcia Tiri intenta escapar del templo y sus peligros.

Para jugarlo es necesario contar con una Wii de Nintendo y una Wii Balance Board¹¹. Su funcionamiento es simple, haciendo uso de la Balance Board puede moverse hacia una determinada dirección, inclinándose hacia ese lado. Por ejemplo, para realizar un giro hacia la derecha es necesario inclinarse hacia la derecha y si se desea avanzar simplemente se debe inclinar hacia adelante. Para facilitar el recorrido del laberinto de los no videntes cada vez que el personaje se acerca demasiado a una pared, un sonido le avisará de la situación. Además existen diferentes sonidos para los enemigos, objetos y obstáculos.

¹¹ accesorio para la consola Wii de Nintendo que consiste en una tabla capaz de calcular la presión ejercida sobre ella.

Los jugadores videntes, solo podrán visualizar una pequeña parte del lugar, por lo cual no tendrán una gran ventaja sobre los otros jugadores. Dicha característica hace al juego divertido de jugar, tanto para niños con discapacidades visuales como para videntes.

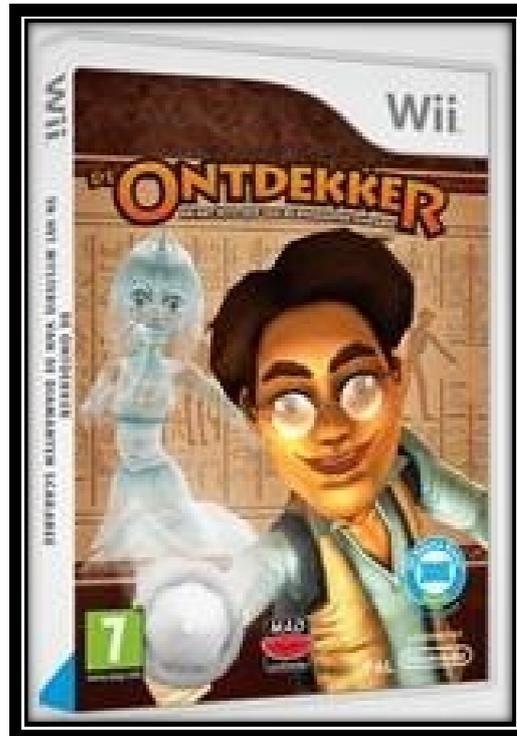


Figura 14. Imagen de la tapa del juego.

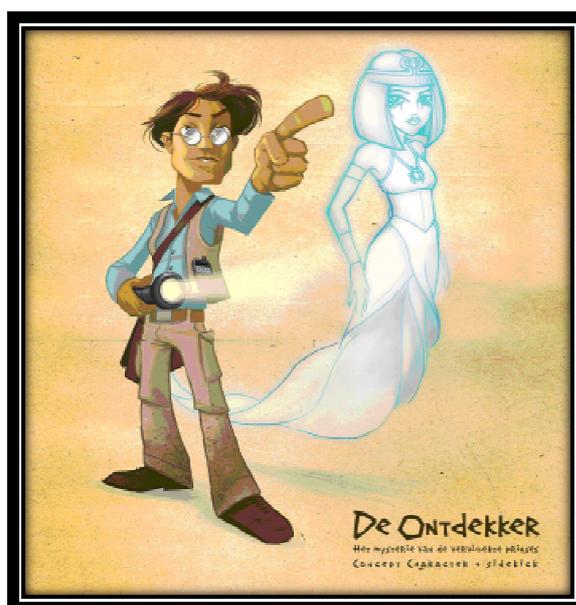


Figura 15. Imagen de los personajes del juego.

3- *Zomblind* [(42)]: este juego realizado por Antonio Fernández, un joven investigador de la Universidad de Granada, rompe con el formato tradicional de videojuego haciendo que la aventura sea únicamente auditiva. Este audiojuego, desarrollado para dispositivos móviles Android, propone lograr la supervivencia del jugador en medio de un apocalipsis zombi.

Zomblind no posee interfaz ni controles, en la pantalla no aparece nada, la única forma de localizar a los muertos vivientes es a través del oído. El jugador se coloca los auriculares y utiliza el Smartphone como arma. Este sistema se vale de los sensores de orientación y el acelerómetro del terminal Android.

No es un videojuego destinado solo a un público invidente, su funcionamiento basado en sonidos y vibraciones permite que cualquier persona pueda disfrutar de él.



Figura 16. Imagen del juego.

4- *AudioDisco* [(43)]: es un juego gratuito creado por Javier Mairena, que cumple con las condiciones de accesibilidad para personas con diversidad funcional visual, sin importar el tipo ya que se puede jugar tan sólo con oírlo.

Las indicaciones para elegir entre las distintas opciones que ofrece el menú son aportadas a través de una voz en off que sirve de guía.

El juego consiste en primero arrojar y luego intentar atajar un disco que será lanzado entre los jugadores. Cada vez que uno de los jugadores va a lanzar el disco, presionando una de las teclas lo pondrá a girar y luego tendrá la posibilidad de elegir tres direcciones: hacia arriba, escuchando el sonido del disco en forma

aguda, hacia el medio, donde el sonido será más grave o hacia abajo, sonando mucho más grave. La diferencia en los sonidos le permitirá al contrincante reconocer la dirección en la que viene el disco para intentar atajarlo.

Complementariamente, el sonido del disco pasara de un altavoz al otro, usando el estéreo, según la posición en la que esté en la pantalla.

En cuanto a otras cuestiones, podemos decir que se trata de un juego con licencia gratuita, que se puede ejecutar en cualquier sistema operativo, en idioma español y con un máximo de 2 jugadores.

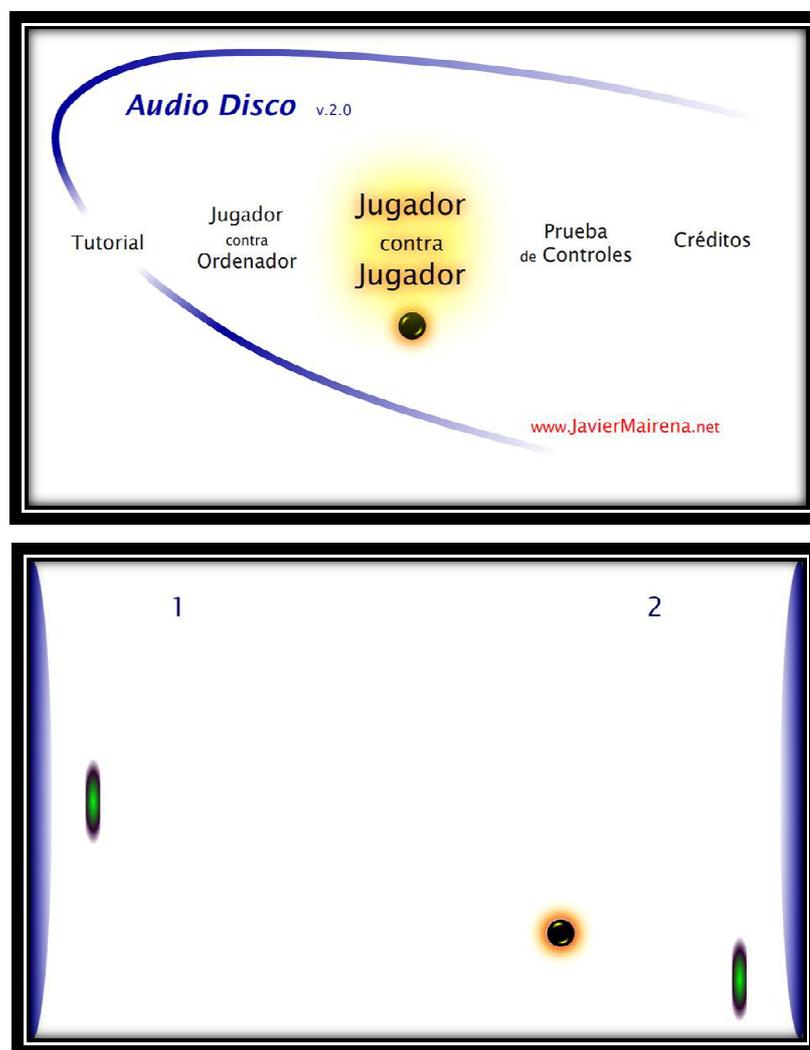


Figura 17. Capturas de pantalla del juego en ejecución.

- 5- *Terraformers* [(44)] [(43)]: fue un proyecto del equipo Sueco Pin interactive un videojuego en 3D desarrollado desde un principio para ser accesible a la

diversidad funcional visual. Mediante una serie de sonidos indicativos se logra que el jugador sepa donde se encuentran los objetos, puertas y paredes en el escenario. El juego tiene lugar en el futuro, la humanidad ha comenzado la colonización de otros planetas y utiliza robots inteligentes para crear una atmósfera y un ambiente adecuado para los seres humanos. Mientras tanto en el planeta Tellus 2 algo salió mal, algunos de los robots evolucionaron y se volvieron demasiado inteligentes, rebelándose contra sus creadores. Los robots rebeldes encarcelaron al profesor van Lange en su laboratorio, siendo este la única persona capaz de recuperar el control de los rebeldes, y desmontaron la computadora principal, dispersando las partes alrededor del área del laboratorio del profesor. La misión es derrotar a los robots, encontrar las piezas del equipo y liberar al profesor.

Terraformers es totalmente gratuito, si bien, debido a que en un momento fue un juego comercial, es necesario descargar la licencia y descomprimirla en el directorio del juego para desbloquearlo por completo.





Figura 18. Imágenes del juego.

6- *Open Field Echo Sounder* [(45)]: esta aplicación creada por Bob Smolenski permite que los niños ciegos jueguen al aire libre carreras a metas localizadas con el GPS en cualquier parte del mundo.

Luego de que el jugador camine hasta el centro de un campo abierto, los objetivos virtuales serán colocados al azar alrededor del mismo, y podrá encontrar la dirección de las metas a través de los auriculares.

Haciendo uso de Adobe Air para programar la aplicación, los mayores desafíos consistieron en traducir los movimientos de los jugadores usando los datos del teléfono y escalar un campo alrededor de los datos de longitud y latitud del jugador.

Desventajas: es difícil encontrar información más detallada del juego, los datos que se proveen son muy pocos. Además si se desea descargar es necesario pagar para poder hacerlo.



Figura 19. Ejemplo de metas ubicadas en un paisaje.

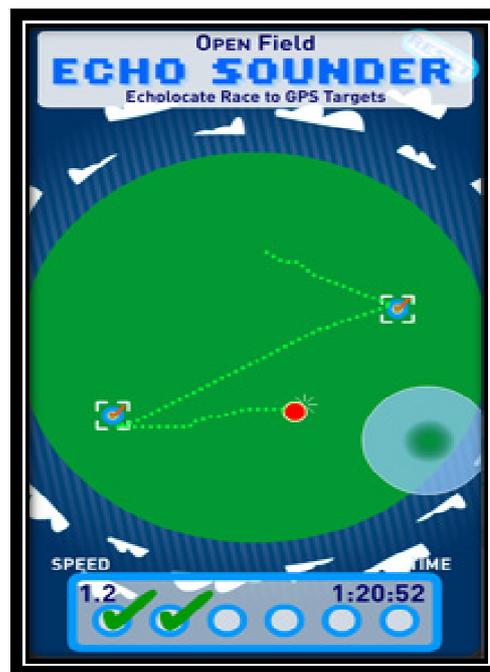


Figura 20. Interfaz del juego.

7- *Huyendo en la oscuridad* [(46)]: proyecto realizado entre el ámbito académico y profesional, por Marcos Fortún Arranz, Luz Frías Díaz y Daniel Álvarez González, residentes en España.

Este juego cuya característica principal es no poseer interfaz gráfica, logra una combinación de acción y aventura. Los puntos claves del juego son sacar partido al sonido, la ambientación y la sugestión, así como de la interacción “realista” de disparar y golpear con los mandos de control.

La interacción de juego se desarrolla mediante el sistema SenSphere¹², su propio sistema de audio3D, emisores de luz infrarroja, y los mandos Wiimote y Nunchuk de Nintendo.

Durante el combate, el jugador comenzará escuchando sonidos de las criaturas enemigas, en un principio lejanos y en todas direcciones. Cuando los enemigos estén más cerca, el sistema de audio 3D emitirá los sonidos oportunos, controlando el origen y la intensidad de los mismos, según la distancia y posición del enemigo. Cuando haya un objetivo claro el jugador podrá apuntar y disparar su arma en la dirección de la que provienen los sonidos. El sonido indicará cuando acierta, cuando falla, cuando se queda sin balas, etc. Otra forma de defensa es agitar el Nunchuk como si se tratara de un cuchillo, pero no puede usarse contra enemigos a distancia.

Es un tipo de juego donde el usuario elige su propia aventura, ya que la narración de los personajes lo irá guiando a través de la historia, pero el jugador deberá tomar decisiones que influirán en el argumento y darán lugar a diferentes finales de la trama.

El juego narra la historia de Ismael, que despierta completamente a Oscuras, rodeado de malvadas criaturas que tratan de atacarle. Usando solamente el sentido auditivo y la intuición, deberá defenderse de sus atacantes, mientras una misteriosa voz le ordena cumplir una misteriosa misión. De esta forma, cualquier jugador (invidente o no) es capaz de disfrutar por igual de "HELO".

¹² Se trata de una combinación de audio 3D y emisores de luz infrarroja (emisores IR) desarrollados exclusivamente para este juego. Antes de empezar a jugar, hay que organizar las cajas emisoras IR y los altavoces, que se colocarán describiendo una semicircunferencia alrededor del jugador.



Figura 21. Menú del juego.

8- *La cara oculta* [(47)]: este juego de intriga para Windows Phone 7 diseñado por Ángel Grande y Rubén Infante, dos informáticos de la Universidad Pontificia de Salamanca, permite que tanto videntes como no videntes puedan disfrutar de él sin problema.

La cara oculta es una aventura gráfica de misterio, intriga y mucha tensión en la que su protagonista, un detective con un carácter realmente agrio, tiene que resolver un complicado caso.

El juego es el mismo tanto para no videntes como para videntes, lo que cambia es la forma de usar los mandos. Y para ello se utilizaron dos mecanismos relativamente sencillos. Como todos los teléfonos móviles de gama alta actuales disponen de acelerómetro, mediante el altavoz del teléfono indican a la persona invidente lo que tiene que hacer y si lo hace en el momento adecuado pasa la prueba. Además se aprovecha la vibración. De esta manera la forma de buscar objetos se basa en ir pasando el dedo por la pantalla y en función de cómo sea, el jugador sabe si está más o menos cerca del objetivo. En el caso de las personas sin problemas de visibilidad el juego transcurrirá de la forma habitual.



Figura 22. Imágenes del juego.

- 9- *Papa Sangre* [(48)] [(49)]: en 2010 el estudio británico de juegos Somethin' Else lanzó *Papa Sangre*. Ante la premisa de que un juego se define por *cómo llega a nuestras mentes*, *Papa Sangre* propone una vía diferente, haciendo del oído el único medio para mantenerse a salvo. De acuerdo a su historia, hemos caído en uno de los rincones más profundos del Mundo de los Muertos. Lo único que se sabe es que alguien cercano necesita ser rescatado, y que es necesario recorrer el castillo de *Papa Sangre*, un lugar que debemos imaginar como un cementerio mexicano en el día de los muertos. Música mexicana, chirridos espantosos y gruñidos de terribles criaturas forman el ambiente de *no-vídeo* en *Papa Sangre*.

Este juego logra crear un entorno de sonido 3D, que el jugador puede explorar en una dirección fijada mediante una brújula. Además, el jugador establece un ritmo en su avance por la escena mediante la frecuencia con la que realiza taps alternativamente sobre ciertas zonas en la pantalla. Esta frecuencia juega un papel importante a la hora de dotar de cierta emoción al juego, puesto que si fuera demasiado alta los monstruos podrían detectar al protagonista y automáticamente el juego finalizaría.

Desventajas: Solo disponible para sistemas basados en el iOS (4.0 o posterior).
Además de que su descarga es paga, cotiza en euros.



Figura 23. Portada y captura de pantalla del juego.

Conclusiones del Capítulo

En base a lo investigado y a los ejemplos recolectados hemos logrado llegar a algunas conclusiones. En primer lugar, y haciendo referencia a los dispositivos creados para no videntes, podemos afirmar que hay muchos y con usos muy diversos. Destacándose entre ellos los que permiten al usuario explorar espacios utilizando como único sentido el oído.

En resumen se puede afirmar que los dispositivos surgen para resolver un problema en particular. Permitir que los no videntes realicen una tarea como caminar por la calle, o recorrer una habitación con obstáculos, de la forma más natural posible.

A la hora de mencionar las aplicaciones que se encuentran disponibles nos encontramos con la sorpresa de que la cantidad es escasa y de que además apuntan a lo mismo. En su gran mayoría lo que se ofrece son distintos tipos de lectores de pantalla. Y si bien, el fin último de una aplicación para no videntes es facilitar la interacción entre los usuarios y las computadoras, debería investigarse más en esta área y encontrar otras formas de interacción.

En cuanto a los juegos, y debido al actual auge de los celulares y las tablets, se llegó a la conclusión de que la mayoría de los juegos se desarrollan para este tipo de dispositivos. O en contra partida para poder jugar se necesitan consolas como la nintendo o la Xbox, las cuales conllevan a limitaciones económicas. Los juegos para computadoras y para no videntes en si son escasos. Con lo cual si bien se está buscando, por un lado mejorar la experiencia del usuario no vidente, por otro lado para hacerlo se exige contar con hardware que no todos tienen.

Ahora si hablando del material utilizado en general la mayoría surgió de internet y, si bien no todo, la mayoría en inglés, lo cual establece una barrera para aquel que no maneja el lenguaje.

Otra de las conclusiones a las que arribamos luego de la investigación es que la mayoría de los juegos que se realizan para no videntes tienen como fin último la inclusión. En gran parte de ellos no se busca que el no vidente pueda jugar, sino que el no vidente pueda jugar con videntes, en lo posible, en las mismas condiciones.

Por último, nos llamó la atención que la mayoría de los proyectos de este estilo son presentados por empresas o grupos de estudiantes, pero pocos son realizados en forma particular.

Capítulo 4

Propuesta del Juego

Introducción

Hoy en día los investigadores se están centrando en explorar el campo de las emociones y como estas influyen en la cognición. La mayoría de las actividades generan emociones, mirar una película, oler un perfume, las redes sociales, etc. Los videojuegos sin duda son productos interactivos que manipulan al jugador y lo llevan a crear experiencias conmovedoras.

La emoción es esencial para mantener al jugador enfocado, tomar decisiones, actuar, aprender y disfrutar del proceso de juego. En [(7)] se ejemplifican las emociones que se generan al exponerse a diversos juegos. Por ejemplo el juego de aventuras piratas “Sid Meier’s Pirates!” logra que, con el esgrima, los jugadores estén inmersos y afecta negativamente o mentalmente a que apliquen esfuerzo para vencer los obstáculos. Mientras que el afecto positivo de buscar un tesoro mejora la exploración de alternativas. En el juego “Katamari Damacy” llegar hasta la bola pegajosa encima de la mesa se hace más fácil al afectar positivamente al jugador haciendo que este deba aplastar y recoger lindos bombones, juguetes y otras cosas. Los estados emocionales fuertes también permiten una formación y recolección de recuerdos más fácil, especialmente si las emociones del usuario concuerdan con la emoción del ítem a ser recordado. Los movimientos especiales en “Top Spin Tennis” que ofrecen una respuesta emocional en un oponente son más fáciles de recordar y motivar la búsqueda de más.

Los juegos no son solo para entretenimiento sino que son actividades auto-motivadoras. Si la interfaz hace que todo sea fácil le roba la diversión al jugador. Debe tener un equilibrio tal que sea lo suficientemente usable como para poder jugarlo pero no tan usable como apretar un botón y ganar. Los jugadores anhelan la ilusión del control superior que les permita lograr más que a otros; pero no tanto control como para que pierdan su camino y no disfruten del jugar.

Se debe inspirar al jugador con la recompensa del éxito con el fin de aumentar la participación y apoyar las tareas cognitivas. A los efectos del diseño del juego, la emoción tiene un efecto significativo en el disfrute, la atención, la memoria, el aprendizaje y el rendimiento. Más allá del entretenimiento, las emociones son acerca de las metas y las cosas que nos importan, por lo que en los juegos se ofrecen distintos niveles y puntajes que indican el progreso del jugador.

El objetivo al crear este juego surge de la necesidad real de un usuario que es no vidente y no tiene juegos de acuerdo a sus necesidades. Actualmente juega con consolas tipo SEGA, donde él se adapta al videojuego, ya que no están diseñadas para sus características. La única interacción que tiene con este tipo de juegos es a través de los sonidos. El sonido es un efecto adicional que complementa la interfaz visual del juego y no está diseñado específicamente para que la persona pueda guiarse en el espacio por lo que el juego no cumple la función de divertir al usuario. Por otra parte no lee braille por lo que no podemos disponer de este recurso.

Objetivos

- Lograr una mejor experiencia del usuario final con los juegos y el uso de las computadoras.
- Proveer un juego que sea simple y que pueda ser usado sin necesidad de tener una persona vidente que lo ayude, y así lograr mayor independencia.
- Proveer instrucciones claras para que el usuario pueda aprender el uso de los comandos del juego.
- Desarrollar el juego con software libre para que no requiera recursos económicos para obtenerlo.

Propuesta del juego

Hasta ahora venimos mencionando muy escuetamente en qué consiste el juego que implementamos por lo que es momento de describirlo en detalle. La intención es hacer un juego de aventura tipo Arcade¹³ que se base en la destreza del jugador. El juego consiste de un laberinto formado de celdas con un personaje principal y un villano, algunas celdas serán paredes por las que no se podrá pasar y por lo tanto son los límites del laberinto. El jugador solo podrá recorrer las celdas que son “transitables” e ir juntando objetos.

El escenario que le da marco al juego es una granja, por lo que el actor principal es un granjero que debe ir juntando animales y es perseguido por un lobo. Para poder juntar los animales solo hace falta que se pase por encima de la celda donde se encuentra. El objetivo es recorrer el laberinto y juntar todos los animales. Si el lobo alcanza al granjero y este tenía animales en su cesta se los suelta nuevamente a posiciones aleatorias, y si no tenía

13 "Arcade" se refiere a los juegos relativamente fáciles de jugar o que no responden fielmente a la gravedad y otras fuerzas físicas reales

animales el personaje muere y el juego termina, dándole la posibilidad al jugador de reiniciarlo.

En total en cada escenario hay 13 animales que se colocan cada vez de manera aleatoria. Si el jugador logra reunir los animales que están dispersados en el escenario, pasa al siguiente mapa. Teniendo dos posibilidades, la de elegir un escenario distinto al actual o volver a repetir el mismo. Esta decisión se tomó considerando que el jugador quizá prefiera jugar siempre en el mismo escenario y así poder ir memorizando la posición de las paredes y facilitar su orientación. En total son 10 mapas distintos que se diferencian en la ubicación de las paredes.

Si el jugador desea salir del juego en medio de una partida podrá hacerlo pero teniendo en cuenta que no se guardarán los cambios. Puede en cambio pulsar “Pausa” que hará que se detengan los personajes del juego y luego podrá reanudarlo para seguir desde donde quedó.

El juego y los sonidos

Para encontrar a los animales, el jugador se guiará de sus sonidos característicos. El granjero al estar parado en una celda del laberinto solo podrá escuchar a los animales más cercanos, para esto se define un rango audible que se muestra en la [Figura 24](#). Dentro de ese rango habrá animales que se escuchen más cerca o más lejos dependiendo de la ubicación con respecto al granjero. Para esto cada animal tendrá el mismo sonido pero a tres volúmenes distintos, entendiéndose que cuanto más lejos esté el animal del personaje el sonido será más bajo. Entendiéndose el término “cuadrante” como todas las casillas que están a una misma distancia del personaje, normalmente solo se escuchará a un animal si está en el primer o segundo cuadrante, es decir a uno o dos pasos del granjero. Y si tiene activa la ayuda de aumentar audición, se comenzará a escuchar desde el tercer cuadrante. El personaje del lobo, el villano, también tendrá un sonido característico para que el jugador pueda huir a tiempo y su rango audible se define igual que para el resto de los animales. Si el jugador intenta ir a una celda donde hay una pared se escuchará un golpe para que pueda reorientarse. Todos estos sonidos le serán mostrados al jugador previos a la pantalla del juego para que se vaya familiarizando.

Al juntar un animal se le dirá al jugador, qué animal juntó y cuántos le falta juntar para lograr el objetivo. Al juntar una ayuda se le dirá cuál es la que juntó. Cada cartel que aparezca en pantalla también le será leído.

En general, cada vez que entre a una pantalla se le dirá en cual está y con qué tecla se vuelve a la anterior. Y en particular cada pantalla tendrá sus propias características que también le serán leídas.

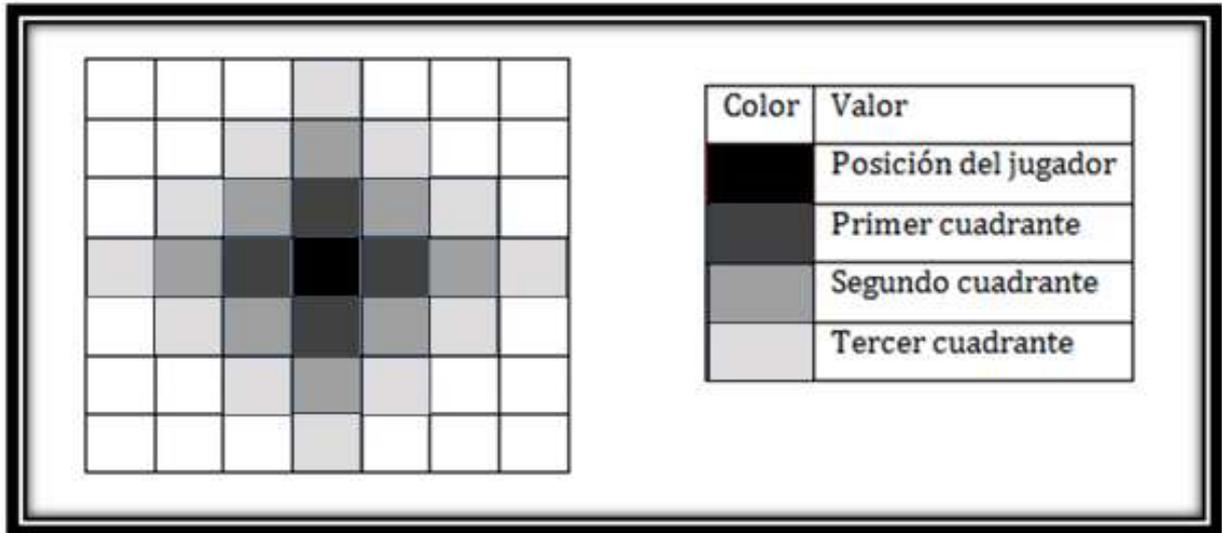


Figura 24. Rango de audición y tabla de referencias.

Ayudas dentro del juego

Para que el jugador pueda acostumbrarse a los movimientos, a los sonidos, y a los distintos elementos del juego puede pedir, cuando él lo requiera, ayuda auditiva que le indicará los movimientos que debe hacer para alcanzar al animal más cercano, lo denominamos “GPS”. Uno a uno le dirá el movimiento a realizar, si sigue todos los pasos, encontrará al animal y tendrá la posibilidad de volver a activar el “GPS” o seguir jugando solo desde ahí. En cambio si realiza un movimiento distinto al que se le indicó, la ayuda se desactiva, para que pueda seguir jugando.

Otro tipo de ayuda con la que puede contar son los poderes. Dentro del laberinto hay dos poderes distintos que el jugador ganará al pasar por encima de la celda, pero que solo estarán activos una vez en cada laberinto y por un tiempo determinado.

- Aumentar audición (Súper Oído): se aumenta en una celda la distancia de audición. En este caso cada animal se comenzará a escuchar desde el tercer cuadrante como muestra la [Figura 24](#).

- Escudo (Capa): cuando se activa automáticamente hace que el lobo no lo pueda matar, lo sigue persiguiendo pero si pasan por la misma casilla a la vez no le hace nada.

Ambas al pasar 20 segundos se desactivan y se le avisa al jugador.

Controles

La aplicación podrá ser jugada tanto con el teclado de la computadora como con un joystick para PC. Es importante que se use la menor cantidad de teclas posibles para que el jugador no vidente no se pierda y pueda memorizar cuáles deberá usar. Además, en el teclado se colocan unas gomitas en las teclas que se usan, para que el jugador no vidente pueda localizar estas teclas fácilmente a través del relieve.

En el joystick solo se usan los botones básicos con el mismo objetivo que en el teclado. Como el jugador está habituado a este tipo de dispositivo, no es necesario resaltar estos botones.

Interfaz Gráfica

En cuanto a la interfaz gráfica, como uno de los objetivos del proyecto es que sea inclusivo, tendrá imágenes atractivas para jugadores de visión normal, o que puedan ser usados para las personas que acompañan al no vidente si este requiere ayuda para jugarlo.

El juego se compone de varias pantallas que lo guiarán al jugador antes de empezar con el laberinto.

Al inicio de la aplicación se contará una historia, que se describe más adelante, que el jugador podrá saltar o escuchar, y será acompañada por imágenes que la hagan más ilustrativa para los jugadores que pueden ver. La segunda pantalla es el menú que lo lleva a diferentes opciones. La primera opción es entrar al juego, la segunda es ir a la pantalla de instrucciones; que lo ayudará a entender los objetivos y las teclas que serán utilizadas para jugar y los sonidos que se escuchan.

Otra de las pantallas a las que el jugador puede ir es la de probar los controles, para comprobar que todo funcione y que ubique correctamente los dedos. Una vez que ya escuchó las instrucciones y sabe los botones que debe usar es bueno que practique en esta pantalla para que el juego le resulte más natural. Esta prueba se realiza con el teclado o con el joystick. Si el joystick está conectado directamente prueba este dispositivo y cada vez que apriete un botón se le dirá cual es. En caso de que no haya joystick conectado se probará el teclado. Si aprieta una de las teclas necesarias en el juego se le dice qué tecla es, pero si aprieta cualquier otra no se produce ningún cambio ni sonido.

En el menú también cuenta con la posibilidad de elegir el nivel de dificultad: Fácil, normal y difícil, que el cambio que tienen entre ellos es el comportamiento del lobo. Y puede elegir jugar en modo pantalla negra o con los dibujos.

Modo pantalla negra

En caso de que la persona que juega no sea ciega y quiera tener la experiencia de jugar sólo con sonidos, puede activar el “modo pantalla negra”. Esto hace que al entrar al juego todo el laberinto se vea tapado de casillas negras y solo se visualice el panel de datos. En este caso el objetivo del juego será el mismo, el lobo actuará según el nivel seleccionado y todos los sonidos que se reproducen para un jugador no vidente también se escucharán.

Niveles de dificultad

Como se mencionó, hay tres niveles de dificultad: fácil, normal y difícil. Los niveles se diferencian entre sí, únicamente en el comportamiento del lobo. En el nivel “fácil” el lobo camina por el mapa aleatoriamente sin importarle la posición del jugador. En el nivel “normal” el lobo intenta siempre acercarse al personaje. Y en el nivel “difícil” hay dos lobos en el mismo mapa, uno se comporta como el lobo del nivel “fácil”, es decir, aleatoriamente; y el otro se comporta como el del nivel “normal” acercándose al personaje.

Historia del Juego

Una forma de hacer que el juego sea entretenido es contar una historia en la que luego se base el laberinto. La historia será relatada por una persona y podrá ser escuchada ni bien se abre el juego. En caso de que el jugador no quiera escucharla tendrá la opción de saltarla.

Además la historia se utiliza como un recurso para que el jugador conozca los sonidos del juego y los distintos personajes. Cada vez que se hable de uno de los componentes del laberinto también se escuchará el sonido que lo representa en el juego.

La historia es la siguiente:

“Ese día comenzó como todos los demás. Nuestro granjero “Neri” se levantó muy temprano, como todas las mañanas, y comenzó a alimentar a sus animales. Sus dos gallinas (sonido) y el gallo cantor (sonido) fueron los primeros, luego continuó con los dos cerditos (sonido), los dos patos (sonido), las dos ovejas (sonido), el corderito (sonido), el caballo (sonido) y su querida

vaca (sonido). A último momento, y a punto de olvidarlo, alimentó a sus dos fieles compañeros, su perro (sonido) y su gata perezosa (sonido), que como siempre se tomó su tiempo para acudir al llamado.

Por la tardecita realizó su habitual recorrido comprobando que todo siguiera en su lugar antes de acostarse, sin sospechar que algo estaba por suceder.

Todo comenzó con una calma sospechosa, un silencio absoluto. Nuestro granjero pensó: esto sí que es paz, pero... ¿y los animales? Sin perder más tiempo se dirigió lo más rápido que pudo hasta el granero, para comprobar lo temido, ya ninguno de sus animales estaba. Otra vez ese terrible lobo (sonido), pensó.

Es ahora cuando empieza la verdadera aventura, tu tarea es ayudar a Neri a recuperar sus animales. No olvides que el lobo sigue ahí dispuesto a evitar que cumplas con tu misión, y que en esta noche oscura los sonidos serán tus únicos aliados a la hora de recuperar los animales y escapar del lobo. ¡¡Mucha suerte!!”

Una vez que ya hicimos una recorrida por el juego se explican a continuación nociones de análisis que sirven para clarificar lo que se dijo anteriormente, cuyas definiciones fueron extraídas de [(50)] y [(51)].

Casos de Uso

El diagrama de casos de uso (Figura 25), es una lista de pasos típicamente definiendo interacciones entre un actor y un sistema para lograr un objetivo. En nuestro proyecto nos pareció importante que sea incluido para entender mejor la funcionalidad de nuestro juego y ver todas las posibles acciones que el usuario podrá realizar.

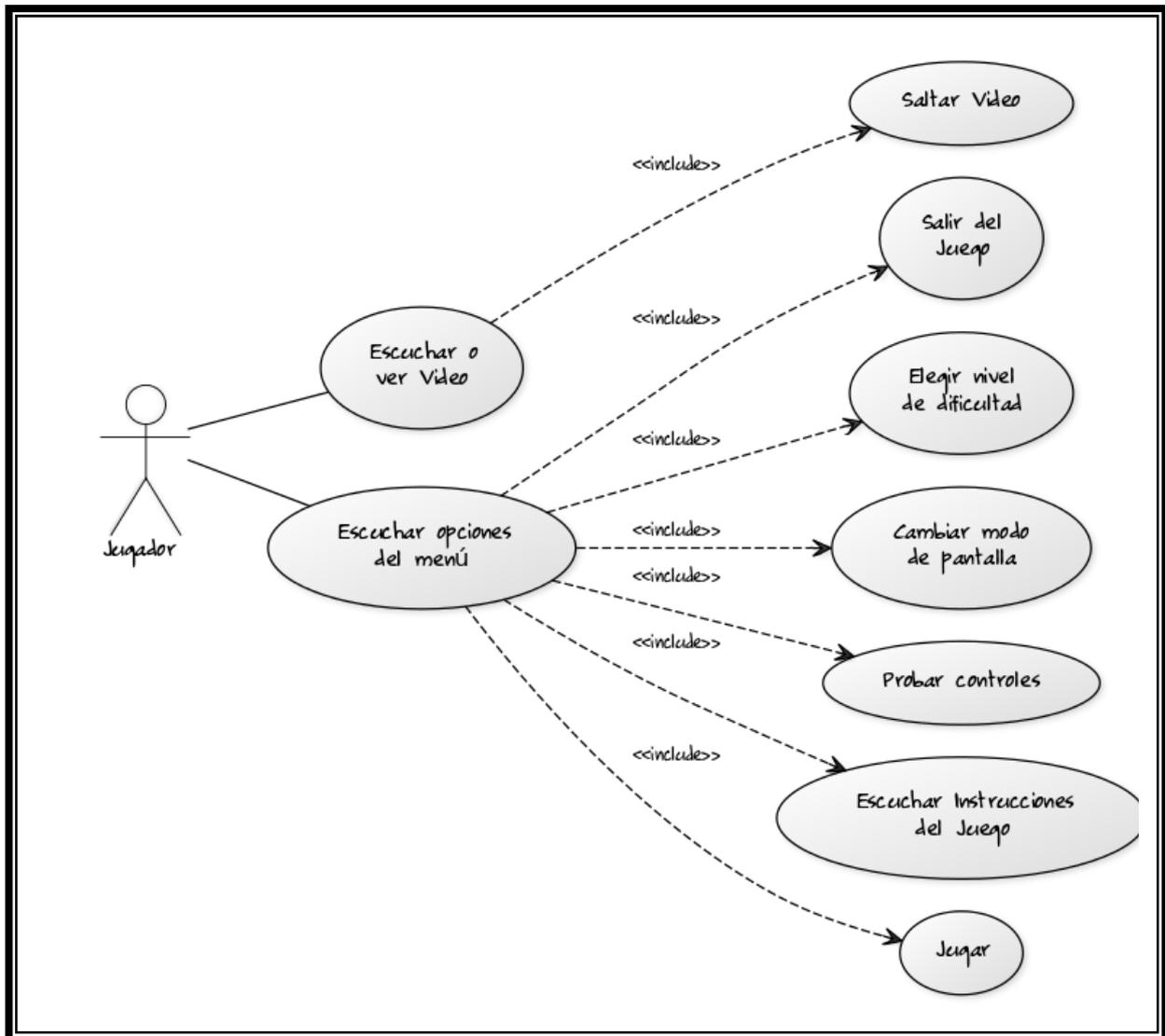


Figura 25. Diagrama de casos de uso de la aplicación.

Requerimientos funcionales:

Los requerimientos funcionales especifican lo que el juego debe hacer. Por lo general son acciones que se deben tomar y que se especifican luego de realizar reuniones con el usuario. Deben ser establecidos al inicio del proyecto, antes de realizar el diseño del mismo para tener una noción clara del producto que se quiere obtener.

Para el caso particular de nuestro juego los requerimientos fueron obtenidos de charlas con la madre del usuario final, ideas propias que se creen que motivarán al jugador y que se concluyeron luego de verlo jugar, y comentarios de familiares y amigos que lo observan desempeñarse con los juegos actualmente.

Antes de entrar al juego

- La aplicación debe tener el icono en el escritorio de modo que el no vidente pueda encontrarlo siempre en la misma ubicación. Al presionar el icono se inicia el juego.
- En el teclado deben estar correctamente resaltadas en relieve las teclas que se utilizan para jugar.

Una vez dentro del juego

- El jugador debe tener siempre la posibilidad de escuchar nuevamente las instrucciones desde cualquier pantalla del juego.
- El juego debe brindar la posibilidad de probar los controles una vez que esté ejecutándose.
- De cualquier pantalla se debe poder salir del juego al presionar la tecla "ESCAPE".
- El juego debe disponer de una ayuda auditiva cada vez que el jugador la requiera que lo ayude a continuar con el juego y obviamente que se pueda desactivar cuando ya no sea necesaria.

Requerimientos no funcionales:

Los requerimientos no funcionales demuestran las propiedades que el producto debe tener para poder hacer lo que debe. Son las características o cualidades las que hacen que el producto sea atractivo, usable, rápido o confiable. Por lo general se asocian con criterios de performance y establecen los límites del producto deseado.

A continuación se detallan los ítems que se creen necesarios para lograr que el juego sea un producto divertido y que entretenga:

- El juego debe poder instalarse en cualquier sistema operativo sin presentar cambios funcionales.
- Las instrucciones del juego siempre deben ser cortas y en lenguaje simple.
- Debe ser divertido y simple de usar, lo cual se medirá observando al usuario.
- Deben usarse herramientas de desarrollo gratuitas.

- El usuario debe poder entrar al juego sin ayuda de otras personas. Por única vez necesitará ayuda para la instalación y para conocer la ubicación del juego en el escritorio.
- Debe tener una interfaz visual amigable en dos dimensiones para que también pueda ser utilizado por personas sin discapacidad visual.

Una vez realizado el análisis previo del juego que se va a realizar y conociendo la funcionalidad que se pretende podemos introducirnos en la implementación. Siempre teniendo en cuenta que este análisis puede sufrir cambios a medida que se avanza, al tener que ajustarse a ciertas limitaciones.

Capítulo 5

Desarrollo

Introducción

Luego de haber presentado en el capítulo anterior la propuesta del juego a realizar, en el presente capítulo se detalla la forma en la que se implementó.

Se presentan entre otras cosas el lenguaje y el entorno de desarrollo elegidos, las librerías que se utilizaron para ciertas funcionalidades y las imágenes y sonidos empleados. Además, se incluyen detalles sobre ciertas características especiales que ofrece el juego, las clases y métodos más importantes, decisiones que se modificaron a lo largo del desarrollo, etc.

Lenguaje y Entorno de Desarrollo

A pesar de la existencia de múltiples lenguajes de desarrollo, debido a su gran cantidad de ventajas y a que es uno de los más utilizados en la actualidad, el lenguaje elegido fue Java.

Una de las ventajas más importantes de Java es que se trata de un lenguaje independiente de la plataforma. Es decir, gracias a este lenguaje el juego creado será capaz de funcionar correctamente en computadoras de todo tipo y con distintos sistemas operativos. Con esto se busca cumplir uno de los requerimientos planteados en el capítulo anterior: “El juego debe poder instalarse en Windows o Linux sin presentar cambios funcionales.”

Por otra parte, al ser Java un lenguaje de programación orientada a objetos ofrece todos los beneficios presentes en dicha metodología de programación. Además, debido a su popularidad, existen gran cantidad de herramientas disponibles para incluir en un programa y agregarle funcionalidades al mismo.

En cuanto al entorno de desarrollo, el elegido fue Eclipse, más precisamente la versión Juno del mismo. Eclipse es software libre y uno de los entornos Java más utilizados a nivel profesional. El paquete básico se puede extender mediante la instalación de plugins para añadir funcionalidades a medida que se necesitan.

Librerías Utilizadas

Al momento de empezar a pensar en ofrecer la posibilidad de que el usuario pueda utilizar un joystick para usar la aplicación, además del teclado, nos encontramos con el problema de que Java SE no disponía de herramientas para su uso. Para solucionarlo recurrimos a la librería **JInput**.

El Proyecto JInput [\[\[52\]\]](#) contiene la implementación de una API para la detección de los controles del juego y de entrada consultados. Es parte de un conjunto de tecnologías de código abierto iniciado por el Grupo de Tecnología de Juego de Sun Microsystems con la intención de hacer que el desarrollo de juegos de alto rendimiento en Java sea una realidad. La característica más importante de JInput es que presenta una plataforma neutral completamente portable, es decir, es neutral a la plataforma a la que se use.

Para incluir el video que relata la historia del juego, y debido a que Java por sí mismo no cuenta con soporte para la reproducción de videos, se utilizó JavaFX. Es una tecnología de software que, combinada con Java, permite crear y desplegar aplicaciones con un aspecto vanguardista y contenidos avanzados, audio y video. Además se modificó de acuerdo a nuestras necesidades el código fuente presentado en la página web [\[\[53\]\]](#).

Imágenes y Sonidos

Los sonidos propios del juego, los que no involucran ningún tipo de mensaje hablado dirigido al jugador, fueron obtenidos de la página web [\[\[54\]\]](#) y el sonido del lobo de la página [\[\[55\]\]](#). Los restantes audios utilizados fueron grabados por Yesica Sacristán, utilizando la aplicación “Cambiador de voz con efectos” disponible gratuitamente en el Playstore del celular.

Las imágenes presentes tanto en el video introductorio como en la ventana de menú y en el juego propiamente dicho, fueron realizadas a mano, escaneadas y pintadas de forma digital por las integrantes de la comisión.

La música que se usó para el video fue creada por Matías Natali y Verónica Sacristán. Y la persona que relata la historia también es Matías Natali.

Para simular el proceso de acercarse a un animal a medida que la distancia se acorta entre él y el personaje principal, se optó por utilizar sonidos con diferentes volúmenes, de modo tal que cuanto más corta sea la distancia más fuerte se escuche el sonido.

Para el manejo de las imágenes utilizadas dentro del juego, para evitar retardos en la carga debido a la cantidad, se optó por utilizar Sprites¹⁴.

¹⁴ Imagen que contiene una plantilla de imágenes más pequeñas. Cada imagen pequeña se obtiene estableciendo la posición x e y, junto con la altura y el ancho de la misma con respecto a la imagen que la contiene.

Para el desarrollo del juego se utilizaron en total tres Sprites ([Figura 26](#), [Figura 27](#) y [Figura 28](#)), una para modelar los movimientos del personaje, otra para los movimientos del lobo y la última para los otros componentes, desde las paredes y el suelo, hasta cada uno de los animales.



Figura 26. Sprite del personaje principal.

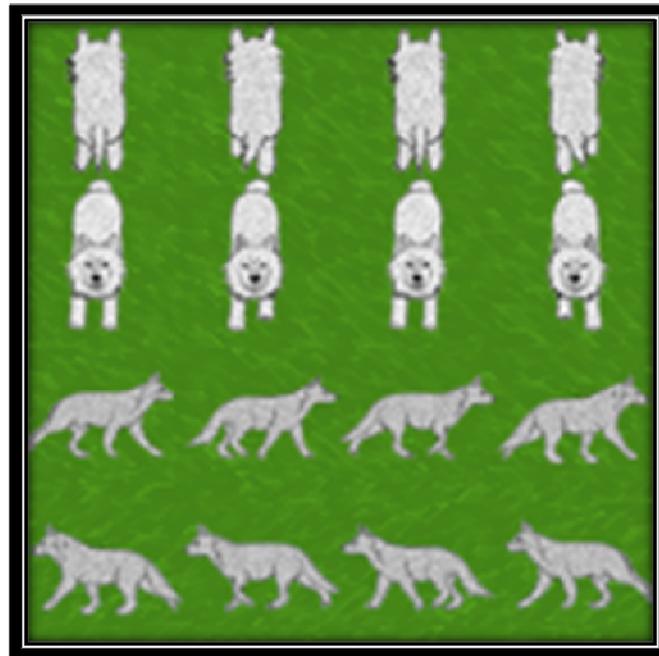


Figura 27. Sprite del lobo, enemigo del personaje dentro del juego.



Figura 28. Sprite que contiene las restantes imágenes utilizadas en el juego.

Movimiento

Para modelar el movimiento, tanto del personaje como del lobo, se optó por dibujar la cantidad de imágenes necesarias para que se lleven a cabo los pasos, en cada una de las direcciones.

En el caso del personaje se dibujaron diez imágenes hacia la derecha, diez hacia la izquierda, diez hacia abajo y cuatro hacia arriba. Para el lobo, en cambio, se dibujaron cuatro imágenes para cada dirección. Todos estos movimientos se basaron en Sprites de otros juegos.

Al momento de seleccionar la imagen que se visualizará se calcula en qué dirección se dirige el personaje o lobo, y si la dirección es la misma que venía siguiendo se cambia a la siguiente imagen según el orden establecido previamente, en caso contrario se elige la primera imagen que corresponde a la nueva dirección.

Rango de Audición

Como parte del desarrollo, y para determinar en qué momento deberían escucharse tanto los sonidos de los animales como el sonido del lobo, se establecieron tres cuadrantes ([Figura 29](#)). En el primer cuadrante, el más cercano al personaje, se podrá escuchar el sonido más alto, en el segundo un sonido intermedio y en el tercero uno bajo. Esto permite que el jugador pueda resolver en qué dirección dirigirse, sabiendo que cuanto más alto el volumen más cerca está el animal o el enemigo.

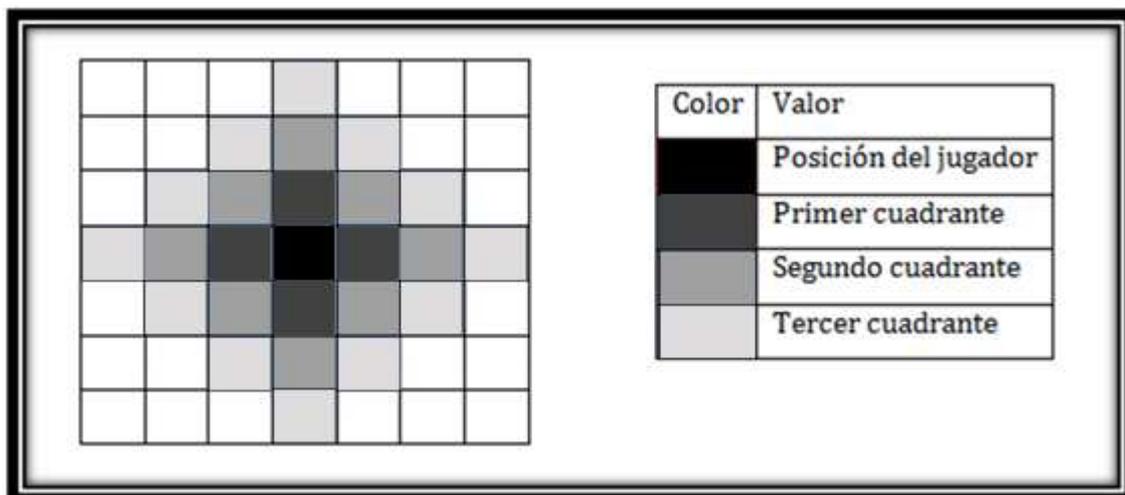


Figura 29. Rango de audición del personaje.

Otra de las cuestiones tenidas en cuenta, a la hora de reproducir los sonidos del enemigo o de los animales dentro del rango, es la presencia de paredes que se interpongan entre estos y el personaje principal. En dicho caso los sonidos no deben reproducirse, ya que en caso contrario podrían generar confusión en el jugador.

Para llevar a cabo dicha tarea se optó por, antes de reproducir el sonido de un animal en el rango, controlar que en las posiciones intermedias entre él y el personaje no existan paredes. Por ejemplo siendo una posición una coordenada (x , y), si como muestra la [Figura 30](#) el personaje se encuentra en la posición (3,3) y el enemigo o cualquier animal se encuentra en la posición (3,5), se deberá controlar que en los casilleros (2,4), (3,4) y (4,4) no exista una pared, para poder reproducir el sonido. Además se controlará el caso en que (2,4) y (3,4) sean pared y (4,4) no, y el caso en que (3,4) y (4,4) sean pared y (2,4) no. En estos casos el sonido no se deberá escuchar.

Cuando la posición a controlar es la que se encuentra a tres casilleros de distancia, sea en x o en y, se agregan controles extras. Se tendrá en cuenta lo antes nombrado y se agregarán los casos que contemplan la fila de paredes nueva que hay entre el personaje y la posición.

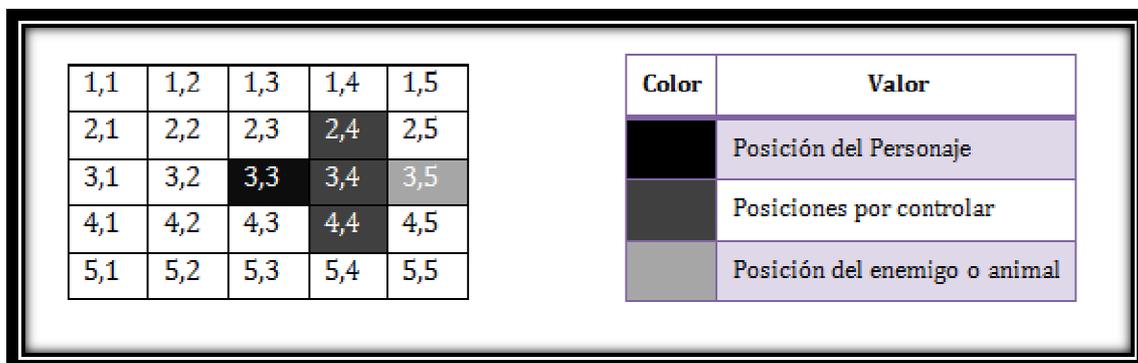


Figura 30. Imagen que ejemplifica el control de paredes intermedias.

Modos de Pantalla

Como uno de los objetivos más importantes de este proyecto es buscar la inclusión, se decidió desarrollar además del modo de pantalla con gráficos ([Figura 31](#)), otro modo llamado de “pantalla negra” ([Figura 32](#)), donde se le permite al usuario vidente jugar de la misma forma que un usuario no vidente, utilizando para guiarse únicamente los sonidos.

La diferencia radica en que: el panel donde el “modo pantalla negra DESACTIVADO” muestra los casilleros pertenecientes al laberinto, en el “modo pantalla negra ACTIVADO” es reemplazado por un fondo negro. El resto de las funcionalidades son totalmente análogas en ambos casos.

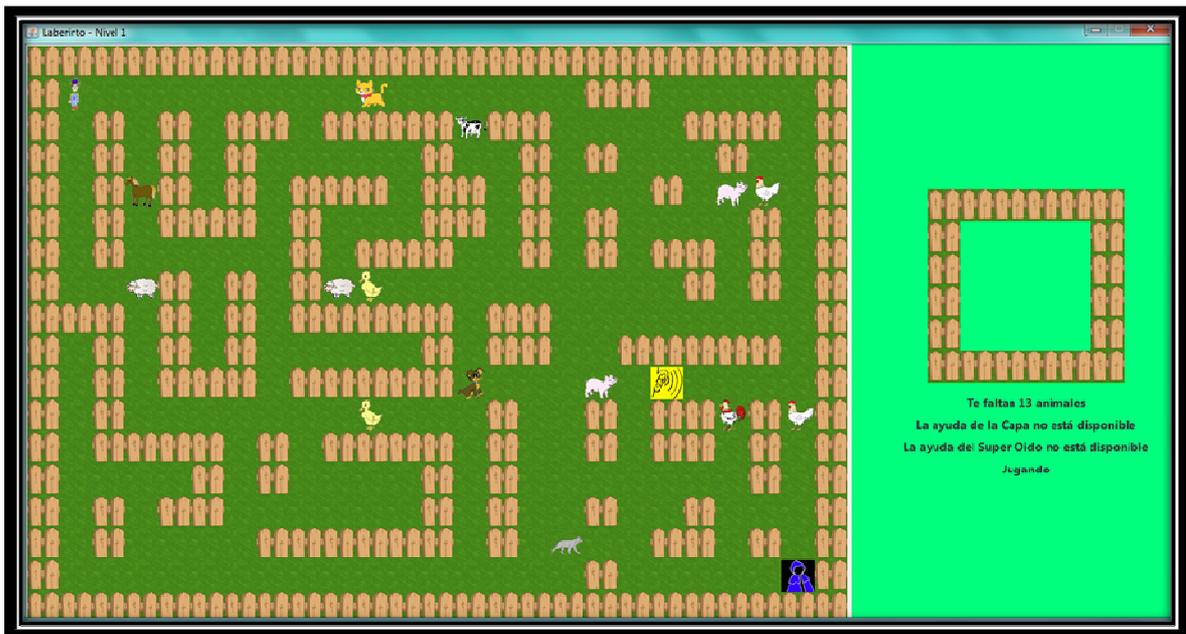


Figura 31. Captura del juego en Modo pantalla negra = DESACTIVADO.



Figura 32. Captura del juego en Modo pantalla negra = ACTIVADO.

Mapas

En cuanto a los mapas, son diez y se encuentran almacenados por separado en archivos de texto, donde cada línea del archivo representa una fila de la matriz, compuesta de caracteres “p” o “s”. El caracter “p” en el juego es representado con la imagen de una cerca que caracteriza a los obstáculos que debe esquivar, y el caracter “s” representa la imagen del suelo ([Figura 33](#)). En el momento de cargar un nivel se recorre por cada fila de la matriz cada columna, insertando la imagen obtenida de una línea del archivo.

Caracter	Imagen
p	
s	

[Figura 33](#). Tabla de equivalencias entre caracter ‘p’ y ‘s’ e imagen.

Niveles de Dificultad

Para darle un poco más de complejidad o de diversidad al juego, se decidió establecer tres niveles de dificultad: fácil, normal y difícil. Estos solo se diferencian en el comportamiento del lobo.

En el caso del **nivel fácil** el lobo no posee ningún tipo de inteligencia. En el momento en que debe tomar la decisión del casillero a cuál va a moverse, forma una lista de los casilleros a su alrededor que están libres y que no son el casillero del que viene. A partir de la lista obtenida se genera un número aleatorio y el componente de la lista cuya posición dentro de la misma coincida con el número obtenido será la elegida.

En el caso en que la única opción que quede sea volver a la casilla de la que vino esta opción se contempla, en caso contrario no, porque esto podría generar que el lobo quede ciclando.

En el **nivel normal** el lobo posee inteligencia y por lo tanto intenta siempre ir hacia el personaje. Como primera acción se buscan cuales son las posibles posiciones a las que el lobo puede ir, teniendo en cuenta la posición del personaje y acomodando las

posibilidades según sea más conveniente dentro de una lista. Se deben considerar cuatro casos:

- En el primer caso el lobo se encuentra a la derecha y arriba del jugador ([Figura 34](#)) la primera posición a agregar en la lista es un casillero más arriba, luego un casillero más a la derecha, después un casillero más a la izquierda y por último un casillero más arriba.

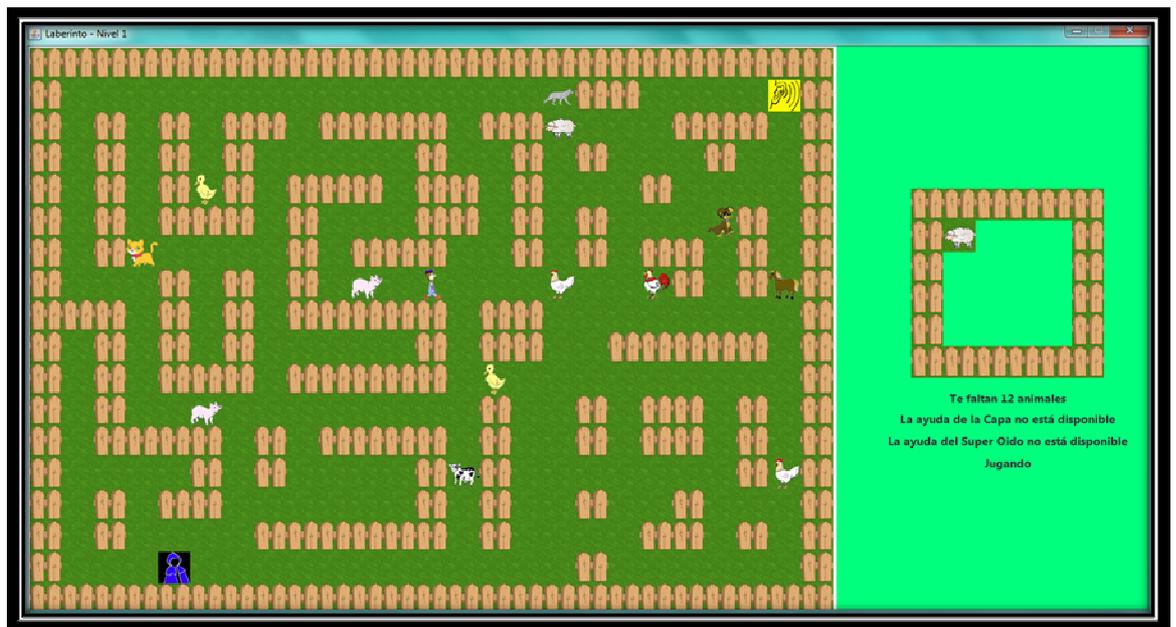


Figura 34. Ejemplo del lobo posicionado a la derecha y arriba del jugador.

- En el segundo caso el lobo se encuentra a la derecha y abajo del jugador ([Figura 35](#)) la primera posición a agregar en la lista es un casillero más a la izquierda, luego un casillero más arriba, después un casillero más abajo y por último un casillero más a la derecha.

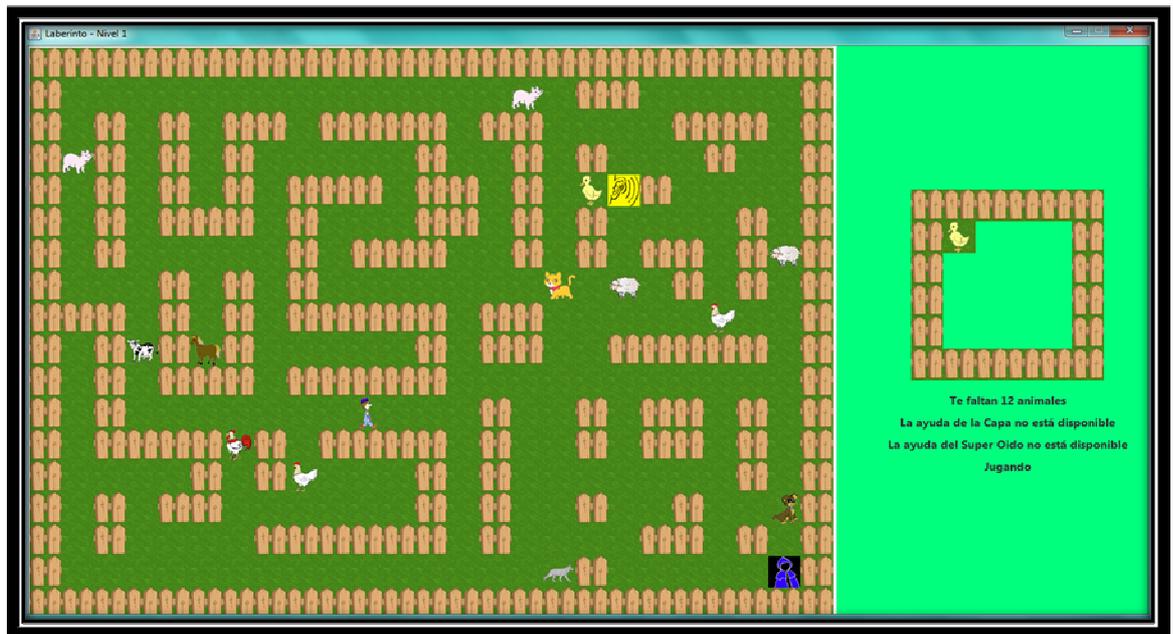


Figura 35. Ejemplo del lobo posicionado a la derecha y abajo del jugador.

- En el tercer caso el lobo se encuentra a la izquierda y arriba del jugador (Figura 36) la primera posición a agregar en la lista es un casillero más a la derecha, luego un casillero más abajo, después un casillero más arriba y por último un casillero más a la izquierda.

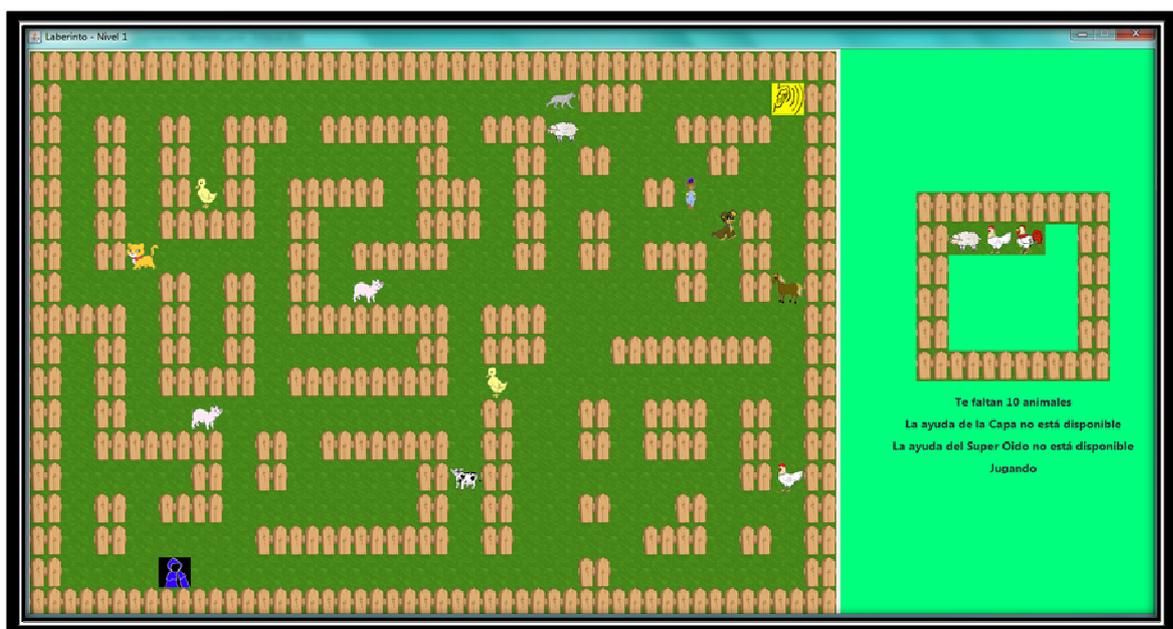


Figura 36. Ejemplo del lobo posicionado a la izquierda y arriba del jugador.

- En el cuarto caso el lobo se encuentra a la izquierda y abajo del jugador (Figura 37) la primera posición a agregar en la lista es un casillero más abajo, luego un casillero más a la izquierda, después un casillero más a la derecha y por último un casillero más arriba. Al parecer no es la solución más intuitiva, pero se observó que es la mejor forma para situaciones donde el lobo se mete en “callejones”.

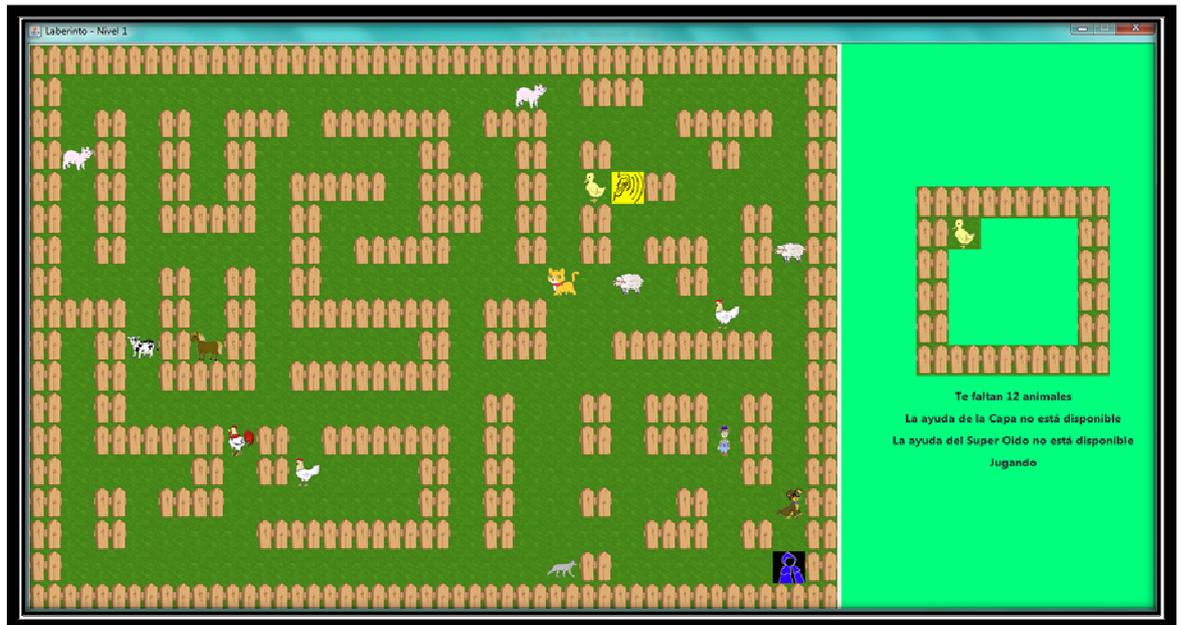


Figura 37. Ejemplo del lobo posicionado a la izquierda y abajo del jugador.

En todos los casos como última componente de la lista se agrega la posición de la cual viene, siendo la misma utilizada únicamente en los casos en que las otras posiciones sean inalcanzables.

Una vez que la lista se completa, esta se recorre de forma ordenada y se elige la primera componente que no sea pared como destino.

En el **nivel difícil** la cantidad de lobos pasa a ser dos. Cada lobo tiene distinto nivel de inteligencia, uno de ellos es simple como el del nivel fácil y el otro es inteligente como el del nivel normal.

Ayudas

Dentro del juego hay dos ayudas que una vez encontradas se activan durante veinte segundos. El control de este tiempo se implementó utilizando la clase Tiempo. En esta se

proveen los métodos necesarios para iniciar el contador, para pausarlo en caso de que se pause el juego, para continuar en caso de que sea necesario y para detener el conteo cuando se ha llegado al tiempo objetivo o cuando se cancela.

Teclado o Joystick

Como algo complementario, y buscando la mayor comodidad para el usuario, se decidió agregar además del soporte para teclado el soporte para joystick.

Si bien en un comienzo, debido a que Java por sí mismo no soporta este tipo de dispositivos, surgieron ciertas dificultades en la implementación. Incluyendo el proyecto presente en la página [\[\[56\]\]](#) y adaptándolo a nuestras necesidades, se pudo lograr que la aplicación funcione de forma natural para ambos tipos de entrada.

El proyecto encontrado presenta la utilización de la librería JInput antes nombrada. A partir de la cual se crearon los métodos necesarios para manejar el joystick en cada una de las clases que es necesario.

Para el funcionamiento del joystick se incluyó un hilo en cada una de las clases involucradas, de modo tal que en el run del mismo se genera un ciclo que se mantiene esperando que el usuario presione ciertos botones para los cuales hay una acción asociada. De esta forma, cuando no hay dispositivos conectados no se cargan recursos innecesarios.

Se decidió además que siempre que se encuentre algún tipo de joystick conectado será este el único dispositivo que se utilice en el transcurso de la aplicación. Esto produce que el teclado permanezca “desactivado” hasta que se salga del juego. En caso de que se desconecte durante la ejecución del juego, la aplicación deja de funcionar y es necesario reiniciar el juego. Solo en caso de no detectarse joystick se utilizará el teclado.

Se tomó como convención identificar los botones del joystick al igual que en el teclado ([Figura 38](#)). Al jugador siempre se le habla de “arriba”, “abajo”, “izquierda”, “derecha”, “escape”, “barra” y “p” sin importar con qué dispositivo se va a jugar. En la prueba de joystick se le dirá a qué tecla nos referimos con cada botón que presione.



Figura 38. Imagen de un joystick con las teclas identificadas.

Propiedades de las Ventanas

En general se intenta que el usuario no tenga que usar los botones por defecto de todas las ventanas, es decir, “minimizar”, “restaurar” y “cerrar”. Por lo cual el “restaurar” se desactiva durante todo el juego, ya que si el jugador sin querer lo presiona podría entorpecer la correcta ejecución del juego.

Clases

El juego desarrollado se dividió en una serie de clases que representan las diferentes pantallas: `Ventana`, `VentanaMenu`, `VentanaLaberinto`, `VentanaInstrucciones`, `VentanaJoystick`, `VentanaTeclado`, `VentanaPrincipal` y `Laberinto`. Además de un conjunto de clases que contribuyen al juego. Dichas clases son: `Audio`, `Cartel`, `Celda`, `Corral`, `Enemigo`, `GPS`, `Imágenes`, `Posición`, `HiloJoystickMenu`, `PruebaControles` y `MediaControl`.

A continuación se explicarán las clases más importantes.

Audio

Clase que permite el manejo de los sonidos en toda la aplicación. Desde la clase principal hasta el propio laberinto, utilizan esta clase para cada una de las acciones que involucran un determinado sonido. Dentro de `Audio` existen tres métodos: `sonar`, `sonarNombreAnimal` y `sonarAnimal`.

- `Sonar`: es el método más utilizado, permite reproducir la mayoría de los sonidos pasando como parámetros el nombre del archivo de sonido a reproducir, el nombre de la carpeta donde está guardado el archivo y un valor verdadero o falso, dependiendo de si el nuevo archivo por reproducir debería parar cualquier sonido que se encuentre activo hasta ese momento, con el fin de que no se superpongan y creen confusión en el jugador.
- `SonarNombreAnimal`: se utiliza únicamente en el momento en que se desea notificar al usuario el animal que ha encontrado y la cantidad de animales que le falta encontrar. Recibe como parámetros un carácter que representa el animal que se encontró y una cadena de caracteres que representa la cantidad de animales que falta encontrar. Para su funcionamiento utiliza el método `sonar` antes nombrado.
- `SonarAnimal`: se utiliza en los momentos en que algún animal se encuentra dentro del rango de audición del jugador, y por lo tanto su sonido característico debe escucharse. Recibe como parámetros un carácter que representa al animal encontrado y un entero, que representa el cuadrante en el que está el animal y cuál de los tres sonidos asociados a un animal debe reproducirse. Este método también utiliza el método `sonar`.

Celda

Clase que representa cada uno de los casilleros que forman el laberinto. Por cada elemento de este tipo se establecen, las coordenadas x e y de su posición (fila y columna a la que pertenece la celda), el tipo, que es un carácter asociado a la celda que podrá representar una pared ('p'), suelo ('s'), animal (Figura 39), ayuda ('a' o 'A'), personaje ('n') o enemigo ('l'); una variable que registrará si el juego se desarrollará en pantalla negra o no y la imagen asociada a la celda.

Caracter	Imagen
v	
o	
g	
i	
h	
d	
c	
e	
b	

Figura 39. Imagen asociada a cada uno de los caracteres que representa un animal.

Enemigo

Clase que modela el comportamiento del enemigo del jugador. En ella se implementan los distintos niveles de inteligencia y el comportamiento asociado a dichos niveles.

Para su implementación se utilizó un hilo, debido a que su ejecución es independiente de la del personaje, si bien ambos deben conocer ciertos detalles el uno del otro. Dicho hilo se mantiene activo durante todo el juego, y en primera instancia controla si el personaje se encuentra a uno, dos o tres casilleros del lobo, como para reproducir el sonido correspondiente. Teniendo en cuenta también que no se interponga una pared entre el enemigo y el personaje principal, en cuyo caso el sonido no deberá oírse.

A continuación, y dependiendo de si el nivel de dificultad es fácil, normal o difícil, se invoca al método correspondiente al movimiento del enemigo.

El movimiento del enemigo no inteligente es totalmente aleatorio, el único tipo de control que se hace es evitar, a no ser que sea la única opción, que el personaje vuelva al casillero del que vino, buscando de esta forma que este no entre en un ciclo.

El movimiento inteligente busca siempre acortar la distancia que existe entre el personaje principal y el enemigo. Teniendo en cuenta también el control de ciclos mencionado en el movimiento no inteligente.

Tanto el método del movimiento inteligente como el del movimiento no inteligente en última instancia realizan una actualización de la fuente y del destino.

En caso de que el lobo pase por un casillero en donde hay una ayuda o un animal, se tomó la decisión de que se vea la imagen del lobo únicamente. Entonces, el método *actualizarFuente()* es el encargado de volver a dejar el casillero que abandona el enemigo como estaba antes de que el mismo lo ocupara. Es decir, si había un animal, ayuda o suelo en ese casillero vuelven a aparecer sin ningún cambio. Se sabrá que antes había un animal si el tipo de la celda es 'y', teniendo el animal en particular almacenado en una variable, y sucederá lo mismo en el caso de las ayudas con la diferencia de que el tipo será 'z'. Si el tipo es una 'l' significará que a continuación deberá ser suelo.

El método *actualizarDestino()* por su parte controla qué hay en el casillero al que se dirige el enemigo y actúa de acuerdo a ello. Si en dicho casillero está el personaje se invoca al método de laberinto que maneja el efecto del ataque del enemigo al personaje principal. Si lo que hay es suelo, se cambia el tipo por una 'l', y se elige la imagen del lobo a utilizar. Si en cambio hay un animal, cualquiera de ellos, el tipo del casillero pasará a ser 'y', almacenándose en una variable el carácter asociado al animal en particular. El caso de las

ayudas es similar, con la diferencia de que el tipo será 'z' y se almacenará el caracter 'a' si la ayuda es la de la capa protectora y 'A' si la ayuda es la del súper oído.

Además de los métodos antes nombrados se cuenta con algunos, tales como parar, reanudar, eliminar; que serán utilizados por otras clases para el manejo del hilo, en el caso de que se pause el juego, se pierda o se lo abandone.

GPS

Esta clase provee los métodos y atributos necesarios para guiar al usuario hasta el animal más cercano, siempre que este lo requiera.

Se construye una lista de instrucciones por ej.: ["izquierda", "arriba", "derecha"]. Para poder obtener esta lista, se construye un árbol que se explora usando el algoritmo de recorrido a lo ancho (en inglés BFS - Breadth First Search). Se considera que el nodo raíz del árbol es la posición actual del jugador, y el nodo hoja va a ser la posición del animal.

En primera instancia se crea el árbol solamente con su raíz y luego se invoca al método *armarRecorrido()* con el árbol recién construido. Este método primero guarda en una estructura auxiliar, una cola, la raíz del árbol y luego cíclicamente va recuperando el primer elemento de la cola. Si este elemento es la posición de un animal el ciclo termina, sino encola los nodos adyacentes a este. Los nodos adyacentes serán aquellos que no sean pared y que no hayan sido explorados.

Haciendo un recorrido a lo ancho se asegura que se busque el animal que esté a menor cantidad de pasos del personaje y se exploran todos los caminos posibles.

Una vez que se encontró la posición del animal se invoca al método *armarMovimientos()* que recibe el nodo con la posición del animal y reconstruye todo el camino inverso hasta la posición del personaje. La lista queda armada para que sea usada por la clase Laberinto que le ira dictando al jugador, uno a uno los movimientos que debe hacer. Como decisión de diseño, si el jugador no realiza el movimiento que se le indica, se desactiva automáticamente la lectura de esta lista, entendiéndose que quiere seguir su propio camino.

Imágenes

Es la clase encargada del manejo de las imágenes. Provee el método necesario para cargar las imágenes leídas desde un determinado archivo y el método encargado de cargar los Sprites, a partir de los cuales se extraen las imágenes que corresponden con cada uno de los componentes del juego. Dichas imágenes de 39 x 39 son obtenidas por el método *crop()*.

El método `crop()`, dada una determinada imagen, obtiene una subimagen cuyas coordenadas son x e y , contando con un determinado ancho y alto.

Para obtener, por ejemplo, el gato de la imagen de la [Figura 40](#) será necesario invocar el método `crop()` pasándole como coordenadas $x = 0$ e $y = 78$, y como ancho y alto 39.

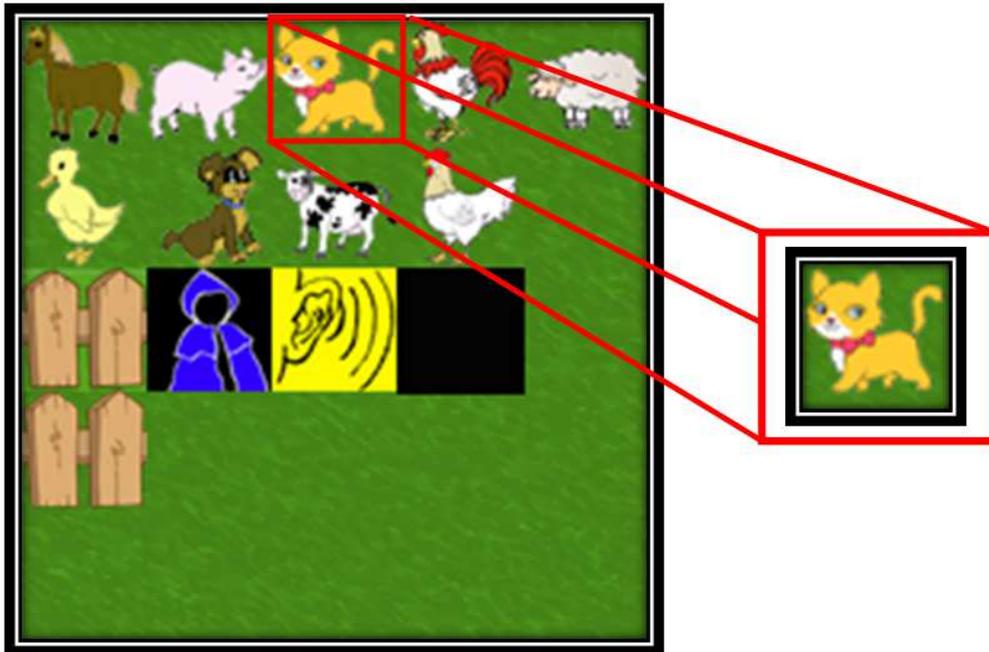


Figura 40. Ejemplo de subimagen obtenida de una imagen.

Laberinto

Es la clase que representa el juego, en ella se establecen las condiciones para que el mismo se desarrolle.

El tablero que representa el laberinto está implementado como una matriz de Celdas. En el inicio de la clase se cargan las imágenes del mismo en base al nivel que corresponde, usando el archivo de texto asociado.

Luego de cargar las paredes y el suelo dentro de la matriz se procede a insertar los animales. La posible posición de los mismos es aleatoria y se convierte en definitiva en el caso en que la posición seleccionada tenga como caracter dentro de la matriz una letra 's'. Para saber qué animales deben ser colocados en la matriz se cuenta con un arreglo que contiene qué cantidad de cada animal debe aparecer en el laberinto, teniendo un total de trece animales.

Dicho arreglo contiene caracteres representativos por cada animal diferente. En la [Figura 41](#) se muestra una tabla en la que se establece qué carácter representa cada animal. Esta convención se utilizará en todo el desarrollo del juego.

Caracter	Animal
g	Gallina
i	Gallo
d	Pato
o	Oveja
v	Vaca
c	Cerdo
h	Caballo
e	Perro
b	Gato

Figura 41. Tabla de equivalencia entre caracteres y animales.

Dentro del laberinto se dispersarán dos gallinas, un gallo, dos patos, dos ovejas, una vaca, dos cerdos, un caballo, un perro y un gato.

De forma similar a como se insertaron los animales, se colocan dentro del laberinto las dos ayudas disponibles.

Por último se posicionan en sus respectivos casilleros el personaje principal y el enemigo. Para cualquiera de los mapas el personaje empezará desde la coordenada $x = 1$ e $y = 1$, mientras que el enemigo “uno” empezará desde la posición $x = 16$ e $y = 16$ y, si el nivel de dificultad es difícil, el enemigo “dos” empezará desde la posición $x = 1$ e $y = 16$.

Ya con el laberinto listo la aplicación se queda esperando a que el jugador presione una tecla o un botón del joystick.

Las teclas que presionadas tienen algún tipo de reacción en la aplicación son “arriba”, “abajo”, “izquierda”, “derecha”, “escape”, “barra” y “p”. Al presionar “arriba”, “abajo”, “izquierda” o “derecha” se establece qué movimiento y qué dirección tomó el jugador y se procede a realizar el movimiento en dicha dirección.

Al presionar “escape” en cambio, el jugador manifiesta su deseo de salir de la aplicación y se le solicita que confirme a través del cartel correspondiente. En caso de que su respuesta sea “sí” se vuelve a la ventana menú, en caso contrario se continúa con el juego tal como estaba.

Si lo que se presiona es la “p” el juego se pausa, es decir, se suspende la actividad hasta que el jugador presiona la “barra”. Lo que provoca que el juego se reanude tal como estaba.

Por último si lo que el jugador presiona es la “barra” se activa el GPS, herramienta que provee al jugador los movimientos necesarios para llegar al animal más cercano. Cuando está activo se realizan controles adicionales para comprobar si el jugador se está guiando con este o no.

Dentro del método que realiza el movimiento del personaje, primero se controla que el casillero al que desea ir no sea pared, ya que de ser así se puede oír el sonido asociado al choque con la pared y el movimiento está prohibido.

Si el casillero no es pared pero en el está posicionado el enemigo, se procede a realizar el control asociado a dicha situación. Si la ayuda de la capa protectora se encuentra activa todas las acciones asociadas pierden efecto. Si la ayuda está desactiva y si la cantidad de animales encontrados es mayor a cero, se liberan los animales que ya se habían encontrado de forma aleatoria por el laberinto, se reproducen el o los sonidos asociados, se vuelve a cero la cantidad de animales encontrados y a trece la cantidad que falta por encontrar, y se vuelve al enemigo a su posición inicial.

Si no es pared y no está el enemigo se controla si en el casillero hay un animal o una ayuda. Dentro del control de la presencia de un animal, si efectivamente es el caso, se inserta una imagen de este en el corral, se reproduce el sonido de que se ha encontrado determinado animal, se notifican la cantidad de animales que faltan y si la cantidad de animales encontrados es igual al total de animales que se deben encontrar se comunica al jugador que ha ganado, se actualiza la etiqueta del estado, se eliminan los enemigos y se le pregunta al jugador si desea seguir en el mismo laberinto.

En el control de la presencia de una ayuda, si se encuentra una, se establece cual de las dos ayudas es, en base a eso se informa al usuario que ayuda encontró y se inicializa el timer asociado para tomar el tiempo hasta desactivarla.

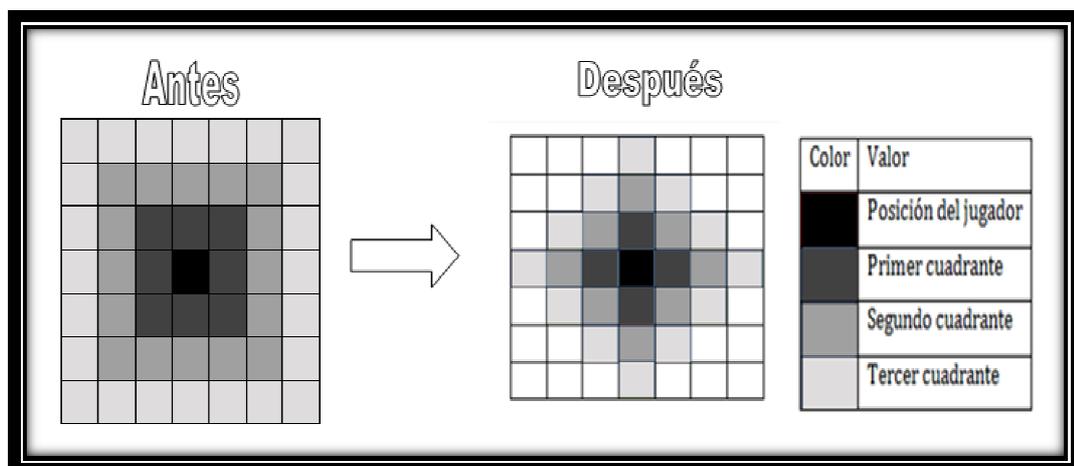
Dentro del movimiento del usuario también se verifica la presencia de animales dentro de los cuadrantes establecidos. Dichos cuadrantes están determinados por el número de pasos que el jugador deberá hacer para llegar al casillero en cuestión ([Figura 29](#)).

Además de los métodos necesarios para los controles anteriores, dentro de la clase laberinto se proveen los métodos necesarios para salir del juego, para pausarlo, para reconocer la imagen asociada a cierto caracter, para eliminar o reanudar la actividad de los enemigos, para reiniciar o iniciar un nuevo laberinto.

Ideas originales - Cambios

Si bien antes de comenzar la implementación, en la etapa de análisis se toman decisiones de cómo se desarrollarán las cosas, a medida que el desarrollo se hace efectivo y a través de pruebas se descubre que ciertas cosas son más adecuadas hacerlas de otra manera. A continuación se listan las ideas originales que luego se modificaron:

- Rango auditivo: en un principio el rango auditivo consistía en tomar como primer cuadrante las posiciones pertenecientes al cuadrado que rodeaba a la posición actual, como segundo cuadrante el cuadrado mayor que contiene al primero y lo mismo para el tercero. Luego de varias pruebas y de cierto razonamiento, se llegó a la conclusión de que sería mejor tomar como primer cuadrante aquellas posiciones a las que el jugador llega en un solo paso, como segundo cuadrante aquellas posiciones a las que llega en dos pasos y como tercero aquellas a las que llega en tres ([Figura 42](#)).



[Figura 42](#). Consideración de los cuadrantes antes y después.

- Modos de pantalla: cuando se buscó la forma de hacer el juego de forma tal que usuarios videntes y no videntes se enfrentaran al mismo nivel de dificultad, se pensó en un principio hacer que el laberinto estuviera en negro y que sólo se iluminara el casillero en el que se encontraba el personaje ([Figura 43](#)). Luego de ciertas pruebas y de leer bibliografía para encontrar la forma más adecuada, se optó por presentar dos modos de pantalla para los usuarios videntes, el modo pantalla negra DESACTIVADO, para aquellos que quieran jugar el juego

tradicional, y el modo pantalla negra ACTIVADO para los que quieran experimentar el juego en las mismas condiciones que un no vidente.



Figura 43. Visualización del juego en la idea original.

- GPS como una ayuda: si bien en un principio el GPS se pensó como la tercera de las ayudas que el usuario podría encontrar dentro del juego, una vez armado y ante las experiencias de los usuarios, se decidió hacer del GPS una herramienta disponible durante el juego. Para los momentos en los que el jugador se encontrara desorientado y la distancia al animal más cercano fuera muy grande.
- Imágenes: para empezar, y como parte del proceso de desarrollo, las imágenes se realizaron todas por separado, implicando cada una el tener que cargar su imagen asociada. Cuando se probaron todas juntas se notó el retardo que esto generaba, por lo cual se optó por hacer uso de Sprites, y con solo cargar tres imágenes obtener todas las subimágenes para el laberinto.
- Prueba de controles: en un comienzo la prueba se pensó como una de las opciones disponibles en el menú del juego. Luego de observar con distintos usuarios la forma de jugar, y advirtiendo que en la mayoría de los casos no realizaban la prueba, se optó por hacer esta obligatoria. Se logró esto, haciendo que una vez terminado el video que relata la historia, se pase directamente a la ventana de la

prueba. La importancia de realizarla se ve reflejada sobre todo en el uso del joystick, debido a los nombres elegidos para los botones.

- Recordatorio del GPS: al realizar la implementación parecía innecesario recordarle al usuario la existencia del GPS dentro del juego, porque este se nombraba en las instrucciones. Al realizar las pruebas se detectó que en la mayoría de los casos la persona olvidaba su existencia o qué tecla presionar para usarlo. Se decidió que cuando faltan seis animales, más o menos cuando atrapó la mitad, se recuerde al jugador que puede pedir ayuda (el GPS), presionando la “barra”.

Tipo de Licencia

Una licencia es un contrato entre el desarrollador de un software sometido a propiedad intelectual y a derechos de autor y el usuario, en el cual se definen con precisión los derechos y deberes de ambas partes. Es el desarrollador, o aquél a quien éste haya cedido los derechos de explotación, quien elige la licencia según la cual distribuye el software [(57)].

En el caso del juego desarrollado la licencia será de tipo Open Source¹⁵ y se encontrará disponible en la web.

¹⁵ **Open Source** es la expresión con la que se conoce al software distribuido y desarrollado libremente. Se focaliza más en los beneficios prácticos (acceso al código fuente) que en cuestiones éticas o de libertad que tanto se destacan en el software libre.

Capítulo 6

Pruebas con Usuarios

Introducción

Una de las partes más importantes dentro del desarrollo de juegos es el Testing; es en él donde se realiza el control de calidad. Su función principal es el descubrimiento y documentación de los defectos de software.

Si bien las pruebas se inician tan pronto como el primer código está escrito y aumentan en la medida que el juego avanza hacia su finalización, es en este punto donde más críticos son sus resultados.

En este capítulo, a partir de la metodología elegida, se procede a realizar las pruebas con los usuarios, tanto videntes como no videntes. Se describe de forma detallada el modo en el que se realizaron y los resultados obtenidos.

Metodología

Para llevar adelante la prueba del juego se utilizó la metodología Prueba de funcionalidad [(58)]. Esta prueba no requiere amplios conocimientos técnicos; busca problemas generales en el juego en sí o de su interfaz de usuario. Son pruebas específicas, concretas y exhaustivas para probar y validar que el software hace lo que debe y sobre todo, lo que se ha especificado.

Usuario Invidente

Para llevar a cabo la prueba con el usuario invidente, y teniendo en cuenta que se inicia cuando la aplicación ya está corriendo, se decidió utilizar una serie de tareas a realizar, y un conjunto de incógnitas a resolver a partir de la observación del desarrollo de la prueba.

Perfil del Usuario

El usuario que realizó la prueba es un hombre de 26 años, no vidente y con una lesión cerebral desde nacimiento. Pasa la mayor parte del tiempo jugando con consolas tipo "Sega", que son su único medio de entretenimiento. Los juegos que elige no están preparados para que los use un usuario no vidente, en ellos la música solo acompaña el desarrollo del juego. Por lo cual, más que intentar cumplir los objetivos, se entretiene con los diferentes sonidos.

Tareas a realizar:

	Éxito	Fracaso	Comentarios
Realizar la prueba de controles	<input checked="" type="checkbox"/>		
Escuchar las instrucciones	<input checked="" type="checkbox"/>		
Salir del juego		<input checked="" type="checkbox"/>	Quería seguir jugando

Incógnitas:

	Si	No	Comentarios
¿Lo primero que intenta es jugar?		<input checked="" type="checkbox"/>	
¿Recorre el menú para escuchar las opciones?	<input checked="" type="checkbox"/>		
¿Prueba todos los niveles de dificultad?		<input checked="" type="checkbox"/>	No prueba las distintas opciones.
¿Escucha las instrucciones hasta el final?	<input checked="" type="checkbox"/>		
¿Entiende que el lobo es malo?	<input checked="" type="checkbox"/>		
¿Asocia correctamente los animales a los sonidos?	<input checked="" type="checkbox"/>		
¿Se distrae con los sonidos?		<input checked="" type="checkbox"/>	
¿Cumple el objetivo?	<input checked="" type="checkbox"/>		
¿Se ubica bien cuando hay paredes?	<input checked="" type="checkbox"/>		A medida que juega, entiende mejor como reaccionar a la pared
Una vez que gana, ¿prefiere cambiar el mapa?	<input checked="" type="checkbox"/>		
¿Reacciona de forma adecuada a los carteles?	<input checked="" type="checkbox"/>		
¿Cuando se escucha un animal, intenta atraparlo?		<input checked="" type="checkbox"/>	
¿Usa el GPS?	<input checked="" type="checkbox"/>		No lo recordó solo
¿Le hace caso al GPS?	<input checked="" type="checkbox"/>		Pero confunde las teclas
¿Usa mucho el GPS?	<input checked="" type="checkbox"/>		
Si no lo usa es, ¿porque no quiere?		<input checked="" type="checkbox"/>	
Si no lo usa es, ¿porque lo olvida?	<input checked="" type="checkbox"/>		
¿Sigue las indicaciones?			A veces si, a veces no.
¿Prefiere usar teclado?		<input checked="" type="checkbox"/>	
¿Prefiere usar joystick?	<input checked="" type="checkbox"/>		
¿Memoriza las teclas o botones del dispositivo?	<input checked="" type="checkbox"/>		Luego de práctica

Conclusiones

- Si bien en un primer momento se notaba algo perdido y fue necesaria la ayuda de un tercero para decidir qué hacer, con la práctica fue adquiriendo cada vez más confianza. De modo tal que a medida que más jugaba mejor entendía que si escuchaba la pared debía cambiar el rumbo y chocaba cada vez con menos frecuencia.
- Si bien se buscaba la total independencia del usuario, se observó que la misma no se llegó a lograr. Con la práctica mejoró, pero en todo momento necesitó y solicitó ayuda de alguna de las personas a su alrededor.
- Luego de observar el desarrollo del juego se hizo evidente que el tiempo estimado para la duración de las ayudas era muy poco. Perdía los beneficios sin poder hacer uso de ellos ni una vez. Como resultado se optó por cambiar los veinte segundos por dos minutos, calculando para esto, lo que el jugador tardaba en desplazarse por el laberinto.
- A pesar de que en ocasiones el jugador confundía izquierda, derecha, arriba y abajo, el GPS resultó una herramienta de mucha utilidad. La utilizó repetidas veces, disfrutando seguir las órdenes que la voz en off emitía.
- Acostumbrado a entretenerse con los sonidos en ocasiones dejaba de lado el objetivo y se acercaba al lobo para escuchar su sonido o para que lo atrape. Además si se le ofrecía saltar el video inicial o salir de las instrucciones antes de tiempo no aceptaba, contento de escuchar hasta el final.

Usuario Vidente

En el caso de este tipo de usuario se decidió, para llevar a cabo la prueba, enfrentarlo con la aplicación y además de observar las reacciones a medida que la misma se ejecuta, pedirle que, en base a lo experimentado, nos manifieste su opinión lo más objetiva posible. En base a dicha opinión se generará una lista de ítems con los resultados, que detallará lo dicho por el usuario y será complementado con información referente al perfil del involucrado.

Si bien en un primer momento se lo deja interactuar libremente con la aplicación, en caso de que no seleccione activar la pantalla negra, se le pide hacerlo. Es en ese caso donde se aprecian los resultados más importantes.

A continuación, se presentan las conclusiones de las pruebas con usuarios que resultaron más significativas y que aportaron datos importantes. Las restantes pruebas realizadas no se incluyeron por no considerarse relevantes.

Conclusiones por Usuario

Usuario 1 (Verónica):

Perfil: Mujer, 30 años, Estudiante Universitaria.

Experiencia con juegos: poca, nunca había utilizado joystick. Preferencia por los juegos de aventura gráfica y los clásicos de PC.

Resultados:

- Al querer saltar el video y escuchar “presione la barra”, a pesar de estar usando el joystick, intentó presionar la barra del teclado. A raíz de eso decidimos activar el teclado en esa parte del juego.
- En general le costaba prestar atención a las indicaciones de cada ventana, por lo cual se perdía y nos preguntaba qué hacer. Por ejemplo, al intentar salir del juego no recordaba cómo hacerlo.
- A pesar de escuchar las instrucciones hasta el final, al momento de tener que usarlas no recordaba la totalidad. Por ejemplo, cuando le faltaba encontrar tres animales, le ofrecimos usar el GPS y no recordaba su existencia.
- Jugando en pantalla negra, pudo identificar correctamente al “lobo” e intentó escapar. En cuanto a los animales, luego de cierta confusión, logró entender que si escuchaba el sonido de un animal y al hacer el siguiente movimiento dejaba de escucharlo, implicaba que se estaba alejando.
- En todo momento se sentía intrigada por la posición, dentro del laberinto, en la que estaba.
- Como el lobo reproduce su sonido cada dos segundos, y ella movía el personaje más rápido, el aullido no se alcanzaba a generar. Como consecuencia la atrapaba rápidamente. A partir de esta opinión este aspecto fue modificado para una mejor ubicación del usuario.

Usuario 2 (Federico):

Perfil: Hombre, 20 años, Estudiante.

Experiencia con juegos: mucha, tanto juegos de computadoras como de otras plataformas.

Resultados:

- En el momento de seleccionar una de las opciones dentro del menú presiona la tecla enter en lugar de la derecha como dicen las instrucciones. Dicha opción está contemplada dentro de la implementación debido a pruebas durante el desarrollo.
- Entiende la dinámica de los sonidos, de modo tal que al momento de escuchar uno sabe cómo encontrar el animal. A pesar de esto por momentos se pierde y choca de forma repetida contra las paredes.
- No recuerda la existencia de un botón que presionado guía al jugador a un animal. En el momento en el que se le sugirió no recordó qué debía presionar.
- El sonido del chanco le resultó confuso, de forma tal que lo confundió con el lobo.
- Si bien el juego le gustó, le resultó largo debido a la cantidad de animales. Y acostumbrado a jugar todo tipo de juegos un laberinto no le resultó muy atrayente.

Usuario 3 (Juan Carlos):

Perfil: Hombre, 55 años, Comerciante.

Experiencia con juegos: ninguna. Casi total desconocimiento del manejo de una computadora.

Resultados:

- Debido a su falta de conocimientos en cuanto al manejo de las computadoras, antes de iniciar la aplicación fue necesaria una explicación extra sobre el teclado, dispositivo utilizado.
- Escuchó las instrucciones hasta el final, logrando así recordar la mayoría de las teclas. Pero durante el desarrollo del juego, la poca atención prestada a los audios, provocó cierta confusión, haciendo difícil la captura de animales y logrando que el lobo lo atrape repetidas veces.
- No recordó el sonido del lobo hasta que este lo había capturado, haciéndole perder todos los animales.
- En una de las ocasiones al escuchar el sonido del chanco comenzó a huir, pensando que el sonido provenía del lobo y que este se estaba acercando.
- En ningún momento recordó la existencia del GPS, y luego de que se le sugiriera su uso, lo hizo con mucha frecuencia, ya que por sí solo no lograba encontrar nada.

Conclusión General

De este tipo de usuario podemos decir que, si bien la experiencia en juegos difiere, las reacciones manifestadas fueron muy similares.

En la mayoría de los casos al enfrentarse a la pantalla negra, acostumbrados a utilizar la visión como principal sentido, los jugadores se sentían desorientados e intrigados del lugar en la pantalla en el que se encontraban. También en ocasiones no prestaban la debida atención a los sonidos, y como resultado luego no sabían cómo hacer ciertas cosas. En general la existencia del GPS no se recordó y en los casos en que se sugirió el jugador no sabía qué tecla presionar. Para solucionar esto, se optó por agregar en el panel a la derecha del laberinto un cartel con las teclas y lo que se logra presionándolas. Además de incluir el recordatorio del GPS, una vez que se han atrapado 7 animales.

Capítulo 7

Conclusiones y Trabajo Futuro

Conclusión

En un mundo donde la tecnología forma parte de la vida diaria de cada persona, donde, desde el momento en que nos levantamos y hasta que nos acostamos, los dispositivos electrónicos se unen a nuestra rutina, el acceso a estos debería ser posible tanto para videntes como para no videntes.

El ideal sería que cada aplicación que se crea tenga en cuenta no al común de la gente o a cierto público etario o económico, sino que se considere también las dificultades y necesidades de las personas discapacitadas; con problemas de ceguera, sordera, parálisis, etc.

Al incluir también a esta población en el desarrollo se logran varios aspectos muchas veces impensados. Por un lado, ayuda a su independencia ya que al agregar funcionalidades pueden tener el mismo acceso que el resto de las personas, por ejemplo usar las plataformas de Home Banking desde su casa. Además se logra la socialización al poder compartir cosas que todos hacen, como puede ser usar redes sociales. No menos importante es el aporte lúdico, en muchos casos los discapacitados no tienen acceso a juegos ya que estos no consideran sus necesidades específicas como es el caso del usuario al que apuntó todo este proyecto. Otro aspecto es el didáctico, hay infinidad de destrezas que pueden ejercitarse mediante el uso de aplicaciones, por ejemplo aprender los números y letras. Por último, se logra la comunicación pensando en aquellas discapacidades que bloquean el habla, a través de dispositivos o aplicaciones que reproducen lo que la persona quiere expresar.

A pesar de todos los aspectos positivos nombrados anteriormente, al realizar las investigaciones previas se encontró el obstáculo de que el área de HCI para ciegos no está lo suficientemente desarrollada en relación al avance de la tecnología. Teniendo en cuenta la cantidad de dispositivos creados hasta el momento y que la mayoría de ellos está presente en nuestros hogares, su potencial inclusivo no está debidamente explotado como para abarcar la población de no videntes y discapacitados en general.

En el capítulo 1 se plantearon objetivos específicos que se deseaban cumplir al término del proyecto. El primero era “Apuntar la investigación a dispositivos, aplicaciones y, en particular, a juegos existentes para poder obtener las mejores características de cada uno”. Como se dijo anteriormente, la investigación fue ardua y llevó bastante tiempo ya que había poco desarrollado y se deseaba encontrar soluciones a diferentes necesidades pero la mayoría apuntaba al aspecto clásico de los no videntes, el manejo en espacios.

Igualmente se lograron encontrar algunas aplicaciones interesantes que fueron plasmadas en el capítulo 3 y que inspiraron el desarrollo del juego.

El segundo objetivo: “Encontrar la interfaz de entrada que mejor se adapte, teniendo en cuenta que sea económica y fácil de usar.”, fue bastante sencillo de lograr debido a que el usuario final del juego estaba habituado al manejo del joystick, por lo que se decidió que este sea el dispositivo a utilizar. A pesar de esto, como también se tiene en cuenta el aspecto económico, el juego se puede usar perfectamente utilizando solo el teclado, por lo que se puede jugar con solo contar con una computadora.

El tercer objetivo era “Diseñar el juego de modo tal que los usuarios no videntes puedan usarlo con total independencia.” Luego de realizar el testeó del juego con el usuario se notó que este objetivo no se cumplió como se hubiera esperado. El usuario prefería siempre obtener ayuda de los familiares para jugarlo. No se pudo comprobar si era capaz de jugarlo solo.

El último objetivo era “Lograr que el juego sea inclusivo y pueda ser usado tanto por videntes como no videntes, de forma tal que ambos se encuentren en las mismas condiciones.” Al incluir el “modo pantalla negra” este objetivo fue cumplido muy satisfactoriamente, las personas videntes se sentían muy entusiasmadas por jugarlo pero luego de algunos minutos sentían la frustración de perder la orientación y sentían la necesidad de ver dónde estaban situados. Así pudieron experimentar las sensaciones de los no videntes en el día a día.

En general se logró un juego sencillo que abarca un amplio público. Fue pensado para cubrir las necesidades particulares de una persona pero se comprobó con el testeó que otros usuarios, por lo general adultos, que no tenían conocimiento acerca del uso de juegos, también podían utilizarlo si prestaban atención a las indicaciones. El objetivo del juego es sencillo por lo que los jugadores con mucha experiencia no prestan interés. Pero, en cambio, para los niños pequeños resulta muy atractivo teniendo en cuenta que el marco del juego es una granja con animales. Obviamente el público de los no videntes es el que más interés presenta ya que no están habituados a juegos dedicados a ellos.

Un detalle que fue resaltado por la mamá del usuario es que el juego resultó ser una herramienta didáctica, ya que, además de entretener, resultó de utilidad para ayudar a incorporar las nociones de orientación: izquierda, derecha, arriba y abajo, que en el momento del desarrollo se suponía que el usuario ya conocía pero no era así.

A nivel académico, desde el inicio del proyecto se necesitó aplicar herramientas que se conocían pero no eran recordadas completamente, por lo que se debieron revisar conceptos y así lograr un producto final que conjugara lo aprendido en diversas materias a lo largo de la carrera. Además siendo que las dos integrantes del proyecto pertenecemos a distintas carreras, una a Licenciatura en Ciencias de la Computación y la otra a Ingeniería en Sistemas de Computación, fue muy productivo que lo incorporado por separado pudiera ser aplicado a un proyecto común y que cada una aportara conceptos que al final se complementaban.

A nivel personal fue muy gratificante estar en contacto con personas que hacen que nuestro conocimiento tome un valor productivo. Nos ayudó a insertarnos en un mundo que no siempre es tenido en cuenta y que abre infinidad de posibilidades a proyectos futuros como es el HCI.

Luego de estas conclusiones el desarrollo del juego fue muy positivo ya que se hizo algo distinto, surgió de una necesidad en particular pero se pudo observar que el acceso a los juegos era una limitación general para los no videntes.

Trabajo a futuro

Si bien se logró un juego conforme a los objetivos, en el futuro se pueden llevar a cabo algunas ideas nuevas. Debido a la simpleza del juego y los pocos recursos utilizados, a corto plazo, se puede hacer una adaptación de este a otros tipos de dispositivos tales como tablets o Smartphones. A nivel de entretenimiento, se podría agregar la opción de cambiar la voz, que da las indicaciones por conocidos personajes de televisión; así como también crear nuevos escenarios que cambien el marco del juego. A un nivel más avanzado el juego podría tener más obstáculos que resolver, como la posibilidad de que haya paredes traspasables si se agrega otra ayuda adicional.

Algo muy importante que queda pendiente de realizar es lograr la independencia del usuario no vidente, se debería buscar la forma de que las instrucciones se vayan aprendiendo paulatinamente. Una posibilidad sería la de explicar los conceptos una vez que el usuario ya esté en el laberinto y a medida que se encuentra con situaciones desconocidas se le indique como resolverlas.

Por último sería muy importante testear el juego con no videntes con características diferentes al usuario apuntado y ver qué aspectos se pueden adaptar o incluir para que alcance a más personas.

Referencias

1. **Martínez, José Figueroa.** [En línea] [Citado el: 25 de 10 de 2014.] <http://buhoz.net/jose/docencia/interaccion-humano-computadora/1-introduccion-a-la-interaccion-humano-computadora>.
2. **Fallas, MSc. Luis Diego Sancho.** Ordenador y Discapacidad. [En línea] [Citado el: 25 de 10 de 2014.] <http://www.luisdiegosancho.com/pc-y-los-ciegos>.
3. **Baecker, R M y Buxton, W A. S.** *Readings in Human-Computer: A Multi-disciplinary Approach*. Los Altos : Kaufmann, Morgan, 1987.
4. **ACM Sigchi.** *Curricula for Human-Computer Interaction*. s.l. : ACM Special Interest Group on Computer- Human Interaction Curriculum Development Group, New York, 1992.
5. **Preece, Jenny, y otros.** *Human-Computer Interaction* . s.l. : Addison Wesley, 1994.
6. **Manchón, Eduardo.** alzado.org. [En línea] [Citado el: 11 de 3 de 2014.] http://www.alzado.org/articulo.php?id_art=39.
7. **Sears, Andrew y Jacko, Julie A.** *The Human-Computer Interaction Handbook*. s.l. : Lawrence Erlbaum Associates, 2008.
8. **Greenbaum, Joan M.** *In the name of efficiency*. Philadelphia : Temple University, 1979.
9. **Mumford, E.** *A comprehensive method for handling the human*. s.l. : IFIP Congress, 1971.
10. **Foley, J.D. y Wallace, V. L.** *The art of natural graphic man-machine conversation*. s.l. : IEEE, 1974.
11. **Bennett, John.** *The Commercial Impact of Usability in Interactive Systems*. s.l. : B. Shaker, 1979.
12. **Bannon, Liam J.** *From human factors to human actors: The role of*. 1991.
13. **Davis, F.D.** *Perceived usefulness, perceived ease of use, and user acceptance of information technology*. s.l. : MIS Quarterly, 1989.
14. **Norman, D.** *The Invisible Computer*. Cambridge, Massachusetts : The MIT Press, 1998.
15. **Vaske, J J y Grantham, C E.** *Socializing the Human-Computer Environment*. Norwood : Ablex, 1990.
16. **Lyons, J.** *New Horizons in Linguistics*. Harmondsworth : Penguin, 1970.
17. *How fluent is your interface? Designing for international users*. **Russo, P y Boor, S.** s.l. : Addison-Wesley, 1993, In Bridges between Worlds, INTERCHI'93 Conference Proceedings (Ashlund S., Mullet K., Henderson A., Hollnagel E. and White T. eds).
18. **Norman, Donald.** *The Psychology of Everyday Things*. New York : Basic Books, 1988.
19. —. *Turn Signals are the Facial Expressions of Automobiles*. s.l. : Addison-Wesley, 1992.

-
20. **Rodríguez, Flor E. Narciso y Tania J.** Saber-ULA. *Universidad de los Andes Venezuela*. [En línea] [Citado el: 30 de Octubre de 2014.]
http://www.saber.ula.ve/bitstream/123456789/16835/1/flor_narciso.pdf.
21. **Universidad Rey Juan Carlos.** Universidad Rey Juan Carlos. [En línea] [Citado el: 30 de Octubre de 2014.] <http://www.etsii.urjc.es/~ig/documentos/hci.pdf>.
22. **Organización Mundial de la Salud.** OMS. [En línea] [Citado el: 29 de Octubre de 2014.]
<http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs282/es/>.
23. **Ugarte, Beto.** INFOCIEGOS. [En línea] [Citado el: 29 de Octubre de 2014.]
http://www.infociegos.com/espanol/index.php?option=com_content&task=view&id=27&Itemid=55.
24. **Winberg, Fredrik.** Contextualizing Accessibility: Interaction for Blind Computer Users. 2008.
25. **Dix A., Finlay J., Abowd G. and Beale R.** *Human-Computer Interaction*. Hemel Hempstead : Prentice-Hall, 1993.
26. *The graphical user interface: Crisis, danger and opportunity.* **Boyd, L. H., Boyd, W. L. y Vanderheiden, G. C.** 1990, *Journal of Visual Impairment and Blindness*, págs. 84(10), 496-502.
27. *The Benefits of and Barriers to Computer Use for Individuals Who Are Visually Impaired.* **Gerber, E.** 2003, *Journal of Visual Impairment & Blindness*, pág. 97(9).
28. **Sarmoria, Hernan.** Taringa! [En línea] [Citado el: 21 de 11 de 2014.]
<http://www.taringa.net/posts/noticias/13911155/Y-los-ciegos-podran-ver-Proyecto-Eye-2021.html>.
29. Muy Interesante. [En línea] [Citado el: 21 de 11 de 2014.]
<http://www.muyinteresante.es/innovacion/sociedad/articulo/crean-unas-gafas-para-que-los-ciegos-vean-con-el-oido>.
30. National Geographic. [En línea] [Citado el: 21 de 11 de 2014.]
<http://www.nationalgeographic.es/noticias/aplicacion-ciegos-melodia-noticia>.
31. **Escobar, Ana Cecilia.** Swagger. [En línea] [Citado el: 21 de 11 de 2014.]
<http://www.swagger.mx/tecnologia/eye-music-convierte-los-colores-en-musica>.
32. **Duto SA.** Duto. [En línea] [Citado el: 21 de 11 de 2014.] <http://www.duto.org/portafolio/>.
33. Club de Inventores. [En línea] [Citado el: 21 de 11 de 2014.]
<http://inventoseinventores.com/ficha-del-inventor/index.php?nombre=flix-dez-de-miguel&ficha=312>.
34. **Alvite, Patricia.** Letrendy Magazine. [En línea] [Citado el: 21 de 11 de 2014.]
<http://www.letrendy.com/magazine/reloj-para-sentir-la-hora/>.
35. El Comercio. [En línea] [Citado el: 21 de 11 de 2014.]
http://elcomercio.pe/tecnologia/inventos/reloj-ciegos-que-exito-entre-que-si-ven-noticia-1721868?ref=nota_tecnologia&ft=mod_leatambien&e=titulo.

-
36. **Portal Tic.** Portal Tic. [En línea] [Citado el: 21 de 11 de 2014.]
http://elcomercio.pe/tecnologia/inventos/reloj-ciegos-que-exito-entre-que-si-ven-noticia-1721868?ref=nota_tecnologia&ft=mod_leatambien&e=titulo.
37. Wikipedia. [En línea] [Citado el: 22 de 11 de 2014.]
[http://es.wikipedia.org/wiki/JAWS_\(software\)](http://es.wikipedia.org/wiki/JAWS_(software)).
38. **Sotomayor, Yadiel.** PRATP. [En línea] [Citado el: 22 de 11 de 2014.]
<http://pratp.upr.edu/blog/nvda-non-visual-desktop-access-un-lector-de-pantalla-para-todos>.
39. **Bierre, K.** GamaSutra. [En línea] 2006. [Citado el: 22 de 11 de 2014.]
http://www.gamasutra.com/view/feature/2342/improving_game_accessibility.php.
40. Cookingideas. [En línea] [Citado el: 22 de 11 de 2014.] <http://www.cookingideas.es/un-nino-de-11-anos-crea-un-videojuego-para-su-abuela-ciega-20120414.html>.
41. Gambas. [En línea] [Citado el: 22 de 11 de 2014.]
<http://www.explorergame.com/?page=game&lang=en>.
42. **Lissen, José M^a.** Que aprendemos hoy. [En línea] [Citado el: 22 de 11 de 2014.]
<http://queaprendemoshoy.com/zomblind-un-videojuego-de-zombis-disenado-para-invidentes/>.
43. **Mairena, Javier.** Javiermairena. [En línea] [Citado el: 22 de 11 de 2014.]
<http://www.javiermairena.net/docs/videojuegosaccesibles.pdf>.
44. AudioGames. [En línea] [Citado el: 22 de 11 de 2014.]
<http://audiogames.net/db.php?id=terraformers>.
45. **Frauenfelder, Mark.** Boingboing. [En línea] [Citado el: 23 de 11 de 2014.]
<http://boingboing.net/2014/10/03/open-field-echo-souder-game.html>.
46. **Díaz, Luz Frías, Arranz, Marcos Fortún y Álvarez González, Daniel.** Huyendo en la oscuridad. [En línea] [Citado el: 23 de 11 de 2014.] <http://www.huyendoenlaoscuridad.com/>.
47. Lo + móvil. [En línea] [Citado el: 23 de 11 de 2014.]
<http://www.lomasmovil.net/aplicaciones/la-cara-oculta-videojuego-ciegos-invidentes/>.
48. **Orsetti, Florencia.** Survival Horror. [En línea] [Citado el: 23 de 11 de 2014.]
<http://www.shdownloads.com.ar/2014/01/creando-un-juego-de-terror-solo-con.html>.
49. **Pardo, Lisandro.** Neoteo. [En línea] [Citado el: 23 de 11 de 2014.]
<http://www.neoteo.com/papa-sangre-un-juego-de-no-video/>.
50. **Wysocki, Robert K.** *Effective Project Management*. Fifth. 2009.
51. **LACCEI.** Latin American and Caribbean Consortium of Engineering Institution. [En línea] [Citado el: 24 de 02 de 2015.] http://www.laccei.org/LACCEI2010-Peru/published/ACC134_Borges.pdf.
52. **134, Miembros del grupo experto JSR.** java.net. [En línea]
<https://java.net/projects/jinput/>.

-
53. **Fedortsova, Irina.** Oracle. [En línea] [Citado el: 22 de 01 de 2015.]
<http://docs.oracle.com/javafx/2/swing/media-player.htm>.
54. Todo Bytes. [En línea] [Citado el: 15 de 12 de 14.] <http://www.todobytes.net/cientos-de-sonidos-en-formato-wav-parte-1/>.
55. MP3Fil. [En línea] [Citado el: 4 de 2 de 15.] <http://www.mp3fil.info/download/sonido-de-lobo-aullando.html>.
56. Yaolddawg. [En línea] [Citado el: 15 de 02 de 2015.]
<http://yaolddawg.blogspot.com.ar/2011/08/configure-open-source-controller-jinput.html>.
57. **Gricel.** Nuevas tecnologías aplicadas a la Educación. [En línea] [Citado el: 19 de 03 de 15.]
<http://tecnologiascie.blogspot.com.ar/2012/03/nuevas-tecnologias-aplicadas-la.html>.
58. Juega Libre. [En línea] [Citado el: 20 de 03 de 2015.]
<http://juegalibre.virtual.uniandes.edu.co/index.php/2013/03/07/testing-prueba-de-juego/>.