 UNIVERSIDAD DE CHILE

FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS Y MATEMÁTICAS

DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA COMPUTACIÒN

VIDEOJUEGO EDUCATIVO PARA EL APRENDIZAJE DE GEOMETRÍA

EN NIÑOS NO VIDENTES

MEMORIA PARA OPTAR AL TÍTULO DE INGENIERO CIVIL EN COMPUTACIÓN

MATÍAS ALEJANDRO PARDO GUTIÉRREZ

PROFESOR GUÍA:

JAIME SÁNCHEZ ILABACA

MIEMBROS DE LA COMISIÓN:

SANTIAGO DE CHILE

2016

**Resumen**

Resumen

**Tabla de Contenido**

**Capítulo 1: Introducción**

1.1. Contexto

1.2. Problema

1.3. Motivación

1.4. Soluciones elegida

1.5. Resultados de la solución implementada para resolver el problema

**Capítulo 2: Objetivos**

2.1. Objetivo General

2.2. Objetivos Específicos

**Capítulo 3: Marco Teórico**

3.1. Estado del arte

3.2. Interfaces físicas

3.3. Aprendizaje

3.4. Aspectos de Usabilidad

**Capítulo 4: Metodología**

4.1. -

**Capítulo 5: Descripción de la solución**

5.1. -

**Capítulo 6: Evaluación y validaciones**

6.1. -

**Capítulo 7: Conclusiones**

7.1. Lecciones aprendidas

7.2. Trabajo Futuro

**Capítulo 8: Bibliografía**

**Capítulo 9: Anexos**

Anexo A:

**Capítulo 1**

**Introducción**

**1.1. Contexto**

-

**1.2. Problema**

-

**1.3. Motivación**

En la actualidad existe una gran cantidad de software educativo, pero la mayoría suele estar dirigido a personas videntes. Ello implica que a la hora de encontrar software educativo para personas con discapacidad visual las opciones son más limitadas.

En este Trabajo de Título se abordó el tema del aprendizaje de la geometría por parte de aprendices con discapacidad visual, más específicamente las transformaciones geométricas: rotación, traslación y reflexión. Dichos conceptos son particularmente complejos de enseñar y aprender en personas con discapacidad visual. Para ellos, un objeto que está en una posición puede ser percibido como un objeto completamente diferente sólo con rotarlo 180º.

Es entonces que se implementó un videojuego educativo multimodal para ayudar en la enseñanza y aprendizaje de los conceptos de orientación, rotación, traslación y reflexión por parte de aprendices con discapacidad visual. Los videojuegos educativos presentan un buen apoyo en la enseñanza y aprendizaje de los niños porque aprenden mientras juegan e interactúan.

El desafío estuvo en tener presente en todo momento temas de usabilidad e interacción humano-computador, ya que su correcto uso es fundamental para poder transmitir el mensaje que se desea y generar la interacción con los usuarios finales, los niños con discapacidad visual.

**1.4. Solución elegida**

La solución elegida es el desarrollo de un videojuego educativo utilizando el software **Unity versión 5.2.2f1**, que es utilizado en el desarrollo de videojuegos (fue utilizado en el desarrollo del prototipo con el que se cuenta actualmente).

Como interfaz de control se decide utilizar un control de **Xbox 360 alámbrico**, que fue el utilizado durante las pruebas realizadas en conjunto con los usuarios finales durante el desarrollo del prototipo. Otra opción descartada fue la utilización del **Novint Falcon**, pero es costoso y difícil de acceder, además de que no se logra incorporar satisfactoriamente al proyecto (se explica en qué consiste esta interfaz en el Marco Teórico).

Se realizará el desarrollo del videojuego utilizando lo antes descrito en lo que respecta a Software y Hardware. Para la validación del videojuego se realizarán evaluaciones de usabilidad:

- **Cuestionario de usabilidad de usuario final[54][55]**: Corresponde a un cuestionario con una serie de aseveraciones en la que se intenta plasmar la impresión del usuario respecto al uso del software que tienen una escala Likert asociada del 1 al 10 (siendo 1 poco de acuerdo y 10 muy de acuerdo). Luego hay un grupo de preguntas abiertas para que el usuario pueda ampliar y complementar sus respuestas.

- **Evaluación Heurística de Usabilidad[54][56]:** Consiste en una evaluación de las interfaces del software por parte de usuarios expertos (con conocimientos sobre Usabilidad de Interfaces e interacción humano computador). Se utilizará una pauta de evaluación confeccionada para evaluar el software a partir de determinadas heurísticas[57] de usabilidad.

- **Observación y Pensar en Voz Alta (Thinking Aloud)[54]**: Se observará al usuario usar el Software y se tomará nota de lo que comenta mientras lo usa.

- **Entrevistas[54]**: Consiste en una serie de preguntas que surgen durante las pruebas del software y el diseño de este. Se realiza una pauta de preguntas y luego se entrevista al usuario final al respecto (son consultas puntuales que no aplican para ser incluidas en el cuestionario de evaluación de usabilidad de usuario final).

Junto a esto se realizarán evaluaciones de los conceptos a tratar en el videojuego antes de su uso y luego de su utilización, para evaluar el impacto en el aprendizaje de los conceptos tratados.

**1.5. Resultados de la solución implementada para resolver el problema**

-

**Capítulo 2**

**Objetivos**

**2.1. Objetivo general**

Construir un videojuego educativo basado en audio y vibración para enseñar y desarrollar los conceptos geométricos de rotación, traslación y reflexión en niños con discapacidad visual total o parcial.

**2.2. Objetivos específicos**

2.2.1. Diseñar y desarrollar un videojuego educativo que permita aprender conceptos de geometría, en especial las transformaciones: rotación, traslación y reflexión, en niños con discapacidad visual.

2.2.2. Evaluar la usabilidad del videojuego con usuarios niños con discapacidad visual.

2.2.3. Evaluar el impacto cognitivo en la percepción de los conceptos geométricos tratados en el videojuego (rotación, traslación y reflexión) como resultado del uso del videojuego por los usuarios finales. **Capítulo 3**

**Marco Teórico**

**3.1. Estado del arte**

-

**3.2. Interfaces Físicas**

Las interfaces que podrían ser utilizadas en este trabajo son: teclado, el Phantom, el Novint Falcon y el control de consola (Xbox 360).

El **teclado** de computador tradicional es el que se utiliza en cualquier computador y ha sido utilizado con anterioridad gran cantidad de videojuegos, en conjunto con el mouse. Se descartó utilizar solamente estas interfaces por lo difícil que es representar formas (ya que no tiene formas de forzar posiciones) y carece de vibración. Se evalúa su uso en conjunto con Phantom o Novint Falcon.



***Figura 1: Teclado y mouse***

El dispositivo **Phantom**[44] es una interfaz que posee un stylus (lápiz) y ha sido utilizado con anterioridad en desarrollo de software para personas con discapacidad visual. El brazo que posee puede forzar ciertas posiciones en el Stylus, y puede captar la escritura realizada con el lápiz.



***Figura 2: Phantom***

El **Novint Falcon** [43] es similar al Phantom pero no cuenta con un lápiz sino que con una esfera. Su propósito original es el de ser un mouse 3D, y cuenta además con vibración. Este dispositivo y el Phantom fueron descartados por lo complicado y costoso que resultan de conseguir (no son interfaces recientes y no hay interfaces recientes que sigan con esta idea).



***Figura 3: Novint Falcon***

Los **controles de consola** son una buena alternativa para lo que se busca, que aunque no fuerzan posiciones, poseen una mayor cantidad de botones (en comparación al Phantom y al Novint Falcon), es cómodo y fácil de usar, y además cuenta con vibración. Se elige el control de **Xbox 360**[51], porque tiene buena compatibilidad con Unity (software a usar en el desarrollo del videojuego) y computadores con Windows, además es más accesible y de menor costo en comparación con las alternativas antes descartadas.



***Figura 4: Control de Xbox 360***

**3.3. Aprendizaje**

-

**3.4. Aspectos de Usabilidad**

-

C**apítulo 4**

**Metodología**

**4.1. -**

-

**Capítulo 5**

**Descripción de la solución**

**5.1. -**

-

**Capítulo 6**

**Evaluación y validaciones**

**6.1. -**

-

**Capítulo 7**

**Conclusiones**

**7.1. Lecciones aprendidas**

-

**7.2. Trabajo futuro**

-

**Capítulo 8**

**Bibliografía**

En esta sección se encuentra bibliografía relacionada con el tema a desarrollado principalmente durante la investigación. Se marcan en negrita las referencias principales.

[1] Sánchez, J., Borba Campos, M., Espinoza, M. & Merabet L. B. (2014). Audio Haptic Videogaming for Developing Wayfunding Skills in Learners Who are Blind: http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4254778/

[2] Sánchez, J., Sáenz, M., Ripoll, M. (2009). Usability of a Multimodal Videogame to Improve Navigation Skills for Blind Children. 11th AC; Conference on Computers and Accessibility (ASSETS), pp. 35-42. Pittsburgh, PA, USA.

**[3] Sánchez, J., Flores, H. (2004). AudioMath: blind children learning mathematics through audio. Proceedings of the 5th International Conference on Disability, Virtual Reality and Associated Technologies. Oxford, UK, 2004.**

**[4] Torrente, J., Marchiori, E., Vallejo-Pinto, J., Ortega-Moral, M., Moreno-Ger, P., Fernández-Manjón, B. (2012). Eyes-free Interfaces for Educational Games. Proceedings of the 2012 International Symposium on Computers in Education (SIIE). Pp 1-6.**

**[5] John Heskett (2005). Design: A Very Short Introduction. Oxford Press, UK.**

[6] Sánchez, J. (2012). Development of navigations skills through audio haptic videogaming in learners who are blind. Proceedings of the 4th International Conference on Software Development for Enhancing Accessibility and Fighting Info-exclusion (DSAI 2012). Pp 102-110.

**[7] Sánchez, J. (2001). Aprendizaje Visible, Tecnología Invisible. Dolmen Ediciones.**

[8] Sánchez, J. (2000). Nuevas tecnologías de la Información y Comunicación para la Construcción del Aprender. Universidad de Chile, Santiago, Chile.

[9] Sánchez, J. (1999). Construyendo y Aprendiendo con el Computador. Centro Zonal Universidad de Chile, Proyecto Enlaces, Santiago, Chile.

[10] Sánchez, J. (1996). Informática Educativa. Editorial Universitaria, Chile.

[11] Sánchez, J., Miranda, J. & Vera F. (2004) Knowledge Construction through Virtual Interaction. Proceedings of World Conference on e-Learning in Corporate, Government, Healthcare, & Higher Education, E-learn 2004. Washingtion DC, USA.

[12] Kirriemuir , J., McFarlane, A. (2003) Use of Computer and Video Games in the Classroom. Presentation to DiGRA, Utrecht, Netherlands.

**[13] Sánchez J., Sáenz, M. (2005). 3D sound interactive environments for blind children problem solving skills. Proceedings of the 7th international ACM SIGACCESS conference on computers and accessibility. Pp. 173-179.**

[14] Bierre, K., Chetwynd, J., Ellis, B., Michelle, D., Ludi, S., Westin, T. (2014). Game Not Over: Accessibility Issues in Video Games. San Francisco, California, USA.

[15] Sánchez, J., (2008). User-Centered Technologies for Blind Children. Universidad de Chile, Santiago, Chile.

**[16] Sánchez, J., Elías, M. (2006). Aprendizaje de Ciencias a través de Audio en Niños Ciegos. Universidad de Chile, Santiago, Chile.**

[17] Baecker, R.M., Buxton, W. (1995). Readings in human-computer interaction: a multidisciplinary approach. California: Editorial Morgan Kauffmann.

[18] Buxton, W. (2007). Sketching user experience: Getting the design right and the right design. San Francisco, Calif: Morgan Kaufmann.

[19] Courage, C., Baxter, K. (2005). Understanding your users a practical guide to user requirements methods, tools and techniques. Morgan Kaufmann series in interactive technologies. Amsterdam: Morgan Kaufmann.

**[20] Druin, A. (2009). Mobile technology for children: Designing for interaction and learning. Amsterdam: Morgan Kaufmann Publishers/Elsevier.**

[21] Dumas, J., Redish, J. (1993). A practical Guide to Usability Testing. (1st ed.) Mahwah, NJ: Ablex Publications.

[22] Helen G. (1996). The good usability handbook. London: McGraw-Hill Book Company.

**[23] Hix, D., Hartson, R. (1993). Developing user interfaces: ensuring usability through product & process. New York: Wiley and Sons.**

[24] Holtzblatt, K., Wendell, J. B., & Wood, S. (2005). Rapid contextual design a how-to guide to key techniques for user-centered design. Morgan Kaufmann series in interactive technologies. San Francisco: Elsevier/Morgan Kaufmann.

[25] Jordan, P. (1998). An introduction to usability. CRC Press

[26] Kuniavsky, M. (2003). Observing the user experience: a practitioner's guide to user research. Morgan Kaufmann series in interactive technologies. San Francisco, CA: Morgan Kaufmann.

[27] Lazar, J. (2007). Universal usability: Designing computer interfaces for diverse user populations. Chichester: John Wiley & Sons.

**[28] Markopoulos, P. (2008). Evaluating children's interactive products: Principles and practices for interaction designers. Amsterdam: Morgan Kaufmann.**

[29] Moggridge, B. (2007) Designing interactions. Cambridge, Mass: MIT Press.

[30] Nielsen, J. (1993). Usability engineering. New York: Academic Press Professional.

[31] Preece, J. (1993). A guide to usability: human factors in computing. New York: Addison-Wesley.

[32] Pruitt, J. & Adlin, T. (2006). The persona lifecycle: keeping people in mind throughout product design. The Morgan Kaufmann series in interactive technologies. Amsterdam: Elsevier.

**[33] Schaffer, N., & Isbister, K. (2008). game usability: Advancing the player experience. San Francisco, Calif: Morgan Kaufmann.**

[34] Schneiderman, B. (1998). designing the user interface (3rd Edition). New York: Addison-Wesley.

[35] Stone, D. L. (2005). User interface design and evaluation. Morgan Kaufmann series in interactive technologies. Amsterdam: Elsevier.

[36] Tullis, T., & Albert, B. (2008). Measuring the user experience: Collecting, analyzing, and presenting usability metrics. The Morgan Kaufmann series in interactive technologies. Amsterdam: Elsevier/Morgan Kaufmann.

[37] Winograd, T. (1996). Bringing design to software. New York: ACM Press

[38] Unity 3D: https://unity3d.com/es (Último acceso: 12-08-2016)

[39] Sánchez, J., Merabet, L., Connors, E., Halko, M. (2012). Teaching the Blind to Find Their Way by Playing Video Games. International Journal of Educational Development (IJED). Elsevier Science, Amsterdam, The Netherlands.

**[40] Sánchez, J., Espinoza, M., Carrasco, M., Garrido, J.M. (2012). Modelo de videojuegos para mejorar habilidades matemático-geométricas en aprendices ciegos. Nuevas Ideas en Informática Educativa, Memorias del XVII Congreso Internacional de Informática Educativa, TISE. Santiago, Chile.**

[41] Lumbreras, M., Sánchez, J. (1999). Interactive 3D Sound Hyperstories for Blind Children. CHI '99 Proceedings of the SIGCHI conference on Human Factors in computing Systems. pp 318-325. ACM New York, NT, USA © 1999.

[42] McCrindle, R., Symoins, D. (2000). Audio space invaders. Proceedings of the Thrid International Conference on Disability, Virtual Reality and Associated Technologies. pp 59-65.

[43] Novint Falcon: http://www.novint.com/index.php/novintfalcon (Último acceso: 22-08-2016).

[44] Phantom: http://www.dentsable.com/haptic-phantom-omni.htm (Último acceso: 22-08-2016).

[45] Yuan, B., Folmer, E. (2008). Blind Hero: Enabling Guitar Hero for the Visually Impaired. Proceedings of the 10th international SCM SIGACCESS conference on Computers and accessibility. pp 169-176. ACM New York, NY, USA ©2008.

[46] Rector, K., Bennet, C., Kientz, J. (2013). Eyes-Free Yoga: An exergame Using Depth Cameras for Blind & Low Vision exercise. Proceedings of the 15th  International ACM SIGACCESS Conference on Computers and Accessibility. Article No. 12. ACM New York, NY, USA ©2013.

[47] Gutschmidt, R., Schiewe, M., Zinke, F., Jürguensen, H. (2010). Haptic Emularion of Games: Haptic Sudoku for the Blind. Proceedings of the 3rd International conference on Pervasive Technologies Related to Assistive Environments, Article No. 2. ACM New York, NY, USA ©2010.

[48] Glinert, E., Wyse, L. (2007). AudiOdyssey: An Accessible Video Game for Both Sighted and Non-Sighted Gamers. Proceedings of the 2007 conference on Future Play. pp 251-252. ACM New York, NY, USA ©2007.

[49] Miller, D., Parecki, A., Douglas, S. (2007). Finger Dance: A sound game for blind people. Proceedings of the 9th international ACM SIGACCESS conference on Computers and accessibility. pp 253-254. ACM New York, NY, USA ©2007.

[50] Atkinson, M., Gucukoglu, D., Machin, C., Lawrence, A. (2006). Making the Mainstream Accessible: Redefining the Game. Proceedings of the 2006 ACM SIGGRAPH symposium on Videogames pp 21-28. ACM New York, NY, USA ©2006.

[51] Control de XBOX 360: https://www.microsoft.com/accessories/es-es/products/gaming/xbox-360-controller-for-windows/52a-00005 (Último accesso: 20-08-2016).

**[52] Nielsen, J. (2012). Usability 101: Introduction to Usability: https://www.nngroup.com/articles/usability-101-introduction-to-usability/**

**[53] Sánchez, J. (2016). Apuntes de Clase, Asignatura Interacción Humano-Computador CC5504. Carrera de Ingeniería Civil en Computación, Universidad de Chile.**

**[54] Sánchez, J. (2015). Apuntes de Clase, Asignatura Taller de Interacción Humano-Computador CC6501. Carrera de Ingeniería Civil en Computación, Universidad de Chile.**

[55] Sánchez, J. (2015). Pauta de Evaluación de Usabilidad de Usuario Final, Asignatura Taller de Interacción Humano-Computador CC6501. Carrera de Ingeniería Civil en Computación, Universidad de Chile.

[56] Sánchez, J. (2015). Pauta de Evaluación Heurística de Usabilidad, Asignatura Taller de Interacción Humano-Computador CC6501. Carrera de Ingeniería Civil en Computación, Universidad de Chile.

**[57] Nielsen, J. (1995). 10 Usability Heuristics for User Interface Design: https://www.nngroup.com/articles/ten-usability-heuristics/**

**Capítulo 9**

**Anexos**

-